

複写機用カラーA3サイズ 密着型イメージセンサ“WFシリーズ”

白木 徹*
Toru Shiraki

Color A3-size Contact Image Sensor "WF Series" for Copier

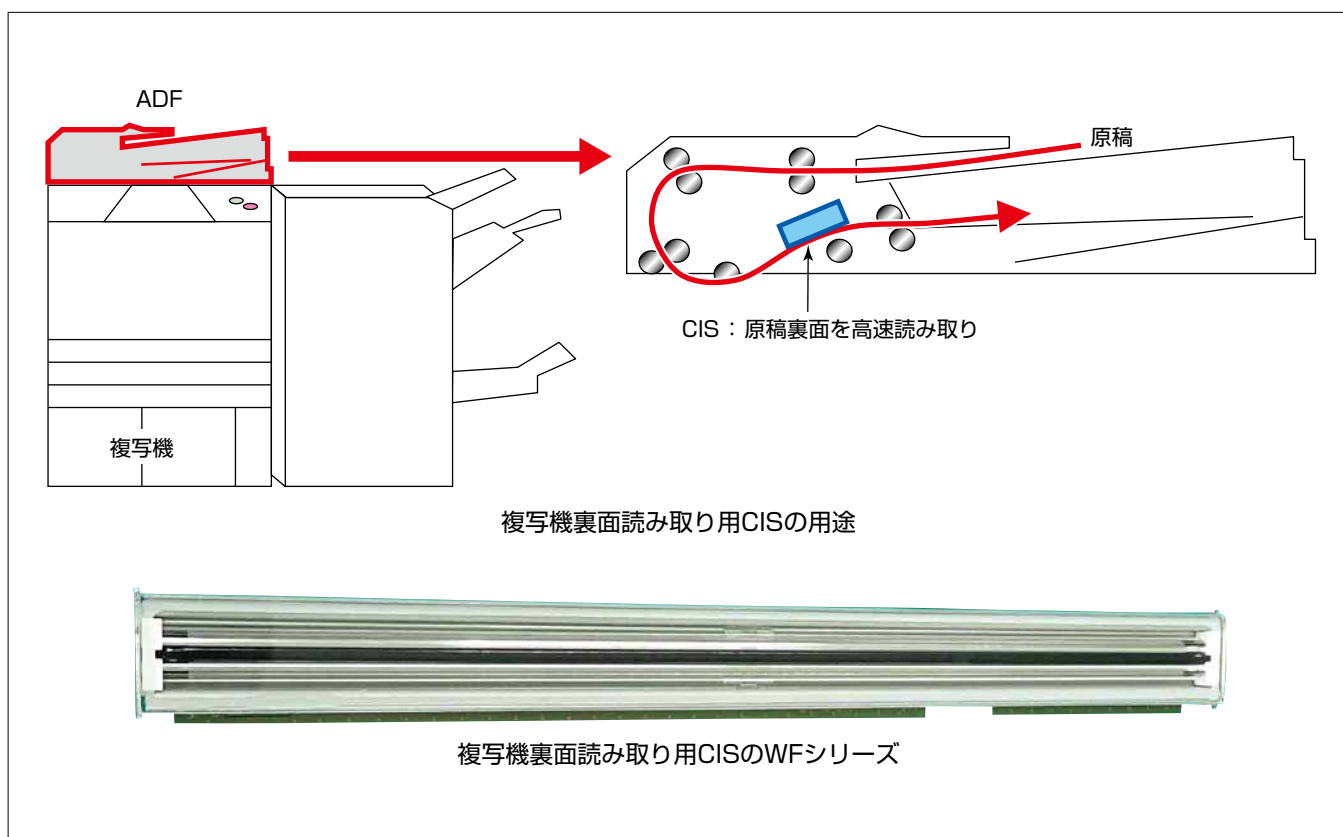
要 旨

三菱電機の密着型イメージセンサ(Contact Image Sensor : CIS)事業は1986年にファクシミリ用途の製品として量産を開始し、2020年で35周年を迎えた。その製品群は複写機、金融端末(紙幣の真贋(しんがん)判別用途)や、産業用インライン検査機(印刷物の表面検査用途等)等に用いられている⁽¹⁾⁽²⁾。

