

携帯電話向け汎用 AF ユニットの開発

Development of a General-Purpose AF Unit for Mobile Telephones

中野 治行*
Nakano, Haruyuki

丸 亨*
Kuchimaru, Toru

並川 威人*
Namikawa, Taketo

要旨

本稿では携帯電話向けカメラレンズの汎用化と小型化について述べる。携帯電話向けカメラレンズは日本国内のみならず海外の市場でますます増加して行く事が予想される。我々はこの分野でスムーズインパクト駆動機構 (SIDM) を用いた AF レンズを開発し市場をリードしてきた。しかし、市場のニーズはより高機能・小型化に向かっており、そのニーズに対して短納期・低コストのユニットで対応していく必要がある。そこで我々は市場ニーズに応え、更なる市場シェアの獲得を目指し、SIDM のメリットを最大限に活かした汎用 AF ユニットを開発した。

Abstract

The worldwide market for lens units for mobile telephones is steadily growing. Konica Minolta has led this market with the development of AF lenses that employ a smooth impact drive mechanism (SIDM). To maintain this leadership position, we must meet the market demands for wide applicability and greater miniaturization, and we must provide customers with quick delivery and low cost. To accomplish this, we have developed a general-purpose AF unit which takes full advantage of SIDM.

1 はじめに

SIDM (Smooth Impact Drive Mechanism) は圧電素子の急峻な体積変化と移動体の慣性と摩擦力を利用した直進型アクチュエータである。このアクチュエータは一般的な電磁モータと比較して、①小型、②低消費電力、③静音、という特徴を持っている。これらの特徴は携帯電話向けカメラレンズに最適であり、我々は2003年秋に量産化を開始している。その機種のみでも累計500万台以上を出荷している。また、その後も多機種に展開しており、更なる市場シェア向上を目指している。

現在、世界の市場でもカメラ付き携帯電話は出荷数量を伸ばしており、各カメラモジュールメーカーでは既にレンズバレルを持っているメーカーも多い。既存のレンズバレルを利用して AF 化したいというニーズは高いが、ステッピングモータ等を用いると大きくならざるを得ない。

そこで、我々は携帯電話向け AF レンズで使用した SIDM のメリットを最大限に活かして、レンズバレルと組み合わせることで容易に AF 化が可能な小型 AF ユニットを開発した。これにより、カメラモジュールメーカーが短納期で AF カメラモジュールを製作する事が可能となった。汎用 AF ユニットを武器に我々は携帯電話向け市場でのシェア拡大を目指す。

汎用 AF ユニットの写真を Fig. 1 に示す。

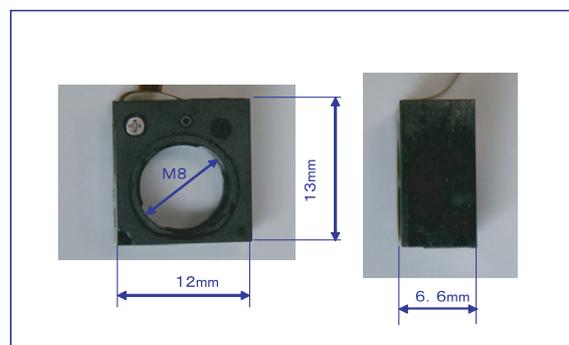


Fig.1 General-purpose AF unit

* コニカミノルタコンポーネンツ(株) 事業統括部門 開発グループ

2 汎用AFユニットの開発

従来のレンズユニットは、光学系も含めて顧客要望に合わせ顧客毎に開発するフルカスタムであった。フルカスタムではレンズモジュールとして顧客のニーズを達成することはできるが、開発に時間を要し、市場変化のスピードについて行けない面がある。そこで顧客のレンズと容易に組み合わせることが可能な、AF機構のみを持つAFユニットの開発を行った。ここでSIDMを持つ特徴を最大限に活かすことにより超小型化を達成し多くのカメラモジュールメーカーへの採用を目指す。

このユニットの特徴を以下に示す。

- ① 小型 (12×13×6.6mm)
- ② 位置決めセンサ内蔵
- ③ M8 (0.35ピッチ) レンズバレル対応
- ④ 汎用性の高い設計

これらの特徴について順に説明する。

2.1 小型 (12×13×6.6mm)

本汎用AFユニットは、M8のレンズバレルに対応しながら、外形12mm×13mm×6.6mmの中にAFユニットとしての機能を搭載している。

光軸方向の長さに関しては、SIDMの全長短縮化を図った。これについては3.2で述べる。ここでは、投影方向の小型化について説明する。

汎用AFユニットはM8レンズバレルに対応するためFig.2で示す白い部分は機構部として使う事が出来ない。そこで、Fig.2の斜線の範囲に機構部を効果的に配置する必要がある。

