

医用ドライイメージャー DRYPRO MODEL 832 の開発

The DRYPRO MODEL 832 Medical Dry Laser Imager

吉村 昌*	田口 あきら*	角 誠*
Yoshimura, Sho	Taguchi, Akira	Sumi, Makoto
小松 秀樹**	大沼 憲司**	
Komatsu, Hideki	Oonuma, Kenji	

要旨

2007年、我々は世界最小（14×17 in. 対応）の銀塩ドライレーザーイメージャーを開発し、商品化に成功した。本商品 DRYPRO MODEL 832 は、銀塩熱現像方式の最大の特長である高画質を維持した上で世界最速のファーストプリントを誇るだけでなく、従来にないコンパクトサイズを実現した次世代型医用ドライイメージャーである。これらを支えるのは、銀塩熱現像感光材料（以下、フィルムと略記する）、フィルム搬送、光学、熱現像、画像処理をはじめとするコニカミノルタの最先端技術であり、グループ各社の総合力を効率的に集約することにより実現した。

Abstract

In 2007, the DRYPRO MODEL 832, a next-generation medical dry imager, went on the market. The DRYPRO MODEL 832 delivers the higher image quality that is the greatest feature of a silver salt photothermographic developing system and the hallmark of the DRYPRO series. But the DRYPRO MODEL 832 also provides the world's fastest first print in the world's smallest silver salt photographic dry laser imager handling 14x17 inch film. Presented here are the latest Konica Minolta technologies in film conveyance, optics, thermal developing, and image processing that have made the DRYPRO MODEL 832 a reality.

1 はじめに

医用画像情報のデジタル化が加速している中で、当社では、環境面および簡便性に優れた銀塩ドライイメージャー DRYPRO MODEL 722を1999年に発売した¹⁾。その後、第二世代機を4機種（DRYPRO MODEL 752/751²⁾、DRYPRO MODEL 771³⁾、DRYPRO MODEL 793⁴⁾）を商品化し、市場要望に応じてきた。近年、医用画像システムの進化は急速に進み、その要求は、低価格化はもとより多岐多様になっている。このような市場環境の中、オフィス印刷同様、Print On Demandと設置必要スペースの極小化が強く要望され、厳しい競争が展開されている。今回、これらの市場要求を受けて「高画質、高速、コンパクト」を商品コンセプトに掲げ、大病院における分散出力市場から、診療所市場まで対応し得る、低価格かつ世界最小の銀塩ドライレーザーイメージャー DRYPRO MODEL 832（以下、DRYPRO 832とする）を開発した。

本稿では、装置概要と共に、高速化、コンパクト化のために必要な主要技術について詳説する。



Fig.1 The DRYPRO MODEL 832

*コニカミノルタエムジー(株)
開発センター ヘルスケアイメージングシステム開発室
**コニカミノルタエムジー(株)
開発センター ヘルスケアシステム材料開発室

2 DRYPRO 832 の特徴

2. 1 開発コンセプトと採用技術構成

DRYPRO 832の開発にあたっては、高画質、高速処理、コンパクトを最重要の商品コンセプトとした。今後、益々重要となる診療所市場に、高い診断能を有する画像を提供したいという想いから、最高画質を実現できる銀塩ドライレーザー方式（銀塩ドライフィルムのもつ豊かな濃度階調性とレーザー方式による高鮮鋭性は、医用画像診断に対し最高レベルの画像信頼性を提供する）を前提とした。そこで今回の開発においては、従来の銀塩ドライイメージャーシステムの各プロセスを大幅に見直し、高速・コンパクト化を実現する新たなシステムの開発に取り組んだ。銀塩ドライイメージャーシステムの画像出力プロセスは、各種診断装置から画像データを受け取り処理する画像処理部から始まり、フィルムをピックアップしながら排出するサプライ部（フリクションフィードローラ方式）、搬送しながらフィルムスキューを整頓する位置規制部（斜行ローラ方式）、フィルムにレーザー光を照射し潜像を描く露光部、露光・搬送しながら現像する熱現像部（分割型加熱プレート方式）により構成される。(1)各プロセスの高速化、(2)プロセス間のアキュム部廃止、(3)プロセスの並行処理、(4)高速ピックアップと迅速現像が可能な新フィルムにより、世界最速のファーストプリントを実現した。また、無駄なスペースを徹底的に排除し、最小化構造を構築した。これらにより、デスクトップで使用可能なコンパクト化と高速処理に成功した。

