

軟包装用UVインクジェットインクシステム開発

荒木 健次郎*, 幕田 俊之*

Development of a UV Inkjet System for Printing Flexible Packaging

Kenjiro ARAKI*, and Toshiyuki MAKUTA*

Abstract

Technologies for printing small lots on flexible packaging are advancing. The demand for the using digital printing for small lots has increased. Fujifilm is developing a digital printing system using a UV inkjet system. We discovered three issues: odor, safety, and adhesion of ink films. We solved these issues by introducing three technologies: a nitrogen-purge UV-exposure system, multi-functional monomers, and an undercoating.

1. 緒言

軟包装印刷物は食品、トイレタリー、医薬品などのパッケージに幅広く用いられている。現在、世界の軟包装印刷物市場は60兆円以上と言われており、今後も市場の拡大が見込まれている。軟包装用基材への印刷方式は主にグラビアやフレキソ印刷方式によって印刷されている。しかし、顧客ニーズの変化により「小ロット多品種」化が進み、版を作製するアナログ印刷はコストや納期の観点で高い要求を出されている。

一方で、デジタル印刷は版を用いずに印刷可能であり、コストや納期の観点でアナログ印刷に比べ優れており、現時点の市場の流れである「小ロット多品種」化に適した印刷と考えられている。

そこで、富士フイルム（株）ではワイドフォーマット印刷分野で培ったUVインクジェット印刷技術^{1) 2)}を株式会社ミヤコシのインクジェットプリンターMJP20Wに搭載した軟包装デジタルインクジェットプリンターを開発した。

本稿の目的は、本インクジェットシステムの紹介および、軟包装市場に導入した際の課題とその対策について報告することである。

2. 軟包装について

軟包装用基材とは、内容物を入れることにより形状が作られる、柔軟性のある包装基材のことを示す。例として、ポリプロピレン、ポリエチレンなどのプラスチックフィルムが挙げられる。

軟包装は保護機能（バリア機能など）、利便機能（運搬機能など）、情報機能（商品アピールなど）の3つの機能を果たし、主に食品に使用されている（Fig. 1）。

軟包装はラミネート層を含むものが主流である。ラミネート層は袋を作成するために必要であり、熱圧着時に溶解して接着し、製袋する役目を果たしている。また、もうひとつの重要な役目としてインク膜の成分が食品に移行する量を抑制



Fig. 1 Examples of flexible packaging

本誌投稿論文（受理2015年12月7日）

*富士フイルム（株）R & D統括本部

アドバンスト マーキング研究所

〒258-8577 神奈川県足柄上郡開成町牛島577

* Advanced Marking Research Laboratories

Research & Development Management Headquarters

FUJIFILM Corporation

Ushijima, Kaisei-machi, Ashigarakami-gun, Kanagawa

258-8577, Japan

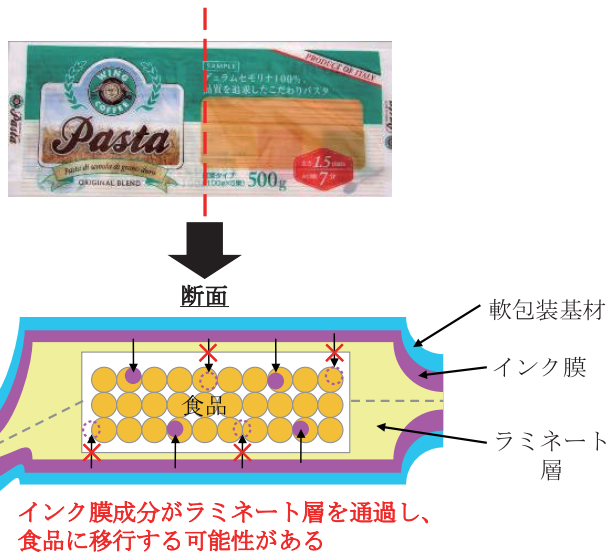


Fig. 2 Cross-section of food packaging

することも担っている。しかしながら、この層を通過し包装内部にまでインク膜成分が移行する可能性もある (Fig. 2)。

そのため、特に食品用途に使用する際は食品安全性の観点で日本だけでなく欧米各国や食品メーカーなどで包装内部に移行する全体量や特定化学物質の移行量の規制を定めている (Table 1)。軟包装分野に新たな印刷システムを導入するにはこれら食品安全規制に準拠することが重要なポイントとなる。

