

医用ドライイメージャーDRYPRO MODEL 873の開発

The DRYPRO MODEL 873 Medical Dry Laser Imager

吉村 昌*	船山 智*	田口 あきら*
Sho YOSHIMURA	Satoshi FUNAYAMA	Akira TAGUCHI
亀田 活司*	石本 一*	
Katsushi KAMEDA	Hajime ISHIMOTO	

要旨

2008年7月に我々は病院市場（大量処理施設）向けの銀塩ドライレーザーイメージャーを開発商品化し発売した。本商品DRYPRO MODEL 873（以下DRYPRO 873と呼ぶ）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、高生産性やコンパクト性など世界トップレベルの性能を有したコニカミノルタのフラグシップ機である。商品開発にあたっては、環境問題を考慮し、従来にない低消費電力化を図った。

Abstract

The DRYPRO MODEL 873 medical dry laser imager, put on the market in July, 2008, was developed targeting the hospital market (facilities where large amounts of prints are processed). The DRYPRO MODEL 873 is a Konica Minolta flagship, maintaining exceptional high image quality, the touchstone of a silver photothermographic developing system. But the DRYPRO MODEL 873 further exhibits such world-class features as the highest first print speed in the world joined by exceptional productivity and compactness. And the DRYPRO MODEL 873 was developed with the environment in mind, with electric power consumption reduced to the lowest level yet attained.

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。その後、大量処理や小型化など多様化する市場要望に応えるべく、ラインナップを拡充してきた。その一環として、2007年には開業医市場で強い要望があった、デスクトップサイズ高速処理イメージャー（DRYPRO MODEL 832）を発売した。

一方、診療所とは異なり、大量集中処理が求められる一般病院においては、更なる処理能力の向上が求められていた。さらに、全世界的な環境意識の高まりにより小型・省エネに対する要求も一層厳しくなり、さらなる消費電力の低減が求められていた。このような、高生産性と省エネの追求という技術的に相反する要望に応えるべく、世界最高の処理能力を備え、低消費電力であることを特徴としたドライイメージャーを開発した。

本稿では、装置概要と共に、DRYPRO 832高速現像処理エンジンを用いたプラットフォーム共通化で達成した高速・集中処理技術による生産性向上と消費電力低減技術による環境対応について紹介する。



Fig.1 The DRYPRO 873

* コニカミノルタエムジー(株) 開発センター 開発部

2 DRYPRO 873の特徴

病院市場において高い評価をいただいていた従来機 DRYPRO 793ではあるが、お客様から更なる高速化、小型化と低価格化が求められていた。従来は、新型機種開発ごとに、プリントエンジン設計の大幅な見直しを行ったが、今回開発した DRYPRO 873では、DRYPRO 832高速現像処理エンジンをベースに、時系列での熱現像ユニットへの熱分配の最適化を進めることにより、一般病院市場で求められる高速集中処理性能と消費電力の削減の両立を実現した (Fig.2)。