今回開発した“WFシリーズ”は、複写機の前稿裏面読み取り用途に用いられるカラーA3サイズのCISである。複写機の蓋の部分に当たる自動原稿送り装置(Auto Document Feeder : ADF)の前稿搬送経路の途中に収納される。ADFの下にある原稿のおもて面を読み取る別のイメージセンサと合わせて原稿の両面を原稿搬送1回で同時に読み取る機

能を成立させるためのキー部品であり、原稿裏面の読み取り速度の向上と原稿の折れ曲がり等の抑制に貢献している。複写機裏面読み取り用途としては、画質に加えて、ADFの狭い空間に収めるためのコンパクト性と高速性が必要になる。基本的に必要な機能については標準開発として多くの複写機に標準適用できるものを用意し、複写機メーカーそれぞれの差別化と使用方法に応じて、一部仕様についてカスタム対応にしている。

近年は市場の要求として、性能は据置きのまま、コスト低減が強く求められており、WFシリーズは、それを実現した。



複写機裏面読み取り用CIS“WFシリーズ”の用途とその外観

複写機裏面読み取り用CISの最新機種WFシリーズは、複写機のADFに搭載され、原稿裏面の高速読み取りと折れ曲がり等の抑制に貢献している。WFシリーズは2018年12月から量産開始している。

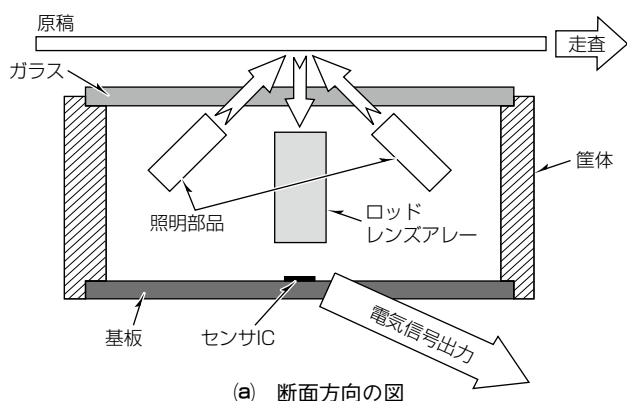
1. ま え が き

家電量販店で販売されているコンシューマー向けスキャナ用途のCISは読み取り幅約200mmのものが多い。一方、オフィス向けに用いられる複写機の裏面読み取り用CISは、読み取り幅約300mmが主流であり、例えば速度であればコンシューマー向けの約5倍以上と要求性能が高い。300mmにわたって画質を一定品質以上にするためには、部品と製造方法に留意すべきところがある。本稿では、そのために工夫した点について述べる。

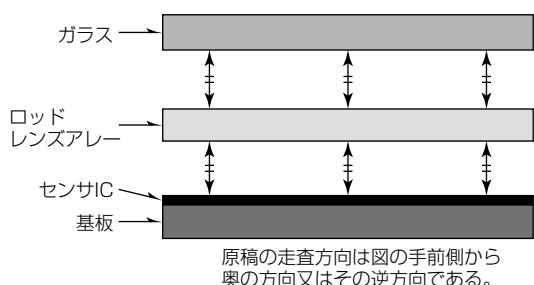
2. CISの構造と原理

図1にCISの部品構成を示す。図1(a)は、CISの断面方向、図1(b)は長手方向の図になる。ガラス面上を原稿が通過する際に、CISに内蔵する照明部品によって原稿を照射し、その反射光がロッドレンズアレーを通過して、基板上に搭載されるCMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)ラインセンサ(以下“センサIC”という。)上に結像される。センサICは図1(b)であれば長手方向に1チップ当たり約10~20mmの幅のICが読み取り幅分一直線に並べられている。センサIC上にある画素のサイズはCISで読み取りたい精度によって100~600dpi(dot per inch: 600dpiなら42.3μm角のサイズ)のものを使い分ける。また、読み取り幅は原稿のサイズによって、複写機用途であれば、

