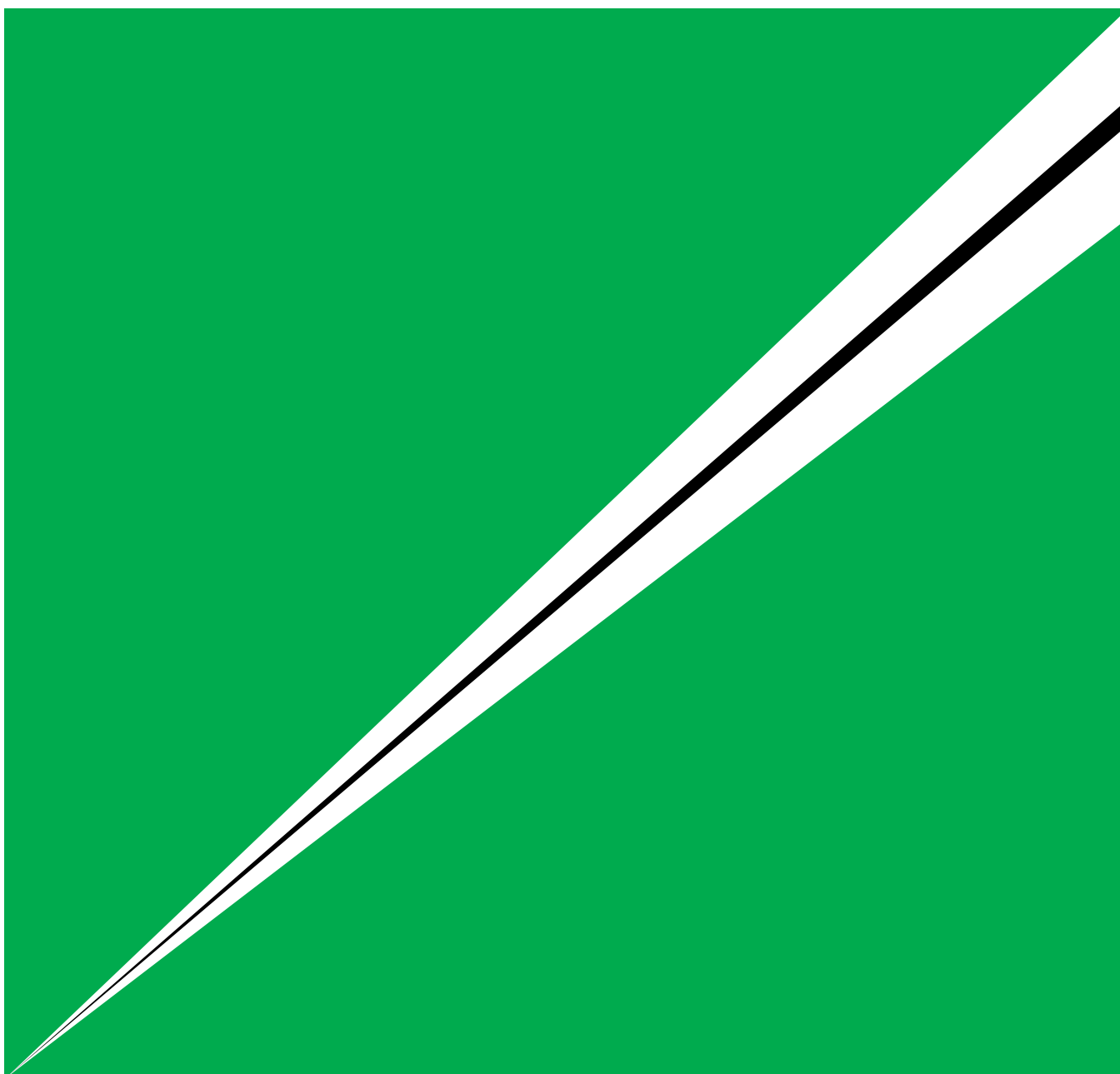


FUJIFILM RESEARCH & DEVELOPMENT

No.47-2002

富士フイルム研究報告



刊行の趣旨

この冊子には富士写真フイルム株式会社の各研究所および各工場で行なった研究・開発の成果を掲載する。写真化学，写真工学，電子映像工学，磁気記録をはじめとする映像技術に関する報文や総説，さらに写真を研究手段として成果を得た研究の報告も掲載する。本誌に投稿された書き下ろし論文は英文抄録を付して掲載し，既発表の論文は原報をそのまま転載する。巻末には，2001年11月までにJOISのJICSTファイルに採録された印刷発表論文リストを記す。

編集にあたっては，内容を読者に正確に伝達することを第一とする。このため，内容に関係のない用字や記載法などで完全には統一されていない点があるかもしれないが，その点はご了解願いたい。

PURPOSE OF PUBLICATION

This publication incorporates the results of research and development carried on in the laboratories and manufacturing plants of the Fuji Photo Film Co., Ltd. It also includes papers and reviews related to photographic chemistry, photographic engineering, electronic imaging engineering, magnetic recording engineering, and other imaging technologies; including recent progress reports pertaining to ancillary subjects. Also published are briefs related to studies in photography, information on significant tools used in photography, and important development results of interest to photography and to associated fields. Original papers submitted to this journal are published in the Japanese language with an opening English language abstract, and papers which have already been printed in other scientific journals are reproduced from said journals in unmodified form. After the main texts listed are printed papers which have been found in the JOIS-JICST file until November, 2001.

Editorial policy intends that content be accurately provided to the reader. Indulgence is begged for character usage and entry methodologies in materials not directly related to the subject at hand which may result in some lack of unity in expression.

© Fuji Photo Film Co., Ltd. 2002
Published by Ashigara Research Laboratories,
Fuji Photo Film Co., Ltd.
Minamiashigara, Kanagawa 250-0193 Japan

富士フィルム研究報告

第 47 号

目 次

原 著

フジカラー「EVER-BEAUTY PAPER」の開発	山下清司, 大谷薫明, 副島 晋, 大島直人	1
超高画質「写ルンです エクセレント」の開発	野口修由, 飛世 学, 内田充洋, 鈴木信之, 亀山信行, 久米裕二	7
レンズ付きフィルム「写ルンです」ペレタイズレス樹脂再生システムの開発	富永佳博, 岡村大輔	12
高品位カメラ「KLASSE」の開発	佐藤徳次	18
デジタルミニラボ Frontier390の開発	山本 尚, 鈴木 亮, 安藤 茂, 榎本 淳, 平野 武司*, 吉田光治, 長谷川博之, 氏家洋一, 久原修治	24
ダイナミックなメニュー配信システムとユーザーコンテンツの流通機構	浅井有人, 渡邊芳明, 寺田昌弘, 菅沼陽史, 羽田典久, 乾谷正史	31
インターナルドラム方式レコーダにおけるマルチビーム露光技術の開発	藤井 武, 角 克人, 品田英俊*, 高田倫久*	34
130nm ノード用 KrF エキシマレジスト「GKR シリーズ」の開発	河邊保雅, 丹 史郎, 漢那慎一, 児玉邦彦, 藤森 亨, 西山文之, 百田 淳, 山中 司	40
SPM による高分子材料の微小部熱分析	金山修二	44

転 載

銀塩写真の 21 世紀展望	高田俊二	50
カラー電子写真用フォトペーパーの品質工学(QE)による最適設計	立石朋美, 岡本 潤	55
AI フリー活性領域を有する 0.8 μ m 帯高出力半導体レーザーにおける高信頼化と光出射端面温度の低減	早川利郎	60
単一レンズによる三次元イメージ撮影システム	小野修司	68
多層血液分析フィルムにおける糖を用いた酵素の安定化	村谷浩二, 石崎慶一	72
回転ドラム搭載型 MR ヘッドに適した超薄磁性層塗布型媒体の検討	江尻清美, 杉崎 力, 田口 亮*, 真島恵吾*, 武藤一利*, 上原年博*, 奥田治雄*	78
プラズマ CVD 法による a-C:H:N 保護膜の作成とその摩擦摩耗特性	白杵一幸, 片山和俊, 長尾 信, 柏木 朗	82
重合性基を有するディスコティックネマティック液晶性トリフェニレン誘導体およびその光学異方性フィルムへの応用	岡崎正樹, 河田 憲, 西川秀幸, 根来雅之	85
DUV レジスト用新規アセタールポリマーの構造設計	藤森 亨, 丹 史郎, 青合利明, 西山文之, 山中 司, 百田 淳, 漢那慎一, 河邊保雅, 八木原盛夫, 小久保忠義*, Sanjay Malik*, Lawrence Ferreira*	91
個体 $^7\text{Li-NMR}$ と in situ XRD によるスズ酸化物およびスズ複合酸化物へのリチウム挿入反応の研究	古屋和彦, 小川恵三, 峯尾 泰, 松藤明博, 奥田 潤, 恵良田知樹*	103
水中における両親媒性ポリペプチドの凝集構造	鷲巢信太郎, 土井智清*, 木下隆利*, 神谷博輝*, 辻田義治*, 吉水広明*	117

印刷発表リスト	122
---------	-----

* 印は富士写真フィルム株式会社以外の研究者または共同研究者

FUJIFILM RESEARCH & DEVELOPMENT

No. 47 CONTENTS

Originals

Development of FUJICOLOR “EVER-BEAUTY PAPER” Seiji YAMASHITA, Shigeaki OHTANI, Shin SOEJIMA, and Naoto OHSHIMA	1	
Development of Super High Image Quality One-Time-Use Camera “Utsurune-desu Excellent” Osamu NOGUCHI, Manabu TOBISE, Mitsuhiro UCHIDA, Nobuyuki SUZUKI, Nobuyuki KAMEYAMA, and Yuji KUME	7	
Development of Pelletizeless Plastic Recycle System for “Quick Snap” Yoshihiro TOMINAGA and Daisuke OKAMURA	12	
Development of “KLASSE”, a High Quality Camera	Tokuji SATO	18
Development of Digital Minilab System “Frontier390” Takashi YAMAMOTO, Ryo SUZUKI, Shigeru ANDOH, Jun ENOMOTO, Takeshi HIRANO*, Kohji YOSHIDA, Hiroyuki HASEGAWA, Yoichi UJIIE, and Shuji KUHARA	24	
A Dynamic Menu Delivery System and Distribution System for User Content Arito ASAI, Yoshiaki WATANABE, Masahiro TERADA, Hiroshi SUGANUMA, Norihisa HANEDA, and Masafumi INUIYA	31	
Development of Multi-beam Imaging Technology for Internal Drum Recorders Takeshi FUJII, Katsuto SUMI, Hidetoshi SHINADA*, and Norihisa TAKADA*	34	
Development of “GKR Series”, KrF Excimer Resists for 130nm Node Yasumasa KAWABE, Shiro TAN, Shinichi KANNA, Kunihiko KODAMA, Toru FUJIMORI, Fumiyuki NISHIYAMA, Makoto MOMOTA, and Tsukasa YAMANAKA	40	
Micro Thermal Analysis of Polymer Materials Using Scanning Probe Microscopy	Shuuji KANAYAMA	44

Reprints

The Prospects of AgX Photography in the 21 st Century	Shunji TAKADA	50
Parameter Design of Photo-paper for Color Laser Printer	Tomomi TATEISHI and Jun OKAMOTO	55
High reliability and facet temperature reduction in high-power 0.8- μ m Al-free active-region diode lasers	Toshiro HAYAKAWA	60
Single lens stereo image capturing system	Shuji ONO	68
Improvement of Stability of Enzymes Used in Multilayer Dry Film Elements for Clinical Diagnosis by Sugars	Koji MURAYA and Keiichi ISHIZAKI	72
Investigation of Particulate Media With an Ultra-Thin Magnetic Layer Suitable for MR Heads on a Rotating Drum Kiyomi EJIRI, Tsutomu SUGIZAKI, Ryo TAGUCHI*, Keigo MAJIMA*, Kazutoshi MUTO*, Toshihiro UEHARA*, and Haruo OKUDA*	78	
Synthesis and Tribology of Plasma CVD a-C:H:N Overcoat Kazuyuki USUKI, Kazutoshi KATAYAMA, Makoto NAGAO, and Akira KASHIWAGI	82	
Polymerizable Discoticnematic Triphenylene Derivatives and their Application to an Optically Anisotropic Film Masaki OKAZAKI, Ken KAWATA, Hideyuki NISHIKAWA, and Masayuki Negoro	85	
Structural design of a new class of acetal polymer for DUV resists. Toru FUJIMORI, Shiro TAN, Toshiaki AOAI, Fumiyuki NISHIYAMA, Tsukasa YAMANAKA, Makoto MOMOTA, Shinichi KANNA, Yasumasa KAWABE, Morio YAGIHARA, Tadayosi KOKUBO*, Sanjay MALIK*, and Lawrence FERREIRA*	91	
Solid ⁷ Li-NMR and in situ XRD studies of the insertion reaction of lithium with tin oxide and tin-based amorphous composite oxide Kazuhiko FURUYA, Keizou OGAWA, Yasushi MINEO, Akihiro MATSUFUJI, Jun OKUDA, and Tomoki ERATA*	103	
Aggregation of Polypeptide-Based Amphiphiles in Water Shintaro WASHIZU, Tomokiyo DOI*, Takatoshi KINOSHITA*, Hiroki KAMIYA*, Yoshiharu TSUJITA*, and Hiroaki YOSHIMIZU*	117	

Published Papers List	122
-----------------------------	-----

フジカラー「EVER-BEAUTY PAPER」の開発

山下 清司* , 大谷 薫明* , 副島 晋* , 大島 直人*

Development of FUJICOLOR “EVER-BEAUTY PAPER”

Seiji YAMASHITA*, Shigeaki OHTANI*, Shin SOEJIMA*, and Naoto OHSHIMA*

Abstract

FUJICOLOR “EVER-BEAUTY PAPER” can produce prints with a brilliant white background and an excellent image stability, exhibits consistent process performance and an enhanced adaptability to high-energy-density laser exposure. These features have been achieved by the following technologies.

① HDS (Hybrid Dye-image Stability) Technology

This technology enhances the stability of the anti-fading agent to produce an unparalleled image permanence.

② WE (Whiteness Enhancing) and RR (Resistance to Radiation) Technologies

WE technology effectively eliminates colored additives such as spectral sensitizers and anti-halation dyes to secure an enhanced white background. RR technology suppresses fog increase due to ambient radiation mainly by the reduction of silver halide grain size, thus also contributing to brilliant whites.

③ PS (Process Stabilizing) Technology

A newly developed silver halide sensitizing technology is incorporated in the new PS technology to provide the required level of sensitivity even with smaller grains. This enables the silver halide crystals to be developed at a faster rate and with more consistent results, even with use of exhausted processing solutions.

④ APC (Advanced Photoelectron Controlling) Technology

Owing to this technology, photoelectrons can efficiently concentrate to sensitivity specks even with high-energy-density laser exposure, and digital prints of high image quality result.

1. はじめに

従来からのカラーネガフィルム, レンズ付フィルムに加え, デジタルカメラの普及により, 写真撮影の総ショット数は増加し, カラープリント出力の総需要は増加している。アナログ・デジタルを問わず, 銀塩カラーペーパーは高画質で長期保存性に優れた特長を有しており, 生産性やコストから見てもカラープリント方式として最も優位であると考えられる。

フジカラー「EVER-BEAUTY PAPER」シリーズは, 銀塩カラーペーパーの特長を以下の点でさらに飛躍的に進化させることに成功した。

- (1) カラーペーパーの特長である長期画像保存性をさらに向上させる。
- (2) プリントの白色度を向上させ, さらに抜けの良いハイライトを実現する。

- (3) 処理安定性, 潜像安定性を向上させ, 常に安定したプリントが得られるようにする。

- (4) レーザー露光でも最適な階調設計を行い, ハイライトからシャドーまで豊かな階調を実現する。

フジカラー「EVER-BEAUTY PAPER」シリーズは, ミニラボ「ROCKY」などのアナログ面露光方式の機器に最適なフジカラー「EVER-BEAUTY PAPER」と, デジタルミニラボ「FRONTIER」シリーズのレーザー露光方式にベストマッチするフジカラー「EVER-BEAUTY PAPER FOR LASER」から成り, 露光方式によって異なる最適な条件をそれぞれ追求し, 高品質と世界最高水準の画像保存性を実現している。

本報告では, フジカラー「EVER-BEAUTY PAPER」シリーズの上記の高品質を実現するために開発した技術について解説する。

2. 画像安定化技術

最高レベルの画像安定性を実現した「EVER-BEAUTY PAPER」シリーズ技術内容

プリント材料にとって, 高画質画像をさまざまな条件

本誌投稿論文 (受理 2001 年 10 月 4 日)

* 富士写真フイルム(株)足柄研究所

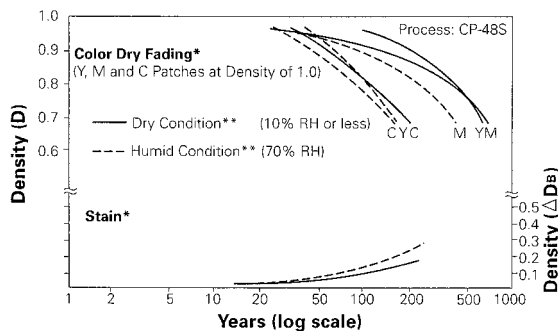
〒250-0193 神奈川県南足柄市中沼210

* Ashigara Research Laboratories, Fuji Photo Film Co., Ltd.
Minamiashigara, Kanagawa 250-0193, Japan

下で長期間安定に保存されていることが重要なタスクの一つである。フジカラーペーパー開発の歴史は、画像の色再現性向上(「より美しく」と画像安定性向上(「いつまでも美しく」)が主軸となって展開されており、「EVER-BEAUTY PAPER」はその集大成である。

フジカラーペーパーは、各種色像安定化技術を用いることで、世界最高水準の画像保存性能を有していた。「EVER-BEAUTY PAPER」シリーズでは、新技術HDSを導入することによりさらなる改良がなされ、さまざまな条件下、特に、長期展示においても画像濃度低下ならびにカラーバランス変化が少なく、また、白地の変化の少ない鮮やかな画質を保ち続けることができる(Fig. 1)。

• Estimated Dark Storage Stability at 25°C (77°F)



• Estimated Light Storage Stability under 500 Lux Intermittent Illumination Conditions***

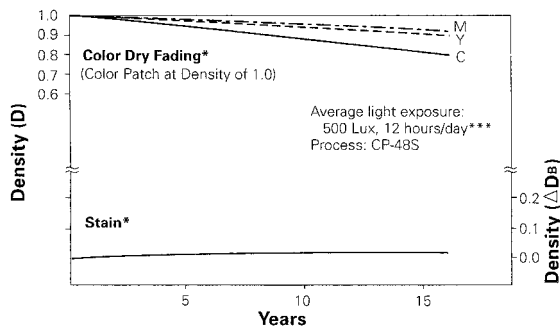


Fig. 1 Image storage characteristics.

以下に、当社カラーペーパーに導入されている画像安定化技術について解説する。「EVER-BEAUTY PAPER」で新たに導入したHDS技術を主に、従来のSuper FA-9シリーズに搭載され、本感材にも踏襲された各種画像安定化技術についても解説する。

2.1 画像保存性評価技術

画像保存性を改良するために、下記2点に留意した。

2.1.1 変退色評価条件

変退色を支配する要因には大きく2つあり、一つはアルバムなど暗所保存性(温度、湿度に依存)であり、もう一つは展示用など光照射耐性(光量などに依存)である。従来、フジカラーペーパーは暗所において数十年から百年程度の保存に耐え得る実力を有していたのに対

し、光照射耐性は未だ改良の余地を有していた。光照射耐性の評価では、加速テストとして行うために光量が高くなり、それに伴ってプリント表面が高温下になることが多かった。カラーペーパーには光退色温度依存性があることがわかり(Fig. 2)、数百ルクス程度の室内長期光照射耐性を重要視し、「EVER-BEAUTY PAPER」の設計指針に取り入れ最適化した。これにより従来にも増し、太陽光など光源直射を想定した中高温域、ならびに室内展示を想定した常温域での長期光画像安定性を飛躍的に向上することができた。

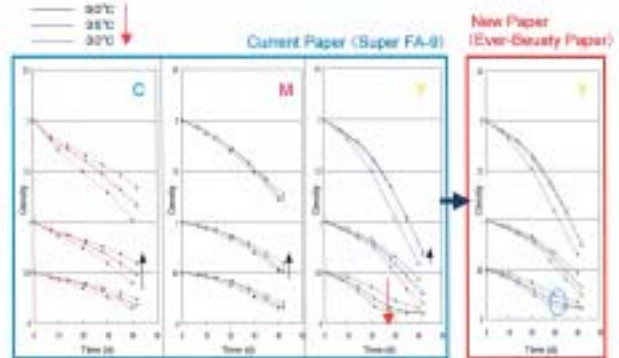


Fig. 2 Comparison of EVER-BEAUTY PAPER with the current paper on light storage stability (effects of temperature).

2.1.2 保存により変化する特性値と改良指針

退色を支配する特性値としては、色素自身の変退色、白地の着色、カラーバランスが挙げられる。色素自身の退色は、特にハイライト(=低濃度部)が重要である。Fig. 3の実技の女性肌部に示されるように、光照射時に置かれる温度条件(感材の表面温度)によって、低濃度における退色バランスが大きく変化し、常温ではイエロー低濃度部が改良のポイントであることがわかった。「EVER-BEAUTY PAPER」では、この条件下での低濃度イエロー色素の安定性を向上することによるカラーバランス改良を目指した。



Fig. 3 Comparison of EVER-BEAUTY PAPER with the current paper on image permanence (effects of storage temperature).

2.2 HDS 技術(Hybrid Dye-image Stabilizing Technology)【新搭載】

Fig. 4に示される化合物Aを新たにイエローカプラー油滴中に導入することにより,常温光照射時において一重項酸素消光剤として作用すると同時に,従来より導入している画像安定剤Bの延命化に成功した(Fig. 5)。これにより,画像形成に影響の大きい中低濃度部での3色バランスも良好化した。

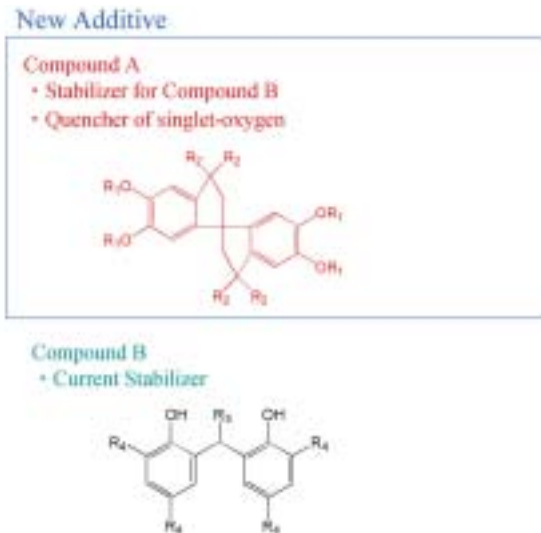


Fig. 4 New light stabilizing technology for EVER-BEAUTY PAPER.

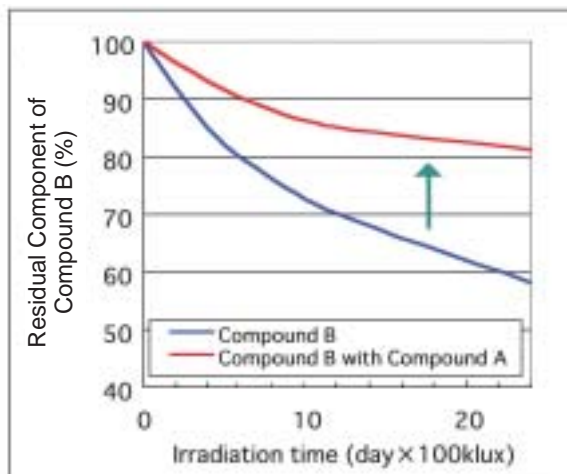


Fig. 5 Effect of Compound A as a stabilizer for Compound B.

2.3 その他画像安定化技術

- (1) AVC 技術(Advanced V-Coupler Technology)
カラーペーパーの色再現性を画期的に向上させたV-カプラー技術。発色性,色相,色素安定性,処理安定性すべてを向上させる。
- (2) YSS 技術(Yellow-coupler Super-Stabilizing Technology)
イエロー色素画像の色素安定性に対し,ポリマープロテクト型カプラー分散技術を搭載。熱,湿度,光に対するすべての堅牢性を向上させている。
- (3) VSS 技術(V-coupler Super-Stabilizing Technology)
マゼンタ色素光安定性に対し,異なる機能を有す

る防止剤を併用する技術。V-カプラーから形成される色素の安定性を全濃度領域にわたり飛躍的に向上させている。

- (4) PPC 技術(Polymer-Protected Cyan-coupler Technology)
色再現,発色性,耐光耐熱性に優れるシアンカプラー搭載。さらに,ポリマープロテクト型カプラー分散技術を組み合わせることにより,色素安定性をさらに向上し,3色での高次元バランスを可能にした¹⁾。

これら技術やノウハウを結集することで,他社に追随を許さない画像堅牢性を実現することができた。

3. プリントの白色度向上技術

プリント画質において,未露光部,すなわち白地の部分がいかにか白く見えるかということが,プリントの抜けの良いくっきりとした仕上がりや色再現性に重要であることが知られている。白地を損なう要因としては,感光材料中の物質が現像処理後のプリントに残ってしまう残色,現像処理での乳剤のかぶりなどがある。また,感光材料の長期保存により熱的に,あるいは環境中の放射線の照射によりかぶり(特に,イエローかぶり)が上昇し,白色度が損なわれてしまうことなどが知られている。

フジカラー「EVER-BEAUTY PAPER」は,以下のWE技術およびRR技術の導入により,優れた白色度を達成した(Fig. 6)。

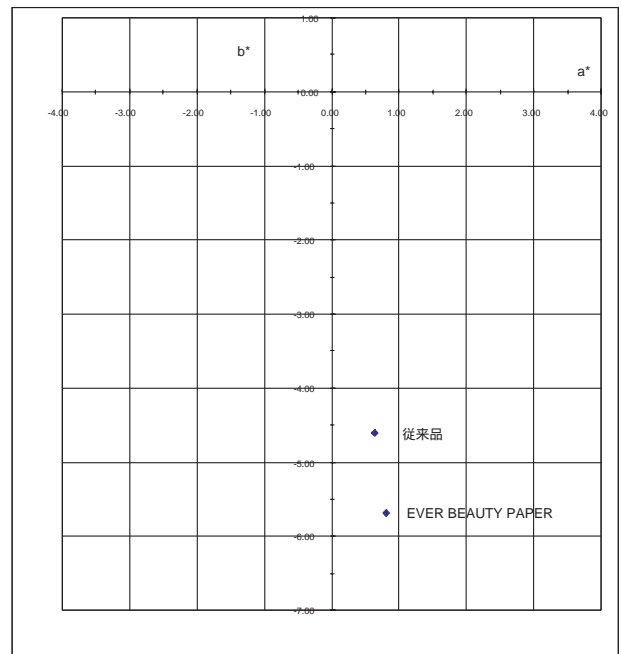


Fig. 6 Improvement of whiteness.

3.1 WE 技術(Whiteness Enhancing Technology)

カラーペーパーでは,鮮鋭度に優れた画像を得るために,露光で照射された光が乳剤層中で散乱し,ぼけてしまうこと(イラジエーション)を防ぐ必要があり,この

ため、乳剤層中に数種の水性染料をいれて散乱された光を吸収させている。

この水性染料は処理工程で処理液中に洗い出され、仕上がったプリント中には残存しないように設計されている。しかしながら、処理変動、特に水洗が不十分であった場合には微量の染料がプリント中に残存し、その着色のために白地が損なわれるということがあった。

そこで、「EVER-BEAUTY PAPER」では従来よりもさらに水溶性に優れた、Fig. 7に示す新規な染料を導入することにより、処理条件によらず優れた白色度が得られるようにした。

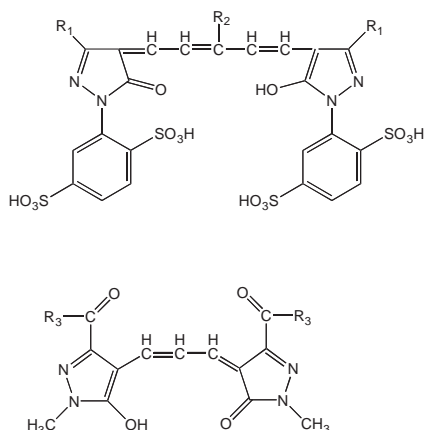


Fig. 7 Structures of irradiation preventive dyes.

3.2 RR 技術(Resistance to Radiation Technology)

われわれは常に自然放射線という微量の放射線を浴びて生活している。この放射線は包材を通過し、ハロゲン化銀乳剤を感光させる。そのため、特に高感度のネガフィルムなどでは長期経時によりかぶりの上昇や粒状性の悪化が起こることが知られており、カラーペーパーにおいてもこの放射線の照射により、長期保存でかぶりの上昇が起き白地を損なう²⁾。

放射線に対する感度はハロゲン化銀乳剤の粒子サイズが大きいほど高く、そのため、カラーペーパーでは粒子サイズの大きい青感光性乳剤がかぶり、イエローのステインが上昇してしまう。フジカラー「EVER-BEAUTY PAPER」では化学増感を制御することにより、感度を低下することなく粒子サイズを小さくすることを行った。これにより、放射線照射によるかぶりの程度は顕著に低減された(Fig. 8)。

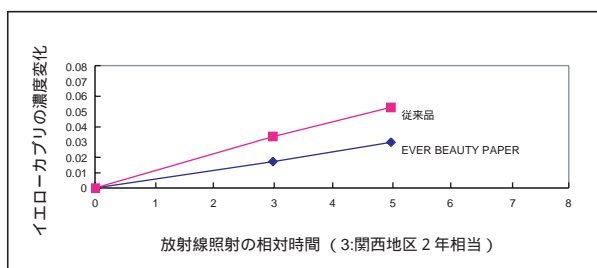


Fig. 8 Increase of fog density of the blue-sensitive layer as a function of the relative amount of radiation.

3.3 その他白色度改良技術

「EVER-BEAUTY PAPER」では、FA-9で使用されていた下記技術を踏襲した。

- (1) AHPB 技術(Advanced High Performance Base)
紫外線を吸収し、青白色光を発光するオプティカルブライトナーをペーパー表面に組み込むことにより、イエロー味が抜け、理想的な白地を実現した。
- (2) LSS 技術(Low Stain Spectral Sensitizer)
ハロゲン化銀乳剤中に用いられている増感色素として、現像処理時に確実に除去されプリント中に残存しないものを使用し、白色度を向上させた。

4. 安定性向上技術

4.1 処理安定性向上技術(Process Stabilizing Technology)

近年、ラボシステムの多様化に伴い、連続処理から閑散処理までのさまざまな条件下で安定な写真性能を実現することが、良い写真を提供する上で重要な課題となってきた。

処理液の疲労および処理液組成の変動に対してきわめて安定な写真性能を示す乳剤技術を開発した。処理安定性の高いハロゲン化銀乳剤の設計上のポイントは、迅速現像が可能なること通ずる。すなわち、

- ・ 潜像の現像活性が高く、現像開始までの誘導期が均一で短いこと
- ・ 現像開始から終了まで短時間に終了すること

である。

誘導期を短くするには、内部潜像形成と呼ばれる粒子内部の潜像形成を極力抑えること、粒子表面に集中的な潜像形成を行うことが、重要である。今回の乳剤開発では、乳剤調製時に内部潜像形成を促進する内部欠陥の生じにくい粒子形成法を新たに開発した。Fig. 9には、欠陥の減少により起こるマイクロ波光電子吸収法での光電子の信号強度の増大を示す。

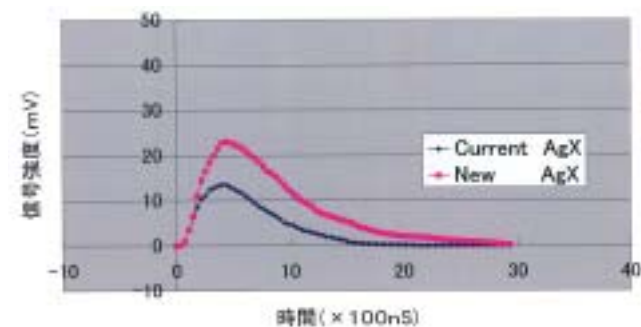


Fig. 9 Photoelectron signals detected by microwave absorption.