Fig.2 中の Film supply unit 1より上の部分が DRYPRO 832のプリントエンジンである。

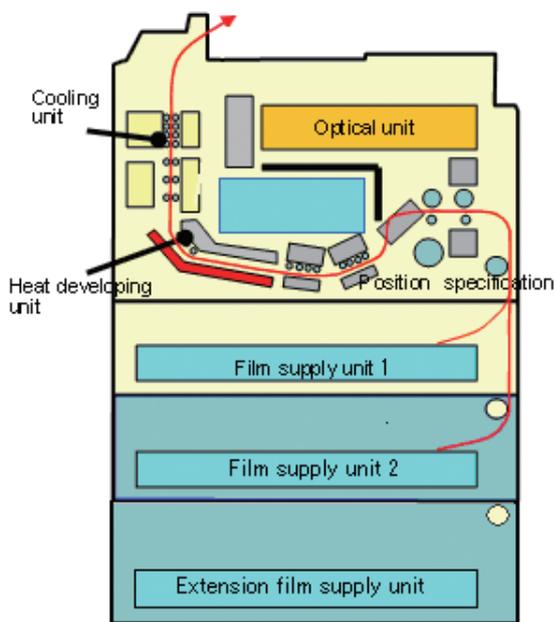


Fig.2 Layout of the DRYPRO 873

なお、当社の新製品の開発における環境対応目標として、消費電力低減（従来機15%以上）とあわせて、質量削減（同30%以上）を重点目標としている。

上記目標に対して、質量の削減に関しては、既に大幅な質量低減を達成した DRYPRO 832とのプリントエンジンの共通化を進めることにより、当社従来機 (DRYPRO 793) に対して54%と目標値を大幅に超える質量削減を実現した。質量削減の相乗的な効果として、部品点数の減少効果などにより装置価格の低下も実現している。

以下Table 1 に DRYPRO 873と DRYPRO 793における重量、処理能力、消費電力についての比較を示す。

Table 1 Comparison of specification

	DRYPRO 873	DRYPRO 793
Weight (main body)	145kg (57%) ¹⁾	255kg
Processing capacity ²⁾		
1st print	54sec (54%)	100sec
Cycle time	20sec	30sec
Power consumption ³⁾	1646wh (64%)	2578wh

Note 1: Relative to weight of the DRYPRO 793

Note 2: Determined using sheet of film, approximately 14 inch x 17 inch

Note 3: Accumulated value for 100 prints from power ON and after idling, assuming a total working time of 8 hours

3 プラットホーム共通化技術

3.1 処理性能の最適化

一般病院においてユーザーが必要とする処理性能を正確に把握するために、従来機の市場ログデータを詳細に解析し、出力処理1回ごとの連続プリント枚数を調査した。その結果、1日の総出力枚数では200枚を越える大量処理施設においても、出力処理1回ごとの連続プリント枚数は5枚以下がほとんどであることが判明した。これにより、医療画像を出力するイメージャーにおいてオフィスプリンタ同様にPrint On Demandで必要枚数をいかに短時間で処理するかが重要であることが示唆された。そこで出力処理1回で出力必要な医療画像枚数を最大10枚と規定し、出力開始から10枚までの出力処理時間が世界最速になるよう仕様を設定した。

このようにして設定した仕様を満足するためには、ファーストプリントとサイクルタイムを短縮する必要があった。DRYPRO 832とプリントエンジンを共通とする都合上、フィルム現像距離と搬送速度で決定されるファーストプリントに関しては DRYPRO 832と同等の54秒（画像処理時間含む）となった。一方、集中処理を必要としない DRYPRO 832プリントエンジンではサイクルタイムよりも安定的な処理が優先されており、サイクルタイムに最適化の余地が残っていた。そこで、DRYPRO 832同等の安定性能を維持した上で目標とするサイクルタイム短縮を実現するために、熱現像部における冷却プロセスの機能限界を徹底的に見直した。その際には使用環境温度範囲とさまざまなサイクルタイムにおいても冷却排出部の温度が50℃という規定値を超えないことを確認した。この時、冷却排出部の温度が50℃を超えてしまうと冷却排出部直後に配列している内蔵濃度計の測定精度に支障を来すことになる。これにより、劣悪な使用環境（環境温度35℃）においてもサイクルタイムを20秒に短縮し目標を達成することが可能となった。以下Fig.3 に DRYPRO 873の連続処理(20秒サイクル) 時における冷却排出部温度の変化を示す。

このグラフから、連続20枚処理においても冷却排出部温度は50°Cを超えていないことが明かである。尚、本装置においては、極稀に20枚を越す連続処理があることを想定し、冷却排出部の温度を検知して規定の50°Cを超えないよう段階的にサイクルタイムを変える工夫を施している。

