

超小型 CMOS センサカメラモジュール

Super Small CMOS Sensor Camera Module

島 野 喜代治*
Kiyoharu Shimano

藤 田 直 哉*
Naoya Fujita

坂 井 健 二*
Kenji Sakai

要 旨

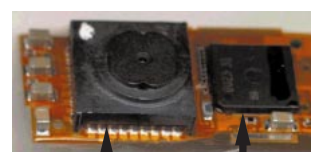
カメラ内蔵型携帯電話の小型、薄型化を実現する超小型CMOSカメラモジュールを開発した。非球面プラスチックレンズの開発とCMOSイメージセンサ、信号処理デバイス（DSP：Digital Signal Processor）と周辺のチップ部品をワンパッケージ化したSIP（System In Package）の開発とシステム化技術の開発により、従来のレンズ一体型CMOSセンサモジュールに比べて、容積比で約1/3の0.6cc（外形サイズ：11mm×11mm×5mm（高さ））で超小型CMOSセンサカメラモジュールを実現することができた。

Super small CMOS sensor camera module has been developed in order to realize more compact personal digital communicator like a mobile phone. We have developed new core technologies that are the aspherical plastic lens and the unique SIP (System In Package) of assembling a CMOS sensor, a dedicated DSP (Digital Signal Processor), and their peripheral components into one package. As the result, we have miniaturized the volume of camera module up to 0.6cc, which is one-third compared with the existing CMOS camera module, with the dimension of 11mm×11mm in floor place and 5mm in thickness.

まえがき

IMT-2000 に向けてカメラ機能の用途としてモバイル、特に携帯電話にカメラを内蔵したモデルの急拡大が見込まれている。内蔵型のモバイルカメラには、小型化、薄型化が強く要求されている。

これに対して、当社では、新規に超小型レンズを採用したレンズ一体型CMOSセンサカメラを業界に先駆けて開発し、モバイルカメラを搭載した携帯電話J-SH04、続けてJ-SH06、J-SH07を実現した。更なる携帯電話の小型化に対応する為に、開発ターゲットを、



レンズ一体型
CMOSイメージセンサ
(LZ0P3820)
信号処理デバイス (DSP)
(LR38633Y)
(タテ14mm) × (ヨコ27mm) × (タカサ5mm)
容積:1.8cc



CMOSカメラモジュール
(LZ0P3908)
(タテ11mm) × (ヨコ11mm) × (タカサ5mm)
容積:0.6cc

写真1 カメラモジュール外観図

Photo 1 Appearance of camera module.

レンズ一体型イメージセンサ（LZ0P3820）のサイズ（11.4mm×11.4mm×5mm）にカメラ機能を集約することと置いた。このターゲットを実現するには、従来の単体パッケージの組み合わせでは限界があり、当社独自開発のSIP技術により、CMOSイメージセンサ、信号処理デバイス（DSP）と周辺のチップ部品をワンパッケージ化した超小型CMOSセンサカメラモジュールを開発し、外形サイズ11mm×11mm×5mmの0.6ccカメラモジュールとして公開した。写真1にレンズ一体型カメラモジュールと0.6ccカメラモジュールの外観図を示す。

本稿では、カメラモジュールの小型化を可能とした光学レンズ、モジュールの構造と実装技術、システム化技術について述べる。

1. 超小型CMOSセンサカメラモジュールの構成と特長

1・1 0.6ccカメラモジュールの構成

ワンパッケージのカメラモジュールは、光学系として、レンズ、IRカット付ガラス、撮像センサとして、CMOSイメージセンサ、信号処理系として、DSP、そして、それらのデバイスに接続されるC（コンデンサ）、R（抵抗）のチップ部品及び実装用基板より構成

