
銀塩方式を代替する医療用透明サーマルフィルム

Transparent Thermal Film for Medical Use to Replace with Silver Salt System

洲崎 英夫*
Hideo SUZAKI

相原 秀夫*
Hideo AIHARA

高野 新治*
Shinji TAKANO

山口 岳人*
Takehito YAMAGUCHI

新保 斉*
Hitoshi SHIMBO

要 旨

リコーサーマルフィルムタイプGTF100S,GTF175Sは、医療用向け銀塩フィルム代替を目的とした透明サーマルフィルムであり、次のような特徴を有している。

- 1) 現像、定着液が不要(無廃液)、銀を含まず環境にやさしい
- 2) 銀塩フィルムと同等の品質を持ち、ライトボックスでの読影、長期保管が可能
- 3) サーマルヘッドによる書き込み方式であり、プリンターの低消費電力、コンパクト化が可能

ABSTRACT

The GTF series of transparent thermal imaging films are designed to produce the very high grayscale quality.

The main features are as follows;

- 1) Eco-friendly film due to dry and silverless process.
- 2) Same quality as regular X-ray films (long-term storage and interpretation with film viewer).
- 3) Single-step process (contribute to low power consumption and small size of printers).

* 化成品事業本部 サーマル事業部 NA-PT
NA-PT
Thermal Products Division
Chemical Products Business Group

1. 背景と目的

近年、地球温暖化、オゾン層破壊など地球環境に対する関心が高まっており、環境破壊につながる行為を規制する法律も数多く制定されている。医療用銀塩フィルムに関係するところでは、1996年より現像処理廃液の海洋投棄が全面的に禁止され、1998年末からは産業廃棄物マニフェスト制度が導入されている。

一方、医療業界においても1990年前半より始まったDICOM制定(医用デジタル画像と通信に関する標準規格)の動きに合わせて画像のデジタル保管、出力プリンタのデジタル、ネットワーク化の流れも急速に進んでいる。

このような背景の元、医療用銀塩フィルムにおいても、従来のウェット現像処理からドライ処理へ転換する動きが顕著となってきた。ドライ化の流れの中では、出力用媒体として必ずしも銀塩方式である必要はなく、直接感熱記録、インクジェット、溶融熱転写方式など様々な非銀塩記録方式でのドライプリンタが提案されている。

このような中で、従来の銀塩フィルム同様にライトボックスでの読影可能な直接感熱記録方式用の医療用透明サーマルフィルムを開発し、製品化したのでその概要を紹介する。

2. 製品の概要

2-1 直接感熱記録方式について

(1) 特徴

感熱記録方式は、サーマルヘッドで記録媒体をプラテンローラーで加圧しながら熱をかけて記録する。この方式の記録媒体としては直接感熱記録、熱転写記録、昇華記録用があり、POSラベル、チケット、写真など様々な分野で使用されている。

本製品は直接感熱記録に属し、Fig.1のように記録される。

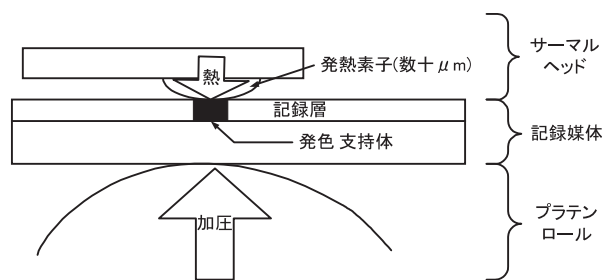


Fig.1 Mechanism of direct thermal printing.