3. 軟包装UVインクジェットプリンター MJP20W について

軟包装用UVインクジェットプリンター MJP20Wの概要を以下に記す (Fig. 3, Table 2)。

インクは富士フイルム (株) で開発した高感度ラジカル重合型UVインクを用いており、印刷方式は家庭用プリンター

Table 1 Compliance with food packaging legislation

国・地域・メーカー	食品規制
日本	厚生省告示第370号
アメリカ	FDA
EU	EuPIA
スイス	Swiss Ordinance
Nestle	Nestle Guidance

Table 2 Outline of MJP20W

インク	紫外線硬化型インク (UVインク)
色	シアン、マゼンタ、イエロー、ブラック、ホワイト
印刷スピード	50 m/分
解像度	600 dpi × 600 dpi
適応基材	PET、OPP (ポリプロピレン)、NY (ナイロン)
基材厚み	12 μm ~ 100 μm
最大印刷幅	541 mm
プリンターの大きさ	縦 1.8m × 横 8.6m × 幅 1.9m

で採用されているシャトルスキャン方式ではなく、インクを吐出するヘッドを固定し1パス通して印刷するシングルパス方式と組み合わせることで50m/minの生産性で印刷することが可能である (Fig. 4)。

以下にMJP20Wによって印刷されるまでのプロセスを記す (Fig. 5)。

プロセスは大きく4つに分けることができる。

① コロナ処理

基材をコロナ放電により表面処理を施すことで、次工程の下塗り液を塗りやすくする。主に下塗り液をはじきやすいOPPに用いる。

② 下塗り

アニロックスローラーにより下塗り液を塗布する。ピニング^{※1}と下塗り液との組み合わせにより密着性や画質が大幅に向上した (詳細は後述)。

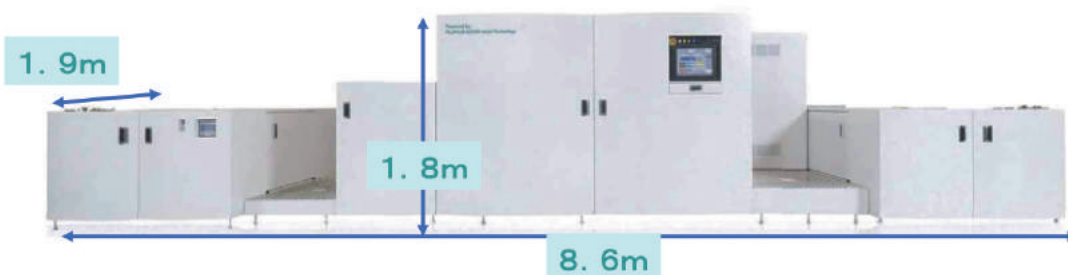


Fig. 3 View of MJP20W

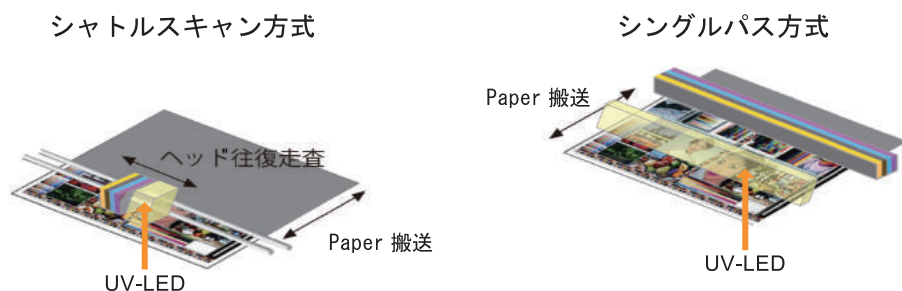


Fig. 4 Inkjet printing

※1 ピニング：下塗りやインクを半硬化状態にするために、弱いUV光を照射すること。

③インクジェット印刷

インクジェット印刷は、K(ブラック)→C(シアン)→M(マゼンタ)→Y(イエロー)→W(ホワイト)の順で印刷される。

④窒素パージUV露光

窒素パージUV露光部では窒素をパージし低酸素濃度下において強いUV-LED光を照射することでインクが完全硬化し、印刷物が完成する。

4. 技術課題

このセクションでは上記システムを軟包装印刷分野に導入した際の技術課題とその対策について記す。

4.1 食品安全性対策

先に記したように軟包装印刷物は食品用途がメインとなるため、食品安全性が高めることが最重要課題となる。この課題に対し、富士フイルム(株)では独自のUVインク技術とシステム技術の両方から対策をおこなった。

