

## 高速スキャナについて

田中 健二

ドキュメントシステム事業本部 ドキュメントシステム事業部

高速複合機MX-M1100の毎分120面読み取りを原稿送り装置で実現するためには、高速にて画像読み取り可能な、スキャナが不可欠です。スキャナの開発において、高速読み取りを実現するためには、従来の設計のみの実施だけでは高速化による新たな課題を克服はできません。今回はスキャナの高速化について機構面、電気面における設計内容の一部を例に挙げ、説明します。

### 1 はじめに

スキャナとは、**図1**の様に原稿に光を照射し、原稿より反射した光を、ミラーを経由させてレンズで集光し、センサ (CCD) にて受光し、その受光した光エネルギーを電気信号に変換し、画像データとするシステムです。近年、パーソナル系、特にA4サイズ読み取りスキャナは、カラー読み取りは常識になる一方1200dpi/2400dpi等の高解像度スキャナが市場で販売されています。このクラスではコンパクト性、低価格性が不可欠であり、縮小光学方式よりコンパクトであるCIS (コンタクトイメージ センサ) を使用したスキャナも多く開発されています。これに対し、複合機用のスキャナ、特にA3系では処理データが大きくなることもあり、解像度は600dpiが主流となっています。

従来、複合機のスキャナは、印字速度と同じ速度で読み取りを実施してきました。しかし、高速データ通信技術、ネットワークの高速化等により、コピー用の読み取り機能だけではなく、ファイリング、画像メール配信と言った使用用途が拡大しています。そのため、モノクロ印字の複合機にも、カラーのスキャナ機能を搭載した複合機が多く開発され、且つ、読み取り速度の高速化 (本体印字速度に同期しない) がコピー速度とは独立して進んできています。ここでは、高速カラー読み取りを実現する為、実施した設計内容を説明します。

### 2 高速化の為の設計

高速に画像を読み取る為には、光源光量のレベルアップ、高速駆動制御が不可欠となります。

#### (1) 光量のレベルアップ

光源光量を増加するには、光源ランプの径を大きくすればよいのですが、製品のサイズ、消費電力等の制限よりφ10mmを使用し原稿に効率よく光を照射する必要があります。原稿面に照射される光の方向は、読み取り画像に出る影の問題から、1方向ではなく2方向から照射する必要があります。且つ読み取りラインのバラツキと原稿の浮きを考慮し、均一な幅と高さ方向の光量が必要となります。これを実現する為、ランプ及び、逆側に配置された反射板を、**図2**の様に光線追跡シミュレーションによりベストな配置、及び形状にするよう設計しました。

