

新聞用サーマルネガCTPシステム「HN-N」の開発

後藤 孝浩*, 國田 一人*, 谷中 宏充*

Development of Thermal Negative CTP System “HN-N” for Newspaper Printing

Takahiro GOTO*, Kazuto KUNITA*, and Hiromitsu YANAKA*

Abstract

In February 2004, Fuji Photo Film launched a new thermal CTP system “HN-N” for newspaper printing sector, which is characterized by reducing the first plate-making time, the enhanced stability in terms of exposure, processing, etc. and the environmental performance. These characteristics are attained by the following three main technologies.

1. Highly efficient polymerization technology to eliminate pre- and post-heating processes.
2. Highly reactive initiator system for radical polymerization, which provides the stability against ambient humidity and storage stability.
3. Technology for precise control of the oxygen content in the sensitive layer, which provides a sufficient safelight tolerance under room-light condition.

We report the features of this system and related technologies.

1. はじめに

国内新聞社のCTP (Computer To Plate) 化は、1992年に朝日新聞社がNEC、三菱製紙と共同でOPC (Organic Photoconductor) システムを実用化したのを始め、1996年の日経新聞社OPCシステム採用、2001年の信濃毎日新聞社フォトポリマーシステム採用および高知新聞社銀塩システム採用と続いた^{1), 2), 3)}。しかし、いずれのシステムもコンベンショナルシステムの品質安定性・生産性レベルに到達しておらず、新聞社のCTPシステム導入が一時停滞した。

その後、2003年に読売新聞社が松下電送、KPGと共同でサーマルシステムを実用化したのを機に、新聞社のCTP化検討が活発化した。このサーマルシステムは高画質・明室取扱性が好評で、国内新聞市場ではサーマルCTPシステムが業界標準システムの有力候補となった。ただし、露光後に加熱が必要であることに起因する、①初版製版時間、②システム安定性、③環境適性に関する課題が残っていた。

当社はこれらの課題を解決するために、サーマルネガCTPシステム「HN-N」を開発した。本システムは、

新規に開発した、プレート「HN-N」、専用現像液「DH-N/DH-NR」、専用高速自動現像機「LP-1310NEWS」およびブランクプレート「HN-K」から成り、露光後のプレヒート処理不要な高感度システムである。本論文では、主にプレート「HN-N」の特長および新規に開発した技術について報告する。



Photo 1 Digital Thermal Plate HN-N.

2. 新聞用サーマルCTPシステムの課題

2.1 新聞用CTPシステム概要

2003年2月時点で実運用されている新聞用CTPシステムをFig. 1に分類した。

新聞分野では、特に、システムの「高生産性と低システムコスト」が求められ、従来はプレートの高感度化が必須であると考えられてきた。実際、市場では、主として高感度なOPC・銀塩・フォトポリマーシステムが普及し、高画質・明室取扱性が評価されて商業印刷市場で標準システムとなっているサーマルシステムは、相対的に低生産性/高システムコストで普及してこなかった。

本誌投稿論文 (受理2004年11月22日)

*富士写真フイルム(株) R&D統括本部 材料研究本部
印刷材料研究所

〒421-0396 静岡県榛原郡吉田町川尻4000

*Printing Materials Research Laboratories
Materials Research Division
Research & Development Management Headquarters
Fuji Photo Film Co., Ltd.

Kawajiri, Yoshida-cho, Haibara-gun, Shizuoka 421-0396,
Japan

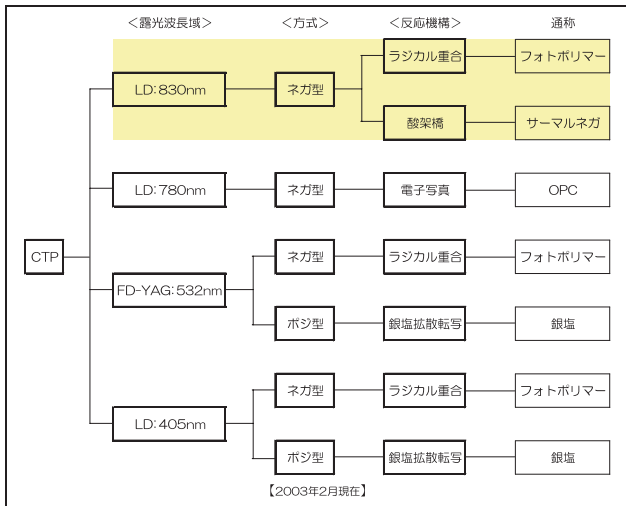


Fig. 1 CTP system for newspaper printing market.