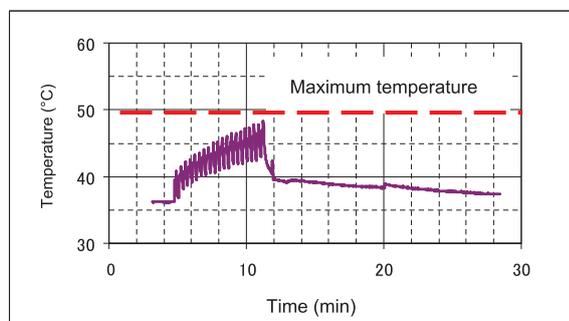


Fig.3 Temperature of the cooling discharge section

これにより、前述の54秒のファーストプリントから連続10枚のフィルム（半切サイズ）出力までに4分と掛からない世界最速の処理能力を実現することができた。以下Fig.4にDRYPRO 793（従来機）とDRYPRO 873のプリント処理時間の比較を示す。想定される連続処理最大枚数10枚処理時点で従来機（DRYPRO 793）の約1.5倍と処理性能が大幅に向上していることを示している。

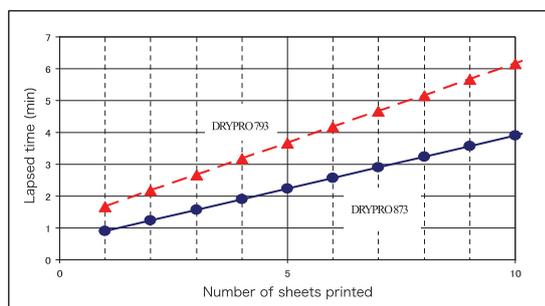


Fig.4 Comparison of printing time

3.2 本体設計

海外病院市場においては、サービスマンが一人で設置を行うケースが多く、DRYPRO 832のような現地で増設サプライの上に本体を積み重ねるセパレートタイプの増設サプライでは設置が困難であった。そこでDRYPRO 873の本体を設計するにあたっては、本体フレームと増設サプライ部を格納する下フレームを一体構造化することにした。実際の設計にあたっては、ベース機（DRYPRO 832）でのシミュレーション実績をもとに設計精度の向上を図った。設計段階でのDRYPRO 873下フレームの強度解析一例をFig.5に示す。これは、図中赤い部分に、ある一定の荷重を加え、その時のフレーム変形度合いを解析したものである。シミュレーション

によるフレームの強度解析を行いながら板金部品の板厚及び形状の最適化を図り、フレームを最軽量化するのが目的である。その際には、プリントエンジンのみならず、全オプション（マンモオプション、サプライ3チャンネル、ソーターオプション）を積載した上で、下フレーム角部に装置全体の1/4の荷重を掛けた場合（一人で本体を設置した場合を想定）においても内蔵ユニット間の干渉発生を防ぐことが必要である。以上の結果より、DRYPRO 832とベースフレームを共通化した中でオプション機能の追加を達成した。

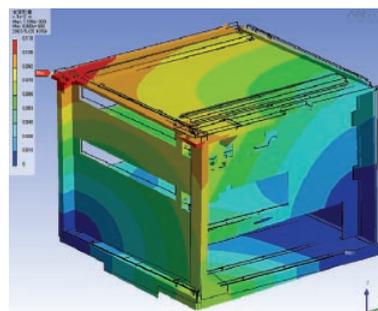


Fig.5 3D analysis of frame strain

4 消費電力低減技術

4.1 熱現像部の省エネ化

ドライイメージャーは、レーザーで露光してフィルムに潜像を形成したのち、120°C以上の温度に10秒程保持することで熱現像し、可視像を得るシステムである。この温度保持部を熱現像部と呼び、フィルム乳剤の化学反応を均一に促進させるため、供給する熱エネルギーを高い精度で一定保持する事が最も重要な機能である。このため、装置全体の消費電力は、熱現像部の消費電力で決まると言っても過言ではない。従来の熱現像システムは、熱容量を大きくし、温度安定化を図っていたため、特に電源投入後立上げ時のエネルギー消費量が大きかった。今回、DRYPRO 832で既に開発されていた熱現像プロセス（予熱、昇温、現像）毎に独立した分割プレート加熱方式を採用することにより、電源投入後立上げ時のエネルギー消費量を抑えることが可能となり、装置全体の消費電力も従来機（DRYPRO 793）に比較し36%削減することが可能となった。

