

---

# 間接接着方式CCDレンズブロックの開発

## Development of CCD Lens Unit using "indirect glue method"

金谷 志生\*      安藤 純\*      小林 重勇\*      露木 達也\*      竹本 浩志\*  
Shinobu KANATANI   Jun ANDO      Shigeo KOBAYASHI   Tatsuya TSUYUKI      Hiroshi TAKEMOTO

---

### 要 旨

カラー600dpiのMFP (Multi Function Printer) やスキャナーの要求品質を満足し、低コストで、且つ複数のMFPやスキャナーでも共通使用できるCCDレンズブロックを開発した。一般に原稿読取りユニット内の撮像ユニットであるCCDレンズブロックは、結像レンズ、CCD (電荷結合素子)、及びそれらを保持する構造体から構成されるが、CCDと結像レンズの高精度な位置決め固定が必要で、従来の充填接着工法ではその精度達成が困難なため、新たに間接接着工法を開発した。この間接接着工法は、2つの部材を接着する際に中間保持部材を設けることで、接着剤の硬化収縮により発生する位置ずれや残留応力を低減させ、高精度な固定が実現できる。

### ABSTRACT

A new CCD lens unit is developed satisfying MFP (Multi Function Printer) of color 600dpi, and the demand quality of a scanner with low cost and applicable to common use at a further different MFP and scanner. The CCD lens unit using as a image pick up unit in a manuscript reading scanner consists of a lens, CCD (charge coupled), and holding structures. The indirect adhesion system by preparing a intermediate member is adopted to focus on the highly precise position fixation of CCD and a lens, in order to reduce the position gap and remaining stress generated by hardening contraction of adhesives instead of the conventional filling adhesion.

---

\* 生産事業本部 光学ユニット事業推進センター  
Optical Component Development Center, Production Business Group

# 1. 背景と目的

MFP (Multi Function Printer) 及びドキュメントスキャナーでは、モノクロからフルカラーへの変換が進み、また原稿読取ユニットの読取解像度は400dpi (dot per inch) から600dpiへと高解像度化が進んでいる。

Fig.1に示すように原稿読取ユニットは、スケール、コンタクトガラス、第1キャリッジ、第2キャリッジ、CCDレンズブロック、および図示していない駆動部や画像処理部等にて構成される。CCDレンズブロックは、結像レンズと撮像素子であるCCD、およびそれらを保持する構造体から構成される。CCDにはライン型を用いているため、原稿を読取る際に、第1キャリッジおよび第2キャリッジが、原稿面からCCDまでの光学的な距離を一定に保ちながら走査する。この走査時に第1キャリッジ内にある光源より照明された原稿の反射光が、第1キャリッジ内にある第1ミラー、および第2キャリッジ内にある第2、第3ミラーを介して、結像レンズによりCCD上に結像される。その像をCCDにて光電変換し、さらにそのデータを画像処理部でデジタル信号に変換する。

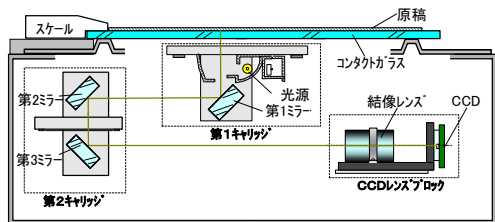


Fig.1 Manuscript reading unit.

上記原稿読取ユニットにおいて、原稿を正確に読取るには、ユニット内の光学素子であるコンタクトガラス、第1、2、3ミラー、結像レンズ、CCDを所定の位置に配置することが必要である。その際、第1キャリッジ等のCCDレンズブロック以外の部品は、部品精度で必要位置を出しておき、CCDレンズブロックでは、原稿に対する結像レンズとCCDの位置を、所定の倍率で、かつ共役関係の位置にあらかじめ調整して、それを原稿読取ユニット内の所定位置に取り付ける。

CCDレンズブロック回りの座標系をFig.2に示すように定めた場合、CCDの位置調整方向はX、Y、Z、 $\beta$ 、 $\gamma$ の5軸である。ここで $\alpha$ 軸については、CCDの位置ずれ量が画像へ及ぼす影響は他軸に比べて十分に小さいので、部品精度で保証している。それぞれの調整方向のずれ量が画像へ及ぼす影

響をTable 1に示す。なお、600dpi対応フルカラーMFPの場合、結像レンズに対するCCDの相対的な位置精度は各軸によって異なるが、最も厳しい軸では数 $\mu$ m程度が求められる。

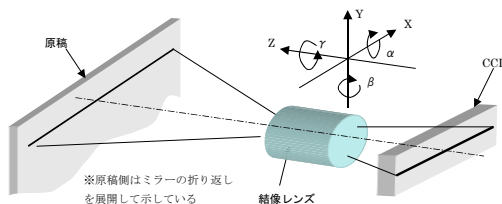


Fig.2 An adjustment axis.