#### (2) 高速駆動制御

今回のスキャナは600mm/秒で読み取り駆動を実施しています。**図3**の様可動部として、ランプユニット、及びミラーユニットがワイヤ駆動にて読

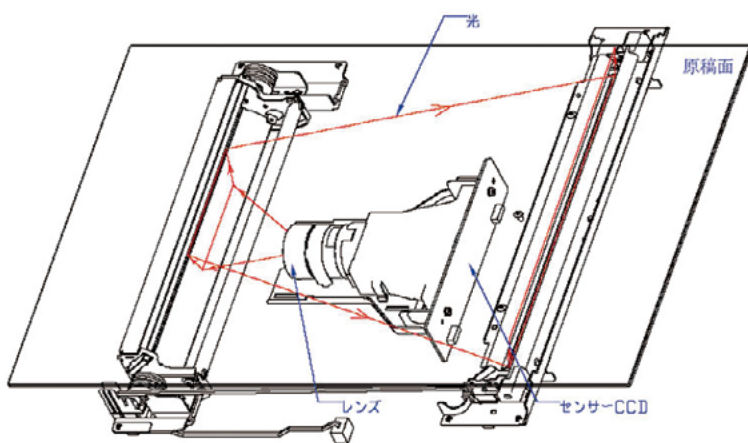


図1 スキャナの概略構成

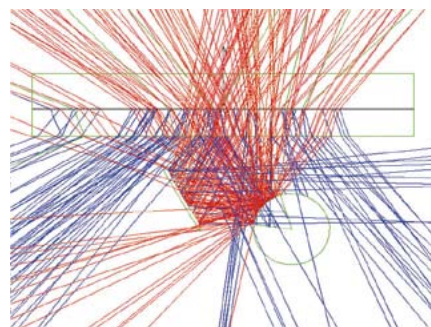


図2 光線追跡シミュレーション

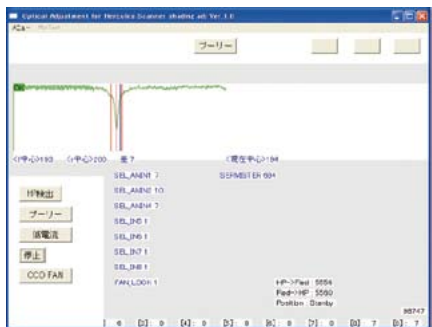


図3 プーリー調整機能

み取り領域を移動します。このユニットはワイヤのみで固定され、レール上のフラット面を移動しています。高速且つ高精度化を実施するには、ユニットをどれだけ安定して平行に引っ張るかが精度を出すキーポイントとなります。

通常の組立てを行うと組立公差、部品公差により製品ごとに取り付け位置がばらつきます。そのため、対策として、図3の様にワイヤの引っ張り位置を決めるプーリーに調整機能をつけ、読み取りデータによる確認検査機にて調整を実施、安定且つ高精度の位置管理を実施しました。位置的に安定した駆動だけでは、微小な振動をおさえることはできません。この振動を最小限に且つ、短期間に設計すべく、駆動にかかわる部品（ギヤ、ベルト、モータ）の仕

様選別を表1の品質工学におけるパラメータ手法を用い設計を実施しました。

### 3 高速スキャンの課題と対応

読み取りの高速化を実施する上で、多くの課題が発生します。これらの解決が商品化には不可欠となっています。多くの課題の一部を説明します。

#### (1) 温度上昇による焦点ズレ

高速化に伴い、ランプ光源、定着、CCD等多くの部品で熱が発生します。この熱により、光学系内の温度上昇が発生し部品の持つ線膨張係数に準じ、光学部品を取り付けている金属に伸びが発生します。又、レンズも熱により曲面及び屈折率が変化し、図4の様にレンズの持つ特性（焦点距離）も

表1 品質工学におけるパラメータ手法

<誤差因子>

因子名	水準1	水準2
P 設置角度	水平 (0°)	斜め (2.6°)
Q 温度	常温	高温

※誤差因子Qの第2水準の高温とはミラーユニット固定部のワイヤをドライヤーで一定時間(1分間)温めた状態である。

<制御因子> → L18直交表に割り付ける。

因子名	水準1	水準2	水準3	
A ミラーモータスプリング	1.4 kg	2.5 kg	-	
B 駆動方式	1-2相励磁	2相励磁	(2相励磁)	→ダミー法
C ベルト形状+プーリピッチ	ハス歯/1.5 mm	直歯/1.0 mm	直歯/1.5 mm	
D モータ電流	0.8 A/相	1.0 A/相	1.25 A/相	
E モータダンパー	無し	ダンパー1	ダンパー2	
F 2-3ミラー接着	接着無し	接着有り	(接着有り)	→ダミー法
G スキャン速度	150 mm/s	300 mm/s	600 mm/s	