また、現像が速やかに終了するためには、粒子の現像時間が短くて済むように、粒子サイズが小さいことが重要であるが、微粒子化すると通常は低感化してしまうため、同時に高感化する必要があった。この高感化のために、新規の化学増感技術を開発した。これにより、化

学増感核を集中的に形成し、潜像形成効率を高めることで高感化を達成し微粒子化した(RR技術と共通)。Fig. 10には、従来タイプの乳剤と比較した粒子写真を示す。従来タイプに比較して小サイズ化していることがわかる。

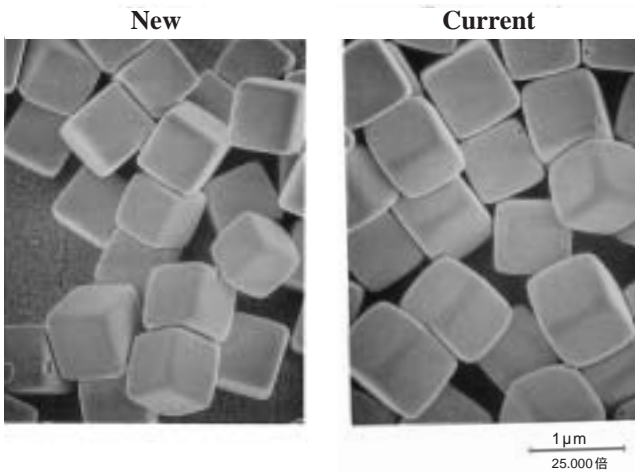


Fig. 10 Photomicrograph of silver halide grains.

このような技術開発により実現した「EVER-BEAUTY PAPER」の優れた処理液変動耐性をFig. 11に示す。補充量の変動しても、階調変動がきわめて少ないことがわかる。

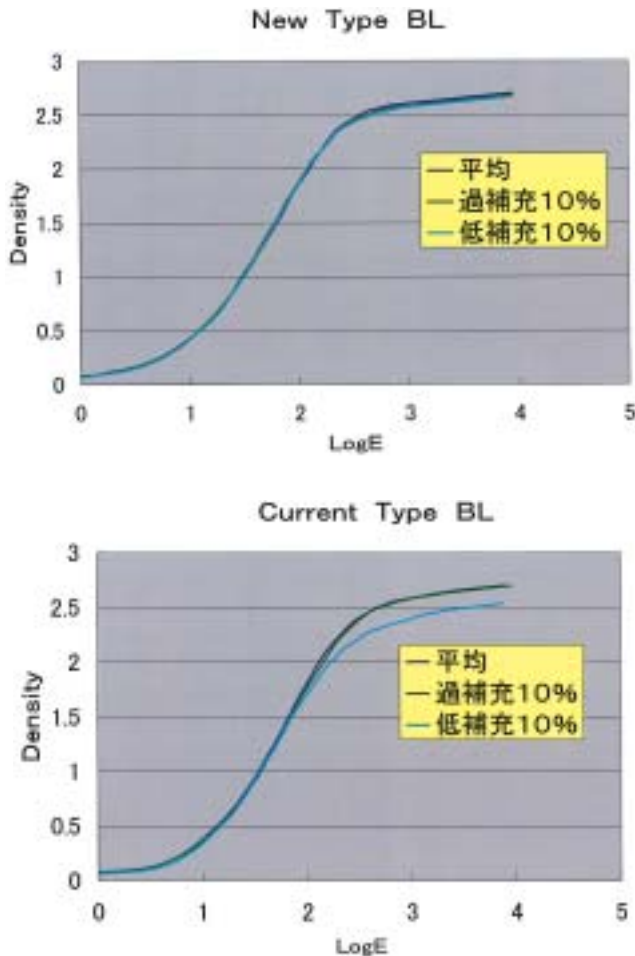


Fig. 11 Process stability of EVER-BEAUTY PAPER.

4.2 潜像安定性向上技術(Advanced Photoelectron Controlling Technology)

カラーペーパーの使用形態は、同一ラボシステムにおいても、露光後数秒で現像処理される場合や、露光後数時間後に現像される場合が混在する。安定な写真性能を常に提供するためには、潜像が安定であることが重要である。

塩化銀は、イオン伝導度が低いため、感光核に捕えられた電子が格子間銀イオンとの反応で潜像形成する前に正孔と再結合してしまう確率が高い。また、イオン結晶性が高いため、光電子があらゆる電子トラップサイトで安定化し、潜像形成が分散しやすい³⁾。この2つの物理的性質は、感光過程において非効率となり、特に高照度露光での感度低下となって現れる⁴⁾。これを通常高照度不軌と呼ぶが、塩化銀の場合には、この高照度不軌の起こる照度範囲はしばしば1秒より短時間の露光領域となることが知られている。

この非効率の軽減のために、一次的に光電子を捕獲し、その後、一定時間で電子を徐放する一次電子捕獲中心を導入することで、実質的な照度変換を行なう技術開発が検討されてきた。

当社の従来感材にも、Photoelectron Controlling Technologyとして上述の技術が導入されてきた³⁾。一次電子捕獲にはイリジウムなどの金属ドーパントが用いられてきた。しかしながら、従来の技術は、金属ドーパントに捕獲された光電子の徐放時間の遅延による潜像増感と呼ばれる露光後の増感現象を引き起こすことが知られており、安定な写真性能を得る上で問題となってきた⁵⁾。

「EVER-BEAUTY PAPER」に導入した乳剤において、この潜像増感の増大を抑制しつつ、高照度相反則不軌を改良する技術を開発した。具体的には、一次電子トラップのドーパ位置を精密に制御することで、徐放時間を短時間に制御する技術を実現した。

徐放時間の制御により、潜像分散、再結合の低減と潜像増感の抑制という本質的に相反する特性を両立させた。一次電子捕獲とその徐放に関する概念図をFig. 12に示す。

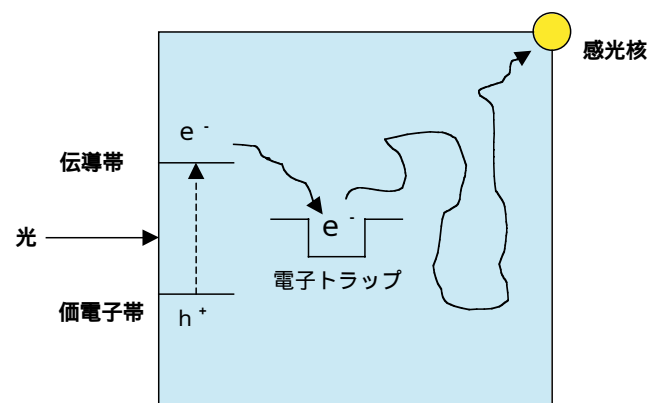


Fig. 12 Temporarily trapped photoelectron and latent image formation.

Fig.13には、「EVER-BEAUTY PAPER」と従来タイプ感材の潜像増感の様子を示す。格段に潜像増感が抑制されている様子がうかがえる。

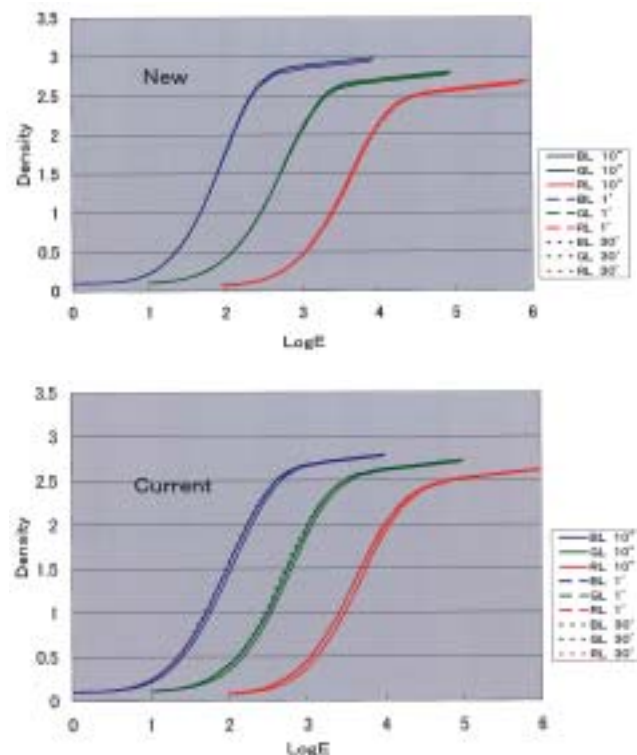


Fig. 13 Latent image stability of EVER-BEAUTY PAPER.

5. おわりに

フジカラー「EVER-BEAUTY PAPER」シリーズの開発によって、カラーペーパーはさらに進化し、フィルムからもデジタルカメラからも“きれいが長持ち”がより高い次元で実現した。今後もカラープリントのデジタル化はますます進むと予想されるが、銀塩プリント方式の高画質で長期保存性に優れた特長をさらに向上させ、生産性、迅速性に優れたデジタルプリント方式として進化させてゆく必要がある。

参考文献

- 1) 高橋修, 小川正. 富士フィルム研究報告. No.36, 7-13 (1991).
- 2) 野澤靖, 井駒秀人, 岡野眞治. 日本写真学会誌. 64 (2), 92-99 (2001).
- 3) T. Oikawa ; N. Saeki ; T. Kaneda ; A. Hirano ; T. Tani. J. Imaging Sci. Technol. 39 (3), 233-238 (1995).
- 4) (社)日本写真学会編. 写真光学の基礎 銀塩写真編. コロナ社, 1998, 93p.
- 5) 大脇知徳, 平野昭裕. 日本写真学会誌. 62 (3), 209-215 (1999).

(本報告中にある“フジカラー”, “FUJICOLOR”, “EVER-BEAUTY”, “ROCKY”は富士写真フィルム(株)の商標です。)

超高画質「写ルンです エクセレント」の開発

野口 修由* , 飛世 学* , 内田 充洋** , 鈴木 信之* ,
亀山 信行* , 久米 裕二**

Development of Super High Image Quality One-Time-Use Camera “Utsurune-desu Excellent”

Osamu NOGUCHI*, Manabu TOBISE*, Mitsuhiro UCHIDA**, Nobuyuki SUZUKI*,
Nobuyuki KAMEYAMA*, and Yuji KUME**

Abstracts

In December 2001, Fuji Photo Film Co., Ltd. launched a new one-time-use camera “Utsurune-desu Excellent” into the market.

Combined with SUPERIA 1600, an automatic exposure mechanism, and an automatic electronic flash, it enables customers ; -

- (a) To get less probabilities for underexposed pictures on dark cloudy days/evenings without flash,
- (b) To take vivid and sharp color pictures under bright daylight, and
- (c) To get a better balance between the main object and the background with flashes.

This “Utsurune-desu Excellent” delivers the highest quality pictures among Fuji’s one-time-use camera products.

1. はじめに

富士写真フイルム(株)は、2001年12月に「写ルンです エクセレント」を発売した。「写ルンです エクセレント」は、「SUPERIA 1600」とAE機構および、自動調光フラッシュを組み合わせ、低輝度側に撮影領域を拡大するとともに、高輝度側では小絞り化によるシャープネスの向上を達成している。また、自動調光フラッシュの搭載により、主要被写体、背景ともに明るさのバランスのとれたフラッシュ撮影を実現している。なお、「SUPERIA 1600」は2000年12月に発売されている。

本報告では、「SUPERIA 1600」と、それを活用した「写ルンです エクセレント」の特長と導入技術について説明する。

2. 背景

「写ルンです」は、これまでフィルム特性を最大限に活用して撮影領域の拡大を図ってきた。しかし、プリント調査では現行の「写ルンです」で撮影可能な領域より



も低輝度側での撮影機会の存在が把握されており、さらなる低輝度側への撮影領域拡大が求められていた。また、フラッシュ撮影時の背景のツブレを改善することもレンズ付きフィルムの画質向上の課題であった。

本誌投稿論文(受理2001年9月11日)

* 富士写真フイルム(株)足柄工場 LF部
〒250-0193 神奈川県南足柄市中沼210

* LF Division, Ashigara Factory, Fuji Photo Film Co., Ltd.
Minamiashigara, Kanagawa 250-0193, Japan

** 富士写真フイルム(株)足柄研究所
〒250-0193 神奈川県南足柄市中沼210

** Ashigara Research Laboratories, Fuji Photo Film Co., Ltd.
Minamiashigara, Kanagawa 250-0193, Japan

3. 設計思想

3.1 高画質化

プリント調査から「写ルンです」で撮影された写真の撮影領域をフォトグラフィックスペース上で表現し、これに現在の「New エース 800」の撮影領域を重ね合わせてみると、「New エース 800」でカバーしきれない領域がわかる (Fig. 1)。

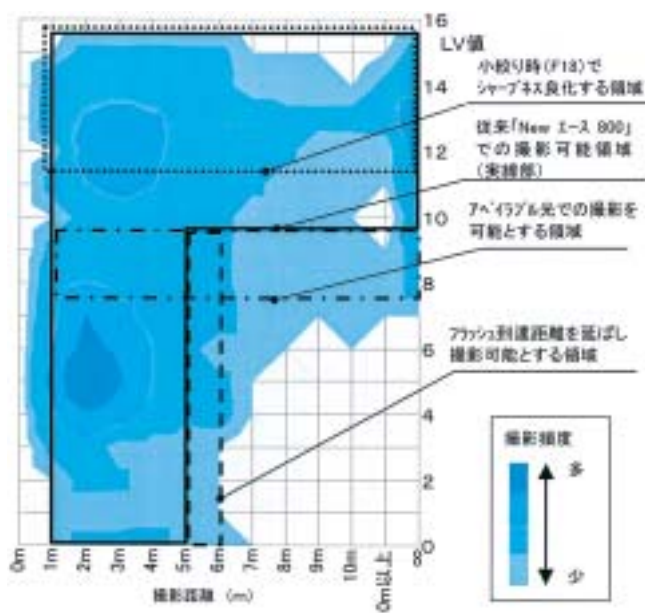


Fig. 1 Photographic space of one-time-use cameras.

本開発では高画質化の課題を、低輝度側への撮影領域拡大、高輝度側でのシャープネスの向上、およびフラッシュ撮影時の撮影距離の拡大と背景描写性改善においた。「New エース 800」に対して2ステップアンダー側までの撮影領域拡大、それに伴い比率の高くなるアベイラブル光による色再現の悪化を防ぐ光源適性の良化、およびフラッシュ撮影における近距離側オーバー露光に起因するプリントでの背景のツブレの改善を目標とする。

低輝度側への2ステップの撮影領域拡大は、ISO1600フィルムと、明るい(F8)撮影レンズを組合せ、システム感度をアップさせることにより実現する。

また、それに伴う高輝度側のオーバー露光に対しては、外界の輝度を検知して自動的に絞りを切り替える専用AEを開発して解決するとともに、高輝度側では小絞り化(F18)によるシャープネスの向上を図る。

さらに、フラッシュ撮影における近距離側オーバー露光は、新開発の自動調光フラッシュで解決する。

3.1.1 光源適性に優れた高画質高感度フィルム

システム感度の目標を達成するためには、ISO1600のフィルムを用いる必要がある。「写ルンです」は、幅広い用途に用いられる商品であり、誰もが満足できる画質のプリントを提供する必要がある。そこで、従来の

ISO1600 (SuperHG1600) に対して、大幅に粒状、シャープネス、色再現を改善することを目標とした。目標を達成するためには少しでも小さいハロゲン化銀乳剤を用いてフィルムを開発する必要があり、ハロゲン化銀乳剤の大幅な感度アップが技術課題であった。

また、システム感度を従来の「写ルンです」に対して2ステップ向上させたため、アベイラブル光がフィルムに写し込まれる機会が増える。特に、この撮影領域では蛍光灯が使用されていることが多い。蛍光灯適性が悪いカラーネガを用いると、不自然な緑色に再現され、場合によっては、人物の顔がその補色である強いマゼンタ色でプリントされる場合がある。

「SUPERIA 1600」では、高画質かつ、光源適性に優れたフィルムを開発することを目標とした。

3.1.2 明るい(F8)撮影レンズ

撮影レンズはF8と明るくしながら、従来の「写ルンです」以上のシャープネスを確保するとともに、倍率の色収差や垂直の歪曲収差などを改善し、周辺画質を向上させることを目標とした。開放のF値は、現在の「New エース 800」の中心性能を維持しながら、パンフォーカス性を確保するためF8の設定とした。また、小絞りでは周辺光量のアップを狙っている。

3.1.3 専用AE

現行の「写ルンです」は絞りとシャッタースピードが固定のため、撮影領域を拡大するためには露光制御が必要となる。シャッタースピードを遅くしての低輝度側への撮影領域拡大は手ブレの増加が懸念されるため、絞り切り替えによる露光制御を選択した。絞り切り替えによる露光制御は、高輝度側では絞りを現行品に比べて絞り込めるため、シャープネスの向上を得ることができる。絞りの切り替えはシャッターレリーズ動作に連動して自動で行うことにより、切り替えミスを防ぐとともに、シャッターレリーズ 絞り切り替え 露光までのタイムラグを感じさせないAE機構を実現した。

3.1.4 自動調光フラッシュ

現行の「写ルンです」に搭載しているフラッシュは被写体の距離に関係なく一定光量であるため、近距離撮影時の白トビ(露光量過多)や主要被写体との露光差による背景のツブレが発生する場合がある。「写ルンです エクセレント」では新開発の自動調光フラッシュを搭載し、撮影距離に応じて常に適正な露光を与えることにより、前述の「専用AE」との組み合わせで、これまでに無い背景描写性に優れた写真を提供することを目標とした。

3.2 実写プリント

3.2.1 システム感度アップの効果(フラッシュ無し)



Photo 1 Merit of automatic exposure.

「New エース800」と比較し2EV 暗い環境下での撮影が可能であるため、LV8～9程度のシーンでもストロボ無しで十分に明るい画像が得られる。

3.2.2 システム感度アップと自動調光フラッシュの効果



Photo 2 Merit of automatic electronic flashes.

自動調光フラッシュにより照射光量がコントロールされ、比較的近い被写体とフラッシュの届かない背景との露光量バランスが良化される。

4. 実現のために開発した技術

4.1 光源適性に優れた高画質高感度フィルム

4.1.1 第4の感色層技術

第4の感色層技術は1989年に発売された「Fujicolor REALA」で初めて導入され¹⁾、1998年に一般常用フィルムである「Fujicolor Super400」に導入された²⁾³⁾。この技術を高感度フィルムへ適用することは困難であると考えられていたが、新たに独自の高感度ハロゲン化銀乳剤を開発し、また緑感層と赤感層の間に第4層を設置することにより、高感度フィルムへの適用を可能とした (Fig.2)。

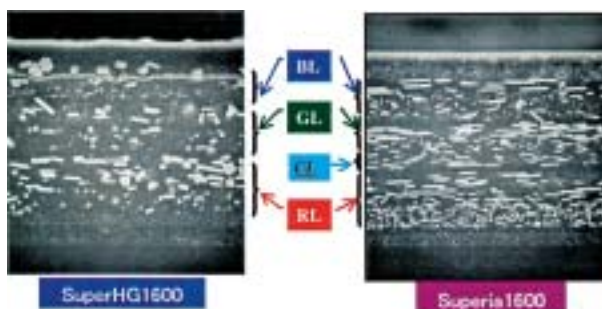


Fig. 2 Cross-sections of Super HG1600 and Superia1600.

システム感度を2ステップ向上したことで描写できるようになった背景を、第4の感色層技術導入により光源適性を改良することで、適切な色味で撮影できるようになった。また、色再現についても忠実性が向上し、見たままに近い色のプリントが得られるようになった。

4.1.2 新乳剤技術 “Fine- 技術”

少しでも小さいハロゲン化銀乳剤で高感度フィルムを開発するために、光吸収効率に優れた高アスペクト比六角平板乳剤を基盤にしたFine- 技術を開発し、超高感度乳剤に導入した。また、潜像形成効率をさらに高めるために、高密度フリンジ転位導入技術を開発し、さらなる高感度化に成功した。その結果、ISO1600として初めて汎用的に「写ルンです」で使用できる高画質を実現した (Fig.3)。

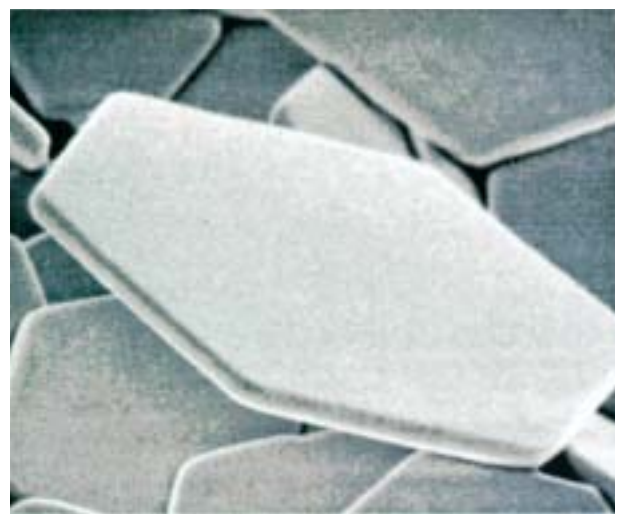


Fig. 3 Electron micrograph of fine grains.

4.1.3 新規 DIR カプラー技術

DIR カプラーは色彩度向上や第4層機能発現のための重層効果向上、エッジ効果によるシャープネス向上などの目的のために用いられる。今回、無色の新規DIRカプラーを開発することにより、使用量や使用層の制限を撤廃し、感材として最適な重層効果、エッジ効果などを行うことができるようになった。この素材を用いることにより、色再現の忠実性だけでなく、色彩度についても豊かな描写を実現した。

4.2 撮影レンズ

従来の2枚玉撮影レンズでは、非球面を第1レンズのみに使用していたが、今回の撮影レンズでは第2レンズにも非球面を採用した。これにより、コマフレアの発生を抑制しながら像面湾曲の補正ができ、画面中心から周辺に至るまで安定した高画質の維持が可能となった。

また、可動小絞りは、画質優先の観点から第1レンズと第2レンズの中間に配置するビットウインタイプとすることで、収差の大きな光線を選択的にカットした。この効果により、小絞り時は画面中心から周辺までのシャープネスがさらに改善し、周辺光量のアップおよび倍率の色

収差の減少も加わり、従来の「写ルンです」にない最高画質を達成した(Fig.4)。

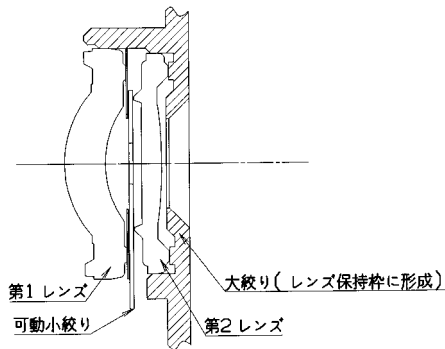


Fig. 4 Structure of the lens.

4.3 専用AE

4.3.1 絞り切り替えポイント

絞り切り替えポイントは、実写上で適正露光値より少しオーバー側の方がアンダー側に比べよい画質が得られるということ、また、新規開発したF8レンズの性能を最大限に活用する目的から、F8/F18それぞれの撮影有効範囲の重なり部分の中で少し高輝度側に設定した(Fig.5)。

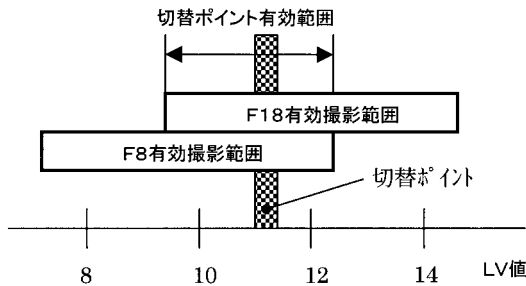


Fig. 5 AE aperture switching.

4.3.2 AE 測光パターン

「写ルンです」を使用した撮影では正姿勢が8割以上を占めている。また、撮影画面内で被写体は中央に、空や明るい山並みなどの高輝度となる背景は上半分に集中している。また、画面の下半分は被写体と同程度の輝度であることが多いことから、画面の下半分を主に測光する「下方重点測光」を採用した(Fig.6)。

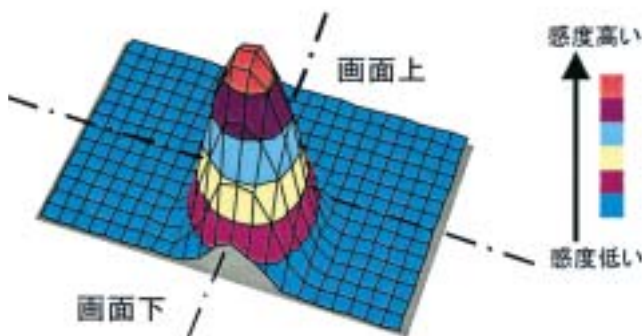


Fig. 6 AE light measurement pattern.

4.3.3 AE 回路

視感度(フィルム感度)に近いことで測光部分に可視光導電素子を用いている。回路は1点切り替えのため、素子の抵抗値(=光量)が規定値より上か下かで判断できる回路とし、この判定により小絞り駆動用ソレノイドのON/OFF(開放/小絞り)を制御している。

また、本回路は大量の電流を消費するストロボ充電回路と電源を共有しているため、電圧低下による測光のバラツキ、ソレノイド出力の減少が懸念された。このため、AE動作時は充電回路を停止させる回路とした。

4.3.4 絞り切り替え機構

現行の「写ルンです」のシャッターレリーズ機構では、シャッターチャンスを見逃さないように、レリーズボタンの押し込みでシャッター機構が作動し露光を行うシンプルなシーケンスになっている。このシーケンスの中に絞り切り替えに必要な時間を組み込むため、レリーズと同時に作動するディレイ機構を新規に開発した(Fig.7)。



Fig. 7 AE mechanism.

リリース後のシーケンスを Fig. 8 に示す。ディレイ機構が作動すると、その初期に AE スイッチが入り、絞り切り替えまでのシーケンスがスタートする。絞り切り替えが確実に完了した後にシャッターが作動すること、また、タイムラグはできるだけ抑えるため、ディレイ時間は 0.02 秒である。リリース後からシャッター動作完了までの総時間は約 0.035 秒であり、一般のコンパクトカメラで見られる半押しでのタイムラグを感じることは無い。

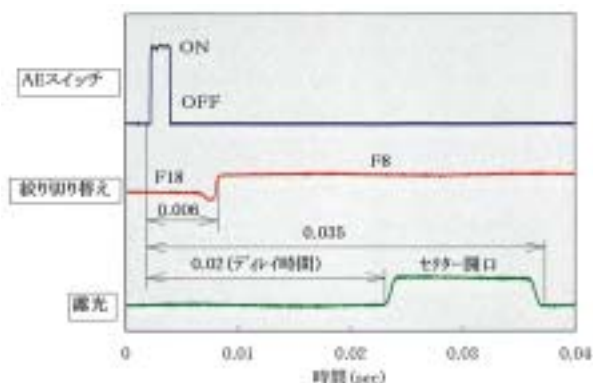


Fig. 8 Sequence of the AE mechanism.

4.4 自動調光フラッシュ

自動調光フラッシュの調光レベルを適正露光値に合わせると、被写体や背景からの反射光量が多い場合には露光アンダー写真となる場合がある。露光アンダーの写真は露光オーバーの時よりも画質が劣るため、特にアンダーの出やすい遠距離側での撮影では Fig. 9 に示すように、自動調光フラッシュの調光レベルを適正露光値よりわずかに上側に設定している。

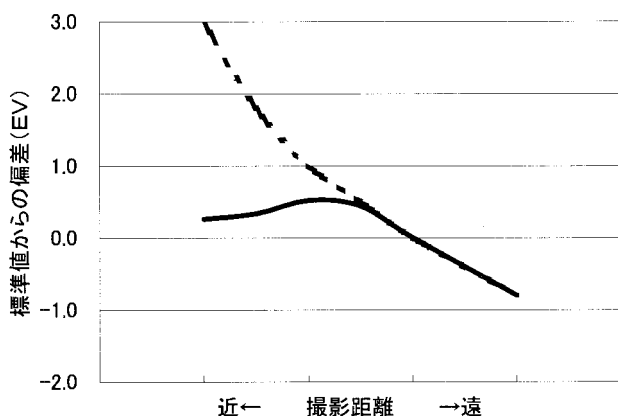


Fig. 9 Automatic electronic flash-tracking characteristics.

本自動調光フラッシュ回路の技術的課題は、1.5V の電池電圧を用いて回路を動作させなければならないことである。今回は、ストロボ充電電圧を利用して回路駆動に必要な定電圧を作り出している。本回路のブロック図を Fig. 10 に示す。

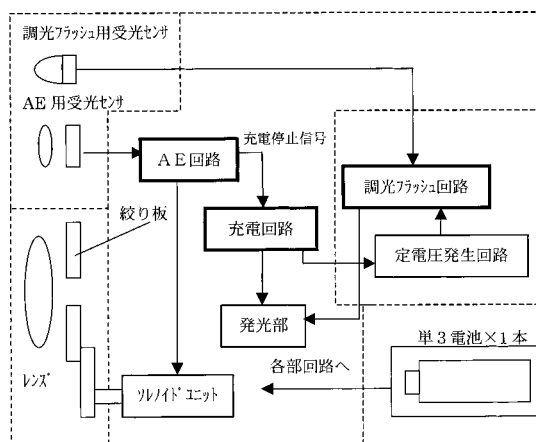


Fig. 10 Electronic circuit block diagram.

5. おわりに

新開発の高画質高感度フィルム「SUPERIA 1600」、明るい高性能プラスチックレンズ、専用 AE、自動調光フラッシュの組み合わせにより、撮影領域を拡大するとともに、フラッシュ撮影時の背景描写性に優れた従来の「写ルンです」にない高画質を実現した。

また、本稿では詳細な説明を割愛したが、「写ルンです エクセレント」では、ファインダーやカウンターの見易さ、シャッターリリースボタンやフラッシュ充電スイッチの操作性、説明文の読み易さなど、随所に使い易さの配慮を盛り込んで、ユニバーサルデザインを実現した。

これらにより、高画質と使い易さを兼ね備えた「写ルンです」を開発した。

参考文献

- 1) 佐々木登ら. 日本写真学会誌. 52 (1), 41 (1989).
- 2) Y. Kume et al. IS&T's 1999 PICS Conference. 189-191 (1999).
- 3) 須賀陽一. 富士フィルム研究報告. No.44, 7 (1999).

(本報告中にある「写ルンです」; SUPERIA ; Fujicolor ; REALA は富士写真フィルム(株)の商標です。)

レンズ付きフィルム「写ルンです」 ペレタイズレス樹脂再生システムの開発

富永 佳博* , 岡村 大輔**

Development of Pelletizeless Plastic Recycle System for “Quick Snap”

Yoshihiro TOMINAGA* and Daisuke OKAMURA**

Abstract

One of the main concepts for our “Inverse manufacturing system” is to make brand-new “Quick Snap”s from used ones. The plastic parts of used Quick Snaps have been conventionally recycled via pelletizing, which, however, needs a large amount of heat for melting. Moreover, some properties of the plastic are deteriorated during pelletizing. We have developed a new plastic recycling process without pelletizing. The new process is characterized by directly molding chipped plastic pieces. Compared to 64% reduction of CO₂ emission by the former, pelletizing process relative to the emission for virgin pellet manufacture, the new pelletizeless process can reduce CO₂ emission by about 90% on the same basis.