一方、国内一部のセッターメーカーでは、サーマルシステムのメリットを新聞分野でも実現させようと、生産性/システムコスト比向上を検討していた。そんな中、半導体レーザー光源のコスト低減およびセッターのプレートハンドリング時間短縮が可能となり、2003年、国内新聞分野において初めてサーマルCTPシステムが実用化された。

サーマルシステムのプレート感度は、OPC・銀塩システムが数 $\mu\text{J}/\text{cm}^2$ 、フォトポリマーシステムが約 $100 \mu\text{J}/\text{cm}^2$ であるのに対して、約 $150\text{mJ}/\text{cm}^2$ と1000倍以上も低い。光源のマルチビーム化およびプレート搬送速度向上の技術により、セッター側でプレートの低感度を補完したシステムとなっている。

2.2 国内新聞用サーマルCTPシステムの課題

サーマルシステムの画像形成機構を Fig. 2 に示す。コンベンショナルシステムが露光後現像処理であるのに対し、サーマルシステムはいずれの方式も露光後、現像処理の前にプレヒート処理が必要である。

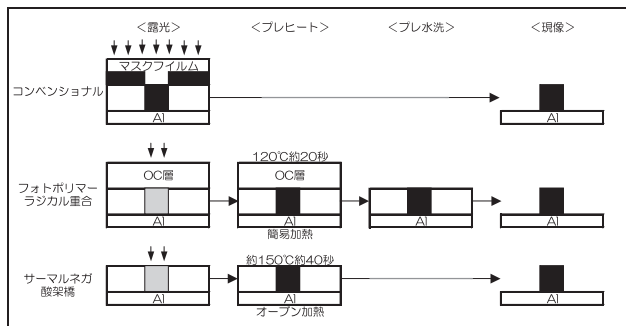


Fig. 2 Image-forming process.

特に、国内で実用化された酸架橋方式には後述の3つの課題が残っている。これは、露光後の架橋反応に熱が必要であること、および感光層を現像するために高pH現像液が必要であることに起因している。

具体的には、感光層が光熱変換剤、酸発生剤（オニウム塩）、架橋剤（レゾール樹脂）、ノボラック樹脂から成り、画像形成が露光での酸発生と酸を触媒としたプレヒート処理による架橋剤とノボラック樹脂の架橋反応であるため、熱が必須となっている⁴⁾。また、現像では、高pKaのノボラック樹脂を溶解させるために、約pH = 13の現像液が必要となっている。

<酸架橋方式の課題>

①初版製版時間…プレヒート処理・低速処理による処理時間増大

1. 画像形成に必要な熱エネルギーはプレヒート温度×プレヒート時間で決まり、高速処理と加熱処理長がトレードオフの関係にある。従って、初版製版時間短縮には限界がある。

②システム安定性…プレヒート処理・高pH現像に伴う処理安定性低下、アブレーション⁵⁾による光学系汚染

1. 画像形成にはプレヒート温度依存性があり、連続処理時には温度変動が大きく、処理が不安定である。
2. 画像形成には現像pH依存性があり、高pH現像液は空気酸化しやすく、処理が不安定である。
3. 感度が約 $150 \text{mJ}/\text{cm}^2$ と低く、感光層への高出力レーザー光照射によって感光層表面がアブレーションする。

③環境適性…プレヒート処理に伴う排熱・臭気発生および電力消費量増大、廃液量増加、現像廃液が特別管理産業廃棄物扱い

1. プレヒート温度が約 150°C であるため、装置から廃熱、臭気が発生する。
2. 電力消費量が多く、オープン1台当りのCO₂排出量は年間9t相当である。
3. 高pH現像液であることにより、廃液量増加、現像廃液が特別管理産業廃棄物 (pH = 12.5 以上) に該当する問題がある。