UVインクはラジカル重合型であるため、酸素による重合阻害により未反応モノマーがインク中に残り食品に移行することが課題となる (Fig. 6)。

そこでUVインクからの対策として、モノマーの多官能化により未反応モノマーの量を低減した (Fig. 7)。また、開始剤を安全性が高く、高感度な開始剤を選択することで、少ない添加量で硬化するインクとした。

一方、システムからの対策として、窒素パージ露光プロセ

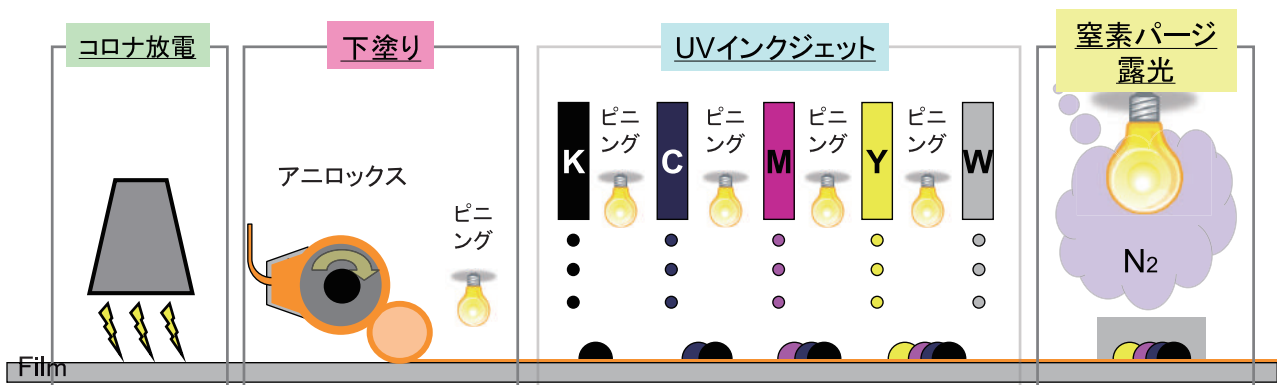
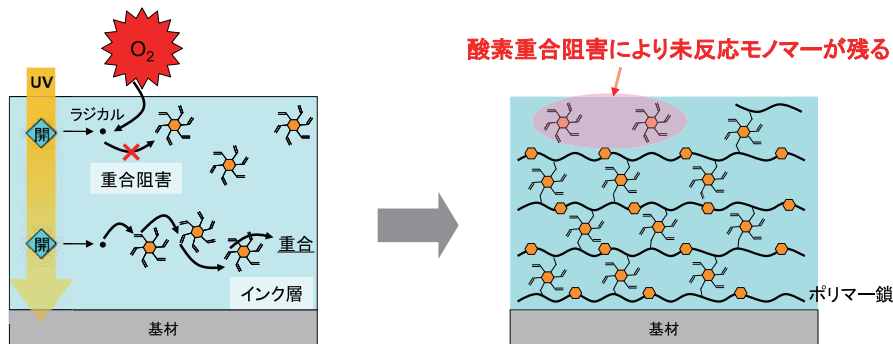


Fig. 5 Process of MJP20W



酸素によって重合反応が阻害され、モノマーが多く残る

Fig. 6 Process of polymerization inhibition caused by oxygen

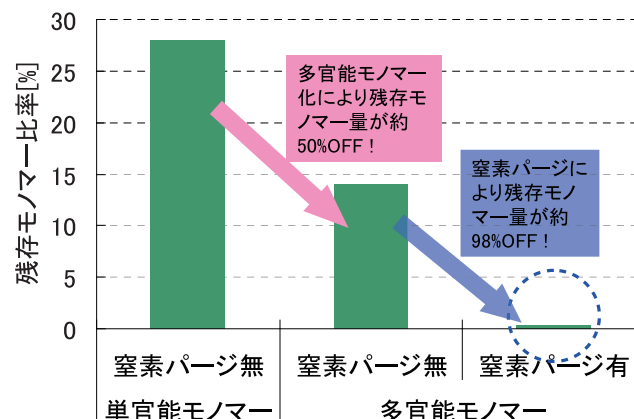


Fig. 7 Result of residual monomers in ink films

スを用いて、ラジカル重合阻害の原因である酸素を少なくした状態でUV露光をすることで効率的に重合反応が進み、未反応モノマー量を大幅に低減することが可能となった (Fig. 7)。

これらインク、システムからの対策により日本食品安全性基準である告示370号^{※2}を満たしたインク膜を作成することが可能となった。

4.2 食品安全性向上による副作用～密着性悪化対策

安全性が向上した一方で、インクの多官能モノマー化により硬化収縮が増加し、その応力によりインク膜と基材間の密着性が悪化した。その課題に対して「下塗り技術」を導入し、密着力を大幅に向上させた。