1. はじめに

レンズ付きフィルム「写ルンです」の製造において、「写ルンです」は「写ルンです」に戻す、すなわち、クローズドループのリサイクルを基本コンセプトの一つとして、早くからリサイクル・リユースの自動化技術開発とシステム作りを進めてきた。1998年には、その集大成としてリサイクル・リユースから製造までを一貫して行なう循環生産工場が稼働開始した。現在、「写ルンです」は約300万本/月回収されている。

回収された「写ルンです」は品種ごとに仕分けられて、ラベル、小箱などの外装部材を取除かれた後、各パーツに分解される。主要部品は検査、修理してリユース(再使用)している。前カバー、裏カバーなどの外装樹脂部品などは、ユーザー取り扱い時に汚れたり傷が付く場合が多く、そのままリユースすることはできない。「写ルンです」には複数回循環再生しても比較的物性劣化しにくい「ポリスチレン樹脂」を使用している。これまでは破砕後、循環生産工場外で洗浄し、熱溶解してペレットにした後、再び循環生産工場内で成形する方法で樹脂リサイクル(再生利用)してきた。しかし、「写ルンです」は樹脂を複数回循環使用するため、リサイクル回数に応じて樹脂の劣化もわずかに進むことによる品質への影



Photo 1



Photo 2

本誌投稿論文(受理2001年9月12日)

* 富士写真フイルム(株)足柄工場 生産技術部
〒250-0193 神奈川県南足柄市中沼210

* Production & Engineering Division
Ashigara Factory, Fuji Photo Film Co., Ltd.
Minamiashigara, Kanagawa 250-0193, Japan

** 富士写真フイルム(株)足柄工場 LF部
〒250-0193 神奈川県南足柄市中沼210

** LF Division, Ashigara Factory
Fuji Photo Film Co., Ltd.
Minamiashigara, Kanagawa 250-0193, Japan

響が大きくなる懸念がある。また、ペレット化する時、溶融するために大量の熱エネルギーを必要とする。そこで、ペレット化せず、破碎形状のまま直接再成形することにより樹脂の物性劣化を最小限に抑え、さらに、リサイクルに要する消費エネルギーを減少できる「ペレタイズレス樹脂リサイクル」方法を開発し、2001年3月から循環生産工場内にて自動化設備を稼働開始した。

本報告は「ペレタイズレス樹脂リサイクル方法」の開発についてまとめたものである。



Fig. 1 Closed loop recycling.



Fig. 2 Components of "Quick Snap".

2. これまでの樹脂リサイクル方法

これまでは成形時に樹脂粒形状が揃っていないと、成形品の重量、寸法がバラついてしまうので、破碎片形状のままでは「写ルンです」のような精密部品の成形には向かないと考えられていた。そのため、粒形状を直径2mm×長さ3mmの円柱形状(ペレット)に揃える「ペレット化」という方法で、リサイクルした樹脂を成

形機に投入していた。この方法は破碎、水洗後、一度溶融して押し出した樹脂を切断して円柱形状の樹脂粒にするものである。

溶融押し出しする際にフィルターを通すことで、溶融しない固形異物をフィルターで除去できる長所があるため、品質保証の観点からも各分野でこのシステムが多く採用されてきた。

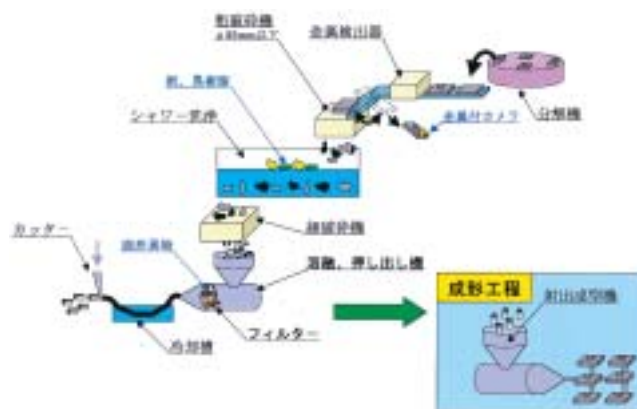


Fig. 3 Procedures of "Pelletizing".

ペレット化による樹脂再生システムにおけるリサイクル時の環境負荷(CO₂排出量)を分析すると、ペレット化するための樹脂を溶融する際の熱エネルギーが大部分を占めていた。

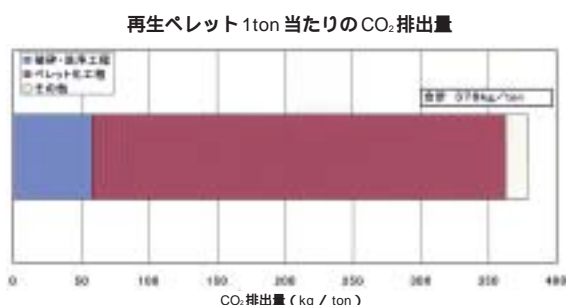


Fig. 4 CO₂ emission analysis of the "Pelletizing" recycling process.

3. 「写ルンです」に要求されるリサイクル樹脂の性能

3.1 回収品に含まれる異物の影響

「写ルンです」の樹脂をリサイクルする上で一番重要なことは「写真性の保証」である。しかし、回収品をリサイクルして使用する場合には、日常的な使用状態において写真フィルムに有害な異物が付着する懸念がある。写真フィルムは、シリコン、花粉、蛍光物質、水銀などさまざまな異物が出すガスや直接接触することによる化学反応、フィルム面の傷、圧痕などにより写真の一部に画像の欠陥を生じる場合がある。ユーザーによって撮影された大切な写真に影響が出ることは、「写ルンです」の品質保証上許されないことであるため、これらの写真性に有害な異物を樹脂リサイクル工程で徹底的に取除かなければならない。

3.2 リサイクル樹脂の物性変化

「写ルンです」の主原料である樹脂は複数回の再生使用に耐えられるように、樹脂の中でも繰り返し再生による物性劣化が比較的少ない熱可塑性の「ポリスチレン樹脂」を使用している。

「写ルンです」はリサイクル時の分解を容易にするため爪係合を採用しているため、特に使用時の落下強度に耐えうるカメラ設計が重要である。そこで、使用しているポリスチレン樹脂には耐衝撃性を持たせるために、ブタジエンゴムを重合し、耐衝撃性を高めたハイインパクトのポリスチレン樹脂を用いている。Fig. 5はリサイクル回数と耐衝撃性(アイゾット強度)の関係を調べた結果である。リサイクル回数が増えると熱溶解回数が増えるため、その回数にほぼ比例して耐衝撃性がわずかに落ちていくことがわかった。

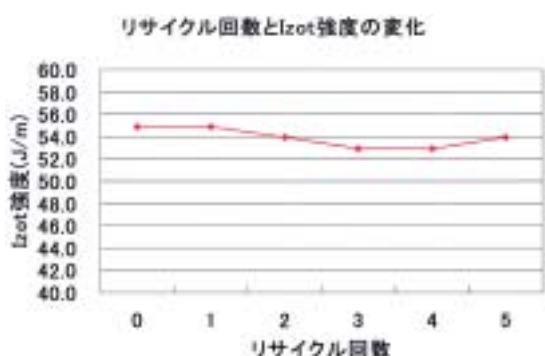


Fig. 5 Deterioration of Izot impact strength with repetitive recycling.

成形安定性を確認するために、成形機適性に対する物性変化も調べた。その一例として、Fig. 6にリサイクル回数と流動性の関係を示す。こちらもリサイクル回数が進むと、わずかに物性が変化していくことがわかった。

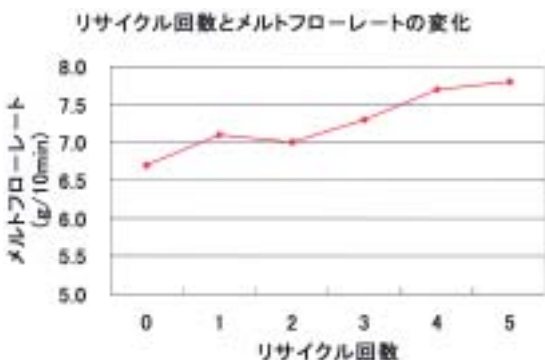


Fig. 6 Change in melt flow rate with repetitive recycling.

樹脂は、マーキングなどによる再生回数の管理などが不可能なため、樹脂を複数回使用し再生する「写ルンです」では、物性劣化保証のためバージン樹脂とのブレンドにより品質劣化を防いできた。そこで、さらにリサイクル樹脂品質を高めるため、リサイクル時の樹脂の物性劣化を最小限に抑える目的で、ペレット化時の熱溶解工程を排除して破碎形状のまま直接再成形する「ペレタイズレス」樹脂リサイクル方法の開発に着手した。

3.3 リサイクル樹脂の写真性への影響

樹脂リサイクルによる物性劣化変化と同様に、写真性への影響も調査した。特に、写真性に対して有害な異物が混入していても、同じ条件下では、新品樹脂に対して再生回数が進んだ樹脂はわずかながら写真性に悪影響を及ぼすことがわかった。

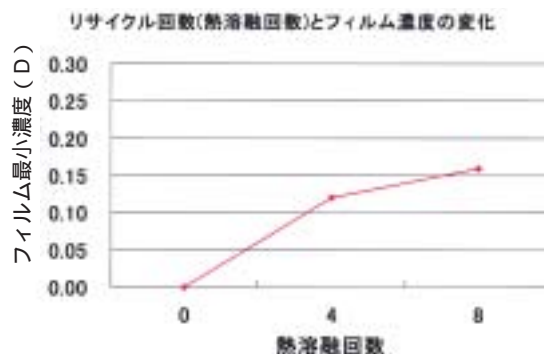


Fig. 7 Photographic effect of the recycled plastic as the function of the number of recycling.

これは、樹脂を再生時のペレットにする時と再び成形する時の熱溶解によって、樹脂からごく微量の写真性に対して有害なガスが熱分解して発生し易くなるためと考えられている。そのため、写真フィルムと共に密封状態で販売される「写ルンです」やフィルムカートリッジの樹脂には、この点に配慮してガスの発生を最小限に抑えるように樹脂の熱分解を抑制する酸化防止剤や、写真性に有害なガスに対する吸着剤を樹脂に微量添加する技術を進めている。しかし、再生樹脂に新たに添加物を加えることは、樹脂物性劣化の原因になったり、コストアップとなる場合が多く、熱溶解回数自体を減らすことが大変重要である。これに対しても、熱溶解回数を半減できる「ペレタイズレス」方式が有利である。

4. ペレタイズレス樹脂リサイクル方法の技術開発ポイント

ペレタイズレスはペレット形状ではなく、樹脂部品を細かく破碎したままの形状で成形機に投入する方法である。この方法は「ペレット化」に比べて樹脂の物性劣化が少なく、再生時の環境負荷も軽減できる反面、成形品への品質面に対するリスクが高くなる。



Fig.8 Difference in the shape of the plastic pieces used for molding.

ペレタイズレス化への主な課題を下記に列挙する。

- ① 回収樹脂に付着する異物除去システムの確立
- ② 成形機射出ノズル内への残存異物除去フィルター装着
- ③ 破砕片での成形安定性

4.1 回収品に含まれる写真性有害異物の調査と品質保証方法

回収品の実態調査の結果，Fig. 9のようにユーザーによる落書き（ペンキなど）や金属，紙，フィルム，砂などさまざまな異物が存在することがわかった。



Fig. 9 Examples of the contaminations in used "Quick Snap".

また，その使用環境から化粧品やたばこのように，ユーザーが無意識に付けてしまう異物や，現像所での現像液などの付着も懸念される。そこで，付着しうる異物を想定し，写真性への影響調査を広範囲に行った。これらの懸念異物をいかに取除くかが工程を組む上でのポイントとなる。そこで，これらの異物を体系化し，その品質保証方法をまとめた。

回収品現物調査より，付着する異物の9割はホコリやタバコ屑で，ユーザー取り扱い時の付着であることが分かった。これらの個体異物は，水洗またはエアブローにより排除，清浄可能である。また，回収ルート上での異物付着ケースで，写真性に対して最も注意すべき有害異物は現像所での写真現像液である。これに対しては，従来の「ペレタイズ」工程では異物除去，洗浄を行ってから再ペレタイズした後，抜き取り検査で写真性評価を行なうシステムで保証していた。

これらの調査結果と品質保証方法を Table 1 に示す。

Table 1 Methods of Removing Contaminations from Used "Quick Snap".

異物内容	頻度	異物の排除方法
ホコリ・タバコ屑・砂など	↑ 多 い ↓ 少 ない	エアブローまたは水洗
飲料・油・手あかなどの付着物		強力な湿式温水洗浄
細かい砂や土		網による分離
紙片などの軽量片		風力を利用して選別
非金属片		射出成形時にフィルターで分離
鉄粉・鉄片		マグネットにて排除
その他の金属片	渦電流方式の金属検出機にて排除	
その他の有害異物		抜き取りによる写真性評価

4.2 洗浄技術開発

これまでのペレット化工程では洗浄力が弱く，写真性に対して有害な異物を完全に落としきれていなかったため，再生樹脂の用途が写真フィルムと直接接しない「前カバー」に限定されてきた。しかし，「ペレタイズレス」では再生樹脂の用途を拡大して，写真フィルムに直接接触する部品へも使用可能にするため，これまでに比べてさらに洗浄力を向上した洗浄技術を開発し導入した。

この「ペレタイズレス」工程は環境負荷を減らすことを目的の一つとしているため，洗浄方式を以下のポイントから検討を進めた。

- ① 溶剤・洗剤を使用しない
- ② 物理洗浄方式でかつ強力
- ③ 省エネルギー型

一般的に物理洗浄は高圧，高速，熱を利用するものである。中でも，特に高圧を使用すると洗浄に使用するエネルギーが多くなる。そこで，圧力を低くしてその分エアを自分で吸い込んで洗浄力を補う「温水気泡洗浄方式」を導入した。この方式の特徴は，洗浄水が特殊ノズルを通過する際にエジェクター効果によりエアを自分で吸い込む部分にある。吸い込まれたエアによりキャピテーション効果が発生し，樹脂表面の汚れを削り取ることをねらった。また，溶剤を使用しなくても温水（約40℃）のみで十分な洗浄効果が得られるため，排水処理による環境汚染の心配も無い。

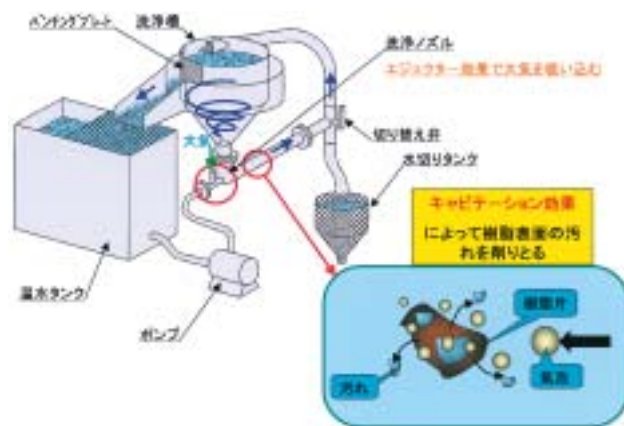


Fig. 10 Construction of the cleaning machine.

この洗浄システムによる洗浄力向上の効果を Fig. 11 に示す。再生ペレット化工程での水洗方式と，今回導入したペレタイズレス工程での洗浄力を比較した結果である。水滴法（濡れ性試験）で洗浄度を評価しており，一定量の水を樹脂表面に落とした時に，表面が清浄であれば水滴径が小さく，逆に汚れていれば水滴径が大きくなる。比較のため，同量の機械油を付けて洗浄前後の樹脂表面の清浄度を比較した結果，ペレット化工程では洗浄後の方が水滴径が大きくなったのに対し，ペレタイズレス工程では洗浄後の方が水滴径が小さくなっており，機械油を付ける前よりも樹脂表面が清浄になっていることがわかる。これは，サンプルとした成形品表面に付着していた離型剤も落ちたためと考えられる。

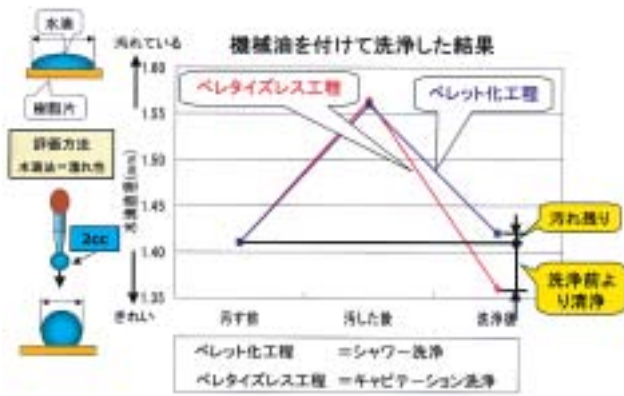


Fig. 11 Comparison of cleaning effects.

この結果から、これまでの「ペレット化」に比べて非常に高い洗浄力であることがわかる。また、この洗浄装置にて水溶性ペンキ、接着剤、化粧品などさまざまな附着しうる写真性有害異物を付けて洗浄した結果、ほとんどの異物が除去可能であることが確認でき、再生樹脂を写真フィルムと直接接触する部品へも使用可能と判断した。

4.3 射出成形機用フィルターの開発

ペレタイズレス樹脂再生工程を通過してきても取り除けなかった固形異物(たとえば、大き目の異物や木片など)を成形前までに除去する必要がある。このような異物は樹脂を溶かしてフィルターで濾さないでと取除けない。しかし、ペレタイズレス工程は途中で樹脂を溶かさなことを特長としているため、唯一、樹脂を溶かす部分である成形機の射出ノズル内にフィルターを取り付けた。このフィルターシステムをノズルフィルターと呼ぶ。目的は成形品への固形異物混入防止と金型の保護である。市販のノズルフィルターでは所望の形状、大きさの異物(ホチキスの針のような細長い物など)が除去できなかったため、フィルター部分を新規開発により製作した。

フィルターに要求される性能は、

- ① 0.3mm以上の異物をトラップ
- ② 耐圧：140Mpa以上
- ③ フィルターにトラップされた異物を簡易に除去できる

である。除去する異物の大きさは、これまでのペレット化工程の押し出し機の所にあるフィルター開口寸法と、成形機および金型内の最狭部から決定した。

フィルター形状をFig. 12に示す。フィルターは射出成形時の圧力損失を減らすため、0.3mm以下の穴を狭い間隔で肉厚の超強力鋼に多数開ける必要がある。この穴開けはドリルでは不可能であった。また、レーザーではパワーが弱く、穴開けに時間が掛かって隣の穴がつぶれてしまう。結果的に、電子ビームにて加工することにより、0.2mmの丸穴を0.5mmピッチで多数開けることができた。ちなみに、今回開発した45mm×長さ30mmのフィルターには約15,400個の丸穴が開いており、その総開口面積は約25mmの穴面積に相当し、一般的な射出ノズル先端の穴面積よりも広い。

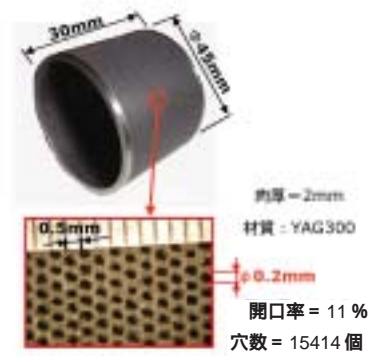


Fig. 12 Filter structure.

4.4 破砕片での成形安定性確認

先にも述べたように、これまで破砕片ではその形状バラツキの影響で安定した成形ができないと考えられていた。そこで、実際に破砕片を使って成形実験し確認した。なるべく現行の成形条件で成形できるように、ペレットに近い破砕片を作ることを考えた。そのポイントは主に下記の3点である。

- ① ペレット(2mm×長さ3mm)に近い大きさに分布が集中していること
- ② 細かい樹脂粉が少ないこと
- ③ 大きい破砕片(6mm以上)が少ないこと

そこで、破砕機出口(スクリーン)の穴径を変えて破砕した際の粒度分布を測定した。その結果をFig. 13に示す。スクリーン径5mmでは細かい樹脂粉が多く、また、7mmでは6mm以上の破砕片が増えることから、ちょうどよい分布である6mmのスクリーンに決めた。

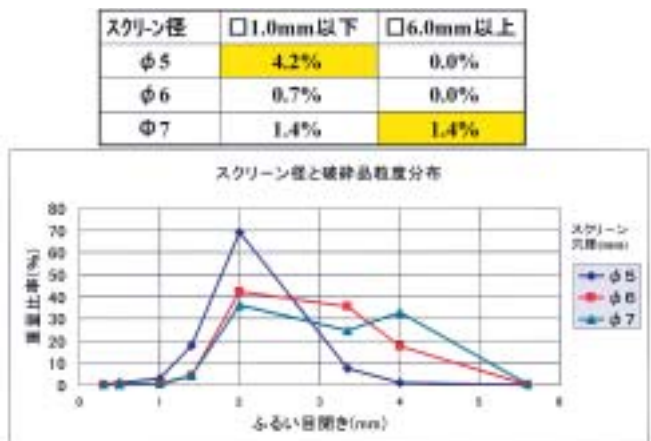


Fig. 13 Size distribution of the chipped plastic.

次に、6mmのスクリーンで破砕した樹脂で実際に「写ルンです」の部品を成形してその重量変動と成形安定性を評価した。この結果、重量変動バラツキがペレットと大差無かった。成形安定性の指標(射出圧力、充填時間など)もペレットに対してはバラツキがあったが、許容範囲内であることも確認できた。ペレットに対しては若干の成形条件の変更は必要だったが、破砕片のままでも十分安定した成形ができることが確認できた。

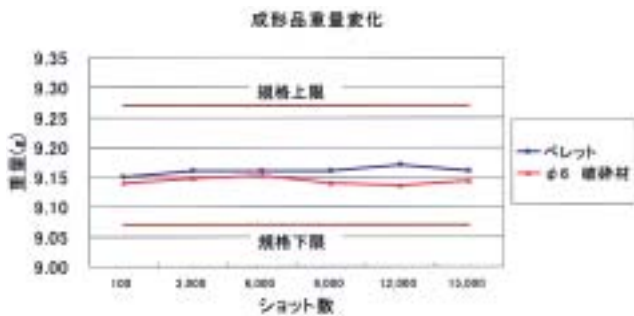


Fig. 14 Molding test with the chipped plastic.

4.5 工程フロー

以上のような検討結果および要素開発などを踏まえ、Fig. 15に示すペレタイズレス樹脂再生システムのフローを構築した。ポイントは、なるべく上流で異物を除去することである。まず、金属異物を取り除き、次に25mmの大きな穴径のスクリーンで破碎した後、風力選別機にて紙、フィルムなどの軽量異物を除去する。次に、最終形状である6mmのスクリーンで破碎する。その後、温水気泡洗浄機にて油、化粧品などの写真性有害異物を洗い流す。再度金属除去を確認してペレタイズレス再生樹脂の完成である。この樹脂は写真性試験などの種々の抜き取り検査を経た後、生産計画に応じて成形機に投入する。成形機の射出ノズル内にはフィルターがあり、微残留の固形異物も最終的に取除けるようになっている。

このペレタイズレス樹脂再生システムは、現在、稼働開始しており、「写ルンです」の樹脂成形部品の材料として供給されている。

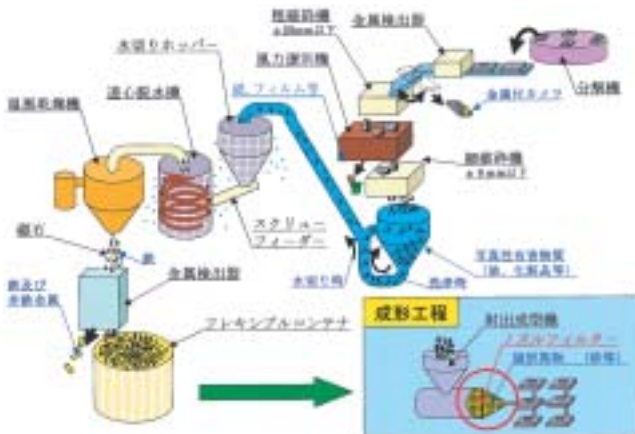


Fig. 15 "Pelletizeless" recycling process.

5. 環境負荷の軽減効果

このシステムの稼働による樹脂リサイクルにおける環境負荷(CO₂排出量)軽減効果をFig. 16に示す。バージンペレット(石油から作った樹脂ペレット)を作るのに要するCO₂排出量を100%とすると、従来のペレット化によるリサイクル方法で約64%のCO₂削減効果があった。今回、さらにペレタイズレス化することにより、

ペレット化に対しては約72%、バージンペレットに対しては約90%のCO₂排出削減効果があることがわかり、非常に大きな効果が得られた。

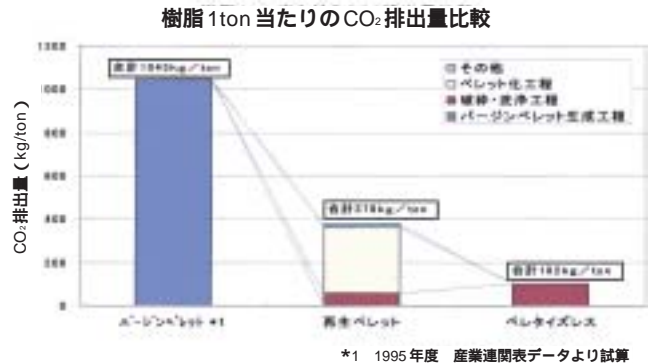


Fig. 16 Comparison of CO₂ emission at each process.

6. 再生樹脂の品質向上による用途拡大とエコマーク認定

今回、ペレタイズレス樹脂再生システムを導入した結果、「写真性」に対するリスクがこれまでよりもきわめて低くなり、フィルムと直接接触する部品にも再生樹脂の使用用途を拡大できた。それにより、「写ルンです」に占める再生プラスチック使用比率を高くでき、「再生材料を使用したプラスチック製品」のエコマークの基準を満たすことができた。現在、フジカラー「写ルンです シンプルEye800」と「写ルンですスーパー Eye800」が、レンズ付きフィルムとしては初めてエコマーク認定されている。

7. おわりに

ペレット化せずに再生利用する樹脂リサイクル技術はほとんど実践例がない。しかも、この樹脂の写真性への影響を保証して、「写ルンです」の樹脂部品に再使用するのにはきわめてリスクが高かった。そのため、一つずつ実験と確認を繰り返し、製品品質や工程上の問題を解決しながら技術開発してきたため、研究、開発に長い時間を費やした。しかし、この結果、物性劣化が少なく、環境負荷も低い新しい樹脂再生方法を確立できた。これからのリサイクル技術における環境負荷削減の方法として、この技術が「写ルンです」に留まらず各方面での樹脂リサイクルにも応用できれば幸いであると考えている。

(本報告中にある“写ルンです”、“フジカラー”は富士写真フィルム(株)の商標です。)

高品位カメラ「KLASSE」の開発

佐藤 徳次*

Development of “KLASSE”, a High Quality Camera

Tokuji SATO*

Abstract

Fuji Photo Film's brand new compact camera “KLASSE” is designed for shooting high-quality pictures without any professional knowledge through easy handling. At a well affordable price, “KLASSE” is equipped with a high resolution lens and a precision shutter, realizing 1) an accurate color control required for reversal color films, 2) high-resolution enlarged prints from candid photos, and 3) an appearance similar to traditional cameras representing highly solid functionalities. Well enough for reversal film shooting, “KLASSE” is now launched as a high-end, high specification compact camera with a program AE/aperture priority AE control, an auto-manual focusing AEB and a metal housing.

1. 概要

約10年程前に、ハイパーコンパクトまたは高級コンパクトカメラと呼ばれる、①高性能/大口径レンズ、②絞り優先AE、③高級外観(チタンやマグネシウム)を備えたコンパクトカメラが流行したが、現在に至っては数えるほどしか存在しない。しかし、これらは価格的にも高額であり、欲しくても簡単に手に入れられるものではなかった。

そこで、低価格で高画質な写真を、手軽に撮れるカメラをコンセプトに開発を進めた、「KLASSE」を2001年3月10日に発売した。

- ① 昨今、女性に人気のあるアートフラワー、料理、ガーデニングなどの記録が容易に残せ、微妙な色の再現を必要とするリバーサルフィルムの撮影が容易に可能
- ② 旅行、散歩などに常に持ち歩け、手軽にスナップを撮り、良い写真があれば大伸ばしが可能
- ③ カメラ愛好家の方々にも愛用できる、伝統的なカメラらしいデザイン。必要最低限の機能とカメラ原点に戻ったデザイン

これらを達成するために、リバーサル撮影に耐える、高性能レンズ、露出精度の高いシャッターを持ち、ハイクラスカメラとして、高機能、絞り優先AE、マニュアル

AF、金属外観を備えた、「KLASSE」が21世紀の幕開けとともに誕生した。「KLASSE」は、ドイツ語で“素晴らしい”、“トップクラス”、“エリート”の意味を持っている。

コンセプトのアウトプットとして、本機の特長を次に挙げる。

主な特長

性能

- ・高性能・大口径レンズ f 38mm / F 2.6
- ・3群4枚構成 ガラスモールド非球面レンズ採用
- ・至近(0.4m)から無限までシャープで高画質を実現機能

・操作を気にせず撮影できるプログラムAE、臨場感を作り出す絞り優先AEの露出モード

- ・リバーサルフィルムを使った撮影で露出技法を駆使できる、オートブラケットティング(AEB)、露出補正機能

・夜景撮影に便利な、バルブ機能およびバルブタイマー外装

- ・軽量で堅牢、質感の高さを兼ねたアルミ/マグネシウム合金を採用



Photo 1

本誌投稿論文(受理13年8月17日)

* 富士写真フイルム(株)光機部 技術グループ
〒351-8585 埼玉県朝霞市泉水3-13-45

* Product Planning & Development Dept.
Optical Products Division
Fuji Photo Film Co., Ltd.
Senzui, Asaka, Saitama 351-8585, Japan

2. 外観デザイン・基本レイアウト

主要部品の配置は、センターに撮影レンズを置き、レンズ上側にAF, AE受光部, ファインダー, ストロボ, 向かって右側に、電池, 給送モーター, 左側にストロボ用コンデンサーを配置し、大きくもなく、小さくもなく、ホールドしやすい、程よい大きさに仕上げた。

カメラデザインでは「アイコン」的なスタンダードスタイルを基本とし、誰もがカメラとして使うわかりやすいフォルムを目指した。当世流行のクラシックカメラの中においても、軽薄でなく、かつ、どこか新しいネオスタンダードスタイルとした。右手でのホールディング部は自然に手に馴染むラウンド形状とし、ホールディング性の向上を図った。ストラップは、カメラの基本となる首から下げられるように、カメラ両サイドに吊り環を配置し、ネックストラップとハンドストラップのどちらでも使えるようにデザインした。

外装にはアルミの約2倍の強度を持つアルミ/マグネシウム合金(厚さ0.7mm)を採用し、丈夫さと、高級感を追求した。一時代前はあたりまえだった「軍艦」パーツ構成をとるが、アルミ/マグネシウム合金の絞りにおいては、プレスでの絞りが深く、最終形状に至るまでトライ&エラーが続いた。

ダイヤル部の「アヤメ」ローレットはリバイバルであり、操作性の良さと、精密感で採用したが、モールド加工が困難なため、一つ一つ転造した。現在では生産性の低い加工方法であるため、加工先、加工治具探しから始めることになった。

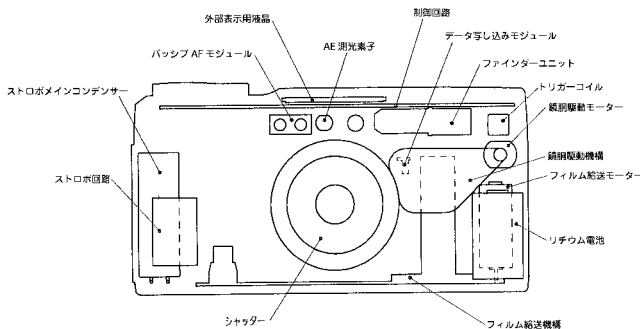


Fig. 1 Mechanism arrangement.

3. 各部の構造

3.1 鏡胴

機構の仕組み、精度維持の施策については、レンズの移動を一对のヘリコイドで構成し、焦点調節のためのレンズ繰り出しと沈胴を行う。外ヘリコイドが回転すると、レンズが取り付けられている内ヘリコイドはキーにより直進運動をする。

外ヘリコイドは、鏡胴モーターにより減速ギヤ列を介して回転する。減速ギヤ列の初段は、消音化と過大トルクを吸収して鏡胴部を保護する目的でゴムベルト駆動

にしている。さらに、減速2段目のギヤはウレタン系材質を採用して消音効果を高めた。

鏡胴駆動制御はメカ的な電気切片は持たずに、基準位置を外ヘリコイド外周に取り付けられたテープの反射率変化をフォトリフレクターで検出し、鏡胴駆動ギヤ列中に設けられたフォトインターラプターにより、基準位置からの繰り出し量を検知して所定量の繰り出しをおこなう。撮影距離から最近0.4mまでの間に、フォトインターラプターで385ステップの信号を発生させて停止位置を制御しているため、撮影距離に対して十分細かいレンズ繰り出しを行なった。

メカ的な電気切片の弱点であるチャタリングと磨耗による変動が無く、精度の良い焦点調節ができる。レンズを直進運動させるためのキーは丈夫な円筒形状にしてあるため、たわみが少なく、信頼性のある安定した繰り出しを得ることができる。

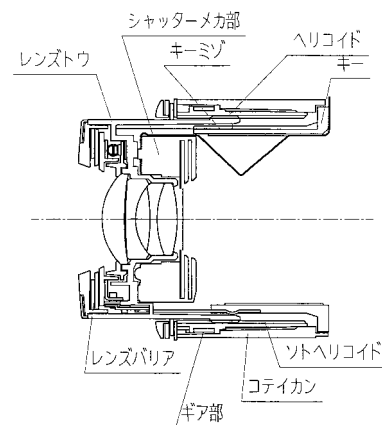


Fig. 2 Lens barrel.

