

会社や学校、コンビニ等でコピー機を使用した経験は誰もがもちだすと思います。それでは、コピー機の中でどのように原稿が読み取られているかご存じでしょうか。今回は、コピー機の中で用いられている読み取り装置についてご紹介したいと思います。

### 1. 読み取りの原理

普段私たちが目にするコピー機には、ラインセンサー方式と呼ばれる読み取り方式が採用されています。ラインセンサー方式とは、ライン状の照明により原稿を走査して、原稿を読み取る方式です。原稿の読み取りは、ライン状に照明された原稿からの反射光を、光学系を介してラインセンサー上に結像することで行われます。そして、ラインごとの画像情報を蓄積することで、原稿情報を獲得します。以上が簡単な読み取りの原理になります。

### 2. フラッドベッドスキャナー

コピー機において、原稿の読み取りは、フラッドベッドスキャナーまたはシートスルースキャナーで行います。私たちが普段、原稿台の上に原稿を置いてコピーをする際、フラッドベッドスキャナーを使用しています。フラッドベッドスキャナーとは、原稿を原稿台の上に固定した状態で、光源を搭載したユニットを原稿に対して照明・走査することで原稿を読み取るタイプのスキャナーを指します。また、オプションとして自動原稿送り装置であるADF (auto document feeder) 使用時には、光源を搭載したユニットを所定の位置に固定した状態で、原稿を移動させることで、原稿を連続して読み取ること

ができます<sup>1)</sup>。以下では、フラッドベッドスキャナーに用いられる代表的な読み取り装置について説明します。

### 3. ミラースキャン型の読み取り装置

一般的なコピー機には、ほぼすべてミラースキャン型の読み取り装置が用いられています。読み取りの原理を簡単に説明しますと、光源を含む第1ユニットが速度 $V$ で走行すると同時に、折り返しミラーを含む第2ユニットが速度 $V/2$ で走行することにより、共役長(原稿からラインセンサーまでの距離)を一定に保ちながら原稿を照明・走査することができます。原稿の読み取りは、原稿からの反射光を縮小光学系を介して、ラインセンサー上に結像することで行われます(図1)。ミラースキャン型の読み取り装置では、上記ユニットが走行する空間を確保しつつ、結像光学系やラインセンサーを配置するスペースが必要となります。省スペースを実現する手段として、それら読み取りに必要な機能を集約したユニット自体が移動して原稿を読み取る、光学系・センサー一体移動型の読み取り装置もあります。

以下では、読み取り装置の基本構成について説明します。

#### (1) 照明光学系

コピー機の照明光学系は光源を含み構成されます。照明効率を上げるためには、光源を原稿に近づけることが望ましいのですが、あまり近づけすぎると均一な照明が難しくなります。また、光源の配置の仕方によっては、不要な光束(ゴースト光)がそのままラインセンサーに到達してしまうこともあるので、注意が必要です。さらに、原稿台(コンタク

