

携帯電話（カメラ部）

- 技術委員会監修 -

はじめに

カメラ付携帯電話は、最近の携帯電話では標準機能と言って良いほど普及していますが、カメラ付携帯電話が初めて私たちの目に触れたのは、今をさかのぼること5年ほど前、2000年10月のことでした。当時携帯電話の液晶表示装置は白黒からカラーへと移行し始め時期であり、カメラ機能は、こういった技術的背景の上に考え出されたアプリケーションでした。

最初に送り出された商品は、シャープ製 J-フォン(当時)向け端末「J-SH04」。カメラの性能は、11万画素カラーCMOSイメージセンサー(256色表示)搭載と、当時としても「おもちゃデジカメ」的な性能でした。多くの人とその普及を疑問視していましたが、簡単に撮影ができ、画像を壁紙に出来、友だちと画像を交換できる手軽さが若者に受け、J-フォン(当時)の「写メール」サービスとともに大ヒット商品となったことは記憶に新しいです。その後、各キャリア・各メーカーが次々とカメラ付端末と関連サービスを展開し、現在ではカメラ機能は、ほとんど標準機能として多くの携帯電話に搭載されるようになりました。

市場の状況

2000年に11万画素で登場したカメラ付携帯電話ですが、国内ではその後どんどん画素数を増し2003年には、デジタルカメラとして十分な性能といわれる100万画素以上のカメラ機能を搭載した「メガピクセルケータイ」が登場しました。その後さらに高画素化が進み現在では200万～300万画素のカメラ機能を搭載した携帯電話が多く流通しています。

国内が先行したカメラ付携帯電話ですが、海外市場においても大方の市場調査機関の予想を大きく上回る勢いで普及が進んでいます。2005年の世界のカメラ付携帯電話販売台数は、およそ3億台(前年比82%増)となる見込みです。2005年に販売された携帯電話のカメラ付の占める割合は全体の38%(2004年は同14%)となります。表1に地域別のカメラ付携帯電話の販売台数/カメラ付比率を示します。

カメラ機能は高画素化が進み、最新の情報では1,000万画素とデジタルカメラをしのぐ性能のカメラ付携帯電話も出現しています。一方、デジタルカメラは高レスポンス、高感度、手ぶれ防止といった機能面でカメラ付携帯電話との差別化を進めています。

表1 2005年 地域別のカメラ付携帯電話の販売台数/カメラ付比率

地域	カメラ付販売台数	カメラ付率
西欧	8,500万台	55%
北米	7,100万台	47%
日本	4,000万台	92%

78%は100万～200万画素のカメラ機能を搭載
出典: Gartner Dataquest (2005年11月)

携帯電話に搭載されるカメラ機能

カメラ付携帯電話に搭載されるカメラ機能は、カメラモジュールという形態で搭載されます。カメラモジュールは、その画素数で 100 万画素以上のメガピクセル / VGA (640x480 ドット、31 万画素) / CIF (352x288 ドット、11 万画素) / QVGA (320x240 ドット、8 万画素)に分けることができます。

写真撮影用には VGA 以上の画素数が、サブカメラ用(テレビ電話機能付きの携帯電話機で通話者自身を撮影する用途など)には CIF / VGA クラスのカメラモジュールが多く使用されています。

カメラモジュールとその構造

カメラモジュールの基本構造を図 1 に示します。カメラモジュールの基本的な構造は、光学系の情報を処理する「レンズユニット」、光学系の信号から可視光外の IR 領域の信号を取り除く「IR カットフィルター」、光学信号を電気信号に変換する「イメージセンサー」、電気信号に変換された画像情報を処理する「DSP」などの部品で構成されます。

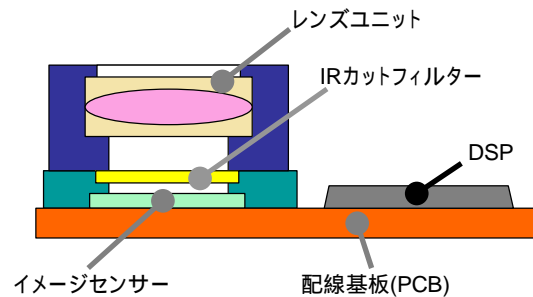


図 1 カメラモジュール構造

イメージセンサーの種類とその特徴

カメラモジュールに使用されるイメージセンサーは大きく CMOS 型イメージセンサーと CCD 型イメージセンサーの 2 種類に分類することができます。CMOS 型イメージセンサー搭載で始まったカメラ付携帯電話ですが、高画質化の動きとともに高画素化の対応が容易な CCD 型へのシフトが進みました。