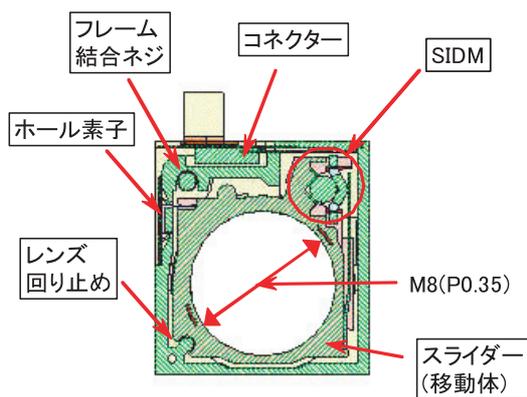


Fig.2 Arrangement of drive components

SIDMはFig.3に示す原理で駆動しており、移動体と駆動軸の間に発生する摩擦力が速度及び推力を決定する。すなわち摩擦力の安定性が速度及び推力の安定性に直結する。

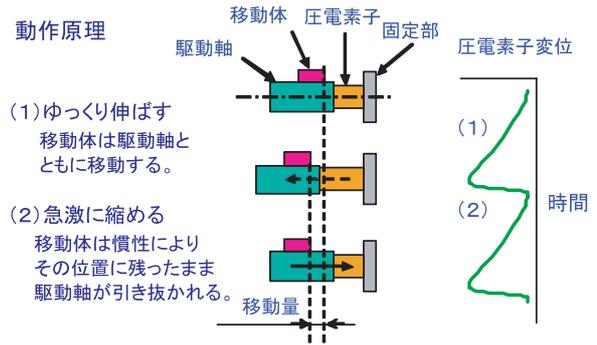


Fig.3 Principle of the SIDM

現行ユニットではコイルスプリング (引張り) により摩擦力を印加しているが、本汎用AFユニットではスペース効率の向上の為、板バネを使用した。一般的に板バネはバネ定数が高いため、組立時の僅かな変形で摩擦力がばらつく。そこでバネ定数を低くするために板バネの有効長をスライダの長さ一杯にまで伸ばした (Fig.4)。これによりスペース効率が高く、性能が安定したユニットが実現できた。

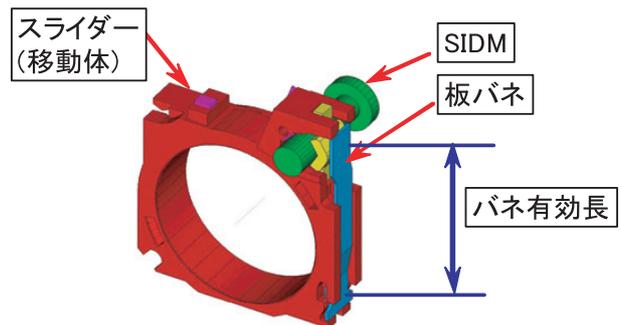


Fig.4 Friction spring mechanism

2.2 位置決めセンサ内蔵

AFレンズは、通常画像のコントラスト情報をフィードバックして最適なレンズ位置を決定する。よって、基本的には位置決めセンサの搭載は必須ではない。しかし、起動時に∞位置にレンズを停止させる為や、マクロモード切替時にマクロ位置にレンズを素早く停止させるためには位置決めセンサの搭載が非常に有効である。

本汎用AFユニットでは後述のホール素子を使用することにより、小型にあるにも拘らずレンズの位置を検出することができる。これにより、幅広いユーザーニーズに対応する事が可能となった。

2.3 M8 (0.35ピッチ) レンズバレル対応

M8レンズバレルは1/3インチイメージセンサを使用したレンズとして多くのメーカーで用いられている。フォーカスバック調整用のM8ネジをAFユニットのスライダー (移動体) と一体化することで、既存のレンズバレルを

そのまま使用することが可能となる。これにより、開発期間の短縮とコストダウンが可能となり、既存レンズバレルを有するメーカーの採用障壁を低くできた。

2. 4 汎用性の高い設計

本汎用AFユニットは、AFユニットとしての機能を前カバー側に集結することにより、共有部品の増大化を図り、開発期間及び金型コストを削減し、汎用性の高い設計とした。本汎用ユニットは10点の部品で構成されており、顧客毎のカスタム部品は、アッセンブル時に必要な2点（イメージセンサ取り付け部、フレキシブル基板）のみである。特にモールド部品は1点のみであり、多品種・少量生産に対しても柔軟に対応可能であり顧客のインシヤルコストを削減できる（Fig. 5）。