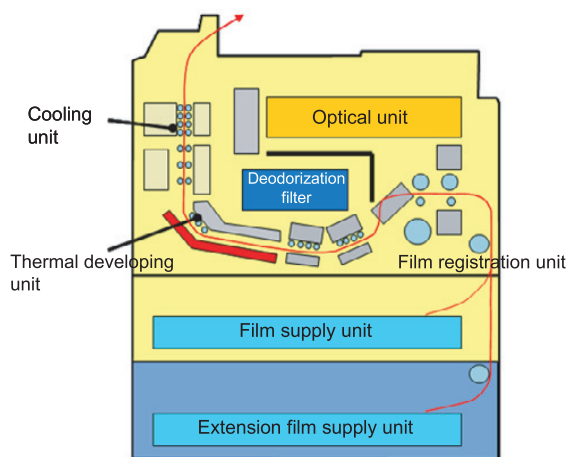


Fig.2 DRYPRO MODEL 832 layout

2. 2 装置概要

主な仕様をTable 1に示す。高画質は基より、様々なニーズに最適な仕様で提供するのが商品コンセプトである。

Table 1 Specification of DRYPRO MODEL 832

Film trays	One or two trays
Film size	14 × 17in., 14 × 14in., 11 × 14in., 10 × 12in., and 8 × 10in.
Image processing	CR SYSTEM (REGIUS Console) Modality (Printlink5-IN)
Pixel size	78.6 μm
Density steps	14 bits (16384 steps)
Performance	First print time 50 seconds
Dimensions	W599 × D585 × H570 mm

3 高速・コンパクト化技術

3. 1 熱現像の高速化

従来の熱現像システムは、回転する大径の加熱ドラムにフィルムを巻き付けて加熱搬送し、その後、自然放熱に近い方式で冷却していた。この方式では、露光しながら熱現像することが困難な上、連続処理／間欠処理などのプリント条件により、昇温と冷却で温度が変化する問題があった (Fig. 3)。この課題に対して、従来は温度履歴の差異を緩和するため現像時間の調整を行うことで安定性を確保していた。

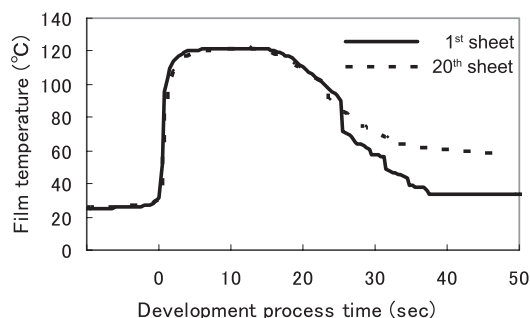


Fig.3 Temperature history of a film (earlier system)

熱現像部の基本機能は、フィルム乳剤の化学反応を均一に促進させる事であり、供給する熱エネルギーを常に一定にする事が最も重要である。新イメージャーシステムでは、熱現像時間の目標を8秒（従来12.5秒）としたため、非常に精度の高い熱現像温度安定化技術が必要となり、従来システムの見直しを行った。熱エネルギーは温度と時間の積で表すことができるが、それぞれの因子について画像濃度への影響度を調べるため、異なったフィルム温度履歴に対する濃度を測定し、温度依存性を算出した。現像進行の過程を表すモデルとして一般的に使用されている勢力範囲の成長速度をFig. 4に示す。これは濃度変化の温度依存性と考えることができる。Fig. 4から100℃以下では現像が進行しないことと125℃近傍に極大点があることが判る。