表 2 CMOS 型 / CCD 型イメージセンサーの特徴

イメージセンサーの方式	CMOS 型	CCD 型
動作 / 構造の特徴	画素ごとに増幅 フォトダイオードに蓄積した電荷を、それぞれの画素で電圧に変換し増幅したうえで読み出す	出力段で一括増幅 フォトダイオードに蓄積した電荷を電荷のまま転送して、出力段階で電圧に変換して読み出す
フォトダイオード開口率	周辺回路面積 大	
感 度	マイクロレンズ等により感度改善	
画素微細化	感度改善により微細化が可能に	
消費電力 (相対値)	(1)	(3~5)
その他特徴	周辺回路の集積が可能 CMOS プロセスを応用しているため、A/D 変換器や信号処理回路を集積しやすい。低コスト対応、小型化対応が容易。	機械式シャッターが不要 動体撮影時に 1 画面分の画像出力速度が CMOS 型と比べ高速であるため、機械式シャッターが不要。

同一画素寸法の CMOS 型 / CCD 型イメージセンサーの比較です。

2004 年以降は、CMOS 型センサーの性能改善が急速に進みました。(構造や特徴が似ている MOS 型イメージセンサーも CMOS 型に含む)その結果、100 万画素以上のメガピクセルカメラモジュールを搭載するハイエンド機では、CMOS 型イメージセンサーと CCD 型イメージセンサーが競合し、VGA 以下の画素数のカメラモジュールを搭載する普及機では CMOS 型イメージセンサーが主流として採用されるようになりました。CMOS 型 / CCD 型イメージセンサーの特徴を表 2 に示します。

イメージセンサーの今後

今後 2 年くらいの期間は、CMOS 型 / CCD 型イメージセンサー共に、微細化・高感度化の進化を継続しながら、市場は徐々に CMOS 型イメージセンサーにシフトして行くと考えられています。

その後は、CMOS 型イメージセンサーを中心に低コスト化、高付加価値化(高フレーム・レート化 / 広ダイナミックレンジ化等の性能改善)の 2 極化が進み市場が拡大していくと考えられています。

カメラモジュールの小型化・高機能化技術

カメラ付携帯電話に搭載されるメガピクセルカメラモジュールは小型・省電力である事と同時に、オートフォーカス機能・光学ズーム機能・手ぶれ補正機能と言ったより高機能な性能の実現を要求され始めました。表 3 に、これらの機能を小型化・省電力化するための技術を示します。

さらに、ISP (Image Sensor Processor)、リアルタイム JPEG エンコーダー等の信号処理回路をイメージセンサーに内蔵する集積技術や、周辺回路の COB (Chip-On-Board) 技術を活用した MCM (Multi-Chip-Module) 化などによりカメラモジュールの小型化、低背化を進めています。

表 3 メガピクセルカメラモジュールの小型化・省電力化を実現するための技術

高機能化技術	小型化技術			特徴
	機能	現状技術	代替技術	
オートフォーカス	アクチュエータ	ステッピングモータ	ボイスコイルモータ	高速・省電力
		ステッピングモータ	リニアモータ	高速・省電力
フォーカス	アクチュエータ	ステッピングモータ	液体レンズ	小型・高速・省電力 (機械的可動部を排除)
	光学レンズ	球面 / 非球面レンズ	+ 非球面レンズ	
光学ズーム	アクチュエータ	ステッピングモータ	ピエゾ素子駆動モータ	小型・省電力
	光学レンズ	球面 / 非球面レンズ	液体レンズ + 非球面レンズ	小型・高速・省電力 (機械的可動部を排除)
手ぶれ補正	手ぶれ検出	アクティブ方式 (光学式)	パッシブ方式 (電子式)	小型・省電力 (ジャイロスコープが不要)

対物側に液体レンズ×2、センサー側に通常レンズ×2の構成で実現、駆動には+40V程度の電圧が必要

むすび

カメラ付携帯電話の普及と共に急速に市場が拡大した小型カメラモジュールですが、ここにきてようやくそのインターフェイスの標準化の動きが活発化してきました。MIPI(Mobile Industry Processor Interface)、SIMA (Standard Mobile Imaging Architecture)といった携帯電話に特化した規格がオープンアーキテクチャーとして公開されています。

今後の標準化の動きを見守りたいと思います。

カメラモジュールの小型化、携帯電話の高機能化にともない、カメラモジュールの動作に必要なクロックを供給する水晶発振器の小型化技術がカメラ付携帯電話の小型化に対する重要なキーテクノロジーとなると考えます。

(株式会社 大真空 山下 雅 樹)