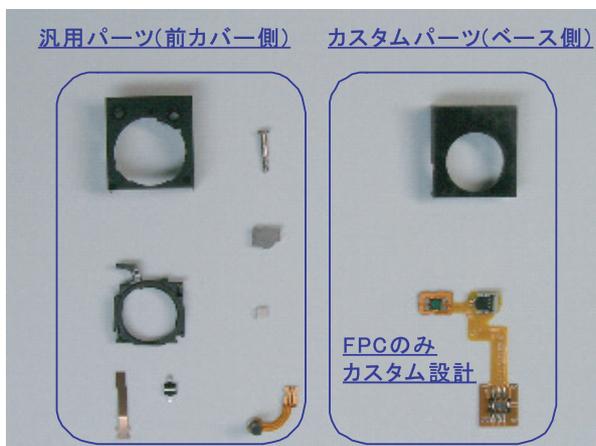


Fig.5 AF unit components

本汎用AFユニットはこれらの特徴により、リードタイムの短縮と市場競争力を持った設計を実現できた。

3 小型化への取り組み

3. 1 小型化への流れ

携帯電話向けカメラモジュールは画素数競争という形で高機能化に向けて進んでいる。画素数の増加は画素ピッチの縮小となり、固定焦点ではその性能を十分活かす事が出来ないためAF（Auto Focus）化が進んでいる。一方で相反するように更なる小型化が求められており、小型・高機能化がトレンドとなっている。

以下にこれまでの小型化に対する方策を示す。

3. 2 SIDMの小型（短縮）化

従来のSIDMは全長7.45mmであったが、更なる短縮化を図った。短縮化のためには構成部材の一つである圧電素子の短縮化が必須であるが、伸縮変位が小さくなるため駆動性能の低下が予測される。そこで、駆動速度の確保とそのバラツキ低減を主眼に開発を行った。

3. 2. 1 形状変更

SIDM短縮化における目標は、長さ6mm以下、移動ストロークは従来と同じく0.9mmである。この相反する目標を達成するために、駆動軸径と接着方法を変更した。

圧電素子と駆動軸の結合には接着剤を使用しているが、従来は接着時のプレスにより接着剤が駆動軸の側面に回りこみ、移動ストロークを規制していた。移動ストロークを確保するために、この接着剤の規制を除く必要がある。これを実現するため、駆動軸の径を圧電素子より大きくして、接着剤の回り込みが圧電素子側とし、駆動軸全体を有効ストロークとすることが可能となった（Fig. 6）。また、接着剤の圧電素子側への回り込みが圧電素子の補強剤としての役割を果たし、衝撃に対する強度アップの効果も得られた。

この結果、0.9mmのストロークを保ったまま全長を従来の7.45mmから約24%減の5.7mmに短縮する事に成功した。

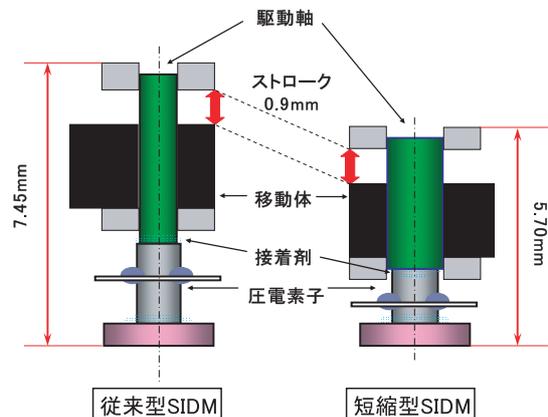


Fig.6 SIDM lengths compared

3. 2. 2 駆動性能評価

前述の記形状変更による性能低下を補う為、圧電素子の構成の見直しと、印加電圧波形の最適化によって駆動性能の向上を図った。汎用AFユニットに搭載するSIDMの電圧-速度特性をFig. 7に示す。