Table 1 The influence that each adjustment axis gives to a picture.

CCD調整方向	画像への影響
X	読取り位置ずれ
Y	
$\gamma$	スキュー
$\beta$	倍率誤差偏差
Z	解像力, 倍率誤差

CCDレンズブロックでのCCD位置調整方法には、その位置調整機構を原稿読取ユニットに持たせる方法と、工場設備側に持たせる方法の2種類がある。当社では部品コストを低減するという観点から、工場設備側に調整機構を持たせる方法を採用している。その場合のCCDレンズブロック構造として充填接着方法を応用した位置調整構造を開発し、読取解像度が400dpiの機種において展開した。充填接着方法とは、調整される部材と固定される部材の隙間に接着剤を充填して固定する方法である。しかしながら、カラー機の読取解像度が600dpiとなると、要求される位置精度がさらに厳しくなるため、新たな位置調整固定技術を用いた600dpi対応CCDレンズブロックの開発が必要となった。

## 2. 技術

### 2-1 充填接着方法のCCDレンズブロックへの応用と課題

2-1-1 充填接着方法を応用したCCDレンズブロック<sup>1)</sup>  
2)

Fig.3に充填接着方法を用いたCCDレンズブロックを、Fig.4に接着部周辺の断面形状を示す。Fig.4に示すようにCCDはCCD駆動用基板に半田付けされており、その基板はCCD保持部材にネジ止め固定されている。このCCD保持部材には接着用の穴があり、結像レンズを保持しているベース突起部と紫外線硬化型接着剤により接着固定されている。

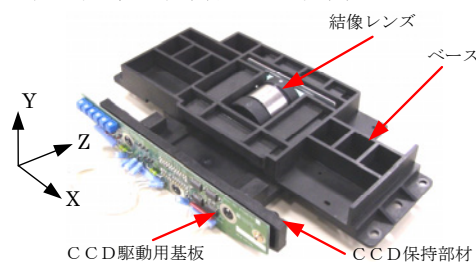


Fig.3 CCD Lens Unit using "filling adhesion method".

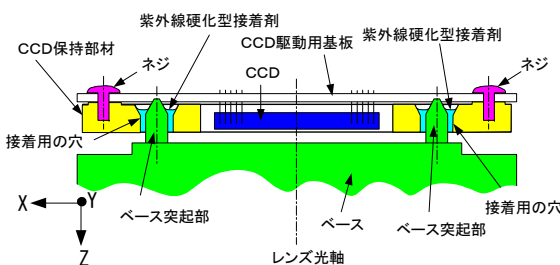


Fig.4 Adhesion part sectional view

充填接着方法を用いたCCDレンズブロックには、接着剤の収縮によるCCDの位置ずれと、塗布した接着剤のたれという2つの課題があった。原稿読取ユニットの部品形状誤差により、CCD保持部材の調整しは1mm程度となり、そこに接着剤を充填するため、通常の接着よりも充填量が多くなる。接着剤は硬化時に収縮するが、接着剤の充填量が多くなると、硬化時のCCD位置ずれ量がそれに応じて大きくなる。また接着剤がたれ落ちて他部品に付着したり、たれた接着剤が紫外線照射範囲以外に流れて未硬化部となり、その未硬化部が経時的に硬化することで位置ずれが発生しやすくなる。このような課題を解決する構造として以下の構造を開発した。

接着部の詳細構造は、Fig.5に示すようにCCD保持部材の接着用の穴とベース突起部で構成される。接着剤をその隙間に注入し固定する構造となっており、その隙間の形は、接着

剤が注入しやすいように接着剤を注入塗布する側の幅が広く、接着剤が流れ落ちる側の幅が狭いテーパ形状となっている。なお、CCDの位置調整固定を行う際は、Fig.5に示すように、CCD保持部材のテーパ部を上側にした状態で、ベースおよびCCD保持部材を把持し、上方よりそのテーパ部に接着剤を注入する。

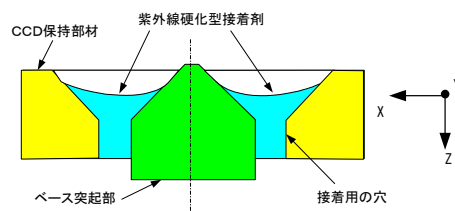


Fig.5 A detail view of filling adhesion.