* IC事業本部 CCD事業部 第2商品開発部

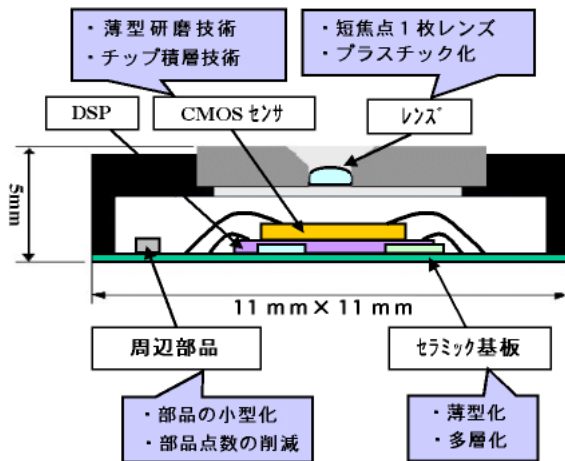


図1 カメラモジュール構成図及び要素技術

Fig. 1 Composition of camera module.

される。図1に0.6ccカメラモジュールの構成図と小型化への要素技術を示す。

1・2 0.6ccカメラモジュールの特長

特長は、(1) 業界トップレベルの高感度：CMOSイメージセンサの高S/N比、信号処理の低ノイズ化回路により、最低被写体照度5ルクスを達成。

(2) 超小型／薄型設計：SIP技術により1パッケージで、容積0.6cc、厚さ5mmを実現

(3) 業界最小の消費電力：当社従来比30%削減の15fps時45mWを達成。

2. 小型化への開発技術

2・1 光学系の小型化

光学系の小型化を実現するには、少ないレンズ枚数で焦点距離を短くする必要があり、以下の検討により、光学全長（センサからレンズバレルのトップまで）が4mm以下の小型光学レンズ（プラスチック非球面1枚レンズ）の開発ができた。

(1) 画角の設計は、レンズの最も基本的な仕様であり、各用途により決められるものである。モバイル用カメラモジュールでは、手を伸ばして顔が十分に写る距離、すなわち約40cmの距離で、約40cm以上の水平範囲が写る画角として約60度と決定した。

関係式は、 $W = 2 \tan^{-1} (y/2f)$ となる。

W：画角、y：イメージサイズ、f：焦点距離

(2) イメージセンサのサイズが小さければ、焦点距離は短くなるが、小さくなると、画素ピッチが狭くなり、高い解像力が必要となる。1/7型CIFでの画素ピッチは、 $5.6\mu\text{m}$ であり、理論的には、2枚レンズを採用した1/4型VGAと同じ解像力が求められる。今回

表1 光学開発仕様

Table 1 Optical development specification.

項目	特徴
レンズ数量	1枚レンズ
レンズ材質	プラスチック
水平画角	Typ.58度
垂直画角	Typ.46度
対角画角	Typ.73度
イメージサークル	有効円φ2.63mm
焦点距離	2.0mm±5%
F数	2.8±5%
画像歪み	画像エッジにおいて約4.0%
焦点範囲	20cm—∞
解像度 中心	80LP/mm
解像度 円周	45LP/mm
レンズホルダー材質	PPS樹脂
レンズバレル材質	PC樹脂
IRカットフィルタ	リッドガラス上に蒸着

非球面の最適化設計などにより2枚レンズと比較して周辺歪みを除いてほぼ同程度の性能を得ることができた。表1に今回開発した主な光学仕様を示す。

3・2 SIP(System In Package)技術

カメラモジュールの小型化、薄型化を実現するには、実装部品を最少に、実装面積を最小にしたSIPの開発が必要となる。その為には、「構成部品を小型化する」に加えて、構成する複数のデバイスを「積層する技術開発」が不可欠となる。

(1) チップスタック技術

複数チップを積層して実装面積を小さくする技術として、すでに、モールドパッケージのスタックドCSPにて技術確立がなされているが、新たに、①撮像素子への $200\mu\text{m}$ 厚みの研磨技術として、研磨時の保護シート、研磨条件を確立、②低ループのワイヤボンド技術を新たに確立し、中空パッケージにてCMOSセンサとDSPチップとのチップスタックを可能とした。

写真2にチップスタックとワイヤボンドの状態を示す。

(2) 多層セラミック基板の採用

①システムの小型化が可能なこと、②ゴミ発生が無いこと、③基板への実装が容易なことの必要要件を満たす為、今回、ガラエポ基板ではなく、厚みが0.1mmのアルミナ基材を5枚積層（トータル厚＝0.5mm）したセラミック基板によるリードの無いLCC（Leadless Chip Carrier）パッケージを開発した。