4.2 熱容量低減技術

熱容量を大幅に低減するにあたっては、フィルム現像時の温度安定化が技術課題となる。特に高処理能力が求められる大型機では、現像時における単位時間あたりの熱移動量が大きくなり、熱現像部の温度を安定させることが厳しくなる。従来機（DRYPRO 793）で採用している熱現ドラム方式（Fig.6 左）は、回転する大径の加

熱ドラムにフィルムを密着させ加熱搬送するため、フィルム昇温から現像完了まで常に一定の熱量がフィルムに供給され現像プロセスが進行する。一方、DRYPRO 873では、前述のようにDRYPRO 832と共通の現像エンジン（分割加熱プレート方式）を採用している。この方式は、搬送方向に各プロセス単位（予熱、昇温、現像）で分割して独立制御する構造（Fig.6 右）となっており、各プロセス部分で必要とさせる特性に応じて熱量を最適化、すなわち熱量が必要なプロセスには多く、必要でないプロセスには少なく調整可能なことが大きな特徴である。このような調整によりエネルギーのロスを大幅低減し、装置全体の消費電力の削減に寄与した。

以下に、DRYPRO 873における、熱現像プロセスの設計に関し、シミュレーションおよび実験結果を含めて詳細に記載する。

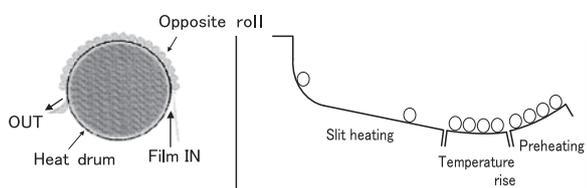


Fig.6 Comparison of heat development layouts

まず、熱現像プロセスの設計を開始するに先立ち、各部の温度変化が濃度へ与える影響を把握するためにシミュレーションと試作機での検証を行った。その結果① 100°C以下（予熱部）は濃度への影響が少ない事 ② 100°Cから現像温度まで（昇温部）が濃度影響大きい事

③現像温度近傍（スリット現像部）では温度依存性が少ない事が明確となった。この結果をふまえて「濃度への影響度×フィルム処理時の熱負荷/熱容量」が従来機と同等になるように、各部の熱容量を決定した。以下Fig.7に前述①～③における濃度変化量の温度依存性を示す。

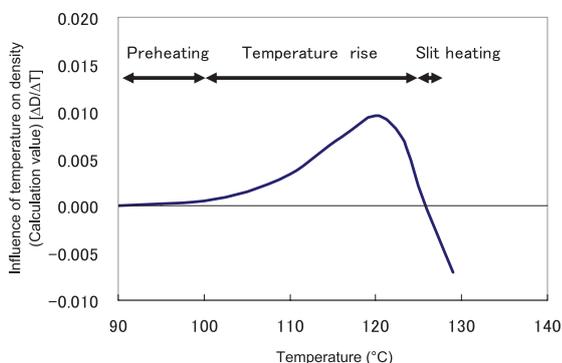


Fig.7 Temperature dependence of density

温度変化が濃度に対し影響の少ないプロセス（予熱部、スリット現像部）に関しては熱容量低減が可能となり、プリント1枚あたりの総熱容量は従来機に対し約50%低

減することができた。Fig.8にプリント1枚あたりの熱容量比較概念を示す。図中左側の斜線部の面積が加熱ドラム方式による現像時の熱容量を示している。それに対し、図中右側の網点部の面積が、分割加熱プレート方式による現像時の熱容量を示している。熱現ドラム方式に比較して分割加熱プレート方式の場合、必要な時に必要なだけのエネルギーを加えるため、必要となる総エネルギー量は少なくて済むことが、Fig.8での両者の面積比較から分かる。