(2) 画像形成原理

本製品は、Fig.2に示すように無色のロイコ染料と無色の顕色剤(酸性物質)を加熱溶解させることにより有色反応物を生成させることにより画像を形成している。この有色体は可視域に等吸収の2つのピークを有するため単一染料で黒発色を実現できるためone dye blackと呼ばれている。

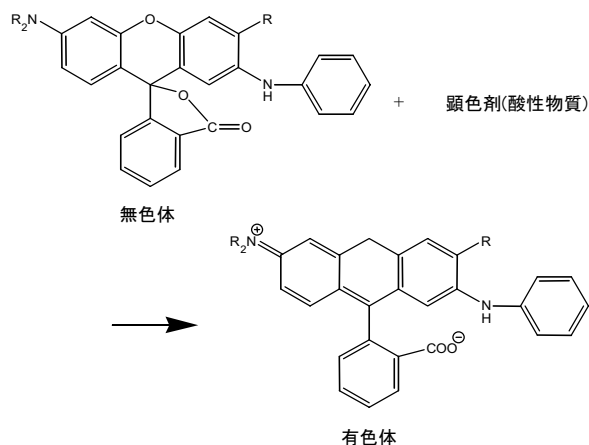


Fig.2 Fused reaction scheme by heating.

2-2 製品仕様

コンパクトなプリンタへの適用を考慮したロールタイプのGTF100Sと従来の銀塩フィルムと同様のハンドリングを実現したシートタイプのGTF175Sを上市しており、外観をFig.3に、その主な仕様をTable 1に示す。

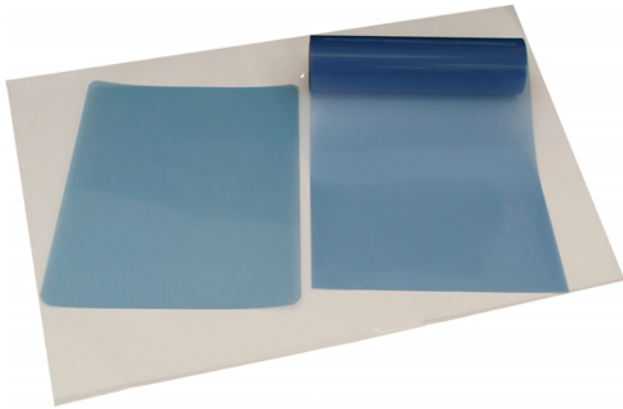


Fig.3 GTF100S(right) and GTF175S(left)

本製品の特徴として以下のものが挙げられる

- (1) 環境にやさしい
 - ・1サプライで廃棄物が出ない
 - ・ドライ処理で廃液が出ない
 - ・銀を含まない
- (2) 銀塩フィルム同等品質
 - ・濃度階調記録であるため高画質
 - ・透明、高濃度、高保存であるため従来の銀塩フィルム同様にライトボックスでの診断、長期保管が可能
- (3) 低ランニングコスト
 - ・プリンタのコンパクト、低消費電力化
 - ・廃液、廃棄物処理にかかわる費用が不要
- (4) 取り扱いが簡単
 - ・記録媒体以外供給する必要がなくメンテナンスフリー
 - ・明室での充填、取り扱いが可能

Table 1 Specifications.

項目	仕様		計測方法
	GTF100S	GTF175S	
製品形態	ロール	シート	
	明室充填仕様		
支持体	PET100 μ m厚	PET175 μ m厚	
透明性	30%	20%	Hazeメーター
剛度	220mg	1150mg	ガーレ式 スティフネスメーター
最低濃度	0.22	0.22	透過濃度計
最高濃度	2.7	3.1	透過濃度計
発色色調	黒	黒	ライトボックス上目視

2-3 製品構成

医療用透明サーマルフィルムはFig.4に示すように、支持体の表面に保護層、記録層、裏面にはバック層という構成となっている。

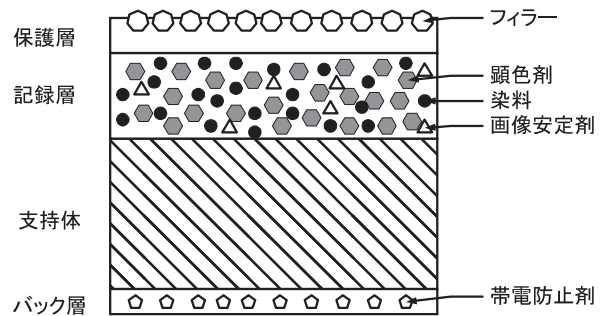


Fig.4 Layer structure.