下塗り技術は、「高密着素材を含有した下塗り液」およびその液を基材に塗布した直後に照射する微弱なUV光（ピニング）により半硬化させる「下塗り半硬化システム」から構成される。

この下塗り半硬化システムにより高密着成分を含む下塗り層が形成されたことで (Fig. 8)、基材と強い分子間力が生じ軟包装基材への密着性が大幅に改良した。また、下塗り層とインク層間に混合層を形成したことによるアンカリング効果も密着性に寄与し、目標レベルの密着性を付与することが可能となった (Fig. 9, 10)。

Fig. 11に示すように、ピニング光量により下塗り層が形成され、それに伴い基材密着力が向上することがわかる。

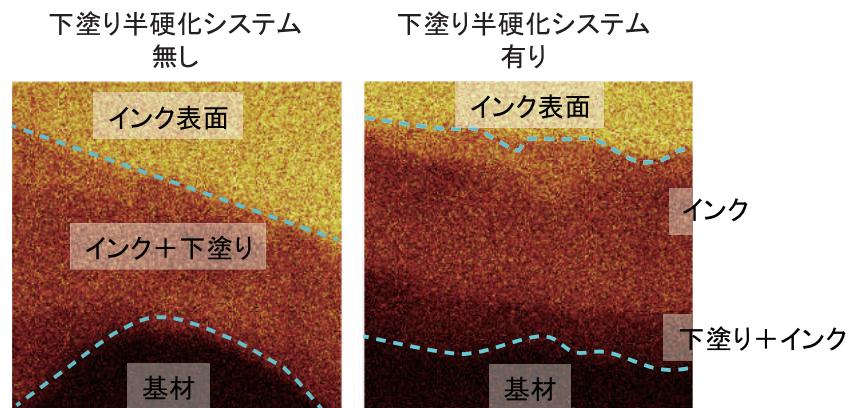


Fig. 8 Cross-section of ink films containing an undercoating with/without pre-cure system