(3) モジュール実装技術

小型化に伴い、モジュール実装時の熱影響を最小にする実装技術も併せて開発を行った。モジュール自身

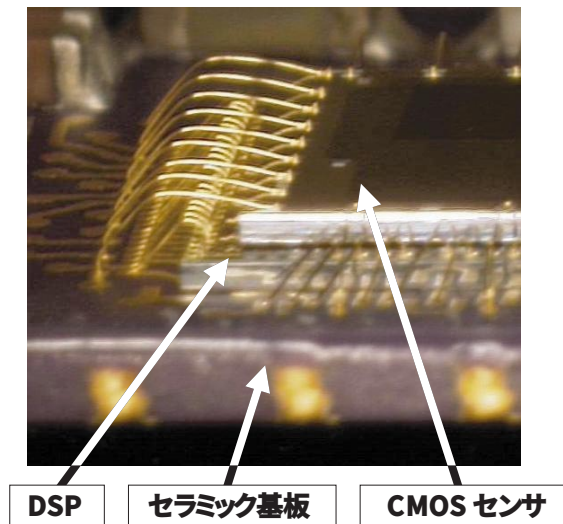


写真2 チップスタック状態図

Photo 2 Appearance of stacked chip.

は、プラスチックレンズ採用の為、リフローによるはんだ付けは出来ず、その為、一定の荷重をかけて、はんだ付けを行う新規実装方式を開発した。条件としては、モジュール端子部のピーク温度を 210℃以下とし、180℃以上の時間を 6 秒とする。

図2に抽出した温度プロファイルを示す。

3・3 モジュールシステム

カメラ機能を一つのモジュール化する事により小型化を図るには、回路の最適配線、モジュール化に適したデバイスの開発が不可欠となる。

(1) 回路の最適配線技術

CMOS センサチップと DSP チップをスタック構成するにあたりアナログ信号系にデジタル信号が近接すると画像にノイズが発生するため、スタックするチップの組み合わせ方法、基板内での信号の引き廻しには十分な検証を行い、Gnd 層の設置など最適化を図った。

(2) モジュール化に適したデバイスの開発

モジュール構成部品の削減を行う為、従来必要となっていた不要輻射対応のデジタル信号ラインのダン

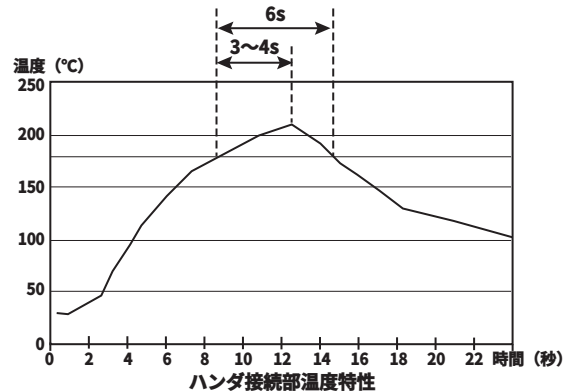


図2 実装温度プロファイル

Fig. 2 Temperature profile.

ピング抵抗を廃止すべく、デバイスの信号出力バッファ能力の最適化を図った。

(3) システムのテスト技術

モジュールに対するテストシステムも併せて開発を行う必要があり、新規に設計した専用チャートを用いたフォーカス調整、映像信号(輝度、色)の自動検査システムを開発した。この自動システムにより、品質のバラツキが低減され、より安定した量産対応が可能となった。

むすび

超小型カメラモジュールを完成したことにより、携帯電話へのカメラの内蔵が可能となったが、携帯電話(モバイル機器)は、更に小型化されていく。この要求に対応した新技術、新構造のシステムモバイルカメラの開発を続ける。

謝辞

本モジュールの開発において、共同開発を行ったシャープタカヤ電子工業株式会社の関係各位に感謝致します。

(2001年10月5日受理)