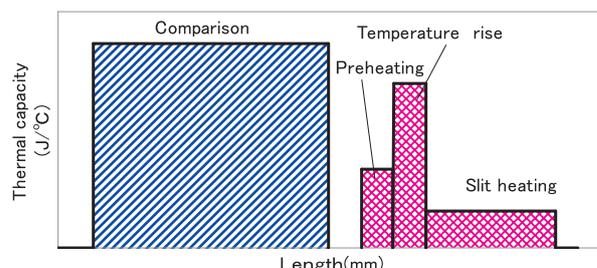


Fig.8 Plan to decrease thermal capacity

4.3 断熱性向上

熱現像中にフィルムから発生する揮発成分を除去するため、現像エンジン部で加熱された空気は脱臭フィルターを通して機外に排出する必要がある。この際、現像に必要な熱エネルギーまでも排出を伴うが、DRYPRO 873では、揮発成分が高濃度になる部分のみ局所的に排出することで排出熱量を大幅に削減した。また、熱現像プロセス部において、高温部品と保持部品の接触面積を極小化することにより熱現プロセス以外への熱の放出を極力小さくした。

これらの断熱性の向上対策による、熱現像プロセス発生エネルギーの効率的な活用も消費電力の低減に貢献している。

4.4 従来機との消費エネルギー比較

一般病院での使用（8時間稼働100枚処理）を想定した消費電力を従来機（DRYPRO 793）と比較すると、当社目標の対従来機30%以上を上回る36%（平均値）の消費電力削減を達成した。これは、熱容量低減対策による立上げ時の電力削減とプリント時の総熱容量削減による効果が大きいと考えられる（Fig.9）。

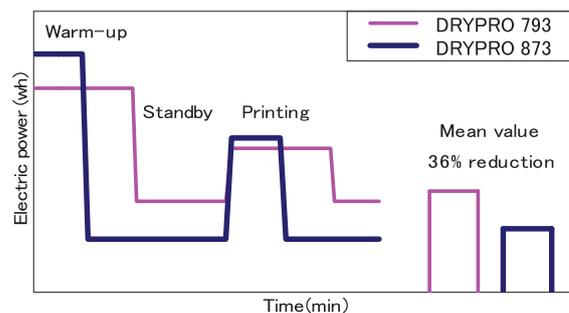


Fig.9 Comparison of electric power

5 装置概要

最後にDRYPRO 873の主な仕様をTable 2 に示す。上述した技術により、フラグシップ機として満足いただける高速・集中処理性能を実現した。

さらに従来から、高い評価をいただいている高画質画像出力に関しては、43.75 μ mの画素サイズでの出力も可能であり、マンモ画像出力にも対応可能である。

また、装置サイズは幅599 mm、奥行き585 mm、高さ1150 mmと従来機（DRYPRO 793）に対し装置体積で約66%となる小型化を達成しており、ウォームアップ時間に関しても当社従来機比1/2以下の約10分と大幅に短縮している。

Table 2 DRYPRO 873 specifications

Film trays	2 trays standard (3rd tray optional) Total 3 trays
Film size	14×17in., 14×14in., 11×14in. 10×12in., 8×10in.
Image processing	CR SYSTEM (REGIUS Console) Modality (Printlink5-IN)
Pixel size	2 sizes
Density steps	14 bits
Performance	1st print 54sec. Print cycle 20sec.
Warm-up time	10±1min.
Dimensions	W599×D585×H1150mm

6 まとめ

以上のようにDRYPRO 873の開発にあたっては、お客様の最適な使用状況の調査を実施し、次世代イメージャーのあるべき姿を追い求めた。既に発売しているDRYPRO 832と合わせて診療所から一般病院まで幅広い環境で最適な高画質診断画像を提供するイメージャーシステムを提供することができたと自負している。

また、消費エネルギー削減や部品共通化などによる資源の有効活用といった取り組みを積極的に行うことで世界的に対応が求められている地球温暖化対策などの環境問題に対して貢献できるものと確信している。今後の開発活動においても、小型・省エネに対して飽くなき追求を進めていきたい。