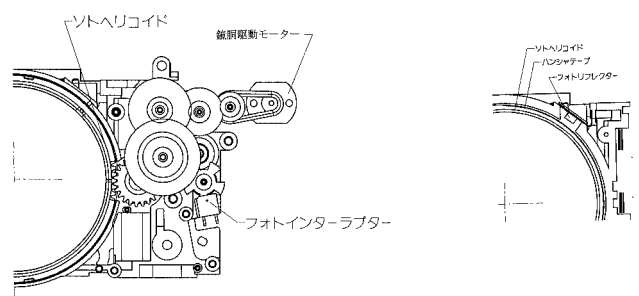


Fig. 3 Lens-driving system.

3.2 ファインダー

3枚の対物レンズにより、ダハプリズムとペンタプリズムの間に中間結像をする。中間結像部に視野枠を配置して、視度の合った明瞭なブラックアウト領域とファインダー内表示を行っている。中間結像は天地左右とも倒立像となるが、ダハプリズムの作用により、カメラ天地方向は中間結像時点で正立化する。左右方向は、中間結像以降に配置されているペンタプリズムとの組み合わせにより正立像化される。中間結像部近くにあるフィールドレンズは、被写体側からの光を効率良く観察者の瞳に導く作用をする。接眼レンズは、中間結像を拡大するルーベの役割を持っている。

一番目の対物レンズは負レンズであり、分散の大きい材質を用いることにより後方2枚の正レンズより発生する色収差を打ち消す作用をする。後方の2枚の正レンズは強い非球面形状を持ち、球面収差、非点収差、コマ収差、像面湾曲を微少にしている。特に、球面収差においては、目振れによるファインダー像の歪みが出ないように光学性能を追求した。ダハプリズムの頂角には、極限のエッジ性が要求される。近年、プラスチックのダハプリズムが採用されているが、精度追求と信頼性を確保するためにガラスの研磨仕上とした。ペンタプリズムは適正視野角(撮影レンズ焦点距離38mmに対するファインダー倍率0.48)を確保しながら、コンパクトなサイズにするために高屈折率光学ガラスを採用した。

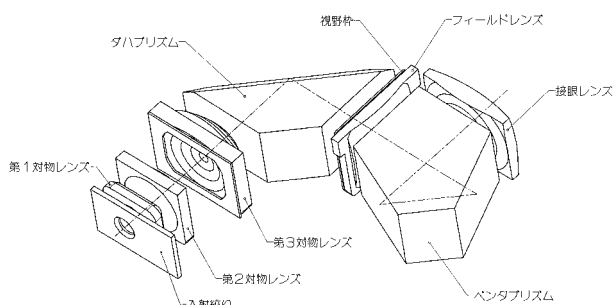


Fig. 4 Finder unit.

3.3 給送

カメラをコンパクトにするためにフィルム逆装填方式を採用し、モーターをフィルム巻取りスプール外に配置してスプール径を小さくした。コマ送り制御は、フォトリフレクターでパーフォレーションを読み取ることにより行っている。

給送の消音化として、回転周速度が速く騒音の出易い減速ギヤ列の初段にかみ合うギヤは、ナイロン系の材質にして騒音の発生を押さえるとともに、給送用モーターを独立した部屋に密閉することにより、モーター音を遮断した。

3.4 電子回路

回路はCPUと、ドライバーICを中心に構成されている。

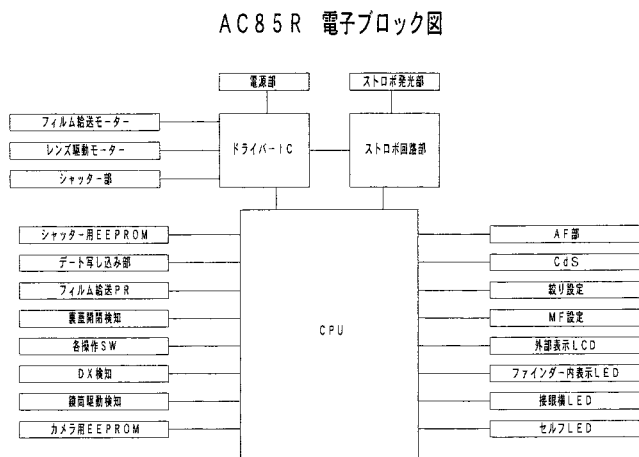


Fig. 5 Electric circuit block diagram.

CPUは、多様な撮影状況に対応するため、単焦点カメラでありながらも、32KBの大容量ROMを搭載した8ビットワンチップマイクロコンピュータである。CPUには、モード設定、測距、測光などのすべての情報が集まり、各種演算とカメラ全体の制御を行っている。ドライバーICは、カメラからの制御信号により、電源、各種モーター、ストロボの制御を行う。また、EEPROMを2個持っており、一つはカメラデータの記憶用とし、他の一つをシャッターメカデータ専用としている。これにより、シャッターメカ体の個々の特性に基づく最適露出制御を可能とした。

表示関係は、カメラ上面にLCD、ファインダー内にMF、AEBのモード表示LED、ファインダー横右側にAFおよび露出警告LEDを設置した。いずれもCPUで直接駆動される。ファインダー内LEDは、外光輝度により発光輝度を2段階に切り換え、その視認性を高めた。モーターは、レンズ駆動用、フィルム給送用の2個のDCモーターと、絞り駆動用のステッピングモーター、シャッター羽根の開動作用、および閉動作用の2個の揺動モーターがあり、いずれもCPUの制御信号によりドライバーICが駆動する。フィルム給送では、フォトリフレクターを用いてフィルムパーフォレーションを検出する方式を採用し、駒送りと7ドットのLEDによるデート写し込み制御を行っている。

省電力化として、電源ON時で操作が無かった場合、約5分でオートカットオフが働く。この時、レンズはそのままの状態を維持する。シャッターボタンを押すと電源は復帰し、オートカットオフ後の撮影が瞬時にできるように配慮した。



Photo 2

3.5 オートフォーカス

コンパクトカメラでは小型化のため主流となっているパッシブAFを採用した。センサーには、131画素のCCDラインセンサーを使用し、3エリアでマルチ測距を行い、各センサーで求めた被写体の輝度からCCDの蓄積時間と測距演算条件を最適に制御することで、幅広い

被写体で高感度,低ノイズ,高精度な測距を可能にした。

マニュアルフォーカス(MF)は,カメラ前面のフォーカスダイヤルで10ステップの設定が可能である。AF位置ではロックが掛かり,不用意にMFモードに入ることを防止する。MFモードにセットすると,ファインダー内に“MF”の赤LEDが点灯し,AFモードではないことを警告する。

3.6 露出制御

CdSを用いた外部測光方式であり,測光範囲はBV-1からBV-11である。絞り優先AEとプログラムAEの2つのモードが選択でき,さまざまな撮影シーンに対応できる。いずれのモードでも,ストロボモードがAUTOに設定されている場合にはシャッタースピードが1/45秒より遅くなると,ストロボが自動発光するとともにシャッタースピードを1/45に固定し,手ブレを防止している。

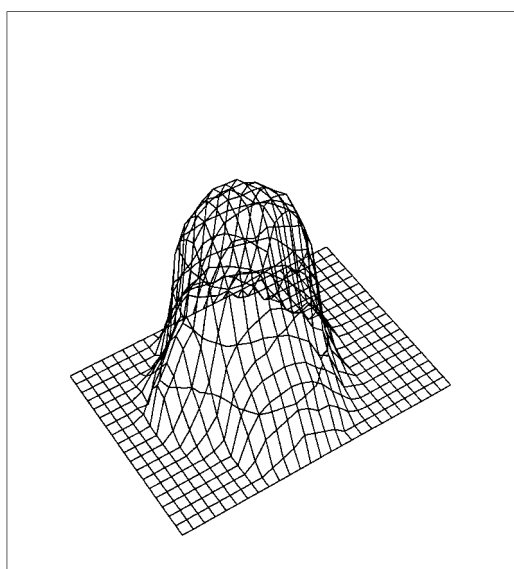


Fig. 6 Angle of view characteristics.

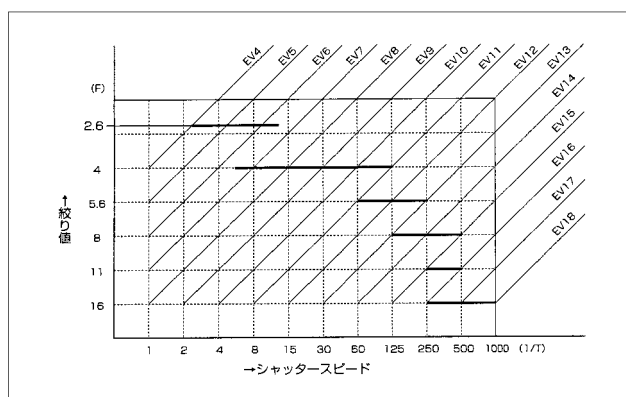


Fig. 7 Programmed exposure diagram.

3.7 AEB (Auto Exposure Bracketing)

± 0.5 と ± 1.0 EVの補正が選択できる。撮影駒に対する補正値は上面のLCDに表示される。通常は,0EV,

-0.5EV, + 0.5EVのように3コマがセットで撮影されるが,-0.5EVや+0.5EVのように,単独での補正も可能である。AEB,露出補正は,撮影後,このモードを継続して使える機能を装備している。

逆光補正:モードボタンにより,逆光補正モードを選択すると,+2EVの露出補正が可能となる。これにより,逆光時の被写体がアンダー露出になるのを防止できる。

3.8 バルブモード

2種類のバルブモードが選択できる。従来のシャッターボタンを押している間,バルブ状態を保持するモードと,バルブタイマーのモードである。バルブタイマーでは,1秒から60秒までの間を7段階で選択できる。このモードでは,シャッターボタンを押すことによりバルブモードがスタートし,シャッターボタンを離してもバルブ状態を保持できる。また,残り時間を上面LCDに表示する。いずれのバルブモードでも,バルブ時はシャッターへの通電は行わないようにし,省電力化を図った。

3.9 シャッター

シャッターは絞り羽根とシャッター羽根で構成している。露出動作では,最初に絞り羽根が全閉位置から選択された絞り位置まで開き,絞りを設定する。次に,開用シャッター羽根が開き,フィルムへの露光を行う。この状態で絞り羽根と開用シャッター羽根への通電を絶っても,シャッターは開口を維持する。これにより,バルブ動作時の省電力化を図っている。規定時間経過後,閉用シャッター羽根が閉じて露出を終了する。露出終了後,絞り羽根と開用シャッター羽根が閉位置に戻り,次に閉用シャッター羽根が全開位置に戻る。

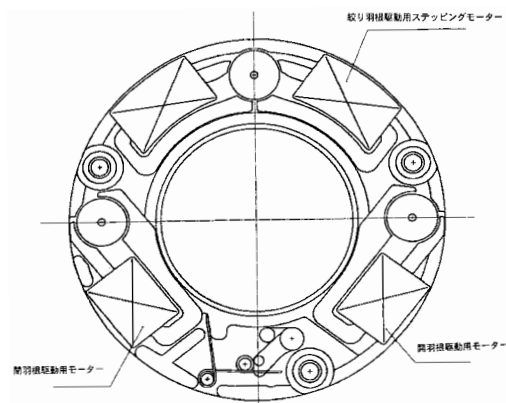


Fig. 8 Shutter mechanism.

3.10 ストロボ制御

絞り優先AE時は,AFより得られる距離と設定された絞り値,およびフィルム感度よりGNoを計算する。GNoは,フル発光時のGNo11のほか9.5,8,5.5の計4種類の光量制御を行い,最も適正に近い値を選択する。計算されたGNoで近距離がオーバーになる時は,ファインダー接眼横の赤LEDを点滅させ警告する。

プログラムAE時は,シャッタースピードが1/45秒以上の高輝度時には,AFより得られる距離と設定された

絞り値,およびフィルム感度よりGNoを計算する。シャッタースピードが1/45秒以下の低輝度時は,GNoを8に設定し,AFより得られる距離とGNoとフィルム感度より絞り値を計算する。これにより,ストロボの省電力化を行っている。計算された絞り値がF2.6を越えた場合は,絞り値をF2.6としてGNoを計算する。また,逆に計算された絞り値が16より大きい場合は,GNoを最小に再設定する。

スローシンクロ時は,シャッタースピードが1/2秒になると,適正絞りでストロボが発光した後,シャッター開放状態で再度絞り値を開放側に設定し直し,背景への適正露出を得る制御をしている。この制御により,さまざまな被写体距離に対するストロボ露出の適正化と,次回撮影までに要するストロボ充電時間の短縮化を実現している。

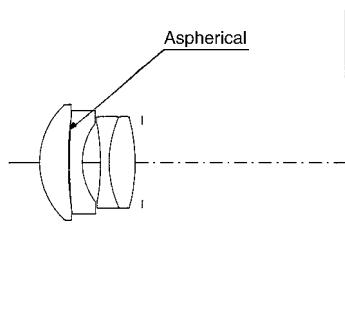
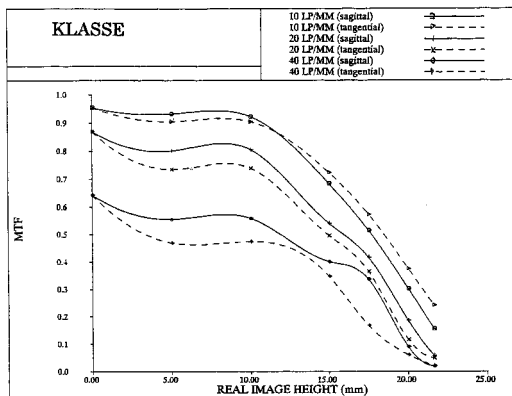


Fig. 9 Lens construction : 4 elements 3 groups.

開放 F 2. 6



F 8. 0

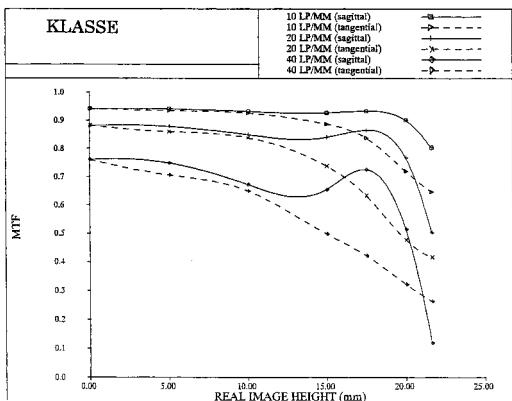


Fig. 10 MTF.

3.11 レンズ

レンズ構成は,オーソドックスな3群4枚構成を採用した。ガウスタイプより圧倒的に小型化が可能であり,カメラの小型化にも寄与している。

第1レンズにガラス非球面レンズを採用したことで,開放時の非点収差による画面周辺部の像流れや歪曲収差の補正など諸収差の除去をすることにより,絞り開放時からシャープな解像力を得ることができた。また,周辺光量も開放から豊富で自然な感じの写真が得られる。レンズ性能の安定化を考慮し,レンズエレメントを面当てにすることにより,レンズ間隔の変動,偏芯などの製造誤差に強い構成とした。レンズ面には,マルチコーティングを適所に4面施すことにより,逆光時のフレアを抑えるとともに,高い透過率と優れたカラーバランスを実現した。

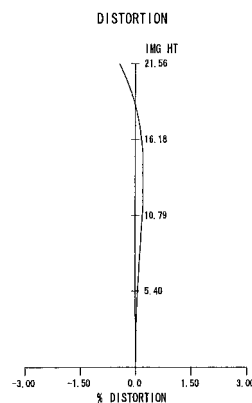


Fig. 11 Distortion.

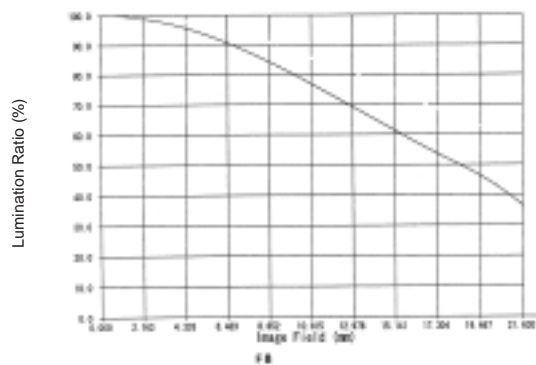
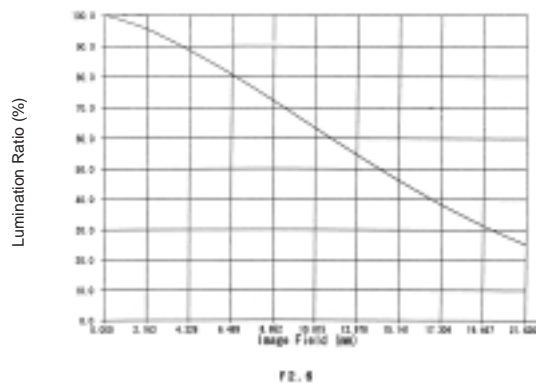


Fig. 12 Marginal lumination.

Table 1 FUJIFILM KLASSE Specification.

形式	35mm レンズシャッターカメラ
画面サイズ	24mm × 36mm
使用フィルム	135 フィルム
撮影レンズ	スーパー EBC フジノン 1:2.6 f=38mm(3群4枚構成)
距離合わせ	パッシブ方式オートフォーカス 撮影距離：0.4m - マニュアルフォーカスモード切り替え可能(10点切り替え) フォーカスロック機能付き
ファインダー	実像式ファインダー、倍率：0.48倍 視野率：85%(時)近距離補正マーク付き
ファインダー内表示	AEB(オートエクスポージャーブラケティング) MF(マニュアルフォーカスモード)
ファインダー近傍表示	AFランプ(緑) 点灯：撮影距離OK、点滅：撮影範囲外警告 警告ランプ(赤) 点灯：撮影不可、点滅：露出警告
シャッター	AE 電子式レンズシャッター(プログラムAE、絞り優先AE)
シャッタースピード	B、1/2秒 ~ 1/290秒(F2.6時) ~ 1/1000秒(F16時)
セルフタイマー	電子式 作動時間 10秒 セルフタイマーランプ付き
露出制御	CdS 外部測光方式 運動範囲：EV4 ~ 16(ISO100)
撮影モード	プログラム AE 絞り優先 AE
AEB	± 0.5EV、± 1EV 選択 適正露出 アンダー オーバー
露出補正	- 1.0EV ~ + 1.0EV まで 0.5EV 毎の露出補正、+ 2.0EV(逆光補正モード)
フィルム感度	DX オートセット (ISO50、100、200、400、800、1600)
フィルム装てん	イージーローディング
フィルム送り	逆装てん 順送式 途中巻き戻し可能(巻き戻しボタン操作による)
フィルムカウンター	液晶表示部に加算式で表示
ストロボ	内蔵式低輝度自動発光ストロボ 充電時間：約4秒 ガイドナンバー：11 自動発光モード / 赤目軽減モード / ストロボ発光停止モード / ストロボ強制発光モード / 逆光補正モード / 夜景(スローシンクロ)モード / 夜景(スローシンクロ)ポートレートモード
液晶表示	フィルムカウンター ストロボモード セルフタイマー パルプ AEB(オートエクスポージャーブラケティング) MF(マニュアルフォーカス) データ 電池容量
電源	リチウム電池 CR2 1本
大きさ・重さ	123.0mm × 63.5mm × 37.0mm(突起部除く) 250グラム(電池別)
その他	三脚ねじ穴付き 金属外観(アルミ/マグネシウム合金)

4. まとめ

発売後、市場ユーザーからレンズ性能では非常に高い評価を頂いている。今後も「KLASSE」の基本を継承し、手軽に高画質を楽しめ、高性能レンズを搭載し、さらにユーザーニーズに応えた高品位カメラを開発していく所存である。

最後に、「KLASSE」の開発にご協力頂いた方々に感謝を致したい。

(本報告中にある“Fujifilm”は富士写真フイルム(株)の商標です。)

デジタルミニラボ Frontier390 の開発

山本 尚* , 鈴木 亮* , 安藤 茂* , 榎本 淳* , 平野 武司** ,
吉田 光治* , 長谷川 博之* , 氏家 洋一* , 久原 修治*

Development of Digital Minilab System “Frontier390”

Takashi YAMAMOTO*, Ryo SUZUKI*, Shigeru ANDOH*, Jun ENOMOTO*,
Takeshi HIRANO**, Kohji YOSHIDA*, Hiroyuki HASEGAWA*, Yoichi UJIE*,
and Shuji KUHARA*

Abstract

We have developed a full digital minilab system, Frontier 390, as in-store photofinishing equipment. On the basis of the essential technologies of Frontier 350/370 that was already introduced into the market and gained popularity, the system incorporates new technologies to realize high processing capacity and high reliability for large-volume processing lab. Furthermore, the development of an auto nega-feeder enables high efficiency. Maintaining the high capacity, Frontier 390 provides large size printing (up to 8-inch width) and processing of 120/220 film as well as reversals, equivalent to Frontier 350/370. With regard to paper processing, the system can use either of new “Fuji Color Simple-it” or existing chemicals. As digital imaging demand is increasing, various functions for digital imaging will be required. In this respect, Frontier 390 has sufficient capabilities to meet the demands.

This paper describes the Frontier 390 technologies which have realized the above-mentioned functions and the high reliability.

1. はじめに

当社は、写真サービスのフルデジタル化を目的とし、1999年にFrontier350/370を発売した。両機種は一般的なミニラボ店をターゲットとして開発されたが、当社予想を大きく上回る勢いで市場導入が進んでいる。

今回報告するFrontier390は主に大量処理店をターゲットとし、Frontier350/370の基本技術をベースに、大量処理店の要求に応えるべく高処理能力の実現を目的に開発した。

このマシンは、高処理能力を達成するために、スキャナーとプリンタープロセッサの両者の高速化を実現するとともに、省力化のためにオートネガフィーダーを装着することが可能であり、さらなる高効率化を実現している。扱えるペーパー幅サイズは処理能力優先のため8インチまでとしたが、対象となるフィルムはすべて



Photo 1 Frontier390.

本誌投稿論文（受理13年10月12日）

* 富士写真フイルム(株)宮台技術開発センター
〒258-8538 神奈川県足柄上郡開成町宮台798

* Miyanodai Technology Development Center
Fuji Photo Film Co., Ltd.
Miyanodai, Kaisei-machi, Ashigarakami-gun,
Kanagawa 258-8538, Japan

** 富士写真光機(株)感材機器部設計1課
〒330-8624 埼玉県さいたま市植竹町1-324

** Design 1, Photofinishing Equipments Department
Fuji Photo Optical Co., Ltd.
Uetake-cho, Saitama-shi, Saitama 330-8624, Japan

Frontier350/370と同じであり、すべてのサイズにおいて高い処理能力となっている。また、ますます要求が拡大しているデジタル画像サービスの点でも、デジタルサイズ能力を向上させるとともに、機能拡充も図っている。この機能拡充については、もちろんFrontier350/370においても追加機能として搭載可能である。信頼性の観点においても、新しい技術投入と十分な確認を行い、また、大量処理店に要求される耐久性の点でも従来機を上回る品質を備えており、まさしく、高処理能力、高信頼性のマシンとすることができた。

本稿では、以上のような機能を実現したFrontier390の技術について説明を行う。

2. システムの概要

2.1 商品コンセプト

Frontier390の商品コンセプトは「写真プリントサービスのデジタル化をさらに促進する」こととし、次の基本方針に従って開発を進めた。

- (1) 高画質で、かつ従来アナログ機に負けない高処理能力
- (2) 従来アナログ機よりもより大サイズプリントが可能
- (3) Frontier350/370のデジタルサービスをさらに拡充
- (4) 機能拡充により、従来アナログ機より高いコストパフォーマンスを実現
- (5) 従来アナログ機より高い信頼性の確保

先行して商品化したFrontier350/370の技術のうち、流用できるものは可能な限り流用することとした。特に流用度が高いのは入力機である。プリンターは搬送方式はまったく異なるが、レーザースキャナーユニットはまったく同一のものが使用できるようにした。プロセッサは先行機とは異なりロール搬送に適した構成とした。

Frontier390が先行機のFrontier350/370に比べて特徴的なのは処理能力である。Table 1に、国内外の135からの同時プリントサイズ時(実作業能力)と枚数焼き時とのシステム処理能力比較を示す。実作業能力は当社規定の条件での値であり、枚数焼きは同一コマを連続露光処理した時のものである。

Table 1 Processing Capacity of Frontier Series. (枚/時)

プリントサイズ	ペーパー幅	Frontier350	Frontier370	Frontier390
L(3R)	89	1300	1400	1900 (1970 ^{*1} , 1970 ^{*2})
	127	1200	1550	1900 (2100 ^{*1} , 2300 ^{*2})
	89(枚数焼き)	1490	1500	1970
	127(枚数焼き)	1340	1800	2780
4R	102	780	1050	1650
	152	1050	1450	1900 (2100 ^{*1} , 2300 ^{*2})
	102(枚数焼き)	850	1150	1650
	152(枚数焼き)	1200	1620	2440

* 1 高速モード * 2 高速モード + NF2500AG

2.2 商品構成

Frontier390は、画像を取り込む入力機と、その画像をカラーペーパーに出力する出力機とから成っている。さらに、出力機はプリンターとプロセッサがドッキングした一体構造と成っている。補充タンクは分離可能タイプとし、シンプルイトと従来FA処方の両者の使用を可能とした。

入力機と出力機の詳細構成を以下に示す。

2.2.1 入力機 (SP2500)

入力スキャナー部
 フィルムキャリア
 NC135AG (135オートネガキャリア)
 NC240AG (240オートネガキャリア)
 MFC10Y (マニュアルフィルムキャリア: オプション)
 SC135Y (135スライドキャリア: オプション)
 画像処理部
 NF2500AG (オートネガフィーダー: オプション)

2.2.2 出力機 (LP2500P)

プリンター
 プロセッサ
 SC2500AG (シンプルイト補充タンク。FA補充タンクと選択オプション)
 SU2500AG (25件ソーター, 大サイズプリントはスライドソーターに排出)
 以降より各ブロックごとの、および搭載機能の解説を記載する。

3. 入力スキャナー部

入力機の各ユニットはFrontier350/370の構想設計時にFrontier390まで対応することが想定されている。したがって、Frontier350/370をベースとし、システム構造の大きな変更なしに高速化を実現した。実際に入力機の高速化を実現した主なポイントを以下に記す。

- (1) CCD駆動の高速化 (12MHz → 13.5MHz)
- (2) フィルムの副走査速度アップ
(上記の組み合わせで、1件当たりのフィルムスキャン時間を7秒以上短縮)
- (3) 制御の最適化
(主に処理の多重化により1秒短縮)

これらによるスキャン時間の短縮によって、16%ものスキャン能力の高速化を実現した。また、無検定を前提とした、

- (4) 「高速モード」の新設
(6コマ検定画面表示方式から3コマ表示確認画面にすることにより、表示処理高速化で5秒以上の短縮)
- (5) オートネガフィーダー (NF2500AG: オプション)の接続

により、検定ありに対して無検定では20%以上もの高速化を実現した。

Table 2に Frontier350/370からの主な変更項目について記す。

Table 2 Modification Items in Frontier390.

NO. 項目	Frontier390での変更
1. 撮像部	変更無し
(1) CCD	
(2) 駆動周波数	12MHz 13.5MHz
2. 撮像レンズ系	変更無し(自動可変絞り機構搭載レンズ, 共役長可変変倍方式)
3. 光源部	印加電圧変更による光量アップとフィルム保護のために光源絞りの形状変更および冷却ファンの追加。 400Wハロゲンランプ, 光量調整機構(光源絞り)内蔵, ライン型ミラーボックス内蔵等基本構造の変更は無し。
4. フィルムキャリア	プーリ径変更, 駆動周波数変更によって搬送速度をアップ。
5. 操作	変更無し(専用キーボード, マウス, フルキーボード)
6. 画像処理	変更無し
7. 表示部	変更無し(15インチCRTカラーディスプレイ)
8. 電源	変更無し AC200V ~ 240V (50 / 60Hz) 10A以下
9. 寸法	本体: 幅900 × 奥行720 × 高さ1300以下 NF2500AG: 幅425 × 奥行621 × 高さ915 (床面より)
10. 質量	本体部: 120Kg, NF2500AG: 20Kg
11. NF2500AG	入力機右側面に取り付け可能(オプション)

除電ブラシ, エアーカーテン, 専用テレンプロローラを備えることにより, ゴミ写り込みのない高品質なプリントを得ることのできる構造とした。

Table 3に本装置の主な仕様を記載した。本装置はオプションであるが, 特に海外で当初設定より高い装着率となっている。

Table 3 Main Specification of Auto Nega Feeder NF2500AG.

対応フィルム種	135ストリプスネガ
対応フィルム長	EX12 ~ EX40 ピースネガは待避モードにて手動挿入
最大セット本数	20本
集積本数	25本以上(満杯検出機能有り)
掛け替え時間	平均1.5秒/本(20本装填時)
ゴミ取り機能	専用テレンプロローラ 除電ブラシ エアーカーテン オプションのAC20使用時



Photo 2

4. オートネガフィーダー (NF2500AG)

Frontier390の開発コンセプトである高処理能力/高効率化を達成するために, 今回, 新規にフィルムを高速で自動的に掛け替えるオートネガフィーダー(NF2500AG)を開発した。

以下に本装置の特長および工夫した点を述べる。

- (1) フィルムを1.5秒/本で掛け替えることが可能である(手動装填の場合: 6秒/本)。
- (2) 最大20本のフィルムを自動的に掛け替えることが可能で, SP2500のフルオート検定と組み合わせることにより, 2300コマ/時の読み取りが可能となる。
- (3) スキャン終了後のフィルムの先端を揃えて束ねることができ, 次工程(ネガカット, ネガシート詰め)へのスムーズな移管が可能となる。
- (4) 再注文や特急の割り込みフィルムの読み取り時には, NF2500AGのユニット全体を後方に待避することで, NC135AG単体時と同等の操作性を可能とした。
- (5) 読み取り画像の品質を維持するために, NC135AGのプレ/ファインスキャン中の搬送に外乱を与えないよう, 供給側にはループによる搬送速度差吸収機構, 排出側にはニップ解除による搬送負荷低減機構を設けている。
- (6) フィルムに付着したゴミを読み取り前に取り除くために, NF2500AGのフィルム供給側搬送路上に,

5. 画像処理

写真を撮る際に使用したカメラの撮影レンズにより, 主にプリントの周辺部に発生する「画像の歪み」, 「色ズレ」, 「周辺光量の不足」(周辺部が暗いプリントになる)を自動的に高速で補正する技術(周辺画質向上機能)を開発し, Frontier390に搭載した(Frontier350/370にも搭載済み)。

本技術により, 低価格カメラ(レンズ付きフィルムを含む)で撮影した写真の画質を向上させ, より高級なカメラで撮影したかのような, いちだと美しいプリントを得ることができる(Fig. 1)。本機能では, 当社の「写ルンです」で撮影されたネガフィルムの場合, 「APS」では同時プリント時にも「画像の歪み」, 「色ズレ」, 「周辺光量の不足」を全自動で補正でき, 「135サイズ」ではキー



Fig. 1 Aim of lens correction.

指定による自動補正が可能である。また、通常のカメラや他社のレンズ付きフィルムで撮影されたネガフィルムの場合、「周辺光量の不足」の補正のみをキー操作により行なうことが可能である (Table 4)。

Table 4 Outline of Lens Correction.