<直交表L18への割付け>

制御因子A~Gを直交表L18の第1列~第7列に割り付けて実験を行う。

実験No.	因子	A	B	C	D	E	F	G	e
		ミラーモータスプリング	駆動方式	ベルト形状+プーリピッチ	モータ電流	モータダンパー	2-3ミラー接着	スキャン速度	誤差列
		1	2	3	4	5	6	7	8
1		1.4 kg	1-2相励磁	ハス歯/1.5 mm	0.8 A/相	無し	接着無し	150 mm/s	1
2		1.4 kg	1-2相励磁	直歯/1.0 mm	1.0 A/相	ダンパー1	接着有り	300 mm/s	2
3		1.4 kg	1-2相励磁	直歯/1.5 mm	1.25 A/相	ダンパー2	(接着有り)	600 mm/s	3
4		1.4 kg	2相励磁	ハス歯/1.5 mm	0.8 A/相	ダンパー1	接着有り	600 mm/s	3
5		1.4 kg	2相励磁	直歯/1.0 mm	1.0 A/相	ダンパー2	(接着有り)	150 mm/s	1
6		1.4 kg	2相励磁	直歯/1.5 mm	1.25 A/相	無し	接着無し	300 mm/s	2
7		1.4 kg	(2相励磁)	ハス歯/1.5 mm	1.0 A/相	無し	(接着有り)	300 mm/s	3
8		1.4 kg	(2相励磁)	直歯/1.0 mm	1.25 A/相	ダンパー1	接着無し	600 mm/s	1
9		1.4 kg	(2相励磁)	直歯/1.5 mm	0.8 A/相	ダンパー2	接着有り	150 mm/s	2
10		2.5 kg	1-2相励磁	ハス歯/1.5 mm	1.25 A/相	ダンパー2	接着有り	300 mm/s	1
11		2.5 kg	1-2相励磁	直歯/1.0 mm	0.8 A/相	無し	(接着有り)	600 mm/s	2
12		2.5 kg	1-2相励磁	直歯/1.5 mm	1.0 A/相	ダンパー1	接着無し	150 mm/s	3
13		2.5 kg	2相励磁	ハス歯/1.5 mm	1.0 A/相	ダンパー2	接着無し	600 mm/s	2
14		2.5 kg	2相励磁	直歯/1.0 mm	1.25 A/相	無し	接着有り	150 mm/s	3
15		2.5 kg	2相励磁	直歯/1.5 mm	0.8 A/相	ダンパー1	(接着有り)	300 mm/s	1
16		2.5 kg	(2相励磁)	ハス歯/1.5 mm	1.25 A/相	ダンパー1	(接着有り)	150 mm/s	2
17		2.5 kg	(2相励磁)	直歯/1.0 mm	0.8 A/相	ダンパー2	接着無し	300 mm/s	3
18		2.5 kg	(2相励磁)	直歯/1.5 mm	1.0 A/相	無し	接着有り	600 mm/s	1

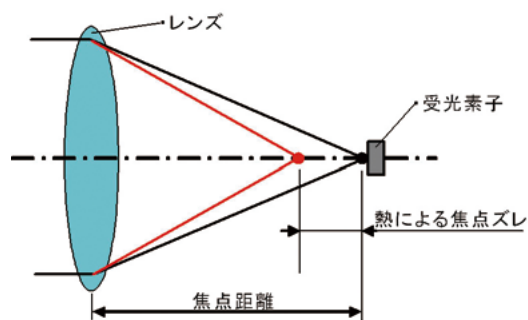
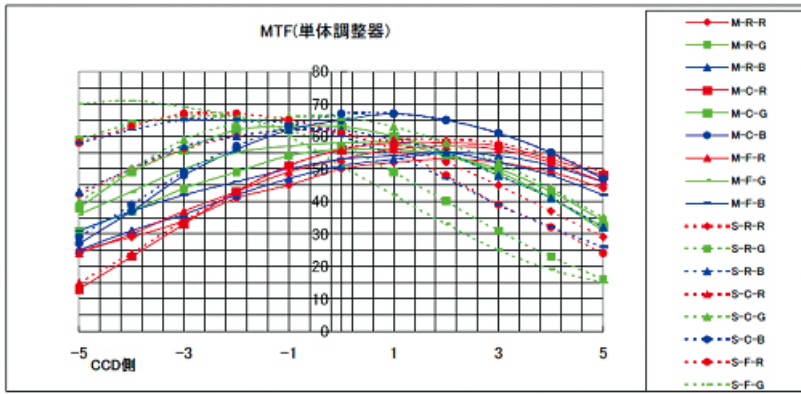


図4 レンズの持つ特性(温度変化)

<初期>



<+27°C>

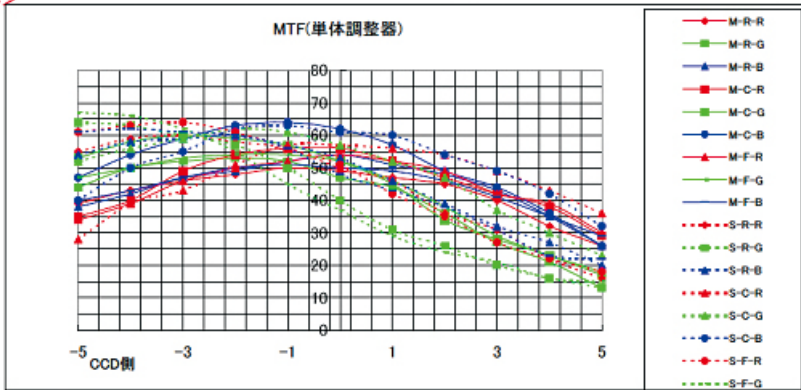


図5 レンズの持つ特性 (温度変化)