記録層には、主成分として発色形成成分である染料と顕色剤、及び、画像安定剤や紫外線吸収剤等が含まれている。

保護層は画像部の耐傷性を高める機能と同時に加熱源であるサーマルヘッドと接触する部分であるため、滑り性及び耐熱性向上のためのフィラー(充填剤)が含まれている。

裏面のバック層は、帯電防止剤を含有し、ゴミ付着防止及び搬送性を向上させている。

3. 技術の特徴

3-1 透明化技術

銀塩フィルムと同様の透明性を確保するため、

(1) 記録層

発色成分を結着させるバインダー樹脂の量を増やすとともに、顕色剤を平均粒子径で $0.3\mu\text{m}$ まで微粒子化し、染料を溶解することにより記録層の透明性を得ている。

(2) 保護層

透明性の観点から見ると樹脂単独の透明な層を設けることが理想であるが、サーマルヘッド書き込み時の室温～高温($>200^{\circ}\text{C}$)での搬送安定性が確保できない。

そのため、一般的な感熱記録紙同様にフィラーを含有させることにより、凹凸形成及び高耐熱化することにより搬送安定性を確保している。但し、本製品においては搬送安定性

と透明性との両立をはかるため、Fig.5に示すように $1\mu\text{m}$ 以下の非常に細かい凹凸となるように表面を形成させている。

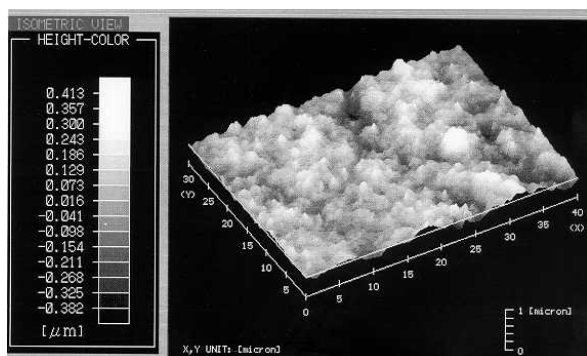


Fig.5 3D surface form of the protection layer.

3-2 発色性制御技術

(1) 発色色調黒色化

一般的な反射タイプの2値記録感熱記録紙ではone dye blackの名の通りに1種類の染料で黒発色を実現できるが、透過での階調記録を目的とする本製品では、これだけで発色色調黒色化を実現することができない。

そのため、GTF100S、GTF175Sとも複数の染料を混合し、その混合比、発色性を制御することにより、ライトボックス上での透過観察時において、低濃度～高濃度全域での発色色調黒色化を実現している。

(2) 高階調化

感熱の一般的な用途である2値記録では文字の切れや高感度の観点から硬調な感度となっている。しかし、医療画像では高階調(>8bit)が要求されるため軟調化する必要がある。

本製品では、記録層に発色を制御するためのガラス転移温度の異なるバインダー樹脂を混合して用い、且つ、高い透過濃度(2.7,3.1)を有することにより必要とされる階調特性を得ている。

3-3 高保存性技術

画像の電子保管が認可されたとはいえ、まだフィルムでの保管している病院は数多くあり、長期保管性は銀塩フィルムを代替する上での重要な品質である。特に階調を必要とする医療用フィルムではハーフトーンも含めた保存性が要求される。

本製品は、その要求をクリアするため、新規開発の顕色剤を用いている。Fig.6に示すように、 50°C 環境で約半年保管したサンプルにおいて、通常の感熱紙と比較してハーフトーン濃度での保存性が優れていることがわかる。

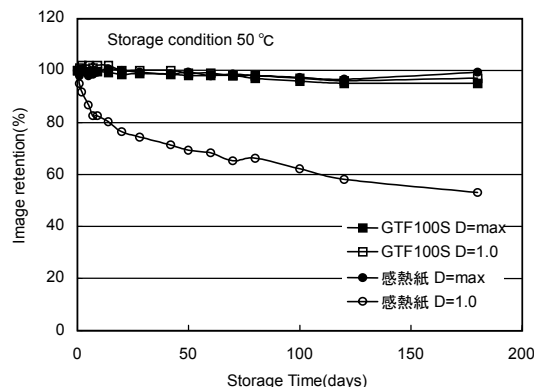


Fig.6 Heat-resistant comparison of GTF100S and typical thermal paper.