写ルンです /カメラ種類	周辺画像歪み補正	周辺色ズレの補正	周辺光量不足の補正	その他
当社製写ルンです-APS	全自動補正	全自動補正	全自動補正	同時プリント時にもネガ自動検出による全自動補正が可能
当社製写ルンです-135	キー指定による補正 (対象チャンネルを手動で指定)	キー指定による補正 (対象チャンネルを手動で指定)	キー指定による補正 (対象チャンネルを手動で指定)	同時プリント時にもキー指定による自動補正が可能
通常のカメラ,他社レンズ付きフィルム	補正なし	補正なし	手動キー選択による補正。3段階可変式。	主に再注文プリント時の対応

技術的なポイントは、以下のとおりである。

(1) 自動的に最適な補正が可能

「画像の歪み」、「色ズレ」、「周辺光量の不足」の状態を識別するための情報をフィルムに書き込んでおくことによって、画像再生時(自動検出)にその情報に従ってデジタル画像処理を行うことによって、自動的に最適な補正をすることが可能となった。

(2) 高速かつ高精度に補正が可能

画像の歪み補正と色ズレの補正関数を、十分な補正精度を保ったまま簡単な高次式で近似する方法を考案した。結果は以下のとおりである。

「画像の歪み」 : 補正後の歪みを補正前の約1/6にすることが可能

「色ズレ」 : 補正後のRGB成分の色ズレを補正前の1/5以下にすることが可能

「周辺光量の不足」 : 補正後の周辺減光を補正前の1/5以下にすることが可能

また、ミニラボ機器用に、専用のハードウェアを開発した。これによって、高いプリント生産性を維持したまま、これらの補正を行うことが可能となった。

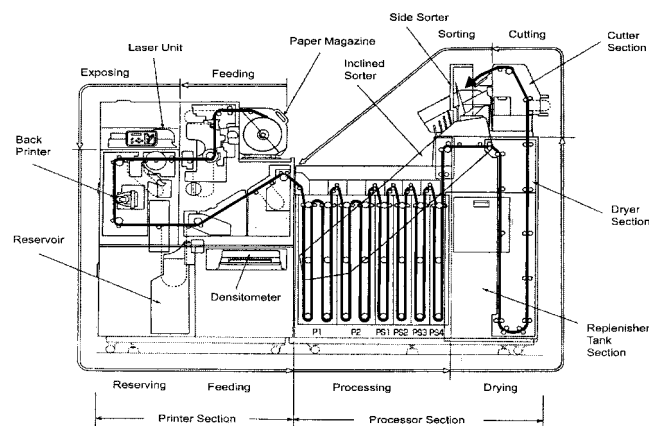
6. プリンター

Frontier390が先行機と大きく異なる点は、ペーパー搬送がロール搬送方式であることである。出力機の搬送パスをFig. 2に示す。搬送系には、露光ムラの回避、露光ペーパーのリザーブおよび搬送速度差の吸収のために5つのループがある。

Frontier390ではマガジンはシングルとした。その大きな理由は次の2点である。

- (1) 大量処理前提のため、マガジン交換頻度は少ないと想定される。
- (2) ロール搬送方式のため、マガジン交換時は巻き戻しが必要となり、ダブルマガジンの効果が半減する。

レーザーสキャナーユニットは、Frontier350/370と同一としたことを前述したが、同一品を使用するために、常時発光しているレーザー光をロール搬送時のコマ間では遮る必要があった。Frontier350/370で採用しているシート搬送方式では不要な機能である。そのために、レーザースキャナーユニットの外に遮光シャッターを設け、秒速80mm/sで搬送しているペーパーのコマ間3mm搬送内で遮光動作を行うようにした(従来当社機ではこの機能をレーザースキャナーユニット内に持っていた)。



GD1240

Fig. 2 Paper pass of the printer-processor.

ロール搬送の場合には、ペーパーの画像外の位置に小さいホールをあけ、このホールを検出することによって画像書き込み位置、印字位置、カット位置を決定している。したがって、このホール検出が確実に行われないとペーパー搬送が機能しないこととなり、ロール搬送においては重要な機能の一つである。

残念ながら、従来機のロール搬送においてはこの機能は必ずしも十分安定した機能とはいえず、ごくたまにホール検出不良に起因するペーパージャムが発生していた。この原因はペーパーの走行安定性のほか、以下に記すような原因と推定していた。今回、このホール検出機能の信頼性を大幅に向上させることができ、検出不良起因のジャムは皆無となった。Frontier390のプリンターでは、この検出機構を4箇所において使用している。従来のホールを検出するセンサーは、①ペーパー幅方向の検出範囲が狭い(レンジで1.5mm)、②薄手ペーパーに対して、LEDの光を透過してしまい、検出が不安定になる、③LEDの温特、経時劣化、光量の個体差バラツキに対して補正機能が無い、という問題点があった。そこで、本装置は、ホール検出センサーにPSDを採用し、かつLEDの光量を調節できる機能を有することで、ホール検出性能の向上を図ることができた。構成図をFig. 3, 4に示す。

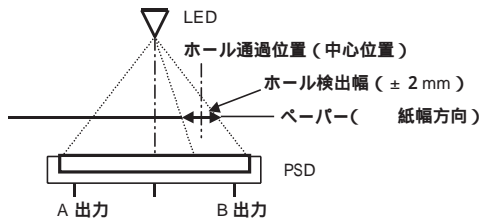


Fig. 3 Layout of the holl detector.

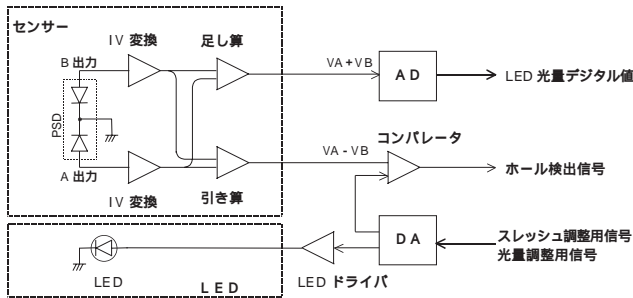


Fig. 4 Block diagram of the detection circuit.

問題点であった3項目は以下のように解決された。

- ① ペーパー幅方向の検出幅は±2mm(レンジ4mm)確保できた(Fig. 3)。
- ② Fig. 4における「VA-VB」にて、ペーパーの透過光によるホール検出以外の出力を相殺し、ペーパー種に関係なく安定なホール検出出力が得られた。
- ③ Fig. 4における「VA+VB」にて、ペーパー無しの際のLEDの光量を測定し、DAでLEDの電流調整をすることで、LEDの温特、経時劣化、光量の個体差バラツキに対する補正ができた。

7. ペーパープロセッサ

7.1 高速化と省エネ化

Frontier390 ペーパープロセッサは、ミニラボ最大の処理量に対応する高スピード化 (Frontier350=1,221mm/min, Frontier370=1,652mm/min に対して 4500mm/min) と同時に、ますます要求の高まる省エネルギー化を実現するために、ペーパー乾燥能力向上が必須の技術課題であった。

(1) 省エネ乾燥システム

高出力タイプの乾燥ファンの開発により、従来機と同出力の乾燥ヒーターを採用しながらミニラボ最速の処理速度で紙幅 89 ~ 210mm ロールペーパーの高速乾燥を実現した。また、「高出力タイプの乾燥ファン」およびフリッカー規制対応の2つの制御「ヒーターの同時切替制限」、「ヒーター間優先順位制御」の相乗効果により、プリント時Lサイズ1枚当たりの消費電力を Frontier370 の 1/2 以下まで低減することに成功した。これは、他社機に対しても十分な低消費電力である。Fig. 5 に L サイズプリント連続処理時1枚あたりの消費電力を示す。

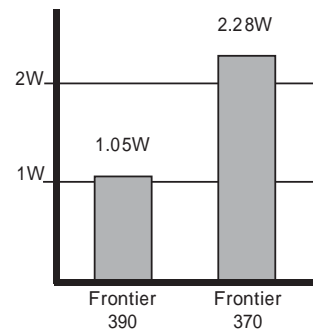


Fig. 5 Power dissipation comparison per L-size print.

(2) フリッカー対策

欧州フリッカー規制に対応すべく、①乾燥ヒーター回路の4分割、②ヒーターのバランス分配、③ヒーターの同時切替制限制御、④ヒーター間優先順位制御の4項目を実現し、高速処理、広幅紙対応(最大A4幅)とフリッカー規格適合を両立させた。特に、「ヒーターの同時切替制限」実現のため、「ヒーター間優先順位制御」アルゴリズムを新規に開発し、電力制限と温度制御という相反する課題を実現させた。

7.2 汎用性

Frontier390はミニラボ最大の処理能力機でありながら、処理量50本/日の中規模店から300本/日にも達する大型店への導入を想定し、処理システムの汎用性を広げるために、Frontier350/370で新規開発した新補充システム「フジカラーシンプルイト」と大量処理に有利な従来処方の方の両方の使用を可能とした。具体的には、新補充システム「フジカラーシンプルイト」を外部補充タンクキット化し、外部補充タンクの交換と簡単な内部配管変更のみで両者に対応できる補充部構成を実現した。Table 5に主要諸元を示す。

Table 5 Paper Processor Specification.

大項目	内容
搬送方式	単列ローラートランスポート方式 紙幅 89 ~ 210mm までの各サイズに対応
処理速度	4500mm/min
処理時間	(Dry to Dry) 4分
処理量	標準 100本/日
補充量	P1 : 45ml/m ² , P2 : 35ml/m ² , PS : 242ml/m ²
処理タンク容量	P1 : 55.5L, P2 : 54.5L, PS1 ~ 4 : 各26L
補充方式	「シンプルイト」 カートリッジワンタッチ一括装填・一括補給方式 カートリッジ自動開栓・自動調液方式 カートリッジ処理能力 : 111m ² /キット 「従来補充」 ① P1, P2それぞれのボトル補充方式
ペーパーカット	仕上げカッター方式
集積方式	小サイズプリント : ソーター集積 (25件ソート) 大サイズプリント : スライド大サイズトレイ集積

8. 出力機内制御

Frontier390はFrontier350/370同様、ペーパー搬送により副走査露光を行っているが、処理能力向上のためペーパーの搬送をシート搬送方式からロール搬送方式に変更した。ロール搬送方式で副走査露光を行う場合、露光部でのペーパー搬送速度を一定にするために、露光中は前後のループ量のある範囲内に収めなければならないという機構上の制約があり、連続露光を実現するため、今回新たな制御方法を開発した。それは、以下に示す諸条件から露光開始/終了を判断し、計5個のループを並行に制御するものであり、その制御内容はきわめて複雑になった。

- 1) 前後のループ有無センサーの状態
- 2) 露光中画像のペーパー送り長
- 3)パンチ部搬送中画像の送り長
- 4) フレームメモリ内の残画像の送り長の合計
- 5) オール処理中の有無、セーブカット処理中の有無
- 6) ペーパースプライス処理中の有無
- 7) ペーパーエンド処理中の有無
- 8) リザーバー量、プロセッサの状態

Fig. 6に出力機のブロックダイアグラムを示すが、メインCPUにSH3、搬送制御用サブCPUにSH2を2個使用する構成にした。ペーパー搬送制御以外は基本的にFrontier350/370と同じである。

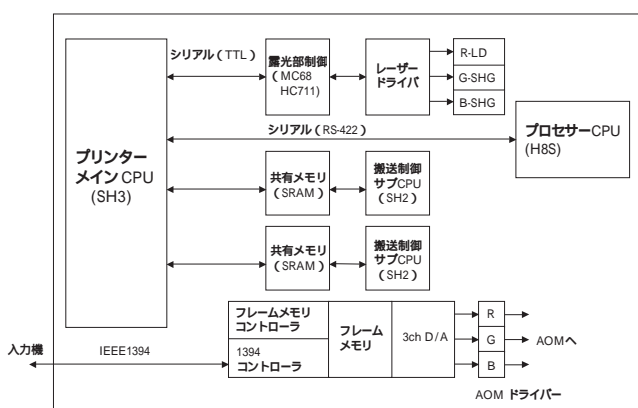


Fig. 6 Block diagram of the printer-processor.

9. システム拡張

Frontier350/370, Frontier390とつづくFrontierシリーズのねらいの一つは、さまざまなデジタルサービスに対応することである。主要なデジタルサービスはDSCプリント、CD書き込みなどのデジタルイメージングサービスと文字入れ、合成プリントなどの高付加価値サービスとが挙げられるが、ともに通常のフィルムから同時プリントと同等の処理能力を実現することには問題があった。しかし、以下に述べる対応を実施し、フィルムからのデジタル処理とフレーム文字入れの合成プリント処理では、フィルムから同時プリントとほぼ同等の能力を達成することができた。

9.1 1スキャン同時デジタルキット

フジカラーCDサービスや、デジタルリオーダーサービスでは、同時プリントと同時にCDやDB用のデジタルデータをDIコントローラなどへ出力する必要があり、プリントの能力を落とさず、デジタル出力の能力を出す必要がある。しかし、当初、以下の理由で同時プリントの50~60%の能力しか出ず、同時プリントの90%前後の能力を出すことが要求されていた。Frontier390では、もともと高速処理をしており、特に(3)が大きな課題であった。

- (1) プリント系とデジタル系で独立の画像処理(画素数やシャープネスなどが違う)を実施する必要があり、標準の画像処理ハードでは並列処理できない。

オプションの並列処理のハードを準備する(Fig. 7)

- (2) DIコントローラへの画像のネットワーク転送速度ネック

並列ハードにデータ圧縮回路を搭載し、1/5~6の容量の圧縮画像での転送とする。

- (3) 画像処理制御関連ソフトウェアの並列処理によるオーバーヘッド増加

主制御部の主記憶を384MBから512MBへ拡張し、かつ画像処理部制御パラメータのプリント系、デジタル系での共通化などの工夫したオプションソフトでオーバーヘッドを極力抑える。

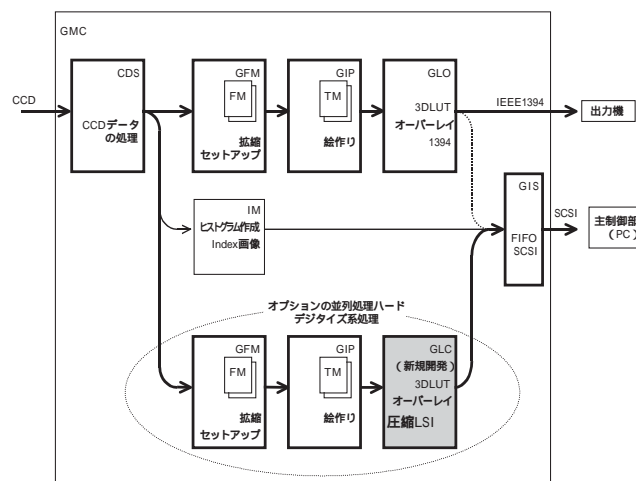


Fig. 7 Block diagram of the image processing unit.

上記点線で示す追加ハードとソフトを1スキャン同時デジタルキットとし、同時プリントの約90%弱を達成した。

6コマ全自動(4R)

同時プリント : 1900枚/時

同時デジタル : 1620枚/時

高速モード+NF2500AG(4R)

同時プリント : 2300枚/時

同時デジタル : 1920枚/時

9.2 パラエティープリントオプションソフト

合成プリント,文字入れプリントでは,カレンダープリント,記念文字焼き,アルバムプリント,フレームプリント,キャラクタープリントなど,さまざまなプリントがさまざまな目的で使用される。これに応じるため, Frontierシリーズでは, Table 6 に示す2種類の合成方式を同時にサポートしている。

Table 6 Comparison of Composition Methods.

名称	方式	用途	特徴
はめこみプリント	PC上でのソフトウェア合成処理	指定のコマのみに適用されるカレンダープリントや記念文字焼きプリント	処理能力は低いが,デザインやフォーマットの自由度大
フレーム文字入れプリント	オーバーレイハード合成処理	キャラクタープリントやフレームプリント等の同時プリントサービスの延長のもの	色数少なく,デザイン自由度小だが,処理能力は高い

さらに,カレンダープリントでは,カレンダー日付を自動生成する機能を付加した。フレーム文字入れでは,デザインデータ転送のタイミングを変更したり,オーバーレイ用フレームメモリ制御を効率化することで,同時プリントと同等の能力を達成した。また,CHP,タテヨコの自動切替の機能もサポートし,テーマパークなどのキャラクタープリントの処理に使用されている。

上記の機能はパラエティープリントサービスオプションソフト(B1)に搭載され,このオプションは Frontierシリーズの約70~80%の装着率を誇っている。

9.3 今後の課題

デジタルサービスのうち,DSCプリントでは,メディアからの読み込み速度,PC上の拡大縮小処理などのオーバーヘッドがあり,フィルムからの同時プリントの約1/2の能力しか達成していない。次機種の課題として取り組みたい。

10. まとめ

デジタルミニラボ Frontier390の商品化により,写真のデジタル化がますます進み,また,多様なデジタル処理の要求にも応えられるようになった。今後, Frontierシリーズとして,写真サービスのデジタル化を強力に進めることが可能と考えている。とは言え,コストについてはまだアナログタイプのミニラボよりも高コストである。また,デジタルサービスの要求もさらに高まることが予想される。

今後,さらなるコストダウンを図るとともに,機能を拡充し,写真の楽しみをさらに広げることが可能なデジタルミニラボの研究,開発を進めたい。

参考文献

- 1)小澤良夫ほか. デジタルミニラボ Frontier350/370の開発. 富士フィルム研究報告. No.45, 35 (2000).

(本報告中にある“写ルンです”,“APS”,“フジカラー”,“Fuji Color”,“シンプルイット”,“Simple-it”は富士写真フィルム(株)の商標です。)

ダイナミックなメニュー配信システムと ユーザーコンテンツの流通機構

浅井 有人*, 渡邊 芳明*, 寺田 昌弘*,
菅沼 陽史*, 羽田 典久*, 乾谷 正史*

A Dynamic Menu Delivery System and Distribution System for User Content

Arito ASAI*, Yoshiaki WATANABE*, Masahiro TERADA*,
Hiroshi SUGANUMA*, Norihisa HANEDA*, and Masafumi INUIYA*

Abstract

While the numbers of digital camera users have risen at an astonishing pace, the digital imaging services currently available to them over the Internet are not keeping pace, making the upload and distribution of user images via the Internet relatively infrequent. To fill this void, we have developed the following two technologies to create a system capable of providing services tailored to each customer, as well as a system for simplifying the image upload process. This paper describes these technologies and their effects.

1. Dynamic menu delivery system using an image viewer software and a Menu Server

The image viewer software provides an interface that displays various service menus related to images. Through the online user registration, the Menu Server collects the user profile information necessary for marketing purposes, manages the menu information for each service, including the graphic icon, the URL, and the target user properties, and sends menus appropriate for different users to image viewer software.

2. AUP (Application Upload Protocol) technology as the core of the user contents distribution system

AUP is the protocol used to allow seamless distribution of multimedia contents, such as local images stored on user computers, to Web services. By incorporating the AUP server module into their Web services, service providers can create Web sites that readily accept uploaded images from image viewer software.

1. はじめに

近年にみるデジタルカメラユーザーの拡大に伴い、ユーザーによって撮影されたデジタル画像が大量に蓄積されている。しかしながら、これらのユーザーの画像は主にユーザーのPCのハードディスクに蓄積されているのみで、プリント市場やインターネットの各種サービスに十分流通しているとは言い難い。従来の銀塩による写真と比べ、デジタルカメラの画像はデジタルデータとして保存されるため、より簡便にネットワークを通じて流通、再利用することが可能である。にもかかわらず、十

分なインフラと魅力的なサービスが無かったために、これらデジタルであることの利点が十分に活用されていなかった。

本稿では、デジタルカメラを画像の入力装置としてとらえ、撮影された画像が広くインターネット上を流通し、ユーザーがさまざまなサービスをインターネットを通じて受けられるような仕組みについて述べる。

2. システムの構成

Fig. 1は本システム全体の概念を示している。デジタルカメラにバンドルされる画像閲覧ソフト（以下、FinePixViewer）はインターネット上に設置されたMenuServerから顧客に最も適したメニューの一覧（メニューリスト）を取得し、画面上に配置する。

ユーザーは配置されたメニューを選択して、自分で撮影した画像コンテンツを特定のサイトにアップロードすることができる。アップロードされた画像はプリン

本誌投稿論文（受理2001年9月6日）

*富士写真フイルム(株)電子映像事業部
〒351-8585 埼玉県朝霞市泉水3-11-46

*Electronic Imaging Products Division
Fuji Photo Film Co., Ltd.
Senzui, Asaka, Saitama 351-8585, Japan

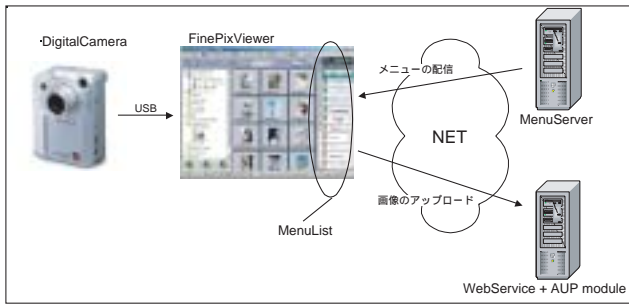


Fig. 1 System structure.

トの出力, ネットアルバムの作成など各種サービスで利用することができ, ネットワーク上に自分の画像コンテンツを流通させることができる。

一方, インターネットの各種サービスプロバイダーは, 流通する顧客の画像コンテンツに対して各種サービスを提供することでビジネスを形成することができる。

3. ダイナミックなメニュー配信

画像を取り扱うことのできるサービスサイトが多数存在すれば, その中から目的に合う最適なサービスを選択することが必要になってくる。サービスの検索を行うようなインターフェースを設ければキーワード, カテゴリーによるサービスの検索を行うことも実現可能であるが, むしろ, マーケティング的な立場から, あらかじめ各ユーザーに最適なサービスの一覧を自動的に選択し配信しておく方が効率が良い。もちろん, ユーザーが自動選択されたサービス以外のサービスを取得する手段を別途設けておくことは必要であろう。これらの要求を実現する手段としてダイナミックなメニュー配信技術が用いられる。

ダイナミックなメニュー配信は, FinePixViewer と MenuServer との間で行われる。FinePixViewer ではオンラインによるユーザー登録を行うことができ, マーケティングに必要な顧客の属性を MenuServer のデータベースに収集する (Fig. 2 にユーザー登録の画面を示す)。登録ユーザーに対して, MenuServer は顧客の属性を元に多数のメニューの中から最適なメニューリストを FinePixViewer に送信する。FinePixViewer は受信したメニューリストを GUI 上に配置し, ユーザーはこれらのメニューをクリックすることでそれぞれのサービスプロバイダーに直接接続することができる。

ユーザーは FinePixViewer を用いてその時々最新のメニューを取得し, 手持ちのメニューリストを更新することができる。さらに, 不要なメニューの削除や希望するほかのメニューの取り込みなど, メニューリストのカスタマイズを行うことができる。カスタマイズを行った情報は MenuServer に登録され, 次回からのメニュー配信に反映される。ユーザーの行ったカスタマイズ情報は, 以後のマーケティングに利用することが可能である。

一方, サービスプロバイダーは, この MenuServer に自身の提供するサービスを登録することができる。登録する内容は, サービスにリンクする URL と GUI 上のグ

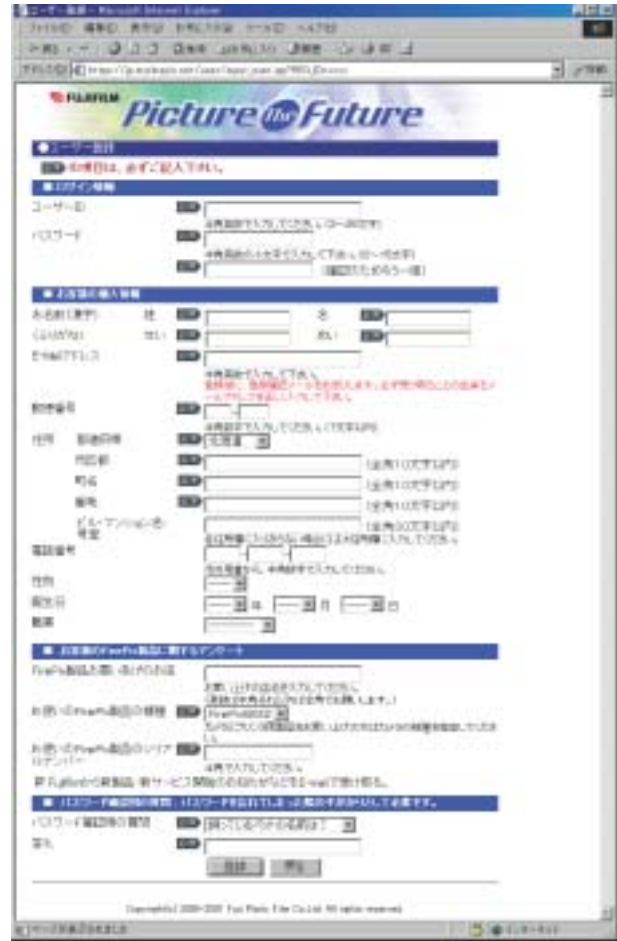


Fig. 2 User registration form.

ラフィックアイコンのほかに, 提供するサービスの内容やターゲットとなる顧客属性である。膨大な FinePix Viewer の登録ユーザーの中から, 希望する顧客の FinePix Viewer に提供するサービスへのリンクボタンを表示させ, サービスをプロモートすることができる。顧客抽出に用いる条件は, ユーザー登録によるものとし, Table 1 で示されている任意の項目の AND と OR で決定することができる。

Table 1 Conditions of Menu Delivery.

件項目	説明
BUTTON_ID	サービスID
USER_ID	ユーザーID(テストユーザー)
VENDER_ID	ベンダーID
MODEL_ID	デジタルカメラ機種ID
OCCUPATION_ID	職業
AGE_GROUP	年代(10歳ごと)
SEX	性別(1:男性 2:女性)
COUNTRY_ID	国
STATE_ID	州または都道府県
SHOP_NAME	店名

このダイナミックなメニュー配信の有効的な活用例として, デジタル写真のプリントサービスを考えてみることにする。ユーザーは撮影したデジタル写真のうち, 何枚かを高品質な印画紙に印刷したいと考えるだろう。

従来の写真であれば町の現像所に足を運ぶことになるわけだが、デジタル写真であるからにはネットを経由して直接注文することを考えたい。もちろん、インターネット上の写真プリントサービスは多数あるから、ユーザーはの中から自分に最適なものを選ばなければならない。多くの場合、デジタルカメラの販売店は写真の現像サービスを行っており、デジタルカメラを販売した顧客に対してプリントでも収益をあげたいと考えているはずである。この場合、両者の利害は一致するので、数ある写真プリントサービスの中から、顧客のカメラ購入店が現像サービスを行っている場合は、その店舗のWebサービスへ誘導するのが適切である。このようにして販売店はユーザーを囲い込み、効率のよいサービスを提供することができる。

4. コンテンツの流通機構

インターネット上でユーザーの画像を取り扱うサービスとして、インターネットアルバムをはじめ、多数のWebサイトがサービスを提供している。また、家庭へのネットワーク接続速度の高速化が進むにつれ、ユーザーの所有するコンテンツはより一層容易にネットワークへ流通するようになるだろう。

従来、ユーザーがローカルに保存してあるコンテンツを、あるインターネットのサービスに送信しようとする時、FTPやE-mailに添付する形式か、Webを通じて行おうとすればMultipart-Form-DataとしてHTMLのFORMから参照ボタンを押してファイルを選択するという操作を行わなければならない。

これらの状況を考えて、各種のサービスに対し簡単にユーザーのコンテンツを流通させるためには、専用のプロトコルを作成し、コンテンツのアップロードに関する手順をユーザーから隠蔽する必要がある。FinePixViewerは、3クリックでユーザーの画像コンテンツを、希望するサービスに向けてUploadさせることができるインターフェースを備えている。それは、(1)画像を選択する。(2)サービスを選択する。(3)確認のクリックをする。の3ステップである。このように、ユーザーのローカルなコンテンツをインターネット上にシームレスに流通させる手段は、上に述べた目的を実現する大変有効な手段である。われわれはこの目的のためにAUP(Application Upload Protocol)を開発した。FinePixViewerは、AUPを用いて任意のサーバにユーザーの画像をアップロードすることができる。

サービスプロバイダーは自社の提供するWebサービスにAUPサーバモジュールを組み込むことで、顧客のFinePixViewerからコンテンツのアップロードを受け付けるようにすることができる。デジタルカメラで撮影されたユーザーの画像に対して、Web上のインターネットアルバムサービスをはじめ、グリーティングカードサービス、写真のプリントサービスなどを展開することができる。われわれは、AUPを用いてアップロードされた画像を画像データベースPixabase2に蓄積し、幅広いサービスを提供するネットアルバムサイト「Picture Journey」を開発した(画面Fig.3 <http://www.myfinepix.com>



Fig. 3 Screen of "PictureJourney".

にて閲覧可能)。

AUPはいわば、ユーザーの所有するコンテンツにとってインターネットの入り口となるものである。AUPはユーザーとの対話性を完全に保証しつつ、コンテンツのアップロードを完全に自動化することができる。AUPを用いることで、アップロードされる前にサーバはこれからアップロードされてくるコンテンツの属性をあらかじめ知ることができるし、必要があればクライアントで画像の縮小演算を行わせることもできる。これで無駄なネットワークのトラフィックを抑制することができるし、ユーザーにとってもアップロード時間の節約になる。

5. 結論と将来への展望

これらの2つの技術を核とすることで、One-to-Oneなサービスメニューの提供が可能になり、サービスプロバイダーはデジタルカメラの所有者に効率よくサービスを告知することができ、ユーザーの所有する画像コンテンツをみずからのサービスにスムーズに誘導することができる。

一方、ユーザーもデジタルカメラで撮影されたデジタル画像データの利用範囲が大幅に拡大され、従来のアナログな写真では得られなかったさまざまな楽しみ方や表現方法を得ることができるだろう。

参考文献

- 1)大田義則, 椎森佳子, 羽田典久, 卜部仁。「双方向型WWW対応画像データベースpixabase」の開発. 富士フィルム研究報告. No.45, 42 (2000).

(本報告中にある“FinePix”, “Pixabase”は富士写真フイルム(株)の商標です。)

インターナルドラム方式レコーダにおける マルチビーム露光技術の開発

藤井 武* , 角 克人* , 品田 英俊** , 高田 倫久**

Development of Multi-beam Imaging Technology for Internal Drum Recorders

Takeshi FUJII*, Katsuto SUMI*, Hidetoshi SHINADA**,
and Norihisa TAKADA**

Abstract

The multi-beam imaging technology we have developed is the world's first multi-beam imaging method for high speed internal drum recorders used in the prepress market, and has succeeded in accelerating imaging speed twofold/threefold faster than the conventional recorders.

This imaging method is also distinguished by its high reliability and accuracy, as it adds no moving part such as a rotating prism.

1. はじめに

本技術は、近年デジタル化の進展が著しい製版印刷分野において必須なレーザー露光に関する新規な技術で、より具体的にはフィルム製版におけるイメージセッタあるいはCTP(Computer To Plate)システムにおけるプレートセッタの生産性に関し、飛躍的な向上を達成した技術である。

印刷分野の画像露光装置に一般的に使用されているインターナルドラムレコーダと称される内面円筒型レーザー露光機は、その露光速度がスピナーと称される回転一面鏡の速度に依存していた。露光速度の向上は常に望まれてきたが、今まではスピナーの速度をいかに高速化するかに研究の重点がおかれ、最近では30000～40000rpmまで回転数を上げることができるようになってきた。しかしながら、さらに回転数を上げるためには、振動の増加をどのように吸収するか、発熱の増加をいかに抑制するか、遠心力によるスピナーミラー歪みをいかに抑制するかなど、数々の大きな技術的課題の解決が必要であり、画質を劣化させずにA1サイズ以上の大サイ

ズを、より高速に露光することは技術的に大きな壁に直面していた。

この問題に対し、マルチビーム露光することで、スピナーの回転を上げずに露光速度を向上させるいくつかの方式が従来から提案されてきた。しかしながら、その実現方法としてスピナーの回転と同期したプリズムの回転が必要であるとか、露光走査線の直線性の確保が困難、構成が非常に複雑であるなどの問題があり、どれも実現していなかった。

今回開発した技術は、前述の問題を解決し、製版印刷分野の高速インターナルドラムレコーダにおいて、世界で初めてマルチビーム露光を実現し、露光速度を従来の2倍、3倍と飛躍的に向上させることに成功した。また、本方式は回転プリズムなどの可動部材を追加すること無しに実現しており、非常に信頼性の高い、高精度な方式という特長も合わせもっている。Photo 1に本技術を盛り込んだイメージセッタであるLuxel F-9000を、Photo 2に应用技術を盛り込んだプレートセッタであるLuxel P-9600を、Table 1にLuxel F-9000の主要性能を示す。

本誌投稿論文(受理2001年9月26日)

* 富士写真フイルム(株)宮台技術開発センター
〒258-8538 神奈川県足柄上郡開成町宮台798

* Miyanodai Technology Development Center
Fuji Photo Film Co., Ltd.
Miyanodai, Kaisei-machi, Ashigarakami-gun,
Kanagawa 258-8538, Japan

** フジフイルムエレクトロニックイメージング

** FUJIFILM Electronic Imaging Ltd.

Fujifilm House, Boundary Way, Hemel Hempstead,
Herts HP2 7RH, U. K.