A3サイズの約300mm、A4サイズの約200mmの2通りがある。その読み取り幅全体に画素が1列、又はカラーであれば図2の画素配列例のようにRGB(Red, Green, Blue)で各1列の3列で配置される。画素はフォトダイオードで構成されており、ここで光電変換された電気情報がセンサICからアナログ電気信号として出力され、基板上に配置されたAFE(Analog Front End)ICによってアナログ/デジタル変換やデジタル画像処理が行われ、デジタル電気信号としてCISから出力される。原稿の反射光を集光するロッドレンズアレーは正立等倍光学系であり、センサICとロッドレンズアレーの距離とロッドレンズアレーと原稿の距離が等しい場合に最も焦点が合う。おもて面を読み取るイメージセンサのレンズに比べて小型であり、複写機裏面読み取り用CISに必要なコンパクト性に適しているが、一定レベル以上の焦点深度を確保できる範囲は狭い。ガラス面からある高さを基準に±0.15~0.30mm程度と狭く、原稿がCISに走査される際の高さがこの範囲を超えると読み取った画像がぼやけていくという弱点がある。例えば、図3のようにA3幅(300mm)で、筐体(きょうたい)の反りに応じてガラスと基板が反っていて、中央にあるロッドレンズが反りなく貼り付けられている場合、センサICとロッドレンズアレーの距離とロッドレンズアレーと原稿の距離が中央と端部で異なり、中央部と端部の焦点深度特性に偏差が生じて、読み取り幅全域での焦点深度特性確保に支障を来す。



(a) 断面方向の図



(b) 長手方向の図

図1. CISの部品構成

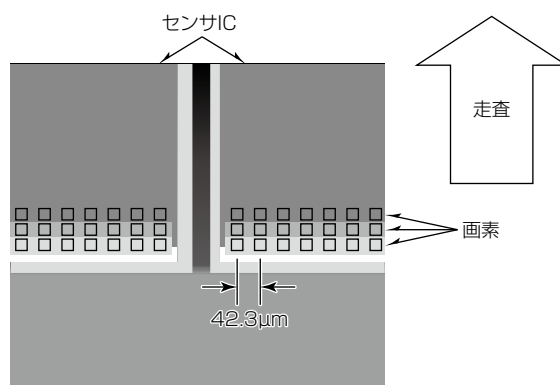


図2. センサICの画素配列例

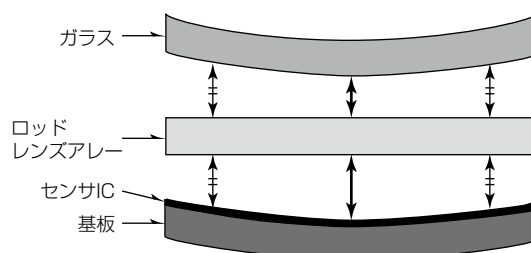


図3. 筐体の反りにガラスと基板が影響する例 (反りによって、中央部のレンズ前後の距離がずれている)

3. WFシリーズの開発

今回、複写機用裏面読み取り用途CISとして、新機種のWFシリーズを開発した。WFシリーズの主な仕様を表1に示す。

この機種の開発に当たって、高性能と低コストを両立させるため、センサICや信号処理用IC等の電気部品開発と併せて、組立てに関わる製造プロセスと機構部品開発を行った。その中で、イメージセンサとしてキーになる機能である、焦点深度と照明特性の2点に関連した開発内容について述べる。

3.1 焦点深度の長手方向の安定化

従来の複写機裏面読み取り用CISでは、焦点深度の長手方向の安定化を実現するために、図4のようにロッドレンズ、ガラス、基板を固定する柱になる筐体自体の反りを抑

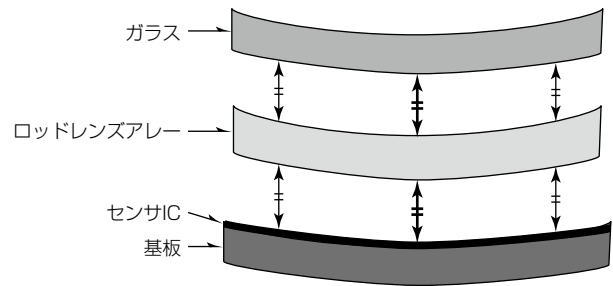


図4. 筐体の反りに合わせて性能維持する際の組立て例

制したものを設計開発し、その筐体にガラス、基板、ロッドレンズを筐体の反りに合わせて貼り付けることで、読み取り幅の中央、端の焦点深度特性の差を抑制していた。ただし、この製法では筐体コストが高くなるため、コスト低減と性能維持の両立を目標に筐体仕様と組立て方法の見直しを行った。