当社は、上記の課題を解決し、コンベンショナルシステムの性能・品質安定性と環境適性向上を実現した新聞用サーマルCTPシステム構築を目指した。

具体的には、プレヒートレスかつpH = 12以下の安定処理システムの構築を目標に、プレート、専用現像液、専用自動現像機の開発に着手した。以下、プレート「HN-N」の開発について詳細に説明する。

3. プレート「HN-N」の課題

3.1 新聞用既存サーマルCTPプレートのプレヒート効果

画像形成感度のプレヒート温度依存性を Fig. 3 に示す。ラジカル重合、酸架橋のいずれの方式も、プレヒート温度を下げると画像形成感度が低下し、室温（プレヒートなし）ではまったく画像形成できないことがわかる。

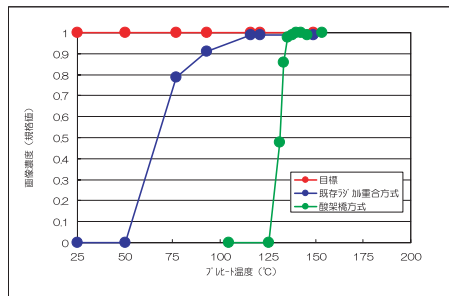


Fig. 3 Dependence of image formation behavior on preheating temperature.

次に、ラジカル重合方式と酸架橋方式の画像形成機構上の本質的差異について説明する。

まず、ラジカル重合方式について簡単に説明する。ラジカル重合方式は、感光層が赤外感光性増感色素、ラジカル発生剤、重合性モノマー、アルカリ可溶性バインダーから成り、画像形成が露光で発生したラジカルによる重合性モノマー間のラジカル連鎖反応で起こっている⁴⁾。プレヒートの役割は反応促進であり、プレヒート処理工程で反応を完了させている。酸架橋方式は前述の通りである。

感光層反応率の露光後経過時間依存性を Fig. 4 に示す。

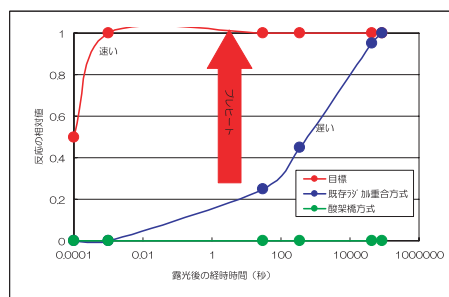


Fig. 4 Speed of polymerization.

ラジカル重合方式は露光後の経過時間に伴って反応が進み、約24時間後にプレヒート処理を施した反応率に到達する。これは、露光で発生したラジカルが感光層中に存在しており、ラジカル連鎖反応が時間とともに徐々に進行していくためである。ただし、ラジカル連鎖反応は、酸素により反応が阻害されるため、環境湿度に依存し、高湿ほど反応が抑制されることがわかっている。一方、酸架橋方式は、酸を触媒として熱で反

応が進む縮合反応であるため、露光後、時間が経過してもまったく反応は進まない。

まとめると、ラジカル重合方式のプレヒートは、反応促進の目的で使用しており、必ずしも反応上不可欠のものではない。一方、酸架橋方式では、反応させるためにプレヒートが必須である。

3.2 プレート「HN-N」の課題

サーマルシステムのプレヒート処理を除去するためには、レーザー短時間露光のみで画像形成を完了させることが必須であり、反応速度の大きいラジカル重合を選択して開発を進めた。特に、既存のラジカル重合方式に対して、少なくともプレヒート効果分だけは反応を促進させる技術が必要であると考えた。

同時に、既存のラジカル重合方式の問題点を改良することも目標として開発を進めた。なお、既存システムの問題点は露光湿度依存性、経時保存安定性、セーフライト安全性である。各特性の現状レベルを Fig. 5～7 に示す。

Fig. 5 は画像形成感度の露光湿度依存性である。既存ラジカル重合方式は、25℃ 30% RH（冬場）に対し25℃ 75% RH（夏場）で感度が約60%低下しており、国内では安定に使用することができない。

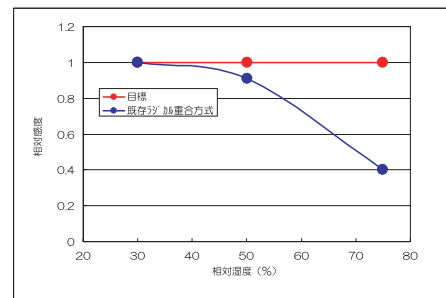


Fig. 5 Dependence of sensitivity on relative humidity.

