

# レーザーイメージャ Li-62P の開発

Development of the Laser Imager Li-62P

半田 英幸\*  
Handa, Hideyuki

梅木 守\*  
Umeki, Mamoru

梅田 敏和\*  
Umeda, Toshikazu

梅村 昌弘\*  
Umemura, Masahiro

The Konica Li-62P is a laser imager which has been developed to achieve higher image quality for medical use. The following techniques were implemented in order to improve image quality. <sup>1)</sup> A newly developed direct drive servo-motor with a high precision roller mechanism to transport a film in accurate velocity under laser scanning. <sup>2)</sup> Electronics to correct banding artifacts appears in synchronization with revolution of a polygon. <sup>3)</sup> A digital interpolation algorithm to smooth out diagnostic images and sharpen graphical images and characters.

## 1 はじめに

医療の放射線画像診断の分野で、CTやMRI等のデジタル画像診断装置が普及するにつれて、高い診断画像写真を提供することのできるレーザーイメージャが、広く利用されるようになってきた。レーザーイメージャは、レーザーの持つ高い空間分解能とフィルムの持つ連続的で豊かな階調性を最大限に発揮しつつ、診断業務に応じた操作性と的確な処理スピードを実現できるように設計される必要があり、装置内部のデジタル画像処理やレーザー記録系の質と共に、診断装置との接続操作環境やフィルムハンドリングを含めたシステムデザインも極めて重要である。当社は、数世代にわたりレーザーイメージャを提供してきているが<sup>1),2)</sup>、今回、高画質・高機能を追求し、処理剤を錠剤化した自現機<sup>3)</sup>と一体構造にしたレーザーイメージャ Li-62Pを開発した。本報では、その高画質化設計技術を中心に報告する。

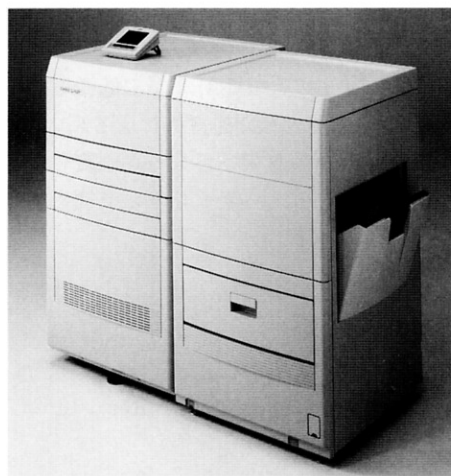


Fig. 1 Outlook of Li-62P

## 2 Li-62P の高画質化設計

Li-62P の本体外観を Fig. 1 に、概略仕様を Table 1 に示す。

デジタル画像データから写真画像を得るには、出力画像が画素の集合と認識できないくらいの高濃度分解能と空間分解能が必要である。濃度分解能は10ビット以上あれば連続階調として認識されることは、従来から知られており、Li-62Pでもフィルムの有効ラチチュードに対しレーザー露光量を12ビット精度で制御することで達成している。また、従来のイメージャは走査線のピッチが80 $\mu$ mとやや離散的であったため、Li-62Pでは走査線ピッチを40 $\mu$ mに設定した。

Table 1 Li-62P Specifications

|                     |  |
|---------------------|--|
| Film Type           | LP-670T, LP-670TC  |
| Film Sizes (mm)     | 279×356, 356×356, 356×432  |
| Laser (Wave Length) | Laser Diode (670nm)  |
| Copy Cycle Time     | < 24 seconds   |
| Pixel Size          | Horizontal: 40~80 $\mu$ m (Variable)<br>Vertical: 40 $\mu$ m (Fix) |
| Image Area          | 8540×10220 Pixels (354×432)  |
| Gray Scale Levels   | 4096 levels (12bits)   |
| Modarity            | 6 channels   |
| Interface           | Video, Digital Video<br>8bit/12bit Digital, Ethernet               |
| Power Requirements  | AC200V, 24A, 50/60Hz   |
| Dimensions          | 1433(W)×1215(H)×780(D)mm   |
| Mass                | 390kg  |

また、レーザーイメージャは医用画像を対象とする性格上、中間調の再現力が要求されるため、濃度ムラが視認されやすく、通常のOA用プリンタと比較して桁違いに高い書き込み精度が必要である。また、広い濃度レンジにわたって忠実な再現力が要求されており、高濃度領域内にプリントされた細かな白抜き文字をくっきりと表現する必要がある。Li-62Pではこれらの画質要求に応えるために、以下の技術手段を採用している。

\* 画像システム機器事業部 開発部 医用機器グループ

## 2.1 濃度ムラの低減

レーザーイメージャで生じやすい濃度ムラの原因は、1) 露光時のフィルム搬送精度に起因するもの、2) 記録光学系に起因するものに大別される。以下、各々の技術について報告する。