このようなフィルムの温度依存性を考慮すると、加熱プレート方式を採用し、現像の加熱部を時系列で分割し

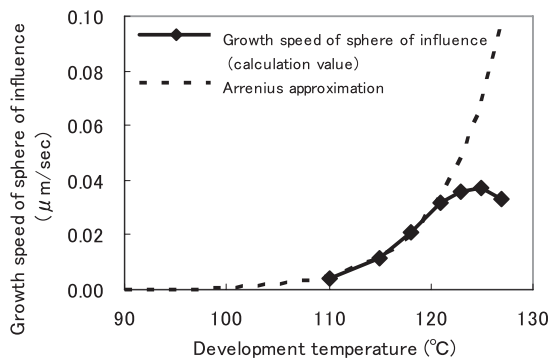


Fig.4 Temperature dependence of growth speed of sphere of influence

てそれぞれの現像プロセス（予熱，昇温，現像）を独立制御することが望ましい。これは冷却プロセスにおいても温度を一定に保つということでは同様であり，冷却部を分割し，徐冷部を設けることにより，温度安定化を図ることに成功した（Fig. 5）。

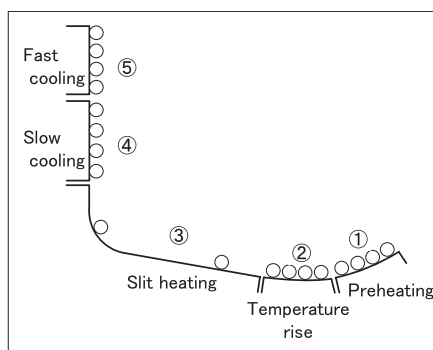


Fig.5 Layout of new developing system

- ①余熱部：温度不定のフィルムを100℃まで昇温する。
- ②昇温部：余熱されたフィルムを現像温度まで昇温する。
- ③スリット部：フィルムを現像温度に一定に保つ。
- ④徐冷部：現像温度から100℃まで冷却する。
- ⑤急冷部：100℃から常温付近（25℃程）まで冷却する。

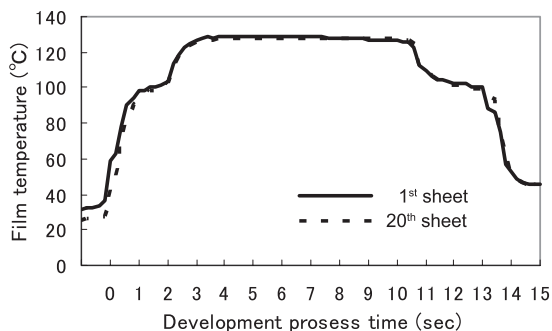


Fig.6 The temperature history of a film (new system)

Fig. 5 に示す熱現像部での温度履歴は，Fig. 6 に示す通りで，熱現像部と冷却部を時系列に分割することにより，連続処理間欠処理にかかわらず，フィルム温度の変化を目論みの範囲に押さえることができた。

医用画像診断では，非常に高い画像信頼性が求められる。すなわち，どのようなタイミングで出力した場合に於いても安定した濃度で出力されることが重要である。本システムでは，上記の5分割加熱プレート方式を採用することにより，大幅なフィルム搬送距離およびプロセス時間の短縮（装置小型化・高速処理）に加えて，安定した出力濃度を実現した（Fig. 7）。

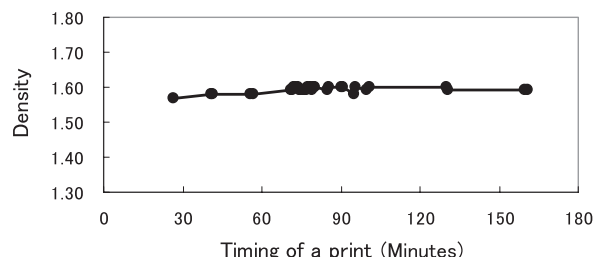


Fig.7 Stability of density (min.)