Fig.6に接着部の断面図を示す。通常、位置調整により接着層の厚みに偏りが発生するが、この場合、接着剤の硬化にともなう体積収縮により、CCD保持部材にはP1～P4の力が作用する。ここでP2とP4は釣り合っているので打ち消しあい、P1とP3では釣り合っていないが、その一部は打ち消されるので、Y方向への位置ずれを、接着剤の収縮量よりも少なくできる。

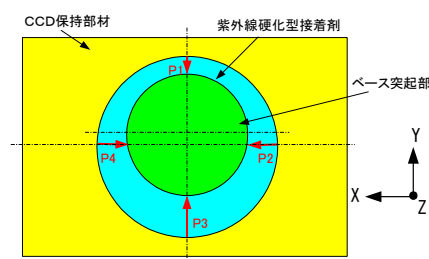


Fig.6 Stress in the adhesion.

実際の接着部にはFig.7に示すような力が発生する。塗布された接着材は接着剤固有の表面張力によって接着剤を上へ引き上げる力T、および接着剤の重量Pに対して摩擦によって下に落ちるの防ぐ力Dが発生する。ここでDのZ方向の分力をD<sub>z</sub>とすると、塗布された接着剤がたれ落ちないためには、式(1)に示す力学的関係となる必要がある。

$$P < T + D_z \cdot \dots \cdot \dots \cdot (1)$$

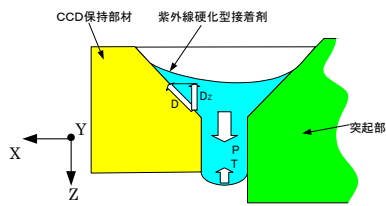


Fig.7 Power to occur to glue.

ここで、テーパ部のないストレートな穴での力学的関係を、上記テーパ部がある場合と比較すると、ストレート穴でのDは極めて少なくなり、テーパ部があるほうが接着剤がたれ落ちにくい構造であることがわかる。

### 2-1-2 充填接着方法を応用したCCDレンズブロックの課題

前述した構造の充填接着方法を応用したCCDレンズブロックでは、一般の充填接着に比較して、接着剤硬化時の位置ずれ量は少なくできるが、接着層に応力が残るため、経時的な熱衝撃などで応力のバランスが崩れて、CCDの位置ずれが発生する場合がある。さらに接着剤の量が多いため硬化に時間を要し、接着剤硬化に伴う反応熱と、接着剤硬化のために照射する光のエネルギーを吸収することによって、接着構造自体が熱膨張した状態で固定されるため、位置ずれの原因となる。したがって、読取り解像度が600dpiとなると充填接着方法では要求される固定位置精度を満足できなくなり、新たな固定方法の開発が必要となった。

## 2-2 新たな接着方法の提案とCCDレンズブロックへの応用

### 2-2-1 新たな接着方法の原理<sup>3) 4)</sup>

一般の充填接着方法を模式的にFig.8に示す。2つの部材AとBを位置調整固定するとき、部材AとBを把持して、所定位置に調整し接着剤を充填して硬化させ、部材Aの把持を開放する。接着剤は硬化時に体積収縮し、部材Aは部材Bに対して収縮量と同じだけ移動する。接着剤の体積収縮率を10%とすると、接着剤各方向の長さは約3.4%収縮する。調整しを1mmとすると、その場合での収縮量は34 $\mu$ mとなる。

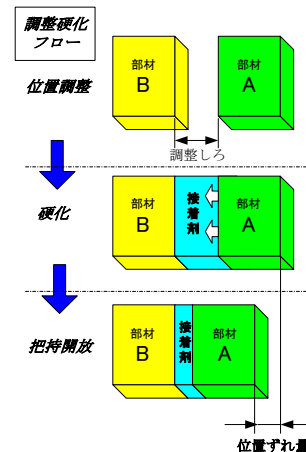


Fig.8 Filling adhesion method.