Photo 1 Luxel F-9000



Photo 2 Luxel P-9600

Table 1 Specification of Luxel F-9000.

露光光源	635nm LD
露光方式	インターナルドラム方式
記録方式	スピナーミラー / 3本ビーム
解像度	1219/1828/2438/3657dpi
記録スピード	2700sq-in/min(1219dpi)
感材幅	559/768/1067/1130mm

2. 概要

インターナルドラムレコーダでマルチビーム露光する場合、Fig. 1 に示すように、単純に固定の複数のレーザービーム列をスピナーミラーに入射しただけでは露光される走査線が湾曲する問題が生じる。この問題を解決するため、Fig. 2 に示すようにスピナーの回転に同期させ、スピナーに入射するビームの位置を高速、高精度に二次元に制御し、ビーム配列を回転することで露光走査線の湾曲を補正する技術を開発した。次項以降に、その開発した技術の詳細について述べる。

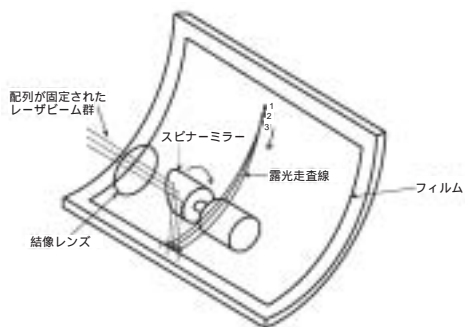


Fig. 1 Curved scanning lines resulting from fixed arrangement laser beams.

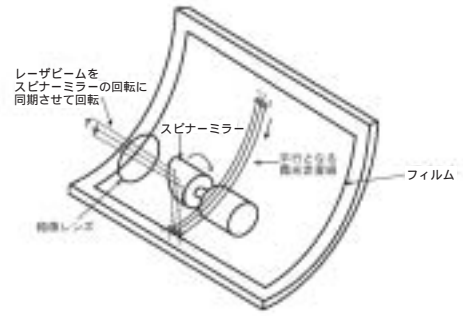


Fig. 2 Straightened scanning lines realized by laser beams rotated in synchronism with spinner rotation.

3. 基本技術

3.1 光学系構成

Fig. 3 にインターナルドラム方式でのマルチビーム露光光学系の例として Luxel F-9000 の光学系構成を示す。本例は3本のマルチビーム構成を示している。赤色半導体レーザー (635nm) を光源とする3個のレーザーモジュール (LD Module1, LD Module2, LD Module3) から出射されたコリメートビームは、合波ミラー (Combiners) により合波された後、光量を調整するNDフィルター、解像度に応じて露光ビーム径を変更するビーム径変換部 (Beam Diameter Converter) を経て、2枚のミラー (Periscope Mirrors) で露光ドラムの軸上に導入される。露光ドラム内には、ドラム軸方向に移動するキャリッジ上に集光レンズ、高速スピナーが配置されており、ドラム内面にはフィルムが保持される。レーザー光はそれぞれ高速に直接 ON/OFF 変調され、フィルム上に走査画像を形成する。露光ビーム径は最高解像度の場合、約 $12\mu\text{m}$ である。3本ビームの内の2本 (Beam1, Beam3) は付加された二次元偏向器 (AOD Module1, AOD Module2) により、スピナーに入射するビーム角度をスピナーの回転と同期して制御することで走査線の湾曲を補正している。

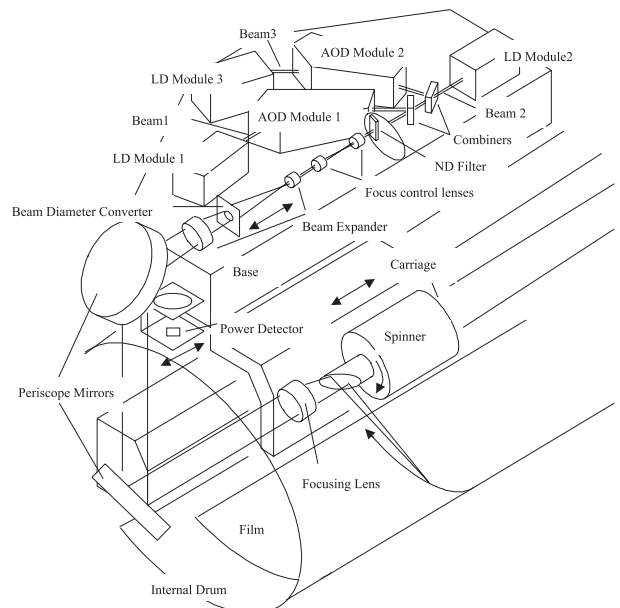


Fig. 3 Multi-beam optics of Luxel F-9000.

また、光学構成部材の温度変化、経時などに起因して発生する各ビーム間の相対的な位置ずれに関しては、露光面と共役な位置にビーム位置検出器を設け、位置ずれを自動的に検出し補正する機構を備えている。

なお、Luxel F-9000では、レーザーモジュールおよび二次元偏向器は、光学定盤上に配置した位置決めピンに突き当てて取り付ければよいように設計しているため、1ビームから2ビームあるいは3ビームへのアップグレードは市場にて容易に行なうことができる。

3.2 ビーム偏向デバイス

本マルチビーム露光技術において、最も重要なデバイスはスピナーに入射するビームの位置を制御するためのビーム偏向デバイスである。印刷分野のレコーダでは最大解像度は3657dpiにも達し、隣り合うビームの間隔は6.94 μm となる。ビームのピッチのずれは画像ムラとなって視認されてしまうため、ビームのピッチをサブミクロンの精度で制御できるデバイスが必要となる。

この高精度な偏向の要求仕様を満足するデバイスとして、AOD(Acousto-Optic Deflector：音響光学偏向器)、ガルバノミラー、 piezoミラー偏向器、などの候補が挙げられた。応答特性、温度や経時でのドリフト、偏向量、光利用効率、コストなどについて詳細に評価した結果、Luxel F-9000では光透過効率に若干の難があるもののAODを採用した。piezoミラー偏向器はヒステリシスの問題から応答特性の線形からのずれが大きいことと、温度によるドリフトが大きいという問題があり、また、ガルバノミラーに関しては周波数応答が十分でないことが不採用理由である。

しかしながら、デバイスおよびその周辺の技術開発により、上記の問題点は解決される可能性があり、また、感光材料の特性や形成する画像の記録解像度や種類によりピッチずれの要求仕様は異なることから、システムによって最適な偏向デバイスは異なってくると考える。実際、プレートセッタであるLuxel P-9600では、EOD(Electro-Optic Deflector：電気光学偏向器)を採用している。

3.3 AODの回折効率向上

AOデバイスは、Fig. 4に示すように、高周波信号で駆動された振動子により結晶中に超音波を伝搬させて周期的な屈折率変化を生じさせ、すなわち、回折格子を形成し、これにより入射光を回折させるというものである。1次回折光の強度(回折効率)は超音波の強度、すなわち高周波信号の強度に依存し、また、回折角度は高周波信号の周波数に比例するという特性を持つ。

高周波信号の周波数を変調し回折角度を制御可能とした素子がAODである。なお、Fig. 4で回折効率が最大となる時の θ をブラッグ角と呼んでいるが、この角度の正確な調整が高い回折効率を得るためのポイントである。

本マルチビーム露光技術においては、ビームを二次元

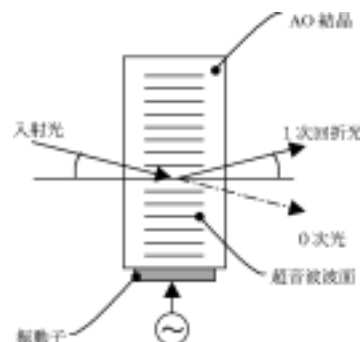


Fig. 4 Beam deflection by AOD.

的に偏向する必要があるが、偏向デバイスとしてAODを使用する場合、基本的にAODは一次元の偏向機能しか持たないので、AODを2個タンデムに並べ、それぞれを異なる方向に偏向させることになる。

Fig. 5に今回開発した二次元レーザービーム偏向器の模式図を示すが、従来は、図中のブラッグ角方向の角度 b を最適化するのみであった。このときAOD 1個の回折効率は、Fig. 6内で改善前として示す様に60%程度であった。従って、2個のAODを使用する二次元レーザービーム偏向器の場合には、光利用効率はせいぜい40%程度になってしまい、回折効率の向上が大きな課題であった。

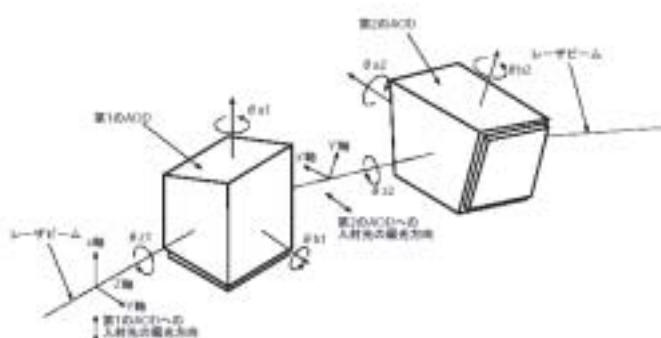


Fig. 5 Two dimensional deflection by AODs.

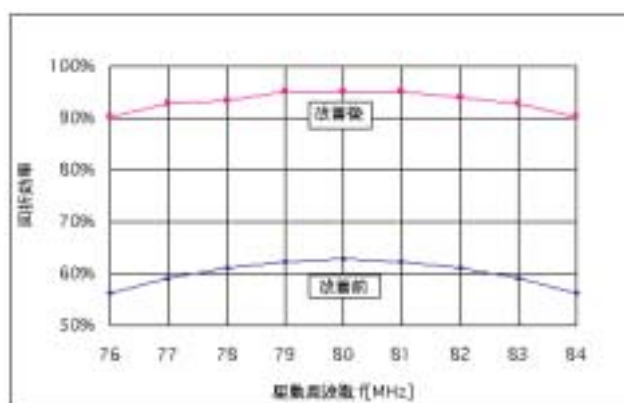


Fig. 6 Improvement of AOD efficiency.

解析の結果、Fig. 5の b で示すブラッグ角方向の角度調整に加えて、図中 a で示すあおり方向の角度、および、 z で示す入射光軸回りの角度(入射光の偏光方向に対する角度)を最適化することにより、回折効率を大

幅に向上できることを見出した。Fig. 6に改善後のデータを併せて示したが、改善後の回折効率は90%程度であり、従来に対して約1.5倍の効率向上を実現した。

3.4 二次元レーザービーム偏向器

Fig. 7に今回開発した二次元偏向器の外観を、Table 2にその主要性能を示す。二次元レーザービーム偏向器では2個のAODをタンデムに並べるが、それぞれのAODについて、前述した各角度の最適条件を維持させて、高い回折効率を持つ二次元レーザービーム偏向器を実現した。なお、従来の使用形態であれば、2個の偏向角度を直交させることができ、二次元ビーム偏向の制御は容易である。これに対して、本方式では前述の通りzの調整も行っているため、2つの偏向方向の交差角は90度から若干ずれたものとなっているが、二次元上任意の方向への偏向は可能であり問題はない。

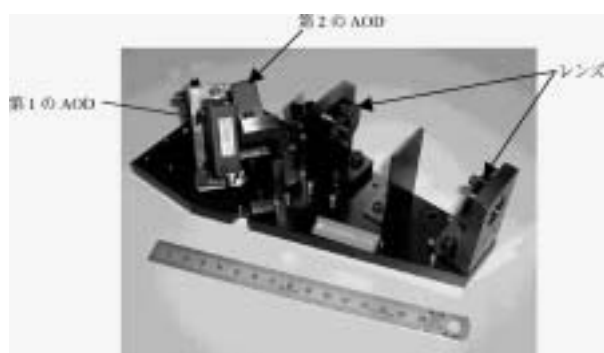


Fig. 7 Two dimensional deflector module.

Table 2 Specification of the Two Dimensional Deflector.

項目	性能	備考
波長	635nm	
入射ビーム径	1.0mm	
楕円率	<10%	
偏向量	>100 μm	2次元XY各方向
偏向分解能	<0.1 μm	
光利用効率	>60%	回折効率、透過率を含む

注) 偏向量、分解能は露光面ビーム位置に換算した値である。

3.5 レーザービーム位置制御

Fig. 8にビーム位置検出系の構成図を、Fig. 9に制御ブロック図を示す。3本の露光ビームを合波した後、露光量を調整するために配置されたNDフィルターの反射光を、レンズにて二次元ビーム位置検出センサ上に集光している。すなわち、ビーム位置検出センサは、露光面と共役な位置に置かれているが、露光面に対して光学的に拡大されているため、高精度の誤差検出が可能となる。ビームの位置検出誤差は、光学系内の空気ゆらぎ、装置内のモータやポンプなどが発生する振動や装置外からの振動、電気ノイズなどの影響を小さくすることで、位置検出器上で1μm以下に押さえることができ、露光面に換算した位置検出分解能として0.1μm以下を達成している。

ビーム位置補正(Beam Coincidence)は、毎露光前にFig. 10に示すシーケンスで実施され、温度変化や経時変

化があったとしても、二次元偏向器が挿入されている二本のビーム(Beam1, Beam3)を基準ビーム(Beam2)に合致させることにより、ビーム間の相対位置ずれが発生しないようにしている。

なお、ビーム間隔に相当する偏向振幅、主走査方向のビーム相対位置に相当する偏向位相は、標準パラメータをメモリに記憶しているが、AODのばらつき、光学系のレンズ焦点距離のばらつき、ビーム形状の不均一性などにより、わずかなずれが発生する。このわずかなずれを補正するために、各解像度ごとの補正值を装置固有パラメータとしてメモリに記憶し、これらのパラメータをもとに、偏向テーブルを作成することで、スピナーに同期した高精度な偏向制御を実現している。

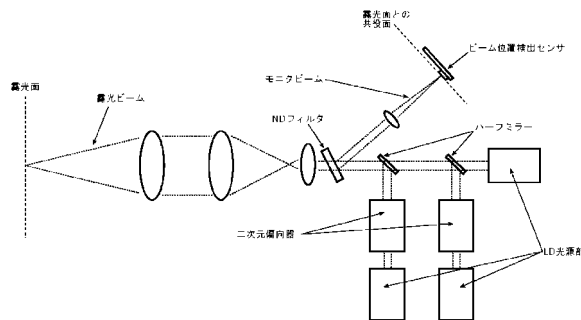


Fig. 8 Beam position detector system.

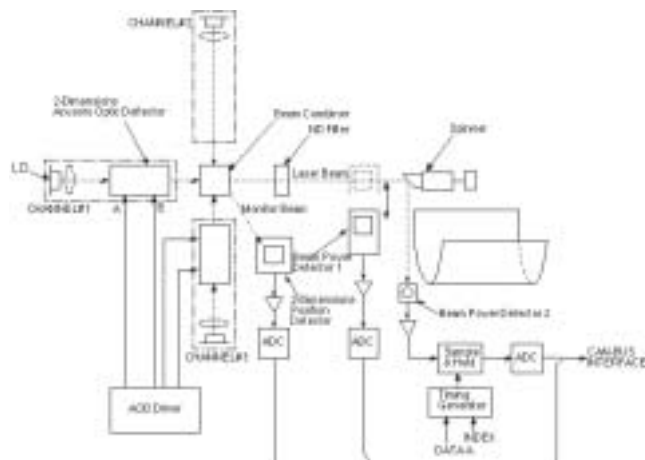


Fig. 9 Multi-beam control system block diagram.

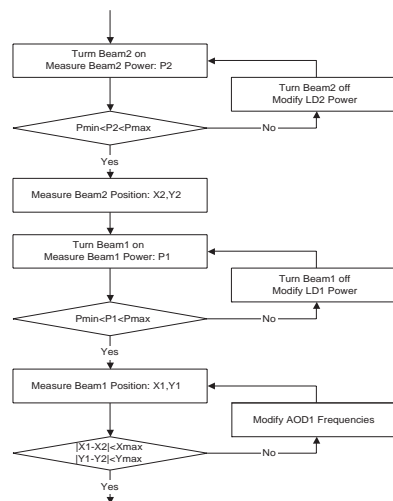


Fig. 10 Beam coincidence procedure.

3.6 AOD 制御系

Fig. 11 に AOD 駆動信号制御ブロック図を示す。AOD の駆動信号はスピナーの回転数である 30000rpm に同期し、中心周波数 80MHz に対して数 MHz の帯域を高速に周波数変調する必要がある。また、同時にレーザービームの露光面での 0.1 μ m 以下の位置制御分解を得るため、10KHz 以下の周波数制御分解能が要求される。

開発した AOD 駆動信号制御系は、信号発生源として高速周波数変調の必要性から VCO (電圧制御発振器) の直接制御方式とし、その場合に問題となる発振周波数の安定性に関しては、発振器の安定度を最適化することで短時間の周波数安定度を確保し、別途設けた周波数モニタ系と VCO 発振特性補正系とを組み合わせ、所定の周期で自己キャリブレーションすることで長期的な安定度を確保する構成としている。

また、光学部材の温度によるずれ、経時によるずれに関しては、3.5 項で記したように位置検出センサから導き出された補正値を AOD 駆動信号の周波数変調データに加味することで補正している。Table 3 に開発した AOD 駆動信号系の主要性能を示す。

Table 3 Specification for AOD Control Signal.

項目	性能
出力周波数	>80 \pm 10MHz
周波数制御分解能	<10KHz
最大出力レベル	>0.5W
出力レベルフラットネス	1dB/80 \pm 10MHz

4. まとめ

スピナーの回転数が露光速度の限界となっていた印刷分野のインターナルドラムレコーダにおいて、その露光速度を現状の 2 倍、3 倍に飛躍的に高めるマルチビーム露光技術を開発した。本技術はイメージセッタ Luxel F-9000 に搭載され、世界最高速レベルの生産性を達成し、またインターナルドラムレコーダのマルチビーム露光で問題となる走査線の湾曲に関しては、ビームをサブミクロンのオーダで高精度、かつスピナーに同期させて高速に二次元に位置補正する技術を開発することで克服し、高画質を維持することができた。Fig. 12 に従来機の露光速度と、本マルチビーム露光技術を搭載した Luxel F-9000 の露光速度を示す。Fig. 12 から明らかなように、同方式のインターナルドラム方式で約 2.5 倍、異なる方式のエクスターナルドラム方式と比較しても約 1.5 倍の高速な露光速度を実現している。

また、インターナルドラムタイプのフォトポリマープレートセッタ Luxel P-9600 にも本技術が応用され、時間あたり 27 版という生産性で世界最高速レベルの超高速化を実現している。さらに本技術は、近年の Violet LD の実用化により、さらなる適用範囲の拡大が期待されるものである。

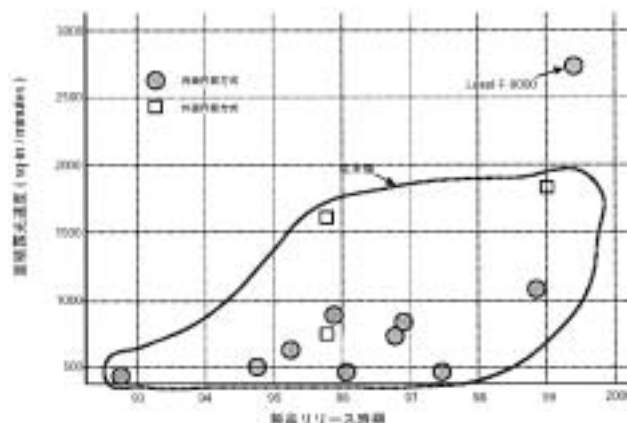


Fig. 12 Trend in the imaging speed of recorders in the prepress market.

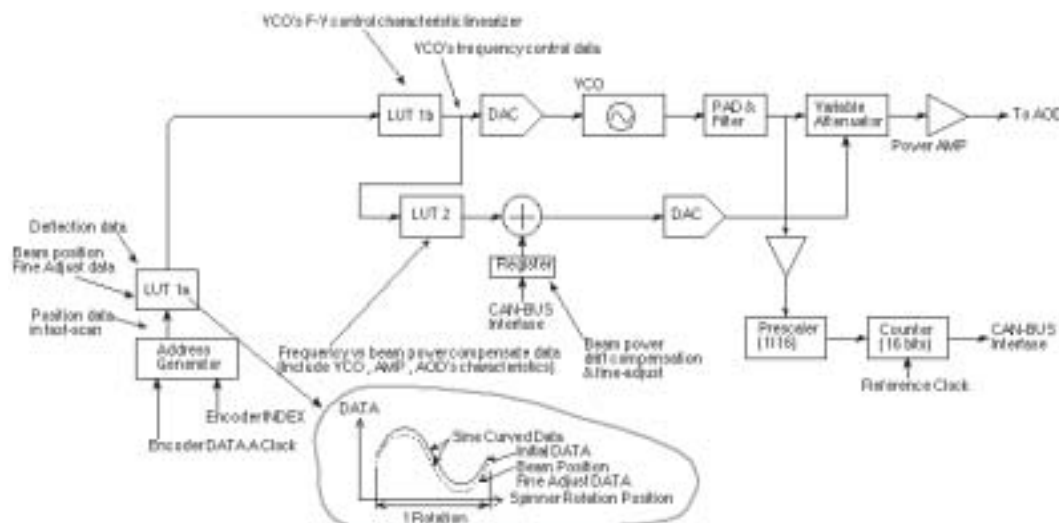


Fig. 11 AOD control signal block diagram.

参考文献

- 1) 藤井ほか. インターナルドラム方式レコーダにおけるマルチビーム露光技術の開発. 平成13年度日本印刷学会 第106回春期研究発表会講演予稿集. 129-132.
- 2) (社)日本印刷学会技術賞受賞. インターナルドラム方式レコーダにおけるマルチビーム露光技術の開発. 印刷雑誌. 84 (5), 45 (2001).
- 3) 品田. 円筒内面走査型画像記録装置. 特開平8-130612, USP5502709 など.
- 4) 山下, 角. 光偏向器および光ビーム走査装置. 特開平10-133239, USP5907428 など.

(本報告中にある“Luxel”は富士写真フイルム(株)の商標です。)

130nm ノード用 KrF エキシマレジスト「GKR シリーズ」の開発

河邊 保雅*, 丹 史郎*, 漢那 慎一*, 児玉 邦彦*,
藤森 亨*, 西山 文之*, 百田 淳*, 山中 司*

Development of “GKR Series”, KrF Excimer Resists for 130nm Node

Yasumasa KAWABE*, Shiro TAN*, Shinichi KANNA*,
Kunihiko KODAMA*, Toru FUJIMORI*, Fumiyuki NISHIYAMA*,
Makoto MOMOTA*, and Tsukasa YAMANAKA*

Abstract

We have developed KrF-excimer resists named “GKR Series” targeting the 130nm-node lithography. The imaging performance and dry-etching resistance of the resist made with a “bulky acetal”-functionalized polymer were superior to those made with acetal polymers or “ESCAP” polymers having been used conventionally in other resists. In this paper, we will describe this polymer technology and features of the new resist.

1. はじめに

半導体デバイス製造における KrF エキシマリソグラフィは 250nm ノードから始まり, 現在 130nm ノードへの適用が検討されている。

これはデバイスの集積度で言うと, 1 ギガビットの DRAM に相当する。つい一年程前までは, 130nm ノードでは ArF エキシマリソグラフィが主流になると見られていた。しかし, 昨今における KrF 露光技術, マスク技術などの長足の進歩によって, 130nm ノードの露光技術は KrF が既定路線となった。KrF エキシマリソグラフィでは化学増幅型ポジレジストが用いられているが, このレジスト材料の進歩もまた微細化を担う重要な要素の一つである。とりわけ, 露光波長 (248nm) の約半分の寸法を加工する 130nm ノードでは, 従来にない高性能なレジスト材料が要求された。本報告では, この 130nm ノードに向け開発した KrF エキシマレジスト「GKR シリーズ」の技術内容とその特長について述べる。

2. 化学増幅型ポジレジストの構成成分

これまで KrF エキシマレジストには, 2 成分系化学増幅型ポジレジストが主に使用されてきた。2 成分系化学増幅レジストは, 酸分解性ポリマーと光酸発生剤により

構成される。酸分解性ポリマーは, ポリ(p-ヒドロキシ)スチレンを幹ポリマーに用いた, いわゆる“エチルアセタール系”ポリマー(ポリ(p-1-エトキシエトキシスチレン系))と t-ブチルアクリレートとを共重合した“ESCAP 系”ポリマーが一般的に用いられてきた (Fig. 1)。いずれもポリマーの水酸基, あるいはカルボン酸基の一部を他の基で保護して, これをアルカリ不溶性にしたものである。これらの保護基は触媒量の酸の存在下で素早く分解し, そのポリマーをアルカリ可溶性に変える。露光部で選択的に酸を発生させることにより脱保護反応が誘起され, 最終的にそこがアルカリ可溶性に変わって画像が形成される。酸発生剤としては, トリフェニルスルホニウム塩などのオニウム塩などがよく用いられる。

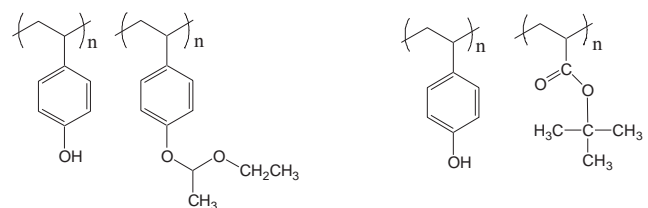


Fig. 1 (a) “Ethyl-acetal” polymer. Fig. 1 (b) “ESCAP” polymer.

3. 「GKR シリーズ」の技術と特長

「GKR シリーズ」は 2 成分系化学増幅型レジストであり, 新規なアセタールポリマー, “バルキアセタール”をそのキー技術に用いて開発された。130nm ノードのリソグラフィを可能にする高い解像力に加え, 高いドライエッチング耐性, 線幅の面内均一性, 良好なラインエッジラフネスや画像の粗密依存性といった特長を有する。以下, これらを詳述する。

本誌投稿論文 (受理 2001 年 10 月 26 日)

* 富士写真フイルム (株) 吉田南工場研究部
〒 421-0396 静岡県榛原郡吉田町川尻 4000

* Research Dept., Yoshida-Minami Factory
Fuji Photo Film Co., Ltd.
Haibara-gun, Shizuoka 421-0396, Japan

3.1 新規なアセタールポリマー開発

レジストの基本性能として最も重要なものは言うまでもなく解像力である。高解像力を得るにはレジストの溶解コントラストを高めれば良いことがよく知られている。レジストの溶解コントラストを高めるにはポリマーの保護率を上げれば良いが、そうすると現像欠陥や孤立ラインパターンの画像性能劣化という問題が生じる。エチルアセタール系ポリマーでは、保護率を高めなければ十分な溶解コントラストが得られない。われわれはアセタール系ポリマーの特長を生かしたまま上記欠点を克服するためのポリマー設計を検討し、“バルキーアセタール”技術に到達した。バルキーアセタールポリマーは低保護であっても高い溶解コントラストが得られるように、保護基の体積を大きくすることにより (Fig. 2)¹⁾⁻⁽⁴⁾高保護と同じ効果を実現した (Fig. 3) ことが特長である。

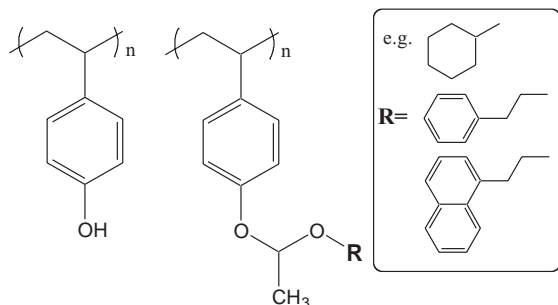


Fig. 2 New “bulky acetal polymers”.

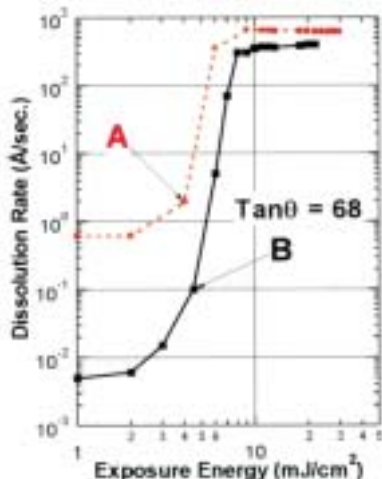


Fig. 3 Example of the dissolution contrast curve for a bulky acetal-based resist.
(A : Ethyl acetal-based resist, B : Bulky acetal-based resist)

3.2 ドライエッチング耐性

バルキーアセタールポリマーは、高いドライエッチング耐性をもたらすという特長も有する。従来型の酸分解ポリマーより高いガラス転移温度を有し、さらにその構造上、炭素密度を高めることができるためである。Fig. 4は、2種のバルキーアセタールポリマーとエチルアセタールポリマー、2種の ESCAP ポリマーを用いた各レジストの相対ドライエッチング速度を、i線レジストを

基準として比較したものである。バルキーアセタールポリマーは他のポリマー系に比較してドライエッチング耐性が優れていることがわかる。従来、アセタール系のレジストはドライエッチング耐性が一つの弱点であると言われてきたが、バルキーアセタールはこれを覆すものである。

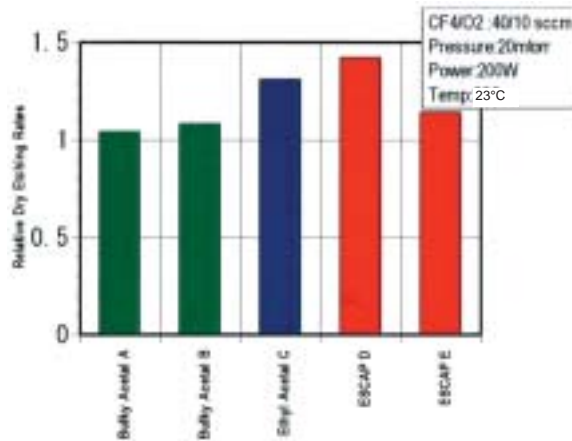


Fig. 4 Improved dry-etching resistance of bulky acetal polymers.

3.3 線幅の面内均一性

Fig. 5はNAが0.73のスクャナーを使って、8インチウエファー上に形成した120nmのライン&スペースパターンの線幅均一性を調べたものである。バルキーアセタールをベースとしたレジスト「GKR-5211A」は、線幅の面内均一性が良好で、ばらつきの3σがわずかに4.6nmである。これに対し、ESCAP系のレジストでは約14nmで、特にウエファー周辺部で線幅が太くなる傾向が見られる。このような差は、露光後に脱保護反応を進行させるために行うベーク工程の温度バラツキによってもたらされたものと思われる。ESCAP系はアセタール系に比して脱保護反応の活性化エネルギーが高いため、ベーク温度への依存性が大きくなるが、ホットプレートの温度分布のバラツキは完全にゼロにはできないためである。130nmノードでは、このようにプロセスの僅かな変動要素に対しても、結果が大きな影響を受けないような材料設計が求められる。

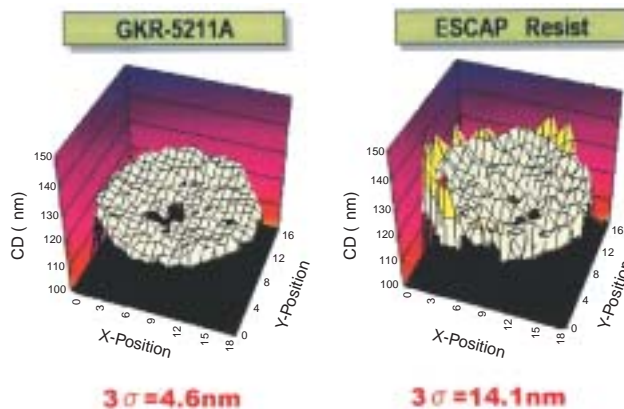


Fig. 5 120nm L&S CD uniformity on 8 inch wafer.