アレニウスプロットによる予測からは、適正な保管環境であれば10年保管が可能である。

3-4 形態制御技術

本製品はロール及びシートの2つの製品ラインナップを有している。ロール製品に関しては、プリント前には自然にほじけない、巻き癖がつかないというロール形態特有の特性が求められ、出力後はライトボックス読影に用いるため、カールしない、腰があり折れ曲がらないというシート形態でのハンドリング特性が求められる。

GTF100Sでは、支持体の厚みを $100\mu\text{m}$ とするとともに、記録層に軟らかい樹脂を使用し、記録媒体全体の剛度を適正な範囲に調節している。これにより出力前後の必要特性を満足し、ユーザーの使いやすさを実現している。

シート製品のGTF175Sに関しては、支持体を銀塩フィルムと同じ $175\mu\text{m}$ とすることにより同等のハンドリング性を実現している。

3-5 高画質性

画質は記録媒体とプリンタの両方の条件により決まる。我々の開発している記録媒体側に関わる部分では、前述の保護層の超平滑化等により極めて良好なドット再現性を確保し、鮮鋭性、粒状性を向上させるとともに、生産技術においても、

塗工膜の均一性や塗工欠陥のレベル向上を実施している。これらにより、銀塩フィルムと同等の画質を実現する記録媒体側の条件を満足している。

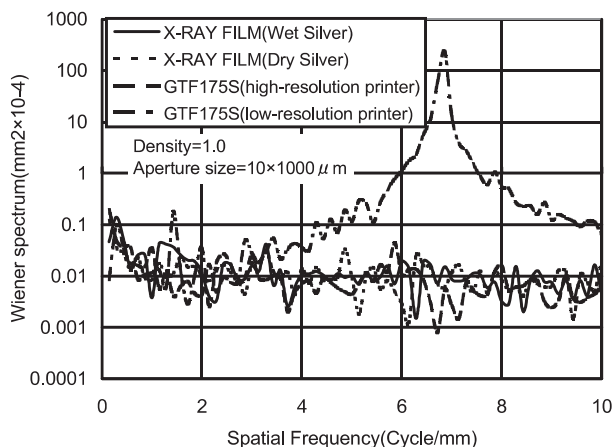


Fig.7 Granularity comparison of various film.

一方で、画質は記録媒体側だけではなく、プリンタ側の寄与も極めて大きい。反射タイプの記録媒体では200dpiレベルの低解像度プリンタでも比較的良好な画質が得られるが、透過タイプでは、Fig.7に示すように解像度に起因する周期的なノイズが人間の目で見える範囲(10cycle/mm以下)で強く観察されてしまう。

透過タイプの記録においては、300dpi以上の高解像度プリンタによる画質の向上は著しく、このプリンタと本メディアの組み合わせは、銀塩フィルムと同レベルの粒状性を有している(Fig.7)。実際に、この組み合わせで病院において使用されつつある。



Fig.8 GTF175S on film viewer.

4. 今後の展開

今後、オフィス同様に医療分野のデジタル化(画像の電子保管、ネットワーク化、CRT診断)は急速に進むと予測されるが、画像記録用フィルムは、従来の大型高速プリンタ用のみならず、CRT診断補助用デスクサイドプリンタ、移動型診療機器搭載プリンタ用など新たな用途を広げていくと考えられる。このような新たな用途は本製品の利点が活かされると考えられるが、一方で求められる品質も向上していくと予測され、それを先取りした開発を実施していかなければならない。