3. 2 迅速現像感光材料

フィルムの画像形成は，(1)レーザー露光によるハロゲン化銀微粒子への潜像形成，(2)潜像に対する脂肪酸銀からの銀イオン供給，(3)潜像を触媒とした現像剤（還元剤）による銀イオンの金属銀への還元，により行われる。

一方，フィルムの製造プロセスにおいて，僅かに含まれる微量の銀イオンは還元されカブリ核として機能する。従来フィルムでは，潜像から現像銀が成長する速度に比べて，カブリ核から現像銀が成長する速度が遅いので大きな問題にはならなかったが，単に迅速処理性能を向上させた場合においては，カブリ核も高速現像され，カブリ濃度が高くなってしまい，実際の診断画像には適応できない可能性があった。

そこで，画像濃度の上昇速度とカブリ濃度の上昇速度との温度依存性に着目し，従来のフィルムで培った銀イオン供給機構と銀イオン還元反応で構成される現像銀形成プロセスを基本から見直し，後述する新熱現像温度プロファイルに合わせて最適化した。すなわち，(a)素材の熱拡散性制御と機能性ビスフェノール型現像剤の選択による銀イオン供給と還元反応の最適バランス，(b)脂肪酸銀からの銀イオン供給能力の向上（脂肪酸銀の小粒径化，均一分散化など），(c)それらを膜中に支持するバインダーへの熱的安定性付与（高いガラス転移温度）を組合せることにより，従来技術では実現が困難であった高速熱現像性とカブリ濃度上昇の抑制を両立することを可能とした（Fig. 8）。

以上のように，新システムのファーストプリント50秒を達成するため，現像温度プロファイルとのマッチング

を追求した結果、高画質で迅速処理適性を有するフィルムを実現することができた。

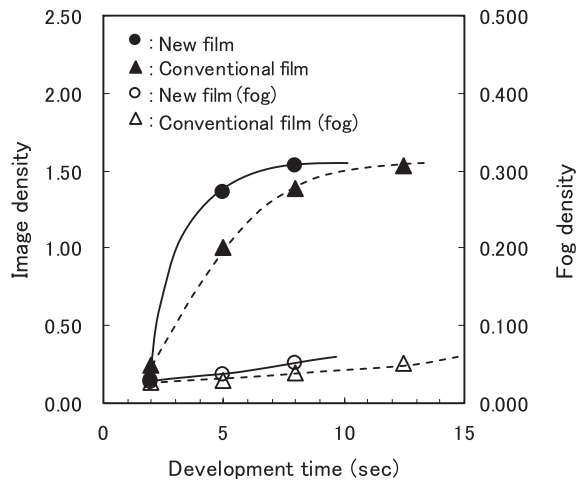


Fig.8 Relation between development time and Image density

3.3 フィルムピックアップの高速化

フィルムピックアップのシステム選択としては、構成が簡易で処理時間が短いフィードローラ方式が最適だが、乳剤層が塗布されたフィルムを摺動搬送した場合、傷による画像欠陥が課題となった。新イメージャーシステム用のフィルムでは、乳剤面へかかる応力を緩和させるため、フィルムのバック層に塗布するマット剤を表面修飾した単分散性真球樹脂マット剤のブレンド種にすると共に、摺動傷が伝搬しないように接触する側の乳剤保護層の靱性を向上させた。その結果、Fig. 9に示すように耐傷性を飛躍的に向上させることができた。

また、傷抑制と安定搬送実現のための新規摺動搬送技術では、フィルムが動き出すまでは大きな応力を発生させ、動き出してから、Fig. 9に示すように、傷性能に影響がない応力に低減させることに成功した。これを簡易な機構で実現したのがFig.10に示すオートバランス機

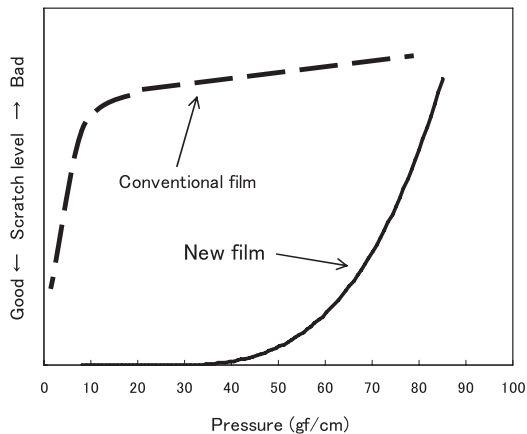


Fig.9 Relationship between crack level and pressure

能を有したフィードローラ方式である。オートバランス機能とは、ローラアームの支点軸を回転自在としたことで、フィルムの搬送抵抗に応じて生ずるローラアームへの回転トルクをフィルムへの垂直応力に変換することができる機能である。