3.4 ラインエッジラフネス

130nm ゲート工用のレジストには、プロセスマージンを拡大する⁵⁾ために、薄膜レジストが一般的に用いられる。ところが、レジスト薄膜化に伴いラインエッジラフネス(LER)が増大する⁶⁾。LERを低減するには、クエンチャー濃度を高める⁷⁾、溶解インヒビターを添加する⁸⁾、アンモニウム塩を添加する⁹⁾、解像力を高める¹⁰⁾などの技術がこれまで報告されている。われわれは LERを低減するためのレジスト処方設計指針探索⁴⁾を行なったところ、解像力を高めること、ポリマーの分散度を下げること、ポリマーのアルカリ溶解速度をコントロールすること、光酸発生剤の酸拡散長をコントロールすることなどが有効であることがわかった。これらの知見に基づき、GKRシリーズではパターンエッジ変動の3 値でわずか5nm という LERを実現した(Fig. 6, 7)。

	Experimental Resist A	Experimental Resist B
LER	8.2nm (3 σ)	4.9nm (3 σ)
Polymer	Mw/Mn3.4 Mw10000	<i>Mw/Mn1.2</i> <i>Mw 12,000</i>
PAG Loading	2%	<i>4%</i>

Fig. 6 Result of LER improvement.

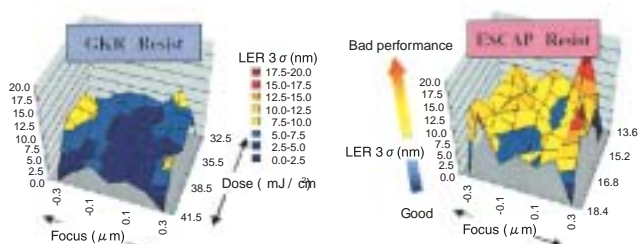


Fig. 7 Line edge roughness of L&S patterns.

3.5 疎密依存性

パターンの疎密依存性(ピッチ依存性および Iso/Dense Bias)は主に光学要因(NA, , ターゲットサイズ)により生じ、レジスト薄膜化は疎密依存性の改良にも有効である(Fig. 7)⁵⁾。

150nm ノード以降のリソグラフィでは、変形照明などの超解像露光法の適用が一般的である。しかし、この方法を適用すると、パターンの粗密依存性がより大きな問題になる。すなわち、このような露光法により密パターンの DOFは大幅に拡大できるものの、孤立パターンの DOFはむしろ劣化してしまう。このため、特に不規則な回路パターンの多いロジック系デバイスの用途では、孤立ラインでの特性がリソグラフィ性能のボトルネック

になる場合が多い。孤立ライン性能を良くするには溶解コントラストを小さくすればよいが、そうすると密パターンの解像力と LERが悪化する。これらを両立するのは容易ではないが、最適なレジスト素材設計によって、ある程度、この問題を緩和できた。以下、その設計技術の考え方について述べる。

ポリマー設計としてはまず、孤立ラインや Semi-dense ラインに合せて溶解特性を最適化することが重要である。これは、たとえば、保護率の調整や酸で分解しないような成分を導入して行う(Fig. 8)。また、発生酸の拡散長を抑制すると Iso/Dense Biasが改善できる⁴⁾。これには、発生酸のサイズを大きくしマトリックス中で動きにくくすること、また、レジストマトリックスのフリーボリュームを小さくしたり、ポリマーの剛性を高めることが有効である。

また、バッキング温度などのリソグラフィプロセスも疎密依存性に大きく影響を及ぼすため、プロセス条件の最適化が重要である。

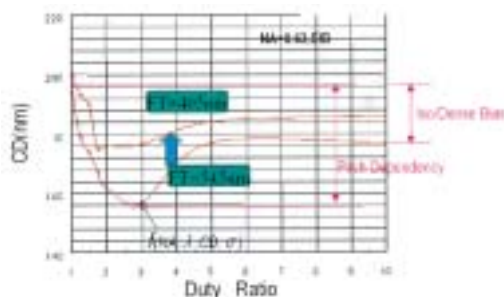


Fig. 8 Example of the resist technology to overcome the optical proximity effect.

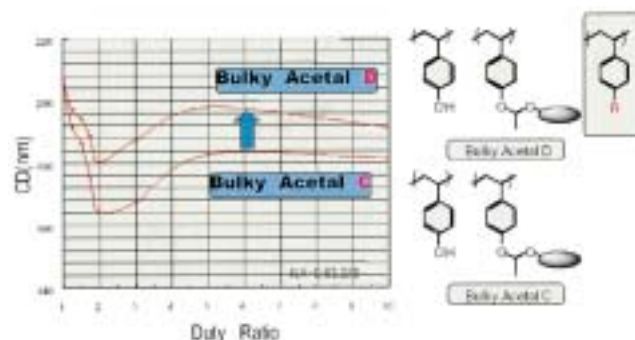


Fig. 9 Example of pitch-dependency improvement by resist composition.

3.6 GKR シリーズの画像性能

130nm ノード用 KrF レジストの性能例を以下に示す(Fig. 10)。GKR-5113は Line & Space パターン用として開発したレジストであり、露光条件 NA=0.73, 2/3 輪帯照明で 120nm の Line & Space パターンで 0.60 μm 以上のフォーカスマージンが確保できる。



Fig. 10 DOF of GKR-5113 for 120nm Line & Space.

4. まとめ

われわれは新規なバルキーアセタールポリマーを適用したKrFエキシマレジスト「GKRシリーズ」を開発した。「GKRシリーズ」は、従来のアセタールポリマーの特長を生かしたまま、欠点とされていたドライエッチング耐性を大幅に改良した点が特長である。

「GKRシリーズ」は、また、ラインエッジラフネスや疎密依存性にも優れ、130nmノードKrFエキシマレジスト用として十分な高い解像力を実現した。この「GKRシリーズ」は、電子線レジストへの応用など、今後、幅広い活用が期待される。

参考文献

- 1) E. Kawamura et al. 130nm KrF Lithography for DRAM Production with 0.68-NA Scanner. Proc. SPIE. 400, 927 (2000).
- 2) S. Malik et al. Recent Advances in Acetal-Based DUV Resists. J. Photopolym. Sci. Tech. 12 (4), 591 (1999).
- 3) T. Fujimori et al. Structural design of a new class of acetal polymer for DUV resists. Proc. SPIE. 3999, 579 (2000).
- 4) 河邊. 130nmノード用KrFレジストの現況報告. Fujifilm Olin Technical Seminar (2000).
- 5) 池田ら. Electronic J. 13th Technical Symp. 98.
- 6) M. Watanabe et al. J. Photopolym. Sci. Tech. 12 (4), 643 (1999).
- 7) E. Shiobara et al. Proc. SPIE. 3333, 313 (1998).
- 8) T. Azuma et al. J. Vac. Sci. Technol. B. 15 (6), 2434 (1997).
- 9) S. Masuda et al. Proc. SPIE. 3999, 252 (2000).
- 10) T. Azuma et al. Proc. SPIE. 3999, 264 (2000).

SPM による高分子材料の微小部熱分析

金山 修二*

Micro Thermal Analysis of Polymer Materials Using Scanning Probe Microscopy

Shuuji KANAYAMA*

Abstract

Most of the conventional thermal analytical methods such as DSC and TMA encounter difficulties in the analysis of electronic materials under the ever-intensified trend of miniaturization and thinning. To overcome such difficulties, a micro thermal analysis is proposed that is an application of the Scanning Probe Microscopy technique. Local thermal analyses of polymer materials used in thermal-sensitive papers and photo-polymers were tried using the micro thermal analysis. As is shown in the paper, the usefulness of the method has been proved in the local and minute thermal analyses of polymer thin films.

1. はじめに

熱流束測定 (DSC), 熱機械測定 (TMA) に代表される熱分析法は, 素材や工業材料の物理特性, 力学特性, 熱特性を明らかにする上で欠かせない手法であり広く利用されているが, 電子材料に代表されるようなサンプルの微細化, 薄膜化が急速に進展し, 従来の熱分析手法では解析が困難になってきている。近年になって, nm オーダーの分解能を持つ表面形状解析手法である原子間力顕微鏡 (AFM) の原理を応用して, 力学特性, 熱特性を解析する試みが多方面でなされてきている。

今回, これらの中のひとつであるサーマルプローブを用いたマイクロ熱分析法を利用して, これを種々の系に適用し高分子の微小部熱分析の可能性を検討した。その結果, 本手法により従来不可能であった高分子材料薄膜および局所, 微小部の熱分析が可能となったことを, 実験結果とともに報告する。

2. マイクロ熱分析法について

今回報告するマイクロ熱分析法はコンタクトモード AFM を応用したものであり, AFM プローブ (探針) の代わりにサーマルプローブを使用する。サーマルプローブは銀の鞘を持つ直径 10 μm の白金 - ロジウム抵抗体 (抵抗値 2 ~ 3 Wollaston Wire) を V 字型に折り曲げたものであり, これが加熱ヒーター兼温度センサーと

して機能する。Fig. 1 にサーマルプローブの模式図を示す。このプローブをサンプル表面に押し当て, 制御しながら昇温加熱を行い, そのときの熱流束, プローブの変位を計測することにより, 微小部の熱流束測定 (DTA), 針入特性 (TMA) を, また, プローブ温度を一定に保つように制御しつつ XY スキャンすることにより, 熱伝導率のマッピングを得る。このように, マイクロ熱分析法はサンプルの表面形状, 熱伝導率マッピング, 局所 TMA, 局所 DTA 測定を行うことができる。

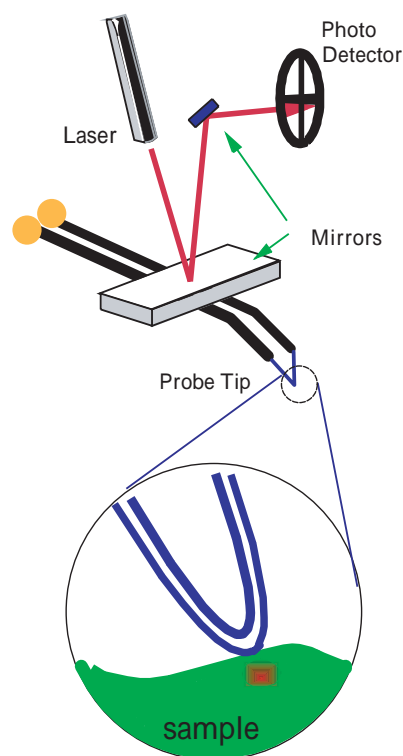


Fig. 1 Schematic representation of the thermal probe.

本誌投稿論文 (受理 2001 年 9 月 19 日)

* 富士写真フイルム (株) 富士宮研究所
〒418-8666 静岡県富士宮市中大里 200

* Fujinomiya Research Laboratories
Fuji Photo Film Co., Ltd.
Oonakazato, Fujinomiya, Shizuoka 418-8666, Japan

プローブ先端のZ変位はAFMで一般的に用いられる光てこ方式により求められ、nmオーダーの高さ分解能を有する。XYスキャンは100 μm^2 軸ピエゾスキャナで行う。本プローブでの空間分解能(XY分解能)は、Wollaston Wireの直径および曲率で決まり、サンプル表面の形状にもよるが、サブ μm 程度である。プローブ先端温度は融点が既知のサンプル、たとえば、ポリスチレン、ナイロン、ポリエチレンなどで校正が行われ、最小自乗法により抵抗値・温度換算から求められる。Fig. 2に抵抗値とポリエチレン(PE)、ポリエチレンテレフタレート(PET)の T_m および室温から得た温度・プローブ抵抗の関係を示す。温度・チップ抵抗の間にはほぼ直線関係が得られる。この傾きはプローブごとに異なるため、プローブを交換するごとに再校正を行う。

測定温度範囲は標準で室温から500 $^{\circ}\text{C}$ であるが、冷却ステージを用いることにより-60 $^{\circ}\text{C}$ からの測定も可能である。

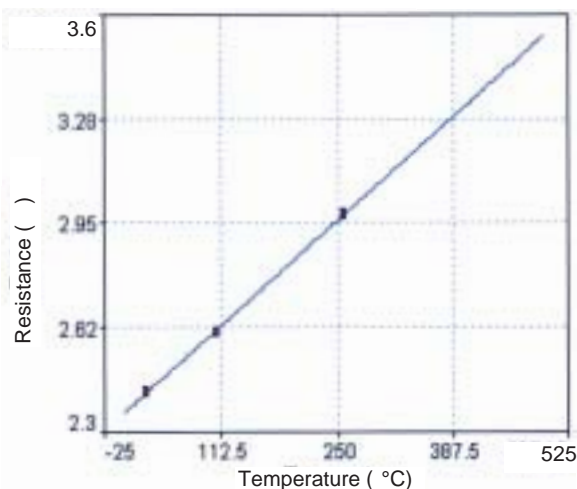


Fig. 2 Temperature calibration based on polymer melting.
110 $^{\circ}\text{C}$: PE, 260 $^{\circ}\text{C}$: PET, 25 $^{\circ}\text{C}$: room temperature.

昇温速度はプローブの熱容量が非常に小さいため、標準測定条件で300 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$. (5 $^{\circ}\text{C}/\text{sec}$.), 最大1500 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$. (25 $^{\circ}\text{C}/\text{sec}$.)と高速加熱測定が可能である。これにより、従来の手法では測定中に熱硬化が生じてしまうような系でも測定が可能となる。また、サンプル全体を加熱する従来の方式に比べ、対流の影響を受けにくい、温度ドリフトの影響が小さい、さらに、表面のみの加熱であるので表面近傍の熱特性変化が増幅される、言い換えれば下層の影響をほとんど受けずに測定ができるなどの利点を有する。

本原理はM.Reading, A.Hammicheらにより1996年開発され、1998年TA Instrumentsより上市された。

以下、筆者が本装置を用いて行った熱伝導率マッピング、マイクロTMA、マイクロDTAの高分子材料、工業材料への適用例、解析事例について紹介する。

3. 適用例

3.1 熱伝導率マッピング

はじめに、微小部熱特性解析手法の一つとして、熱伝

導率測定についての適用例を示す。

一般的に熱伝導率測定は、レーザーフラッシュ法、交流加熱法などが用いられるが、どちらも微小領域の測定に関しては、適用が困難である。それに対して、マイクロ熱分析法では、 μm オーダー領域の熱伝導率測定が可能であり、従来困難であった熱伝導率の局所およびマッピング解析が可能となる。測定原理はチップ抵抗値が常に一定になるように、すなわち温度が一定になるようにフィードバック電流を加え表面をXYスキャンし、このフィードバック電流値を取り込み、熱伝導率像に相当する画像を得る。この手法は熱伝導率測定DC法と呼ばれる。一方、チップに数KHzから数100KHzの温度変調(2~10 $^{\circ}\text{C}$)を加え、一定温度振幅を保つのに必要な変調電圧をマッピングすることも可能である。これはAC法と呼ばれる。AC法は熱拡散長の原理により、深さ方向の熱伝導率マッピングが可能と思われるが、今回検討不十分であるため、この点に関しては割愛する。

Fig. 3にAC法による各種サンプルでの変調電圧と熱伝導率(文献値)の関係を示す。広い熱伝導率範囲にわたって変調電圧値と熱伝導率の対数は良い相関が得られることがわかる。これを検量線として熱伝導率の絶対値を見積もることができる。

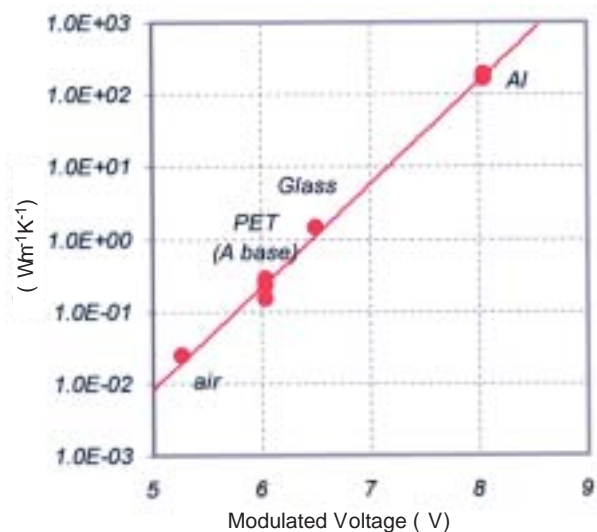


Fig. 3 Thermal conductivity (reference value) as a function of modulated voltage (AC method).

3.1.1 TAペーパー下塗り層(1 μm 厚)の熱伝導率測定

熱伝導率測定例としてTAペーパー(Thermo-Autochrome Paper)下塗り層について検討した。TAペーパーなどの感熱材料支持体の熱伝導率特性は、熱感度に直接影響を与える重要な物性である。従来の熱伝導率方法では、支持体上の1 μm 厚薄膜下塗り層の熱伝導率を直接求めることは困難であるため、重ね塗り、厚塗りにより50 μm 程度のモデル膜を作製、これを支持体から剥離、黒化処理後レーザーフラッシュ法により測定を行っていた。この手法では、厚みの不均一さ、塗布乾燥でのバラツキ、実系との乾燥過程の乖離などにより正確な値を求めることが困難であった。Fig. 4にマイクロ熱

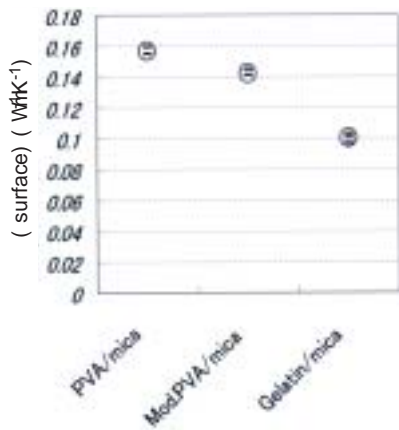


Fig. 4 Thermal conductivity of the sub-coating of TA paper.

分析法により測定した支持体(WP紙)上の異なる水溶性ポリマーを用いた1 μ m厚下塗り層(半製品)の熱伝導率を直接測定した結果を示す。熱伝導率の序列はポリビニルアルコール(PVA)/雲母 > 変性PVA/雲母 > ゼラチン/雲母であり、実際の熱感度特性(熱伝導率が高い下塗り層ほど低感度化)と良く一致した。このように、マイクロ熱分析法により高分子薄膜の熱伝導率を定量的に扱うことができることがわかった。

3.1.2 TAペーパー断面からの感材各層の熱伝導率マッピング

マイクロ熱分析法の高い面分解能を利用して、深さ方向の熱伝導率分布を断面から測定することを検討した。Fig. 5にTAペーパーの断面をウルトラマイクロトームで切削し、断面から測定したTAペーパー感材層の熱伝導率マッピングを示す。暗い部分は熱伝導率の低い領域、明るい部分は熱伝導率の高い領域を示す。一般的なAFMに比べXY分解能は低い、3 μ m程度の間隔層(Separation Layer)が識別できている。図より最下層のシアン発色層の熱伝導率が低いこと、中間層の熱伝導率が高いことなどが明瞭に観察され、発色層全体の熱特性を把握することができる。

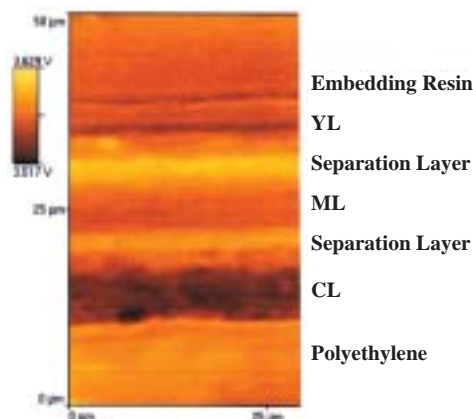


Fig. 5 Cross-sectional distribution of thermal conductivity of TA paper (AC method). The paper consists of, from top to bottom, protective layer (not detected), a yellow dye-forming layer (YL), a separation layer, a magenta dye-forming layer (ML), another separation layer, a cyan dye-forming layer (CL), a sub-coating layer (not detected) and a polyethylene-laminated base paper. Bright areas indicate high thermal conductivities, and dark areas low ones.

ただし、マイクロ熱分析法での熱伝導率測定は、他の熱伝導率測定手法と同様に、サンプルとチップの熱接触による影響を受けるため、チップの曲率半径以下の凹凸を持つサンプルに関しては測定、解釈には注意が必要である。

3.2 マイクロTMA(熱機械測定)

表面形状、熱伝導率マッピングを行い、マッピング画像の任意のポイントにプローブを移動し、一定荷重でサンプル表面にチップを押し当てる。その後、温度スキャンによるチップの変位を計測することにより、マイクロ領域の針入特性を高いZ分解能で評価することができる。Fig. 6にガラス基板上のポリスチレン(PS)/ポリメチルメタクリレート(PMMA)ブレンド膜(0.8 μ m厚)の凹凸像を、さらに、海部、島部の任意の場所をねらったマイクロTMA特性を示す(Fig. 7)。PS, PMMAのガラス転移温度の差が明瞭に検出されていることがわかり、さらにその再現性も高い。一成分膜の測定結果から、海部がPS、島部がPMMAであることがわかる。

実系への適用例として、ここでは表面からの解析、断面からの深さ方向の測定例として、光架橋ポリマーの架橋度解析、TAペーパー各層の軟化特性および保護層軟化特性、架橋度について検討した例について報告する。

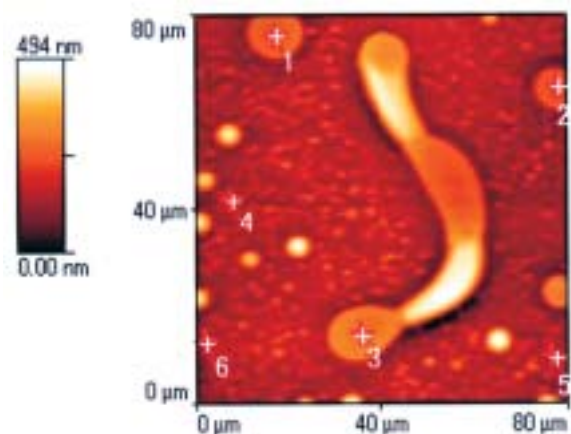


Fig. 6 PS/PMMA blend Film (thickness: μ m). Points 1, 2, and 3: domains (bright), 4, 5, and 6: matrix (dark).

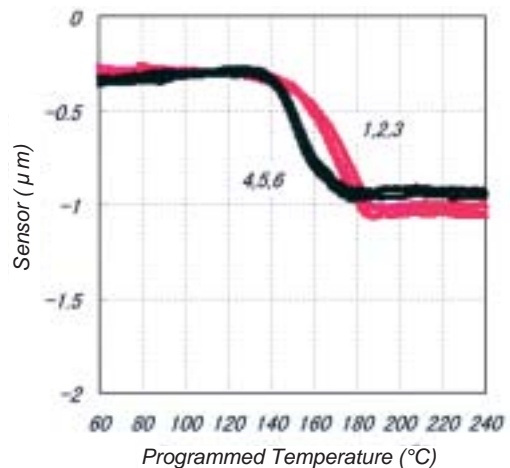


Fig. 7 Micro TMA of PS/PMMA blend Film (thickness: μ m). Points 1 to 6 correspond to those in Fig. 6.

3.2.1 光硬化ポリマー薄膜の軟化特性

表面からの解析例として、Fig. 8 にガラス基板上 $2\ \mu\text{m}$ 厚フォトポリマー色材膜の処方と、露光量、架橋度の関係をマイクロ熱分析法により解析した例を示す。3種の処方とも露光量 log に対して 220°C (ポストバーク温度に相当)での針入量は直線的に変化することがわかる。また、処方により硬さの露光量依存性(傾き)も異なることが明らかとなった。これは、処方による顔料/バインダー比、開始剤量の違いに起因すると考えられる。

一般的に、光架橋ポリマー薄膜の熱機械測定は、測定中の熱重合により測定が難しいが、今回得た結果のようにマイクロ熱分析法は高いZ分解能、および高速昇温により比較的容易に熱特性評価が可能である。

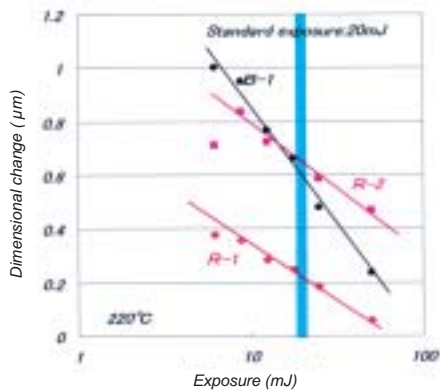


Fig. 8 Probe displacement at 220°C as a function of exposure energy to photo polymers.

3.2.2 光架橋ポリマーの厚み方向架橋分布

フォトポリマー材料の深さ方向の架橋密度分布は、その現像性、基板密着性、現像後のエッジ形状などを支配する重要な因子であるが、解析の困難さからこれまで解析がなされていなかった。今回、PETベース上の $40\ \mu\text{m}$ 厚ドライフォトレジスト膜を 80mJ で露光したサンプルを用い、これを凍結割断し断面から深さ方向にマイクロTMA測定を行った。結果を Fig. 9 に示す。

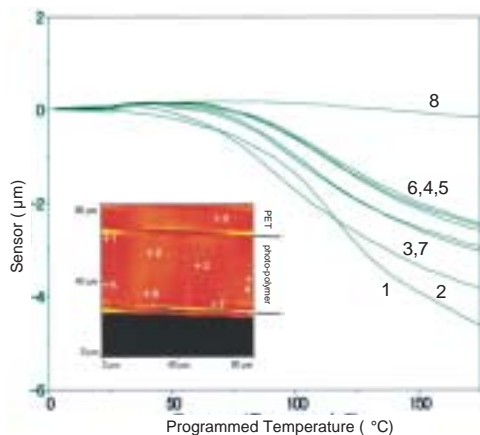


Fig. 9 Micro TMA of a dry photoresist film. Measured in the cross-section.

これら針入特性より、このサンプルは厚み方向に軟化特性分布が存在することが明らかになった。すなわち、表面からの深さにより架橋度が異なることが示唆され

た。針入曲線から求めた 150°C での針入量と露光表面からの深さの関係を Fig. 10 に示す。これより、レジスト膜の内部が最も架橋が進行していることがわかる。これは表面近傍側では酸素による重合阻害の影響、裏面側では開始剤光学濃度による露光エネルギーの低下により図のような架橋度分布が発生すると考えられる。

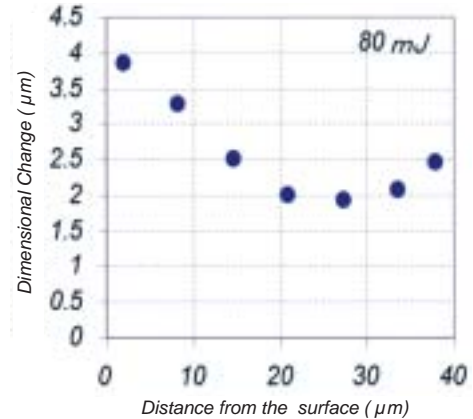


Fig. 10 Depth profile of dimensional change in the surface-exposed dry photoresist film.

3.2.3 TA ペーパー保護層の軟化特性

感熱紙保護層は、サーマルヘッドと直接接触することからその熱特性はヘッドとの摩擦、表面変形などに関わる重要な物性である。しかしながら、 $1\ \mu\text{m}$ 程度の厚みしか持たないこと、下層に柔らかい層が存在することから実系そのままの熱特性解析はこれまで困難であった。しかしながら、マイクロ熱分析法はZ分解能が高いこと、チップ先端のみを加熱することから下層の影響をほとんど受けず、保護層のみの熱特性が容易に得られることにより、本解析に特に威力を発揮すると予想される。

Fig. 11 に TA ペーパー保護層処方による印画障害(画像欠陥をもたらす保護層の傷)発生頻度とマイクロ熱分析法により求めた 200°C での針入量の関係を示す。両者の間には良い相関が見られ、故障発生頻度は膜の高温硬さが支配的であることが明らかになった。さらに、同じ硬さでも、顔料による疑似架橋と硬膜剤による化学的な架橋では、これら印画障害改良に対する効果が異なることが本手法によりわかってきた。

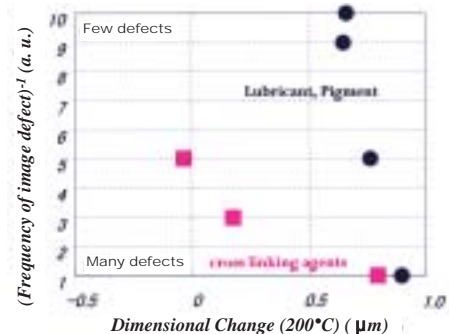


Fig. 11 Probe displacement at 200°C versus the image defect frequency of the protective layer. The defects result from damaging with thermal heads. Measured from the surface.

3.2.4 多層感熱紙(TAペーパー)断面からのマイクロ熱分析

断面からの測定例として, Fig. 5で測定したTAペーパー発色層の熱伝導率マッピングをもとに各層のマイクロTMA測定を行った結果を示す(Fig. 12)。発色層の軟化特性は,イエロー層(YL),マゼンタ層(ML),シアン層(CL)の序列で硬くなっており,中間層(Separation Layer)は200°Cまではほとんど変形しない特性を示した。これらの挙動は,それぞれの発色層に使用しているフェノール系増感剤が,ゼラチンバインダーを可塑化する度合いが異なっていることに起因すると考えられる。

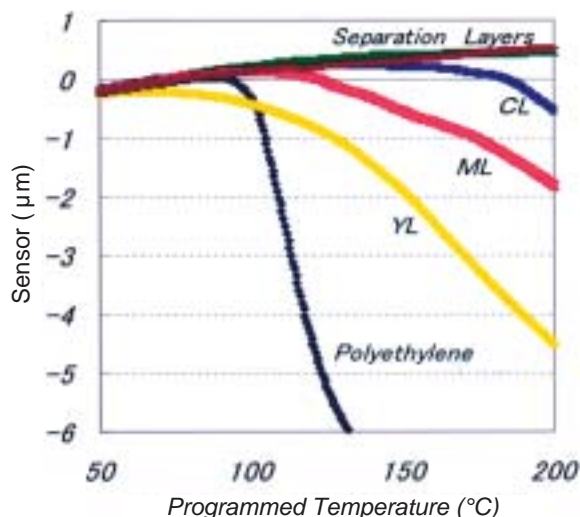


Fig. 12 Micro TMA curves of unit layers composing TA paper obtained at the cross-section (See Fig. 5) .

Fig. 13にモデル発色層(10~20μm厚,硬膜剤なし,単層)の動的粘弾性測定結果を比較データとして示す。各層の軟化挙動の序列は両者で対応が見られるが,モデル発色層のYL,MLは室温程度からすでに軟化する傾向が見られる。この差は,モデル膜は硬膜剤が入っていない(モデル膜では硬膜剤添加が困難なため)こと,および加える応力が異なる(マイクロ熱分析法は著しく小さい)ためと考えられる。

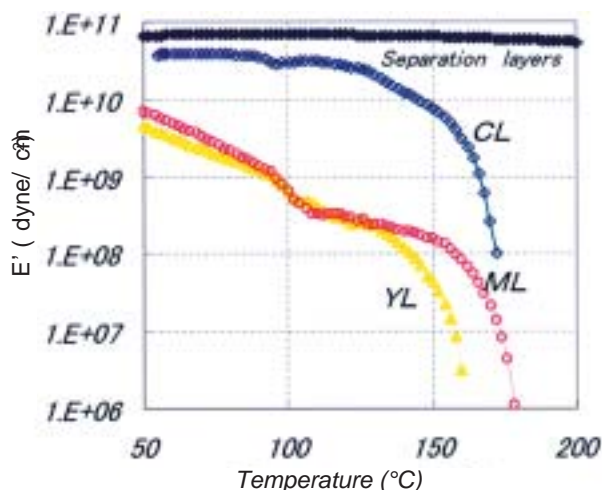


Fig. 13 Dynamic mechanical analysis of unit layers composing TA paper with use of monolayer model samples. Each sample was 10 to 20 μm thick and free of the cross-linking agent.