具体的には図5のように、筐体とガラスの間、筐体と基板の間にそれぞれ筐体の反りの部分を埋めるように樹脂を充填し、その上からガラス、基板を筐体にある基準面に対して水平に貼り付ける。ロッドレンズもガラス、基板と同様に中央に水平に貼り付けることで、焦点深度に関わる部品が図1(b)のような長手方向に理想的な位置にそろふことになり、長手方向の焦点深度の中央、端部の差がより抑えられる方向の組立てが可能になる。

この組立て方法を実現するに当たって、実際に樹脂を筐体の反りに合わせて充填するためには、試作筐体での実機組立て検証の結果、

- (1) 筐体の形状(反り、高さ)の高精度な測定
- (2) 樹脂特性(硬化収縮など)の把握

が必要と判明した。実機検証結果を踏まえて、組立て装置での筐体の把持方法や筐体の反りや高さの測定方法の見直し、反りを埋める樹脂の塗布時の振る舞いについての検証を繰り返し行い、この方式の技術確立に至った。そして、この組立て方式の確立によって、従来機種で規定していた300mmという長さの中で約0.1mmという筐体の反りに対する厳しい仕様は倍の約0.2mmまで緩和できたため、金属板の抜き、曲げによって形成した安価な筐体を開発し、

表1. WFシリーズCISの主な仕様

項目	仕様	備考
撮像素子(センサIC)	CMOSラインセンサ	
カラー読み取り	画素の上にRed, Green, Blueのカラーフィルタ塗布	
センサ画素間隔	600dpi(42.3μm)	
読み取り幅	309mm	
読み取り画素数	7296画素×3ライン	走査方向にRed, Green, Blueの3色を配列
読み取り速度	110μs/ライン	高速対応の場合、AFE IC追加によって80μs/ラインまで対応
焦点深度保証範囲	焦点中心位置から±0.15mm	ある特性値を保証する範囲
照明特性保証範囲		
データ出力方式	10ビット長デジタル出力	
データ転送方式	LVDS又はV-by-One ^(注1)	センサ基板設計時に選択
シリアル通信方式	SPI準拠	
電源	5V×1.1A	センサ本体、照明用の合計
外形	331×32×20(mm)	・複写機に取り付けるための部品を除く ・基板上のコネクタ含む
質量	260g	