Fig. 6 は経時保存安定性を見るために、強制サーモ後の特性曲線を示したものである。強制サーモは、サンプルを裸の状態に60℃ 10% RHあるいは45℃ 75% RHの環境に3日間放置した条件で行った。既存ラジカル重合方式は、いずれの条件においても強制サーモにより感度が約25%低下する。

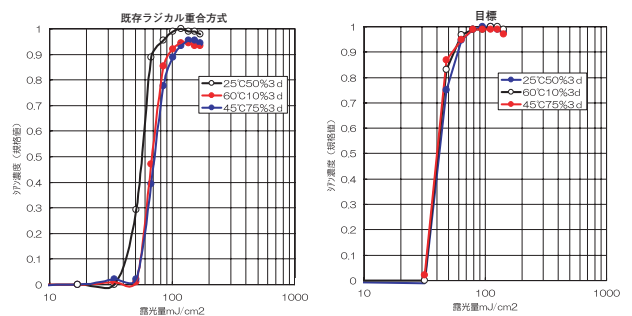


Fig. 6 Dependence of the sensitometric curve shape on the keeping conditions.

Fig. 7はUVカット蛍光灯400Lux, 25℃ 30% RHの環境で曝光したときのカブリ濃度の時間依存性である。既存ラジカル重合方式は、セーフライト安全性が約10分であり、明室取扱性を推奨できないレベルである。

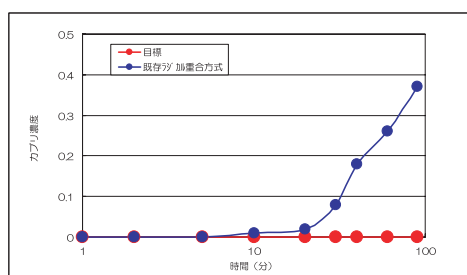


Fig. 7 Room-light tolerance.

以上より、プレート「HN-N」の課題を、①プレヒートレス、②露光湿度依存性改良、③経時安定性改良、④セーフライト安全性改良と設定した。目標は、Fig. 3～7の図中に示したレベルである。

4. プレート「HN-N」の特長

「HN-N」は、Fig. 3～7に示した目標を達成し、前述の課題をすべて解決したプレートである。Fig. 8に「HN-N」の画像形成機構を示すが、ラジカル重合の反応性を向上させ、露光工程だけで反応が完了する機構である。

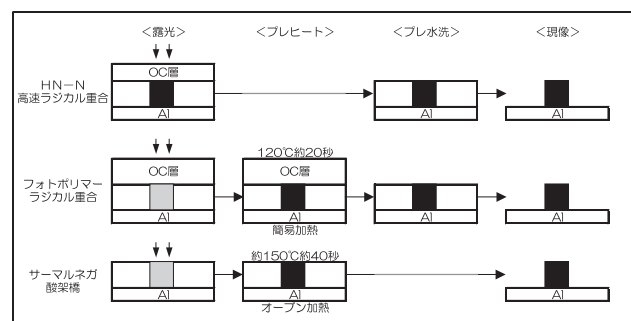


Fig. 8 Image forming process.

以下に、性能および品質安定性上の主な特長を示す。

4.1 性能

1. 感度を酸架橋方式に対して約1.5倍向上 (約150→100 mJ/cm²)
2. 初版製版時間を酸架橋方式に対して約80秒短縮
3. 生産性100版/時以上のコンベンショナルシステム同等以上を達成
4. 高画質 (FMスクリーン適性あり)

4.2 品質安定性

1. 露光ラチチュードが広く、CTPセッターのロット間差の問題なし
2. 露光環境温湿度依存性なく、性能の季節変動なし
3. アブレーションがなく、光学系の汚染なし
4. 現像のpHラチチュード広く、性能の日間差なし

5. プレート「HN-N」の主要技術

プレート「HN-N」に搭載された主な新規技術は以下の3つである。

- ①プレヒートレスを実現した「熱的に安定な高速重合技術」
- ②露光湿度依存性改良、経時保存安定性改良を実現した「熱的に安定な高活性開始技術」
- ③明室取扱性を向上した「感光層酸素濃度制御技術」