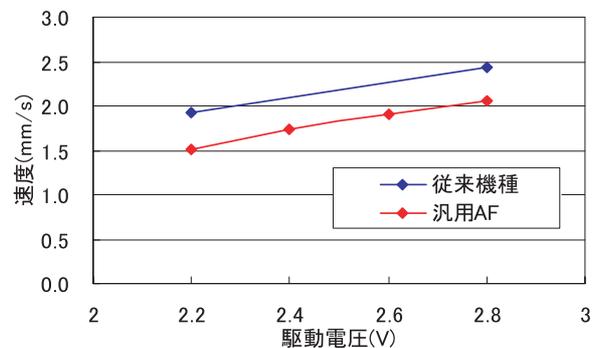


Fig.7 Influence of drive voltage on speed

Fig. 7より、従来SIDMに比べて全長24%減にも拘らず、定格電圧（2.8V）での速度は従来機種に対して約14%減に抑えることが出来た。

次に、負荷-速度特性をFig. 8に示す。

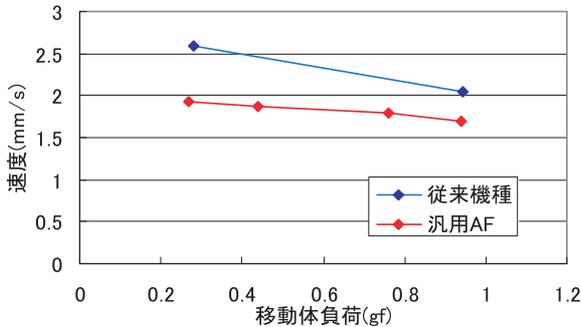


Fig.8 Influence of load on speed

Fig. 8より、負荷が増加した時の速度低下が少なくなっていることがわかる。これは推力が高くなったことを示しており、推力は従来機種の3.4gfから6.0gfに増加した。

以上の取り組みの結果、従来SIDMと同等の駆動性能、ストロークを有し、大幅な小型化を達成した。

3. 3 位置決めセンサの小型化

3. 3. 1 従来位置決めセンサの問題点

従来機種では∞位置とマクロ位置を検出するためにPI（フォトインタラプタ）センサとPR（フォトリフレクタ）センサを併用していた。しかしながら、この構成ではサイズが大きくなる事に加えて、PIセンサの調整（メカ調整）を顧客で行うが必要であった。そこで、新たな位置決めセンサを採用し、これらの問題を解決した。

3. 3. 2 センサ選定

本汎用AFユニットでは位置決めセンサとしてホール素子を使用した。ホール素子は磁界の強度による抵抗変化を検出するもので、移動体（スライダ）に取り付けたNd磁石の位置を電圧に変換して出力する。

Fig. 9にホール素子検出原理を示す。

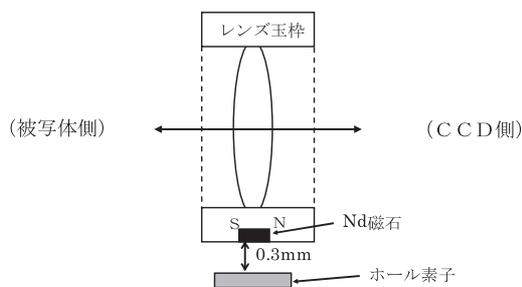


Fig.9 Principle of the Hall element

ホール素子出力を検出するためには別途アナログ回路が必要ではあるが、これによりAFユニットのメカ調整レスと大幅な小型化が達成できる。大きさを比較すると、従来のPIセンサが4.0×2.6×3.3（+1リード部）mm、PRセンサが3.1×1.9×1.1mmに対してホール素子は2.5×1.5×0.6mmである。（Fig.10）

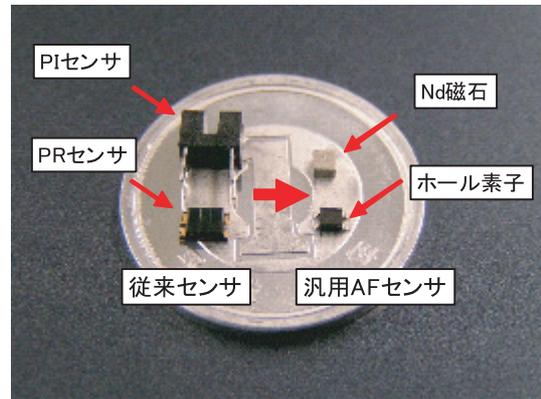


Fig.10 Position sensor sizes compared

我々は以上のように種々の方策を行い、小型化を達成した。今後、小型化と汎用化を武器にしてAFユニットの市場シェア拡大を目指す。

4 今後の展開

今後、携帯電話向けカメラ市場は更なる高画素化・高機能化と共に小型化が求められる。また、現在1/3インチ3M画素のイメージセンサは、2006年・春には1/4インチになると言われている。こうした市場の流れの中、イメージサークルの縮小から更なるレンズの小型化・ユニットの小型化が要求され、レンズユニット全体に占める駆動部の大きさが今以上に重要となる。SIDMは従来のアクチュエータに対して非常に小型であり、SIDMを用いた汎用AFユニットは今後、更にその優位性を持つと考えている。