変化します。変化方向は全てがMTF (Modulation Transfer Function) 特性に対し同一方向に変化します。これにより、大量の原稿を長時間読み取りし続けると画像のボケが発生します。特にカラー読み取り時は、RED/GREEN/BLUEのMTF曲線が図5のようになっている為、焦点位置が変化すると、一部の色成分はMTFが悪くなり、他の色成分はMTFがよくなるといった現象

となります。これを改善するには、温度上昇しても、焦点を結ぶ位置を変化させない光学系にする必要があります。

しかし、取り付け部材 (金属) の熱変形をなくすことは非常に困難なため、レンズにて取り付け部材の熱による伸び量分だけ、焦点距離が伸びるようにする必要があります。通常の硝子レンズは、熱がかかると焦点距離が短くなりますが、熱がかかると負に屈折率が

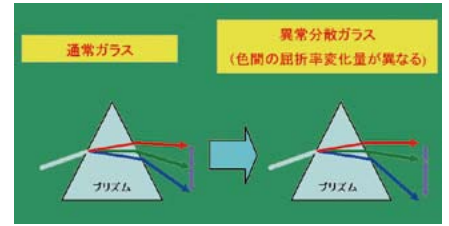


図6 異常分散硝子一般特性

変化する一部の異常分散硝子 (ED ガラス (図6)) をレンズ構成内に使用することで、焦点距離変化方向を通常のレンズとは逆方向に、熱に対する取り付け部の伸びを相殺する光学系を設計しました。

## (2) 点灯周期による縞画像

高速化による画像問題として光源の発光周期の縞画像があります。通常光源には白色キセノンランプが使用されています。使用している白色ランプは3波長タイプでRED/GREEN/BLUEの蛍光体を混合したものを使用しています。点灯回路としては、インバータを使用しており、点灯時に高電圧をパルスで印加します。この際の、インバータの発振周波数と読み取り周期を示したものが図7になります。この図7から1ラインの読み取り周期に対しランプインバータは17回のON-OFFを繰り返します。ランプの発光は電圧の立ち上がり時が大きい為、1ラインのONの立ち上がり回数が異なると理論上原稿に照射される光量が変化します。しかし、実