5.1 熱的に安定な高速重合技術

前述のプレート「HN-N」の課題で説明したが、プレヒートレスを実現するためには、既存のラジカル重合方式に対して、少なくともプレヒート効果分だけはラジカル重合反応を促進させる必要があった。反応促進の目標は、Fig. 4のデータから見積もると、重合速度で約10万倍 (24時間→1秒以下) である。通常、反応を促進するためには、ラジカルを発生させる開始反応系の高活性化、ラジカル連鎖重合反応系の高活性化の観点と考えられる。しかし、本開発の目標が約10万倍の重合速度向上であることから、開始系の高活性化では可能性が低いと考えた。また、既存システムがモノマーだけの重合反応であり、バインダーへの反応性付与により重合速度向上できることがわかってきた。従って、ラジカル連鎖重合反応系の高活性化を重点的に検討した。その結果、高活性な反応性基を側鎖に付与したバインダーを開発することにより、プレヒートレスを実現することができた。一方、反応性付与に対して懸念された熱安定性は、バインダーの運動性を制御することで解決した。

今回、CTPシステムの中では、初めて、反応性と熱安定性を両立させたバインダーを開発し、「熱的に安定な高速重合技術」を確立した。

5.2 熱的に安定な高活性開始技術

熱的に安定な高活性開始技術は、露光湿度依存性および経時保存安定性を改良するために開発したものである。高湿で減感する露光湿度依存性を改良するためには、発生するラジカルおよびラジカル連鎖反応の酸素耐性向上が必要であると考えた。また、経時保存安定性を改良するためには、開始剤の熱分解温度およびLUMO準位を高くする必要があると考えた。高熱分解温度はプレート保存時の熱による開始剤の分解抑制を、また、高LUMO準位は赤外色素HOMO準位からの熱電子移動抑制に効果がある。

これらの設計指針をもとに、「熱的に安定な高活性開始技術」を確立した。

5.3 感光層酸素濃度制御技術

感光層酸素濃度制御技術は、セーフライト安全性を改良するために開発したものである。通常のレーザー露光では「熱的に安定な高活性開始技術」により環境湿度依存性がまったくなかったが、セーフライト安全性は環境湿度依存性があり、高湿ほど良化することを

見出した。これは、低照度感度に環境湿度依存性があり、ラジカルの重合反応と酸素との競争反応に低照度不軌があることを示唆するものである。つまり、感光層の酸素濃度を制御すれば、高照度高感度化と低照度低感度化の両立が可能、すなわち、画像形成感度とセーフライト安全性が両立できると解釈できた。実際に、感光層の酸素濃度を増大させると、画像形成感度とセーフライト安全性が両立できる領域のあることがわかった。

本開発では、感光層酸素濃度を既存ラジカル重合方式の約5倍に増大し、画像形成感度と明室取扱性を両立させた。

6. まとめ

本論文で報告した新開発の商品名「新聞用オープンレスサーマルネガプレートシステム HN-N / LP-1310NEWS」は、富士フィルムのPS版および商業印刷用CTPシステムで培った技術を結集し、新聞用サーマルCTPシステムとして、性能、品質安定性、環境適性を飛躍的に進歩させたものである。

1分1秒を争うシビアな新聞製作現場では、特に、生産性、安定性、メンテナンス性が求められる。初版製版時間短縮、システム安定性向上、環境適性向上を実現した「HN-N」は、高性能、品質安定性、さまざまな意味でのコストダウンが評価され、すでに主戦力として国内新聞社で活躍している。

富士フィルムは、今後もサーマルCTPシステムを進歩させ、新聞製作現場に貢献し続けることができると確信している。

参考文献

- 1) 北川雅幸. 新聞技術. **139** (1), 50-54 (1992).
- 2) 朝比奈克彦. 新聞技術. **140** (2), 61-66 (1992).
- 3) 佐々木勝, 沢田有司. 新聞技術. **141**(3), 27-32 (1992).
- 4) 近藤俊一. 日本印刷学会誌. **41**(1), 48-59 (2004).
- 5) 日本化学会編. 光が活躍する. 東京, 大日本図書, 142-144 (1993).