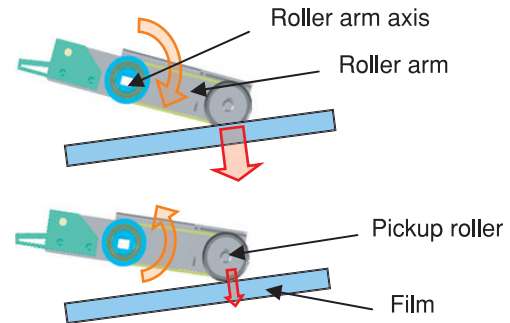


Fig.10 Autobalance function

前述の結果より、従来10秒を要していたピックアップ時間を2秒という超短時間で実現した。

3.4 位置規制部の高速化

位置規制のシステム選択としては、構成が簡易で、搬送しながら位置規制が可能な片側基準搬送による斜行ローラ方式が最適だが、Fig.11に示すように曲率搬送で且つ、フィルム端部に斜行ロールを配置する位置規制のために、ガイド搬送負荷により、フィルム幅方向にたわみが発生し、位置規制が安定しないことが課題となった。そこで、ニップ状態で停止した副走査入口ローラに、フィルム先端を数百ミリ秒押付けてレジストすることで、フィルム幅方向のたわみの影響を抑制した。以上の技術により、マルチサイズの位置規制において1.5秒という非常に短時間で処理を実現した（従来機では6秒の処理時間）。

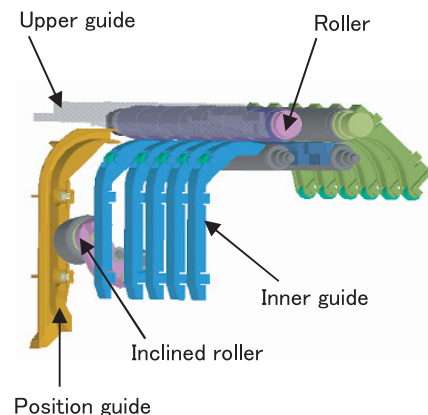


Fig.11 Film registration unit

3. 5 副走査部のコンパクト化

露光しながら熱現像を行い、かつその搬送パスを極小化することで、コンパクト化と処理時間の短縮化を図ったが、副走査搬送速度と熱現像搬送速度の差により発生する副走査ムラが課題となった。そこで熱現像部の搬送速度を副走査部の搬送速度より遅くし、且つ副走査部と熱現像部の速度差を吸収するためのアキュム部を設置することにした。このアキュム部は熱現像部そのものの振動やフィルムが熱現像部へ進入する際の衝撃を副走査に伝達してはならないため、これらのエネルギーを吸収できる構造としなければならなかった。そこでアキュム部のフィルムガイドを副走査側と熱現像側に分割し、且つ2つの分割ガイドに適正な空隙を設けることでフィルム自身の剛性により伝達される振動・衝撃を遮断することに成功した。更に、2つの分割ガイドは、搬送フィルムが面接触しない構造にした。以上の技術により、搬送パスを大幅短縮し、従来18秒要していた副走査～熱現像間の搬送時間を4秒に圧縮した。

4 まとめ

DRYPRO 832の開発により、医用画像情報出力機として初めて「高画質、高速、コンパクト」を実現した。これにより、高信頼の診断画像提供を可能にしながらも作業効率が大幅に改善され、全ての使用環境で身近な診断用イメージャーシステムとしてご使用いただけるものと確信している。

●参考文献

- 1) 西脇州, 榎野昭雄, 三鶯剛, 田口あきら, KONICA Tech. Rep., 13, 23 (2000).
- 2) 下地雅也, 田口あきら, 角 誠, KONICA Tech. Rep., 16, 133 (2003).
- 3) 吉村昌, 木戸一博, 大石篤, KONICA MINOLTA Tech. Rep., 1, 123 (2004).
- 4) 山道洋次, 新井和幸, 田口あきら, 中澤正行, KONICA MINOLTA Tech. Rep., 2, 45 (2005).