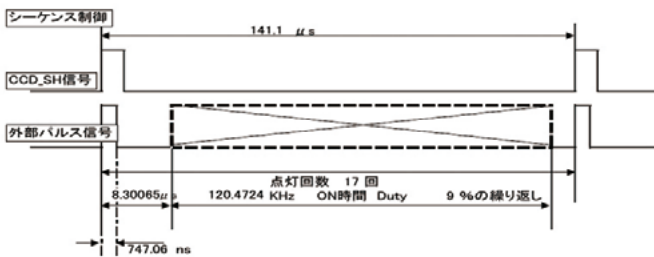


図7 インバータの発振周波数と読み取り周期

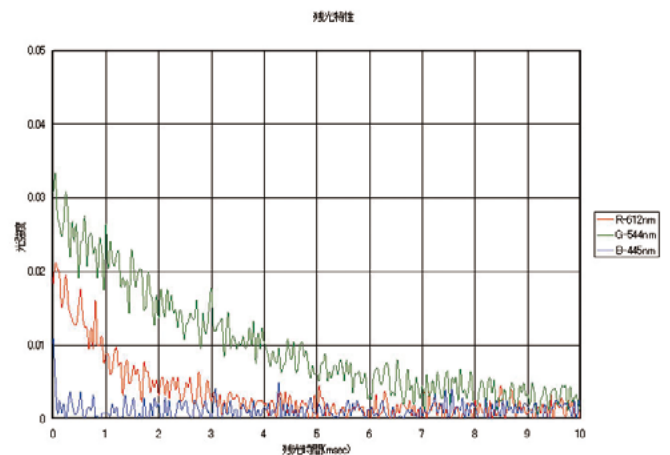


図8 RED/GREEN/BLUEの蛍光体の残光特性

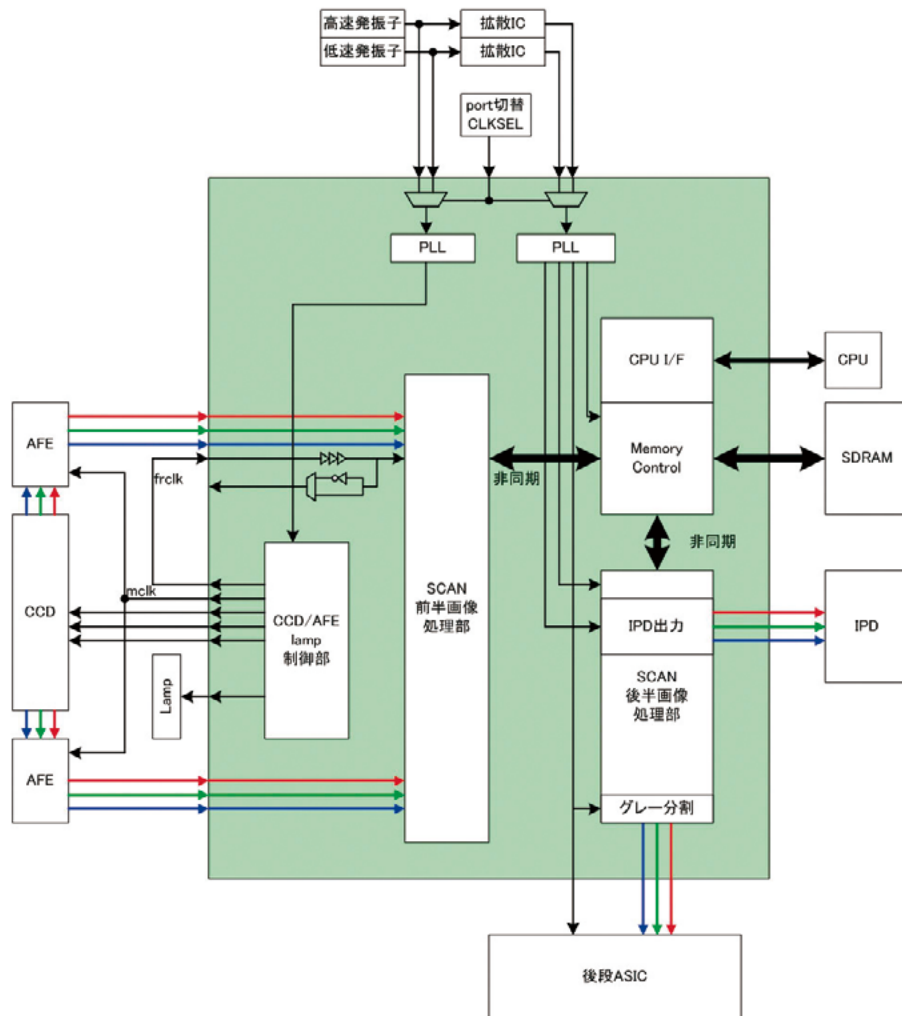


図9 制御回路

はランプ蛍光体の特性と際にして残光特性（制御上OFFした後の光量）があり、インバータからのON-OFF制御に対しランプは追従せず、ランプはOFFすることなく点灯しています。しかし、この特性も蛍光体の差により大きく異なります。RED/GREEN/BLUEの蛍光体の残光特性を図8に示します。図8の様にRED/GREENの蛍光体は残光が長く続き、ランプのちらつきは発生しません。しかし、BLUEの蛍光体は非常に短い時間で残光が終了します。このことにより、BLUEの発光がインバータのON-OFFの制御に追従し、読み取りごとに、光量に変化する現象が発生します。その結果、画像に縞模様が発生します。これを解決する為、インバータ点灯制御を、読み取り周期と同

期点灯させる回路を追加し、毎ラインの読み取り時間に対して、同回数ランプが、ON-OFFするように制御を対応しました。

### (3) 不要輻射ノイズのレベル低減

高速化により駆動制御クロックの周波数も大きくなり、結果として、製品外部へ発生するノイズも大きくなります。そのため、製品として取得が必要となる不要輻射規格（EMI）をクリアすることが非常に厳しくなってきました。対応として、制御ASICの画像処理フローの前半ブロックと後半ブロックを非同期設計し、画質に影響のない後半部のみ周波数拡散することによりパワーを小さくする対応を実施しました（図9）。

## 4 おわりに

近年、情報技術の進歩は目まぐるしいものがあります。特に情報転送速度、処理速度は急速に進歩し高速化しています。その結果、大容量のデータ送信/蓄積も高価な設備無しに可能となってきています。将来も、これらの技術は進歩し続けることはいうまでもありません。このインフラの中、われわれは、より高速化、高画質化した読み取り装置の設計を行い、ユーザが複合機の前で占有される時間を最小限にできる複合機の開発を推進していきたいと考えています。