これに対し、固定精度を数 $\mu$ mレベルにできる新たな接着方法を開発した。

従来の充填接着方法では2つの部材を接着剤を介して直接接着していたのに対して、新たな接着方法は、調整される部材と固定される部材を、中間保持部材を介して間接的に固定する方法であり、これを間接接着方法と呼ぶ。

間接接着方法をFig.9に模式的に示す。部材Aと部材Bを把持し、部材AをX方向に位置調整後、部材Aと部材Bの接着面に接着剤を塗布し、そこに中間保持部材をセットする。中間保持部材には、接着剤の表面張力と中間保持部材の自重のみが加わった状態で外力は加わっていない。その後、接着剤を硬化させて部材A、Bの把持を開放する。

この接着剤硬化時には、部材Aと中間保持部材にY方向へ移動する力が発生する。これは部材Bと中間保持部材でも同様である。このとき中間保持部材に外力は加わっておらず、部材Aと部材Bを把持しているため、中間保持部材だけがY方向に位置ずれする。よって部材A、Bの把持を解放しても、部材A、B間に位置ずれは発生しにくい。

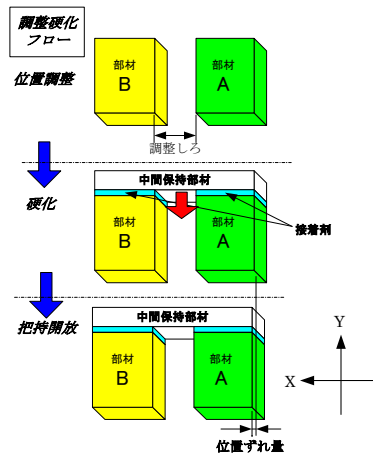


Fig.9 Indirect glue method.

の1辺が約10mmの中間保持部材を使用した。さらに接着層の厚みが20~30 $\mu\text{m}$ になっている。この場合での位置ずれ量はY方向, Z方向とも3 $\mu\text{m}$ 以下に抑えられる。

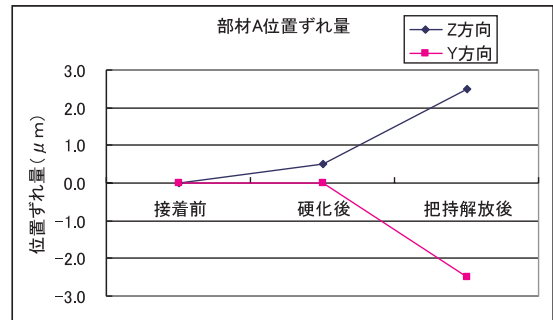


Fig.11 Locomotive quantity by Indirect glue.

### 2-2-2 間接接着による各部品的位置ずれ量評価

間接接着方法をCCDレンズブロックに応用する場合、5軸方向の位置調整を行うが、先に述べた間接接着方法では3軸方向の調整しかできない。そこで中間保持部材をL字型にし、5軸方向の調整を可能とした。また接着には紫外線硬化型接着剤を使用しており、中間保持部材は紫外光を透過する材料を用いている。

Fig.10にその構造を示す。部材Bに対して部材Aの位置調整を行う場合、Xの調整時は部材Aまたは部材B側の接着層がすべり、Yと $\gamma$ の調整時は部材A側の接着層がすべり、Zと $\beta$ の調整時は部材B側の接着層がすべるので、5軸方向の調整が可能となる。また、接着剤硬化時には中間保持部材が矢印Cで示した斜め方向に移動するので、位置ずれ量を小さくできる。

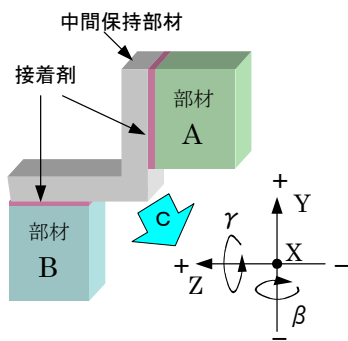


Fig.10 An intermediate member.