### 2.1.1 フィルム搬送精度の改善

副搬送では、フィルム全面に対し均一な濃度に露光することが要求される。レーザーイメージャの場合、特に1.0 D付近の低～中濃度領域における濃度ムラが視認されやすく、フィルムの搬送速度ムラとして、0.5% (P-P) 以下という高搬送精度が必要である。

Li-62Pでは、高搬送精度を達成するために、ダイレクトドライブ方式の高性能なモータを新規に開発した。また、二対のローラを同期回転させ、その間で走査露光することによりフィルム全面露光を可能にしている。しかし、このような構成においては、フィルム先端が下流側ローラ対に突入する際、及びフィルム後端が上流側ローラ対から抜け出る際に画像ムラが発生する。これらの問題を解決するために、次のような構成を採用している。

#### (1) 下流側ローラ対の構成

ローラ対間におけるフィルム搬送領域に一定の隙間を設けて、フィルム突入時の衝撃を緩和する。

#### (2) 上流側ローラ対の構成

フィルム後端が抜け出る直前にニップ圧を弱め、フィルム後端が抜け出る際に発生する負荷変動を抑える。

以上の構成により、フィルム全面に渡り安定して、しかも均一な濃度で露光が行うことができる副搬送手段を達成することができた。

### 2.1.2 ポリゴン起因の濃度ムラ対策

ポリゴン一回転周期で発生する濃度ムラの原因として、

- ポリゴンの倒れ角に起因するピッチムラ
- ポリゴン面の出入りに起因するピッチムラ
- 面間の反射率バラツキに起因する光量変動
- ポリゴン面精度のバラツキ

が挙げられる。これらの原因が濃度ムラに与える影響度合いは既に解明されており、ポリゴン、レンズ系に必要なスペックを求めることは困難なことではない。しかしこれらすべてのスペックを充たすことはポリゴン・光学系への負荷を増大させ、その生産性を著しく悪化させるため、Li-62Pでは以下の方法によりこの問題を解決した。

ポリゴンに起因する濃度ムラは、前述のように各々独立な多数の発生原因から成り立っているが、結果的にポリゴン一回転周期の濃度ムラという一つの現象に集約される。従って、結果としての濃度ムラ情報からそれを相殺するような補正データを作成し、画像変調信号にフィードバックしてやれば濃度ムラの補正が可能である。

Li-62Pでは、濃度ムラ補正アルゴリズムの採用によって、光学系のコストアップなしに、ポリゴン一回転周期の濃度ムラを大幅に低減している。

## 2.2 鮮鋭性の向上

レーザーイメージャにとって鮮鋭性も、画品位を決定する重要な因子である。Li-62Pでは鮮鋭性向上のため以下の2点を設計に盛り込んでいる。

### 2.2.1 フレア光の低減

レーザーイメージャは広い濃度レンジでの再現力が要求されるため、わずかなフレア光でも画質に影響を及ぼす。フレア光の発生原因には様々なものがあるが、設計上特に重要なのは光源の単一波長化である。Li-62Pでは光変調にAOMを用いることにより、半導体レーザーを常に単一波長化に有利な領域で発光させることができ、フレア光の低減を実現した。

### 2.2.2 補間処理方法の改善

CT、MRI等の診断装置から提供される画像信号の画素数は、レーザーイメージャで再現できる画素数(Li-62Pの場合最大8540×10220)より少ないのが一般的である。そのため、より滑らかで忠実な画像を表現するために、種々の拡大補間処理が用いられている。

しかし、従来の拡大補間処理は濃度情報の忠実な表現を前提に考えられていたため、特に細かな白線が細って見える傾向にあった。これは、白細線のようなマイクロな領域では、人間の目の視覚特性はこの領域を透過するトータルの光量をもって明暗を判断するため、濃度情報に忠実な補間処理を行うと、単純な拡大処理に比較してトータルの透過光量が減少し、白細線部が細っているかの印象を受けるためである。Li-62Pでは独自の補間処理を施すことにより、通常の画像部分は濃度情報に忠実に、文字部の様に空間周波数の高い部分は白部の細り(黒部の滲み)を抑えることができ、シャープな画像を再現している。

## 3 まとめ

自現機一体型レーザーイメージャLi-62Pを開発した。その特徴は、1) 40 $\mu$ mの画素サイズによる高精細画像の表現。2) 独自のフィルム搬送方式とポリゴン周期の濃度ムラ補正アルゴリズムの採用による低濃度ムラ画像の実現。3) 独自の拡大補間処理等による高い鮮鋭性である。Li-62Pは、診断装置のさらなる高画質化要求をも満足するレーザーイメージャのハイエンド機と確信している。

### ●参考文献

- 1) 小野耕治、丸山則治：Konica Tech. Rep., 4, 49 (1991)
- 2) 半田英幸、梅田敏和：Konica Tech. Rep., 8, 73 (1995)
- 3) 山口 尚、他7名：Konica Tech. Rep., 10, 25 (1997)