このようにマイクロTMA法は,商品形態そのままでの解析,深さ方向分析が可能であり,従来の熱測定法では不可能であった解析が可能である。このことはすなわち,塗布乾燥条件といった工程での差の解析にも適用可能であるといえよう。

3.3 マイクロDTA(熱流束測定)

最後に熱流束測定について述べる。2つのサーマルプローブのうち,1つをサンプル表面に,もう一つをリファレンスとして空气中に保ち,同時に昇温加熱し,その温度差を読みとることにより,サンプル表面近傍のDTA曲線が得られる。その適用例を次に示す。

3.3.1 ポリエチレンナフタレート(PEN)ベースの結晶融解特性

熱流束測定への適用例として,APSフィルムベースに使用されるポリエチレンナフタレート(PEN)ベースの延伸倍率による結晶融解挙動変化の解析を検討した例を示す。延伸ベースの結晶融解挙動は,その結晶状態,配向状態を反映しており,引き裂き強度など実性能を予測する上で重要な因子の一つである。

Fig. 14に,一方向に4.5倍延伸したベースをさらに垂直方向に1倍,1.5倍,2.5倍延伸し,180°Cでアニールした2軸延伸ベースの表面から600°C/min.の昇温速度でマイクロDTA測定を試み,PENベースの結晶融解挙動の比較を行った結果を示す(n=3)。

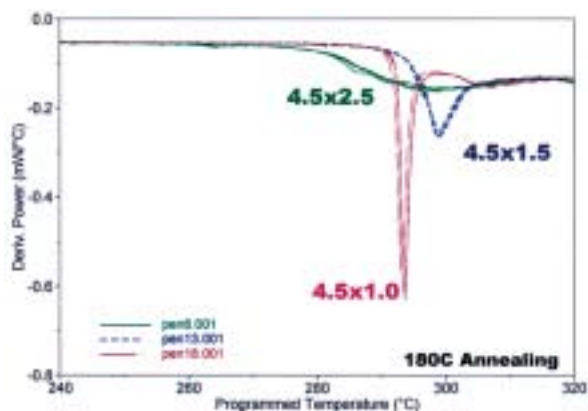


Fig. 14 Micro DTA curves of PEN films with a heating rate of 600 K/ min. Measured from the surface.

Fig. 15に,コンベンショナルDSC(熱流束DSC)の結果も併せて示す。マイクロ熱分析法を用いた延伸倍率による融解特性挙動変化は,コンベンショナルDSCに比べ著しく大きい(挙動はよく似ている)。この理由のひとつとして,マイクロ熱分析法の昇温速度が600°C/min.とコンベンショナルDSCに比べ2桁ほど速いため,融解過程での再組織化の影響が小さく,本来の結晶構造を反映した特性を表しているためと考えられる。この現象は,十時らがダイナミックDSCや構造固定化法を用い,PETベースで見いだした現象と対応する。すなわち,延伸倍率が高いほど,不完全結晶の割合が高いことを示唆する。もうひとつの考えとして,表面近傍の

結晶状態（マイクロ熱分析法で観測しているものは表面近傍の結晶状態であるため）は、コンベンショナルDSCで観測されるバルクの結晶状態とは異なるためとも考えられる。

しかしながら、マイクロ熱分析法でのDTA測定は、昇温過程での熱接触の変化、温度勾配の影響など不確定な要素が多く、熱伝導率測定やTMA測定以上にその結果の解釈には注意する必要がある。

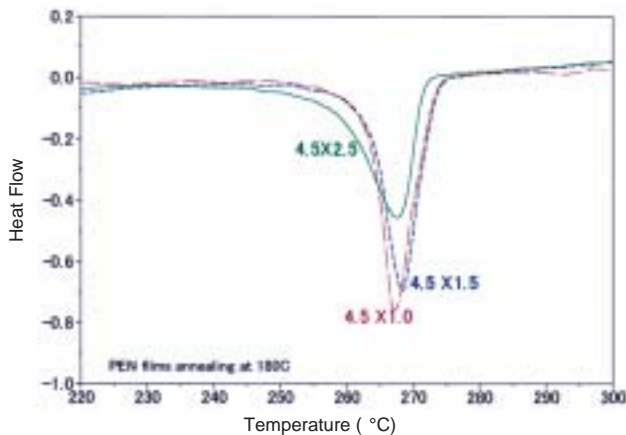


Fig. 15 Conventional DSC curves of PEN films. The samples are the same as in Fig. 14.

4. おわりに

今回報告したマイクロ熱分析法は、形状、熱伝導率、熱機械測定(TMA)、熱流束測定(DTA)といった複合情報をミクロン領域で解析可能であり、従来測定が困難もしくは不可能であった薄膜、多層塗布品、商品形態そのままでの解析を可能とする強力なツールである。今回これら利点を生かした測定例としてTAペーパー、フォトポリマー感材、PENベースといった、当社製品の解析例について報告し、その有用性を確認した。

しかしながら、本手法は開発されてから日が浅く、技術的な問題点も明らかになっていない。これは従来の

熱分析法と異なり、サンプルの温度分布、熱伝導率、空気への熱の拡散などが無視できないほど大きいことによる。そのため、得られたデータの分子論的な解釈は今のところ困難であるといえる。このような不確定要素も多いが、上述したような本手法でしか解析し得ない情報を得ることが可能であること、測定時間が非常に短く作業効率が高いといった利点があり、今回紹介した解析以外にも、マイクロ熱分析法は種々の問題解決、品質、工程管理に役立っている。今後、より多くのデータを集め、これら不明確な点を明らかにすること、さらに他の解析手法とも組み合わせ、より総合的なマイクロ材料物性解析を行っていきたい。

参考文献

- 1) H. M. Pollock ; A. Hammiche. J. Physics D : Appl. Phys. 34, R23-R53 (2001).
- 2) A. Hammiche et al. US Patent 6,200,022 B1.
- 3) 田中敬二, 高原淳, 梶山千里. 高分子論文集 53, 582-591 (1996).
- 4) G. Mills ; H. Zhou ; A. Midha ; L. Donaldson ; J.M.R. Weaver. Appl. Phys. Lett. 72, 2900-2902 (1998).
- 5) Jon A. Hammerschmidt ; Bahram Moasser ; Wayne L. Gladfelter. Macromol. 29, 8996-8998 (1996).
- 6) David S. Fryer ; Paul F. Nealey ; Juan J. Pablo. Macromol. 33, 6439-6447 (2000).
- 7) F. Oulevey ; N.A. Burnham ; G. Gremaud ; A.J. Kulik ; H. M. Pollock ; A. Hammiche. Polymer 41, 3087-3092 (2000).
- 8) 十時稔. 新高分子実験学 ; 高分子の物性 () 高分子学会編, p.82.
- 9) D. M. Price ; M. Reading ; T. j. Lever J. Therm. Anal. Cal. 56, 673-679 (1999).

(本報告中にある“Thermo-Autochrome”は富士写真フイルム(株)の商標です。)

印刷発表リスト

「本リストは、2000年11月から2001年11月までに科学技術振興事業団作成のJOIS JICST ファイルに収録された当社研究者の論文を転載したものである（許可 第検-1302号）。 *印は当社以外の共同研究者」

題 目	著 者	報 告 誌
2000年の写真の進歩	青 木 孝 夫 瀬 岡 良 雄 山 領 貞 行 次 田 誠 一 久 下 謙 一* 他	日本写真学会誌, 64 (3), 166-196 (2001)
八面体臭化銀粒子上に形成された硫黄増感中心の観察と解析	水 野 雅 文 御 舩 博 幸 外 山 喜 章 塩 沢 猛 公 奥 田 潤	日本写真学会秋季大会研究発表会講演要旨, 2000, 52-53 (2000)
潜像中心とかぶり中心としての銀のクラスターの電子構造と触媒活性の久保効果	谷 塚 忠 昭 田 昭 夫	日本写真学会秋季大会研究発表会講演要旨, 2000, 54-55 (2000)
ハロゲン化銀粒子中の光キャリアの挙動を解析するための高性能ラジオ波光伝導測定装置の開発	細 井 一 邦 平 野 昭 裕 谷 忠 昭	日本写真学会年次大会講演要旨, 2001, 109-110 (2001)
Comprehensive Model for Sulfur Sensitization III: Sulfur-Plus-Gold Sensitization.	Tani T Yoshida Y	J Imaging Sci Technol, 44 (3), 242-249 (2000)
Study of space charge layer in silver bromide microcrystals by means of ultraviolet photoelectron spectroscopy.	Tani T Inami Y	Appl Phys, 88 (6), 3601-3607 (2000)
正確な色素吸着量の定量方法の開発	山 下 克 宏 武 井 治 夫 池 田 正	日本写真学会秋季大会研究発表会講演要旨, 2000, 96-97 (2000)
積分球を用いる光吸収率測定の問題点 蛍光による増感色素吸収の見かけの目減り	山 下 克 宏 谷 忠 昭	日本写真学会年次大会講演要旨, 2001, 107-108 (2001)
ハロゲン化銀写真感光材料の商品設計 粒状性に優れたカラーリバーサルフィルムの開発	原 口 暢 之 長 岡 克 郎 首 藤 定 伸 池 田 秀 夫 坂 東 信 介	日本写真学会誌, 63 (6), 283-290 (2000)
ハロゲン化銀写真感光材料の商品設計 プロ用高感度カラーネガフィルムの開発	河 野 琢 也 豊 田 雅 義 田 本 公 壘	日本写真学会誌, 63 (6), 297-301 (2000)

題 目	著 者	報 告 誌
ハロゲン化銀写真感光材料の商品設計 印刷製版用 ドライフィルム技術の開発	伊 藤 忠 山 田 耕三郎 直 井 隆	日本写真学会誌, 63 (6), 302-309 (2000)
超高画質カラーリバーサルフィルム「フジクローム プロピア 100F, 400F」の開発	池 田 秀 夫 原 口 暢 之 長 岡 克 郎 首 藤 定 伸 桑 島 茂 彦 金 房 邦 彦 坂 東 信 介	FujiFilm Res & Dev, No.46, 1-8 (2001)
フジカラー「ズームマスター 800」の開発	須 賀 陽 一 相 田 俊 一 石 井 善 雄 久 米 裕 二 井 駒 秀 人 安 藤 一 人	FujiFilm Res & Dev, No.46, 9-14 (2001)
フジカラーシンプレイトケミカルシステム (NCシ ステム) の開発	関 裕 之 藤 田 佳 弘 内 山 仁 由 田 中 克 彦	FujiFilm Res & Dev, No.46, 19-23 (2001)
Development of High Speed Color Negative Film.	Yokota K Tamaoki H Suga Y Nozawa Y Kume Y	日本写真学会年次大会講演要旨, 2001, 3-4 (2001)
New Simplified Chemical System in Minilabs.	Seki H Uchiyama K Tanaka K Fujita Y	日本写真学会年次大会講演要旨, 2001, 17-18 (2001)
画像システムの色再現 デジタルスチルカメラから プリンタまでの色再現	ト 部 仁	日本印刷学会誌, 38 (2), 83-90 (2001)
標準ポートレート画像と好ましい肌色再現に関する 研究 (II) 同時3枚比較法の検討	宮 崎 桂 一 金 房 邦 彦 梅 本 浩 史 竹 村 和 彦 ト 部 仁 平 井 啓 介* 他	日本写真学会年次大会講演要旨, 2001, 129-130 (2001)
Development of XYZ/sRGB-SCID and Color Gamut Mapping.	Sakamoto K Urabe H	電子情報通信学会技術研究報告, 100 (616) (IE2000 177-186), 43-48 (2001)

題 目	著 者	報 告 誌
画像保存性に関する ISO 規格の動向	芝 原 嘉 彦	画像保存セミナー, 2000, 1-8 (2000)
画像保存 写真はどのように残すのか?	瀬 岡 良 雄	日本写真学会誌, 63 (6), 317-321 (2000)
画像保存 ピラゾロトリアゾールアゾメチン色素の光堅牢性に関する研究 光褐色反応解析および, たい色防止基連結による色素の光堅牢性改良	御子柴 尚 久保寺 征一 田 中 貢*	日本写真学会誌, 63 (6), 322-331 (2000)
放射線と写真 自然放射線による銀塩感光材料の劣化	野 沢 靖 井 駒 秀人 岡 野 真治*	日本写真学会誌, 64 (2), 92-99 (2001)
アレニウス法を用いた暗画像保存性の新規評価法 (その2)	瀬 岡 良 雄	日本写真学会年次大会講演要旨, 2001, 89-90 (2001)
Damage of Silver Halide Photographic Materials by Natural Background Radiation.	Nozawa Y Ikoma H Okano M*	日本写真学会年次大会講演要旨, 2001, 15-16 (2001)
フィルム企業の技術開発の一考察 富士フィルムと Kodak 社の比較において	古 舘 信 生	商品研究, 50 (3/4), 109-121 (2001)
新しい網点再現 CTP に対応する高品位網点 Co-Re SCREENING 技術	井 上 義 章	印刷雑誌, 83 (11), 9-15 (2000)
デジタル印刷と特殊印刷 インクジェットペーパー「フォト光沢紙 EX」	後 藤 佳 久	コンバーテック, 28 (10), 30-31 (2000)
DDCP レーザー熱転写記録システム - FINALPROOF の開発	下 村 彰 宏 栗 原 延 浩 沢 野 充	FujiFilm Res & Dev, No. 46, 37-45 (2001)
新聞用フォトポリマー CTP プレート Brillia LP-NN の開発	東 達 治 岡 本 安 男 近 藤 俊 一 小 泉 滋 夫 西 川 伸 夫 藤 牧 一 広 曾呂利 忠 弘	FujiFilm Res & Dev, No. 46, 46-50 (2001)
印刷物作成工程でのワークフロー管理 印刷工程ワークフローに関連する各種標準 PDF, CIP3, JDF, AMPAC	宮 川 正	日本印刷学会誌, 38 (3), 144-149 (2001)
ドライ感材の熱現像前後での寸法変化	直 井 隆 橋 本 斉 和	日本写真学会秋季大会研究発表会講演要旨, 2000, 66-67 (2000)
ドライ感材の熱現像前後での寸法変化 PET 支持体の熱寸法安定化と緩和挙動の解析	橋 本 斉 和 直 井 隆	日本写真学会秋季大会研究発表会講演要旨, 2000, 68-69 (2000)

題 目	著 者	報 告 誌
新しいピクトログラフィー用材料「Ever-Rich」の開発	入 田 潔 荒 勝 浩 日 吉 弘 測 横 川 拓 哉 瀬 戸 信 夫 渡 辺 裕 幸 大 西 淳 神 尾 隆 義	FujiFilm Res & Dev, No.46, 15-18 (2001)
Development of New Photothermographic Materials with Improved Light Stability of the Image.	Uehara K Kosugi T Irita K Yokokawa T Seto N Kamio T	日本写真学会年次大会講演要旨, 2001, 13-14 (2001)
フルカラー直接感熱記録材料 (TA ペーパー) の高画質化	島 田 浩 一 渡 辺 敏 幸 佐 野 正次郎	Japan Hardcopy 論文集, 2000, 325-328 (2000)
フルカラー直接感熱記録方式の進歩	柳 原 直 人	ポリマー材料フォーラム講演要旨集, 9, 13-14 (2000)
フルカラー直接感熱記録材料 (TA) の光沢性改良	青 野 俊 明	日本写真学会秋季大会研究発表会講演要旨, 2000, 32-33 (2000)
フルカラー直接感熱記録材料 (TA ペーパー) 用の保護層検討	渡 辺 敏 幸 大 野 誠 五十嵐 明	Japan Hardcopy 論文集, 2001, 297-300 (2001)
アルミフリー材料を用いたLD とその応用	福 永 敏 明	Optronics, No. 226, 156-160 (2000)
MgO-LiNbO ₃ ドメイン反転SHG 結晶を用いた青・緑色固体レーザとその応用	原 田 明 憲 岡 崎 洋 二 神 山 宏 二	電気学会光・量子デバイス研究会資料, OQD-00 (No. 56-62), 7-12 (2000)
F (Br ⁻) Center in Na-doped BaFBr.	Mori M Inoue K* 他	Jpn J Appl Phys Part 1, 39 (12A), 6606-6607 (2000)
Hole Confinement in Strain-Compensated-SQW (In _x Ga _{1-x} As/GaAsP) /GaAs Lasers.	Asano H Fukunaga T Hayakawa T Susaki W* 他	Int Semicond Laser Conf, 17, 119-120 (2000)
モルフォロジカルフィルタの改良による乳がん微小石灰化像検出システムの高度化	武 尾 英 哉 萩 原 義 裕* 他	Med Imaging Thchnol, 18 (6), 795-804 (2000)

題 目	著 者	報 告 誌
近接場光学顕微鏡の画像特性	納 谷 昌 之	Jasco Rep, 42 (2), 10-13 (2000)
放射線と写真 IPによる放射線イメージングの特徴と応用例	細 井 雄 一	日本写真学会誌, 64 (2), 133-142 (2001)
理想のX線画像を目指して マルチ周波数処理について	志 村 一 男	日本放射線技術学会雑誌, 57 (7), 796-802 (2001)
Characterization of Imaging Plate Neutron Radiography System and its Applications.	Etoh M Fujine S* 他	Nondestr Test Eval, 16 (2/6), 255-266 (2001)
In-vivo thyroid 125I monitoring method using imaging plate.	Etho M Murabayashi S Iwai S Nishizawa K* 他	Health Phys, 80 (3), 235-241 (2001)
デジタルイメージング ハニカム構造 CCDの画質評価シミュレーション	田 丸 雅 也 乾 谷 正 史 馬 場 麻 貴 子* 他	日本写真学会誌, 63 (4), 204-209 (2000)
映像情報メディア年報 1.画像エレクトロニクス1-4 コンシューマエレクトロニクス	三 沢 岳 志 池 田 晋* 他	映像情報メディア学会誌, 54 (7), 938-947 (2000)
スーパー CCD ハニカムの開発	田 丸 雅 也	Optronics, No. 227, 169-174 (2000)
新構造イメージセンサー「スーパー CCD ハニカム」 の原理と応用	田 丸 雅 也 小 田 和 也 乾 谷 正 史	FujiFilm Res & Dev, No. 46, 24-28 (2001)
FDi サービスの色処理アーキテクチャー	竹 本 文 人 大久保 彰 人 依 田 章	FujiFilm Res & Dev, No. 46, 29-36 (2001)
固体撮像素子の新展開 次世代イメージセンサー スーパー CCD ハニカム	田 丸 雅 也 小 田 和 也	O plus E, No. 257, 428-432 (2001)
APS (Advanced Photo System) サイズ 320万画素ハ ニカム CCD イメージセンサ	小 田 和 也 宮 下 文 司 坂 本 智 洋* 他	映像情報メディア学会技術報告, 25 (28) (IPU2001 1-31/CE2001 1-15), 79-84 (2001)
1/1.7型 330万画素ハニカム CCD センサ	三 沢 武 志 池 田 勝 己* 他	映像情報メディア学会技術報告, 25 (28) IPU2001 1-31/CE2001 1-15), 85-90 (2001)

題 目	著 者	報 告 誌
高画素ハニカム CCD の画像信号処理	山 下 仁	日本写真学会年次大会講演要旨, 2001, 49-50 (2001)
CCD も CMOS も, イメージセンサ最新技術 「スーパー CCD ハニカム」その後の展開	永 島 靖 夫	映像情報 Industrial, 33 (5), 41-45 (2001)
超薄磁性層 MP テープの低ノイズ化の検討	江 尻 清 美 柏 木 朗 武 藤 一 利* 他	電子情報通信学会大会講演論文集, 2000 (ソサイエティ C2), 29 (2000)
パターンニングされたマスター媒体を用いた磁気転写	西 川 正 一 長 尾 信 杉 田 龍 二* 他	日本応用磁気学会誌, 25 (4-2), 643-646 (2001)
A Novel Magnetic Contact Duplication Technique for Servo-Writing on Magnetic Disks.	Nishikawa M Nagao M Sugita R* 他	IEEE Trans Magn, 36 (5) (Pt. 1), 2285-2287 (2000)
Readback Properties of Novel Magnetic Contact Duplication of High Recording Density Floppy Disk.	Nishikawa M Komatsu K Nagao M Kashiwagi A Sugita R*	IEEE Trans Magn, 36 (5) (Pt. 1), 2288-2290 (2000)
Possibility of 3Gbits/ in2 Floppy Disk.	Nagao M Usuki K Nishikawa M Kashiwagi A	IEEE Trans Magn, 36 (5) (Pt. 1), 2426-2428 (2000)
ドライ臨床血液検査システムの機能と高分子材料	石 崎 慶 一	ポリマー材料フォーラム講演要旨集, 9, 29-30 (2000)
乾式多層フィルム型イオン選択電極を用いた血中イオン化カルシウム測定スライドの開発	寺 嶋 正 明	FujiFilm Res & Dev, No. 46, 56-62 (2001)
多層フィルム式ドライケミストリーの低アミロ小麦選別への適応性	升 田 喜 士 一ノ瀬 靖 則* 他	日本作物学会講演会要旨・資料集, 211, 144-145 (2001)
多層フィルム式ドライケミストリーの低アミロ小麦選別への適応性 現場試料での検討について	升 田 喜 士 桑 原 達 雄* 他	日本作物学会講演会要旨・資料集, 211, 146-147 (2001)
富士ドライケムスライド CRP II における低値化因子の解析	鈴 木 登紫江 牧 内 肇 寺 島 薫	医学検査, 50 (2), 86-90 (2001)

題 目	著 者	報 告 誌
セルロースアセテート膜等電点電気泳動法の支持体としてのSEPARAX-SP膜の有用性について	井 上 潤 子 山 口 信 隆 飯 島 史 朗* 他	生物物理化学, 44(1), 39-42 (2000)
粗大石灰化像抽出法とその偽微小石灰化クラスタ削減への応用	武 尾 英 哉 水 沢 信 忠* 他	電子情報通信学会技術研究報告, 100 (597) (MI2000 77-105), 29-34 (2001)
FLA-8000によるポストゲノム時代の最先端イメージング 定量的FISH画像解析を目指して	三 浦 研 二	月刊組織培養工学, 27 (7), 277-280 (2001)
Affinity photo crosslinking for the efficient identification and isolation of heparin-binding proteins.	Mori K Suda Y* 他	Polym Prepr, 41 (2), 1681-1682 (2000)
Imaging and detection technologies for image analysis in electrophoresis.	Miura K	Electrophoresis, 22 (5), 801-813 (2001)
化学合成を指向したマイクロリアクター技術 物質生産システムとしての期待	佐 藤 忠 久	機械振興, 34 (4), 50-59 (2001)
光電気化学測定に基づくレチナルタンパク質のプロトン輸送機構解析	小 山 行 一	生物物理, 40 (6), 385-390 (2000)
合成的アプローチによる色素会合体の機能制御	加 藤 隆 志	有機合成化学協会誌, 59 (5), 454-455 (2001)
Structural analysis of phenyl-germanium, -tin, and-lead dithiocarboxylates [(RCSS) xMPh _{4-x} , M=Ge, Sn, Pb; x=1-3] : affinity between thiocarbonyl sulfur and Group 14 elements.	Yamada K Mifune H Kato S* 他	J Organomet Chem, 611 (1/2), 190-199 (2000)
Vibrational Spectra and Structures of Long-Chain Streptocyanine Dyes : Effects of Electron-Vibration Interactions and Vibrational Polarizabilities.	Furuya K Torii H* 他	J Phys Chem A, 104 (47), 11203-11211 (2000)
デンドリマーポルフィリン系の光化学ホールバーニング	杉 原 幸 一 町 田 真二郎* 他	高分子学会予稿集, 49 (7), 1822-1823 (2000)
分岐高分子 II AB ₂ 型グラフト共重合体の調製とその平衡凝集構造	渡 部 淳 松 下 裕 秀* 他	高分子論文集, 57 (12), 803-809 (2000)
Enhanced Decomposition of Dichloromethane in Air by Multi-Pass Electron Beam Irradiation.	Kawamoto F Mukunoki Y Wahyuni S* 他	Bull Chem Soc Jpn, 73 (8), 1939-1943 (2000)

題 目	著 者	報 告 誌
Generation of Faradaic Photocurrents at the Bacteriorhodopsin Film Electrodeposited on a Platinum Electrode.	Miyasaka T Koyama K	電気化学および工業物理化学, 68 (11), 865-868 (2000)
富士フィルム WV film ワイドビュー SA の開発	森 裕 行 伊 藤 洋 士 渡 部 淳 品 川 幸 雄	FujiFilm Res & Dev, No. 46, 51-55 (2001)
主鎖型液晶場におけるオキシエチレン型スペーサーの形態と熱力学的役割	岩 永 宏 関 圭*	高分子学会予稿集, 50 (3), 518 (2001)
液晶ディスプレイ技術 2001 年 液晶ディスプレイ用部品・材料編 偏光板用タック (TAC) と視野角拡大ワイドビュー (WV) フィルム	品 川 幸 雄	電子材料, 7月号別冊, 74-78 (2001)
Photocontrolled Orientation of Discotic Liquid Crystals.	Ogawa M Nishiura Y Ichimura K* 他	Adv Mater (Deerfield, Fla.), 12 (13), 950-953 (2000)
Photochemical manipulation of discotic liquid crystal alignment by a poly (vinyl cinnamate) thin film.	Sata H Nishiura Y Furumi S* 他	Appl Phys Lett, 77 (17), 2689-2667 (2000)
Discotic Optical Compensation Films with Hybrid, Homeotropic, Homogeneous and Twisted Alignment Structure for Wide-Viewing-Angle LCDs.	Itoh Y Mori H kawata K Okazaki M Shinagawa Y	Int Disp Workshops, 7, 411-414 (2000)
A Color Enhanced PDP with Advanced Color Compensating Filter.	Ando T Harada T Nakamura T Shinagawa Y Irie K* 他	Proc Int Disp Workshops, 7, 1173-1174 (2000)
Preparation of microcapsules containing rare-earth metal elements.	Ichikawa K Shimofure S* 他	J Microencapsulation, 18 (1), 13-17 (2001)
テンター法逐次二軸延伸時のフィルム変形シミュレーション 弾塑性構成則を用いた有限要素解析	吉 田 哲 也 福 永 守 高* 他	成形加工シンポジア, 2000, 67-70 (2000)
透明プラスチックの最新技術 TAC (三酢酸セルロース) フィルム	西 浦 陽 介	機能材料, 20 (8), 42-48 (2000)

題 目	著 者	報 告 誌
強磁場によるトリアセチルセルロースフィルムの光学異方性制御	品川 幸雄 川崎 博史 佐多 博暁 遠藤 智史* 他	セルロース学会年次大会講演要旨集, 7, 70-71 (2000)
ポリエチレン-2, 6-ナフタレート (PEN) の physical aging に対する電場効果 II	品川 幸雄 橋本 斉和 山登 正文* 他	高分子学会予稿集, 49 (3), 453 (2000)
ポリエチレン-2, 6-ナフタレート (PEN) の physical aging による構造変化	品川 幸雄 橋本 斉和 山登 正文* 他	高分子学会予稿集, 49 (8), 2019-2020 (2000)
Crack propagation in first wall by thermal fatigue and creep.	Ue K Kikuchi K* 他	Fusion Eng Des, 49/50 229-234 (2000)
最大利得部分木問題に対する近似解法および厳密解法	星崎 康広 片岡 靖詞* 他	情報処理学会論文誌, 42 (2), 318-326 (2001)
ばね-セグメントモデルによる動的柔軟構造設計問題の定式	藤倉 立雄 吉川 暢宏*	日本機械学会年次大会講演論文集, 2000 (No. 1), 131-132 (2000)
写真感材の裁切断技術	大日向 明	先端加工, 19 (1), 26-30 (2000)
ふく射再吸収を考慮した CO ₂ 添加予混合火炎の消炎解析	加藤 文昭 滝田 謙一* 他	燃焼シンポジウム講演論文集, 38, 155-156 (2000)
高圧下における CO ₂ 添加対向流予混合火炎の消炎限界の測定	加藤 文昭 赤津 喜則* 他	燃焼シンポジウム講演論文集, 38, 159-160 (2000)
ポリマー溶液の液膜振動解析	片井 幸祐 辻本 忠宏 石川 豊	FujiFilm Res & Dev, No. 46, 63-68 (2001)
サイリスタスイッチによる瞬時停電対策装置	菅原 新市 芦崎 祐介* 他	電気学会産業電力電気応用研究会資料, IEA-01 (1-6), 29-34 (2001)
進むエコファクトリーへの取り組み エコファクトリーの実例1 「写ルンです」の循環生産	栗山 隆之	産業と環境, 29 (10), 45-49 (2000)
写真の廃液処理	宮崎 英男	ゼラチンシンポジウム講演要旨, 6, 17-24 (2000)

題 目	著 者	報 告 誌
印刷と環境 版材と環境対策	登 山 忠 夫	日本印刷学会誌, 37 (6), 286-289 (2000)
ロボットとエコロジー レンズ付きフィルム循環生産システム	内 田 祥 一 恒 川 雄 三	ロボット, No. 139, 14-21 (2001)
技術開発 コアコンピタンスとコアテクノロジーの確立 「写ルンです」循環生産システムの開発	栗 山 隆 之	品質, 31 (3), 378-385 (2001)
レンズ付きフィルム「写ルンです」の循環生産自動化工場	栗 山 隆 之	オートメーション, 46 (6), 79-85 (2001)
貴重書の媒体変換 (マイクロ化, デジタル化)	金 沢 勇 二	情報処理学会シンポジウム論文集, 2000 (17), 201-206 (2000)
宮内庁正倉院事務所蔵「聖語蔵」経巻のカラーCD-R化	金 沢 勇 二	月刊IM, 40 (4), 10-14 (2001)

編集後記

本誌「富士フィルム研究報告」は、Imaging and Information分野での富士写真フィルム(株)での一年間の技術進歩を紹介する目的で、毎年、原著論文と転載論文から構成し出版しています。2002年の第47号は、原著論文9報と転載論文11報から構成しました。

原著論文は、主要な新製品の開発に関する技術の思想とその詳細を解説し世に問うものであり、内容の充実した高い水準の技術論文となることを目指しています。本報の原著論文には、デジタルおよびアナログのいずれのプリント方式においても安定した高品質を提供するフジカラー「EVER-BEAUTY PAPER」の開発、撮影の簡単なレンズ付きフィルムで高画質が得られる「写ルンです エクセレント」の開発と、リサイクルのためのペレタイズレス樹脂再生システムの開発、リバーサル撮影にも耐える高品位コンパクトカメラ「KLASSE」の開発、高処理能力デジタルミニラボFrontier390の開発、デジタル画像のダイナミックなメニュー配信システムとユーザーコンテンツの流通機構、製版印刷分野の高速インターナルドラム方式レコーダにおけるマルチビーム露光技術の開発、半導体デバイスの微細化に貢献する130nmノード用KrFエキシマレジスト「GKRシリーズ」の開発、TAペーパーなど感熱材料の解析に有用なSPMによる高分子材料の微小部熱分析、を採用しました。

一方、新製品開発あるいは新技術の基礎となる学術的な研究および探求的な研究も活発に行われており、その成果の一部は学会での講演発表と学術雑誌への論文の掲載を通じて科学と技術の進歩に貢献しています。本報では11報の転載論文を選択し、巻末に掲げた印刷発表リストとともに掲載しました。これらにより、当社の研究活動の経緯と現状および今後の方向がより良く展望でき、さらにImaging and Informationの分野において貴重な資料となることを期待しています。

(編集委員長 高田 俊二)

	Editorial Board		編集委員
Editor in Chief	Shunji Takada	委員長	高田 俊二
Editors	Yoshio Inagaki	委員	稲垣 由夫
	Masafumi Inuiya		小林 忠造
	Shigeharu Urabe		乾谷 正史
	Hiroshi Onishi		坂口 新治
	Shigetoshi Ono		占部 茂治
	Yoshihiko Makino		名原 明
	Yoshito Mukaida		大西 弘志
			小野 茂敏
			牧野 快彦
			向田 可人

富士フィルム研究報告

第47号

平成14年3月20日発行

非売品

編集人 高本邦夫

発行人 平野茂夫

発行所 富士写真フィルム株式会社
足柄研究所
〒250-0193
神奈川県南足柄市中沼210
TEL 0465-73-7170
FAX 0465-73-7927

印刷所 (株)富士グラフィックサービス
神奈川県南足柄市中沼210

禁無断転載

本誌は環境保全・資源確保のため再生紙を使用しています。