Fig.11にこの間接接着方式を用いたCCDレンズブロックの接着時の位置ずれ量評価結果を示す。なおここでは、L字型

また接着部に残留応力があると、熱衝撃等により応力のバランスが崩れて、固定部の位置ずれが発生する場合があります。この位置ずれが経時変化となるが、その評価のために行った冷熱衝撃試験前後での接着物の位置ずれ量が数 $\mu\text{m}$ 程度であることを確認している。

### 2-2-3 間接接着方法のCCDレンズブロックへの応用<sup>5)</sup>

間接接着方法を用いたCCDレンズブロックの形状をFig.12に示す。

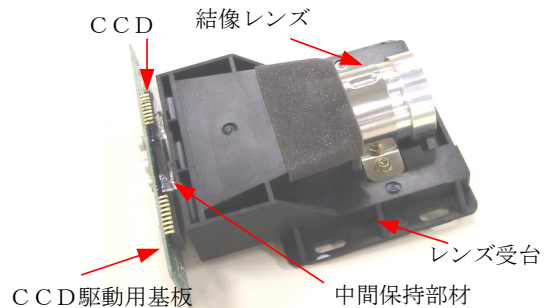


Fig.12 CCD Lens Unit using "Indirect glue method".

結像レンズはレンズ受台に固定されており、CCDは中間保持部材を介してレンズ受台に接着固定されている。接着部の構造をFig.13に示す。

CCD接着固定時および経時でのCCD移動量は数 $\mu\text{m}$ 程度となり、600dpi対応フルカラーMFPの原稿読取ユニット用CCDレンズブロックに要求されるCCDの位置固定精度が達成できた。

また、従来の充填接着方法を応用したCCDレンズブロックでは、CCD駆動用基板の両端がCCD保持部材にネジ止め

されているが、CCDは駆動時に熱を発生するため、CCD駆動用基板とCCD保持部材の線膨張係数の差により、CCD駆動用基板が変形して、CCD位置ずれの要因となっていた。今回開発したCCDレンズブロックでは、CCDを直接接着しているため、このような位置ずれを発生することはない。

また本間接接着方法を用いた構造では、直接CCDを接着できる構造が取れるので、従来の充填接着方式を用いたCCDレンズブロックにおける、CCD保持部材と固定用ネジを排除することができ、部品コストの削減を行えた。

さらに本構造においては、CCDを固定しCCD駆動用基板は直接固定していないので、外部からの振動の影響を受け易いが、振動シミュレーションを実施して、原稿読取り中に発生するCCDの振動を低減させる構造とし、読取り品質の劣化を低減することができた。

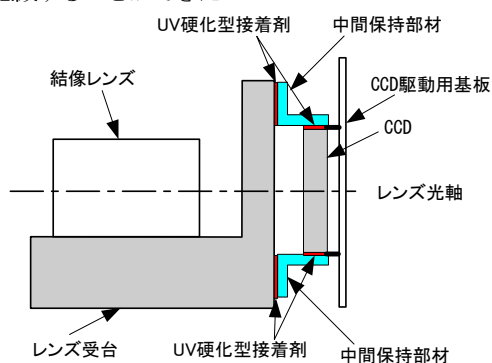


Fig.13 A detail view of adhesion.

### 3. 成果

CCDの位置ずれを小さくする方法として間接接着方法を開発し、それを600dpi対応フルカラーMFPの原稿読取ユニット用CCDレンズブロックに応用した。その成果をまとめると以下の通りである。

- I. CCDの固定精度を初期、経時ともに数 $\mu\text{m}$ とする事ができ、固定精度を向上したので、読取解像度600dpiに対応可能となった。
- II. レンズ、CCD、CCD駆動用基板を除くCCDレンズブロックの構造部分において、充填接着方式CCDレンズブロックに対し、部品点数を40%削減し、58%のコストダウンが図れた。

なお、今回応用した「間接接着方式CCDレンズブロック」は当社製品であるIMAGIO COLOR 5100、Ipsio スキャ

ナーユニットタイプ8100、をはじめとする7機種においてモジュールユニットとして展開されており、ユニットの共通使用による製品のコストダウンや高信頼性に大きく貢献している。

#### 参考文献

- 1) 竹本：特開平7-297993 (1995)
- 2) 竹本：USP5715099 (1998)
- 3) 森井，竹本，星野：特開平10-309801 (1998)
- 4) 竹本，森井，星野，藤田：USP6000784 (1999)
- 5) 露木，森井：特開2001-313779 (2001)