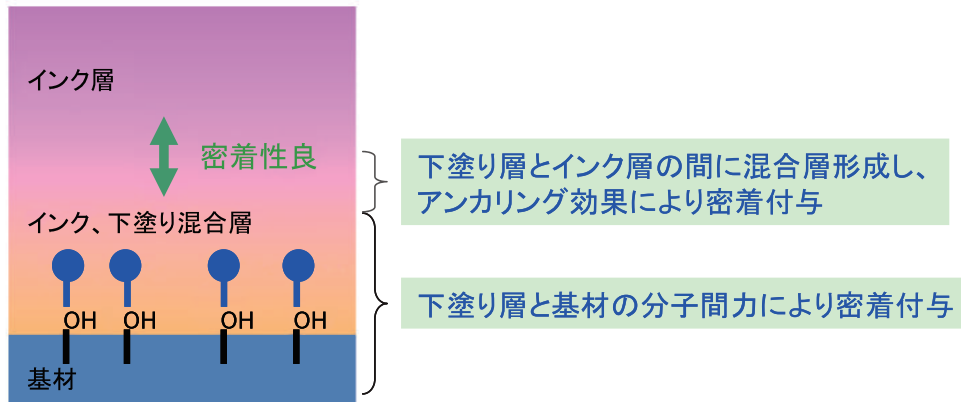


Fig. 9 Image figure of exhibiting adhesion

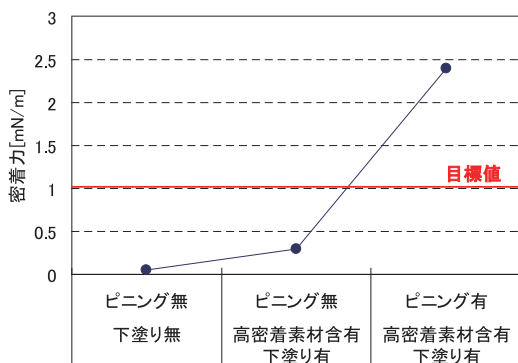


Fig. 10 Result of adhesion

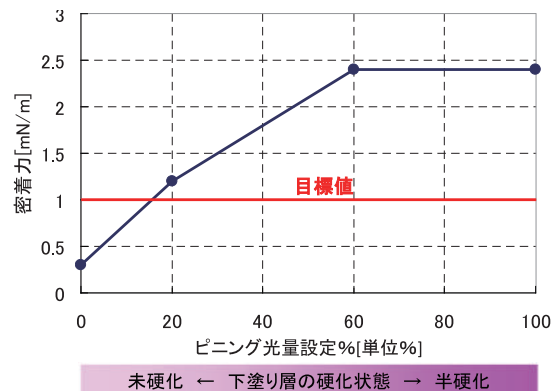


Fig. 11 Result of adhesion by pure-cure system

※2 厚生省告示370号：昭和34年に国が定めた食品、添加物等の規格基準であり、軟包装印刷物を特定の抽出溶液で抽出した際の総移行量などが規定されている。

	網点%			
	5%	10%	20%	100%
下塗りなし				
下塗りあり				

Fig. 12 Ink-dot image with/without undercoating

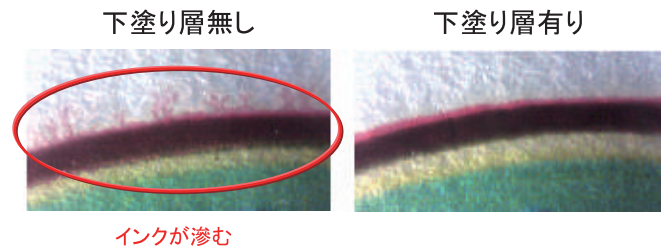


Fig. 13 Bleeding image with/without undercoating

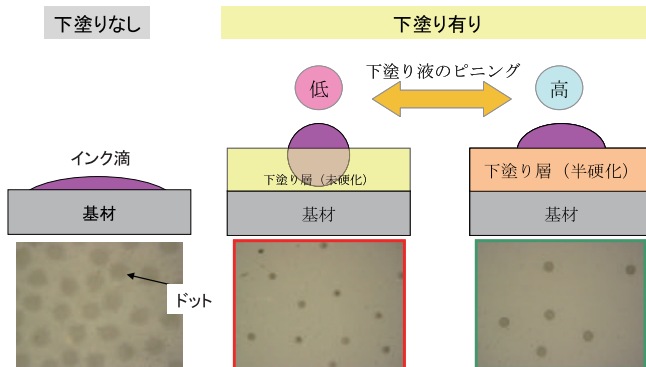


Fig. 14 Ink-dot image with/without pre-cure system

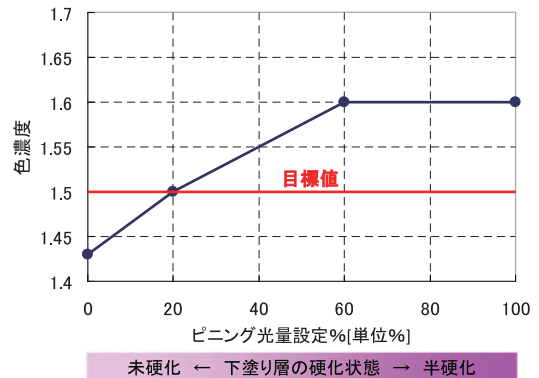


Fig. 15 Result of color density test

4.3 下塗り層による画質改善

下塗り層を導入したことによりインク滴のドット径制御や滲みの抑制が可能となり、画質も改善した (Fig. 12, 13)。

未硬化の下塗り層に打滴されたインク滴は下塗り層に埋もれる、または半硬化により粘度の上がった下塗りはインク滴の拡がりや抑制されるため、結果的にドット径を制御した画像を形成することができる (Fig. 14)。密着性のときと同様に下塗り層の硬化状態によりインク滴の拡がりや変化するため、単位面積を被覆するのに最適なドット径をピンニング光量により定めることが可能となる (Fig. 15)。以上のように、ピンニングによる下塗り半硬化システムは密着性と画質を改良することに対し重要な技術となっている。

5. まとめ

当社技術を活用することにより、軟包装基材に適用し、食品安全性に優れたUVインクジェットインクシステムが完成した。このシステムにより、アナログ印刷の課題である小ロットにおける低コスト化、短納期化の負担軽減に貢献できることを期待する。

また、上記システムが多様化する印刷業界において新たな印刷ビジネスを創出する起爆剤となることも考えており、今後もさらなる性能向上のため技術開発を継続していく。

参考文献

- 1) 笠井清資, UVインクジェットシステムの現状と将来展望. 日本印刷学会誌. 2008, 45(6), p.602-608.
- 2) 佐藤武彦, ワイドフォーマットUVインクジェットプリンター. 日本印刷学会誌. 2013, 50(5), p.407-412.

商標について

- ・本論文中で使われている会社名、システム・製品名は、一般に各社の商標または登録商標です。