SPI : Serial Peripheral Interface

LVDS : Low Voltage Differential Signaling

(注1) V-by-Oneは、ザインエレクトロニクス(株)の登録商標である。

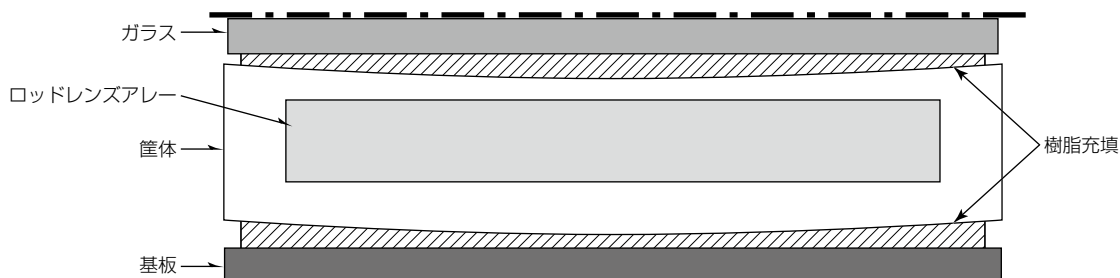


図5. 筐体の反りを樹脂で充填してキャンセルした際の組立て例

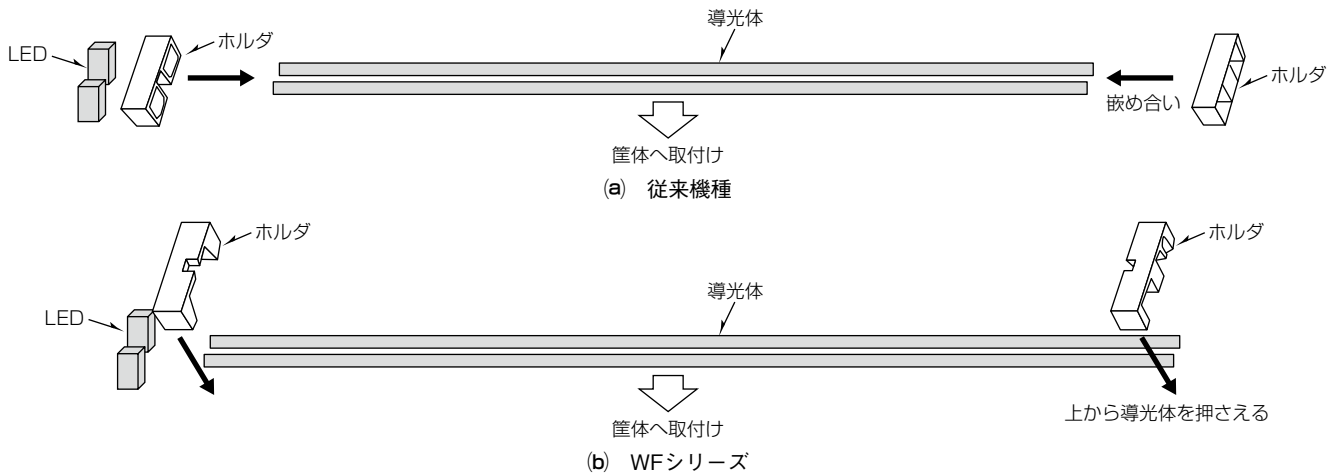


図6. 照明部品の組立て方法

筐体の部材コストを従来機種比40%に低減できた。

この製造プロセスと筐体開発によって、部材コストを低減した上で、焦点深度に関わる部品の組立て精度の向上の実現に至った。

3.2 照明部品の開発

照明部品については、図6(a)のように、従来機種は導光体をホルダに嵌(は)めるといった形で組立てを行っていた。導光体の端部を反射率の高い白い部品で覆い、CIS端部の照明性能を確保するという特性確保のための構成であったが、装置での組立てに適さず、従来機種では人手での組立てになっていた。一方、この照明部品組立ての前後工程では装置での組立てによる省人化を実現していた。

今回のWFシリーズの開発では、照明部品の装置での組立てを実現することで、主要組立て工程を全て装置組立て化し、省人化を進めて、組立て精度の安定と加工費の抑制を目指した。

装置での組立てを念頭に図6(b)のように導光体の上からホルダを押さえ付ける形に設計を行った。この構成であれば、装置での組立て時に、筐体の上に導光体、ホルダと上から順に積み上げての組立てが可能であり、装置での組立てによる省人化が可能である。この設計見直しによって、従来機種は導光体端部がホルダで全周を覆っていたのに対して、導光体の下側がホルダで覆われなくなる。導光体端部はLEDによる光が入射直後の部分で、導光体の形状によって十分に光を分散・均一化できる端部以外の箇所

べて光の制御が難しく、照明の均一性という照明部品の必要性能の中では最も重要かつ難しい部分である。

端部均一性の確保のため、照明シミュレーションによる照明分布解析と設計したものを試作しての実機検証によるフィードバックを繰り返すことによって、導光体自体の形状と周辺部品の形状の最適化を行い、最終的にCIS端部も従来機種同等の照明特性を維持することに成功した。また、装置での組立てが可能になったことによって、組立て時間を約15秒削減できた。さらに、照明特性に関わる部品の組立て精度が向上したことによって、最終電気試験の直行率が従来機種に比べて約4%改善し、生産性も向上した。

4. むすび

当社の複写機裏面読み取り用カラーA3サイズの密着型イメージセンサの最新機種であるWFシリーズの開発について述べた。この機種は今回述べた開発を経て、2018年の12月から量産開始をしている。今後開発を計画している次機種については、WFシリーズでの開発成果を踏まえて更なるコスト削減と性能向上を実現し、より多くの複写機に採用されることを目指していく。

参考文献

- (1) 太田 章, ほか: 密着型イメージセンサ, 三菱電機技報, 81, No.8, 565~568 (2007)
- (2) 複写機用カラーA3-CIS“WEシリーズ”, 三菱電機技報, 90, No.1, 15 (2016)