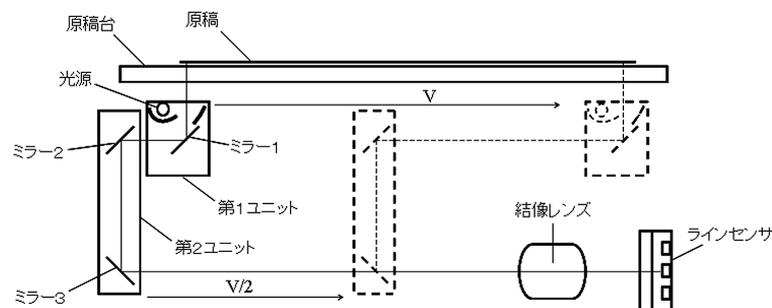


図1 ミラースキャン型の読み取り装置。

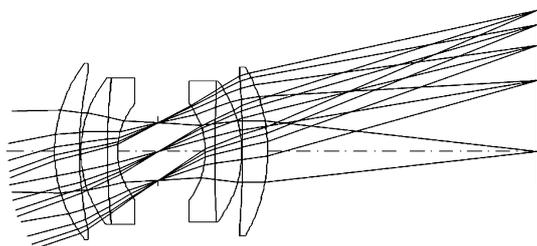


図2 ガウスタイプの結像レンズ。

トガラス)に入射する光線の透過率は、入射角度が大きいほど低く、特に60度を超えると急激に低下するので、それを考慮する必要があります。また、結像光学系としてレンズを用いる場合には、画角のコサイン4乗に比例して周辺部の光量が低下することが知られています<sup>2)</sup>。それを補正するため、中央部よりも周辺部を高輝度化した照明光学系もあります。照明光学系の光源としては、ハロゲンランプやキセノンランプが従来から用いられてきましたが、他の光源に比べて寿命が長く、消費電力も小さいといった特長をもつLED(light emitting diode)が、光利用効率の向上とともに、近年利用されてきています。

## (2) 結像光学系

コピー機の結像光学系は、一般的に複数のレンズからなる結像レンズから構成されます。結像レンズには、読み取る原稿の幅(A4, A3)、要求される解像度(600 dpi, 1200 dpi, dpi: dots per inch)などに応じて、さまざまなレンズタイプが用いられています。従来は、高画角でありながら、明るく、コマ収差を小さく抑えられるレンズタイプとして、ガウスタイプがよく用いられてきました(図2)<sup>3)</sup>。近年では、光学系・センサー一体移動型の読み取り装置において、ミラーだけで構成されたタイプやテレフォトタイプ、非球面レンズを採用したタイプもみられます。

設計的な話をしますと、一般的に、ラインセンサーの画素サイズが小さく、センサー面上における空間周波数が高くなるほど、MTF(modulation transfer function)の確保が難しくなります。また、カラー原稿を良好に読み取るためには、赤、緑、青の各色の結像位置を光軸方向に合致させる必要がありますが、分散特性の異なるレンズで完全に色収

差を取り除くことは困難です。さらに、画角が広いほど読み取り装置を小型化でき、Fナンバーが小さい(明るい)ほど高速読み取りが可能となるのですが、レンズ設計側の負担が大きくなり、構成枚数の増加や、それによるコストの上昇を招きます。そのような理由から、性能とコストのバランスを考慮した設計が求められます。

## (3) ラインセンサー

コピー機のラインセンサーは、画素上にフィルターを設けたオンチップフィルター方式が主流となっています。その中でも、それぞれ赤、緑、青のフィルターが設けられた3つのラインセンサーが1チップ上に並んだもの(3ライン1チップセンサー)がよく用いられています。1画素のサイズは小さくなる傾向にあり、9.3  $\mu\text{m}$  から 4.7  $\mu\text{m}$  まで利用されています<sup>4)</sup>。ラインセンサーには撮像素子としてCCD(charge coupled device)が用いられていますが、消費電力が小さく、発熱も少ないといった特長をもつCMOS(complementary metal oxide semiconductor)が主流となる日も近いかもしれません。

今回は、コピー機の中でどのように原稿が読み取られているか、その中で用いられている読み取り装置について説明しました。設計面での難しさを中心に説明しましたが、読み取り装置は光学、機械構造、電気制御が連携して工夫を凝らす必要のある、やりがいのある面白い光学系です。

(リコー 中山裕俊)

## 文 献

- 1) 吉沢 浩, 根本栄治, 塚原 元, 藤井 隆, 佐野元哉, 田上 亮, 夏井幸彦, 浅場陽一: “中高速カラー複合機 imagio MP C5001/3301 シリーズ”, リコーテクニカルレポート, No. 37 (2011) 132-137.
- 2) 早水良定: 光機器の光学II (社団法人日本オプトメカトロニクス協会, 1989) 770-791.
- 3) 彼島雄一郎: 特許 2729039.
- 4) 神代敏昭, 安田尚弘, 小松隆志, 平沼雅裕, 養田泰信, 藤岡哲弥, 高橋卓二: “4.7  $\mu\text{m}$  カラー CCD を用いた読み取りユニットの開発”, リコーテクニカルレポート, No. 32 (2006) 1-6.