

# 携帯電話用パワー マネージメントICの 選択

スマートで高性能な新世代の携帯電話が販売店の陳列台にあふれている。これらの最新型携帯電話は、これまでの世代のものに比べて小型化されているだけでなく、PDA機能、電子メール、インスタントメッセージの送受信、ウェブサイトの閲覧が、さらに大型化された高精細ディスプレイで可能となっている。機種によっては、FMラジオ、MP3プレーヤ、またはかなりの品質のデジタルカメラまでついている。これだけの機能を搭載しているにもかかわらず、消費者は長時間のバッテリー寿命を要求し、サイズは小型のものを期待している。小型化を続ける箱の中により多くのものを詰め込もうとし、同時に消費電力を抑えようとするとなると、電源設計が重要な役割を担ってくる。この難題をクリアするためにアナログICメーカーは、より小型で高性能な電源ソリューションの開発を続けている。

## パワーマネージメントIC

大半の無線端末の心臓部ではパワーマネージメントIC (PMIC) が鼓動している。PMICは電源供給に必要な条件を満足させるだけでなく、インタフェースやオーディオなど他のブロックも扱う。主要なアナログ半導体メーカーは、多くの場合、ミックスドシグナル及びパワーサプライに最適化された5VのサブマイクロンBiCMOSプロセスを用いて、PMICをフルカスタム、セミカスタム、標準品として提供している。端末内部の他の部分で集積化されていない個別ブロックがあるとすれば、それはPMICに集積できる可能性がある。しかし、図1のとおり制限もある。ブロックの中には次のような理由で集積化しないほうがよい場合もある。それは、1) 他のプロセスで設計したほうが低コストまたは小型にできる、2) 技術の進歩、またはカスタムの仕様の変更によって設計が変わる可能性がある、3) 全プラットフォームに1つのブロックが共通化できない、4) 大幅な設計変更によって開発スケジュールにリスクが生じる、5) ノイズ結合など性能的な理由で集積化に適していない、などである。

可能な限り多くを集積しようとする理由は、コストとサイズが目に見えて節約できることであり、特にその集積化が大多数の端末に一般的なものであればなおさらである。リスク管理は、段階的に集積度を徐々に拡大していくことで対応する。

## 低ドロップアウト・リニアレギュレータ

携帯電話端末は、標準的に5~12個の低ドロップアウト (LDO) リニアレギュレータが必要である。これだけ多く

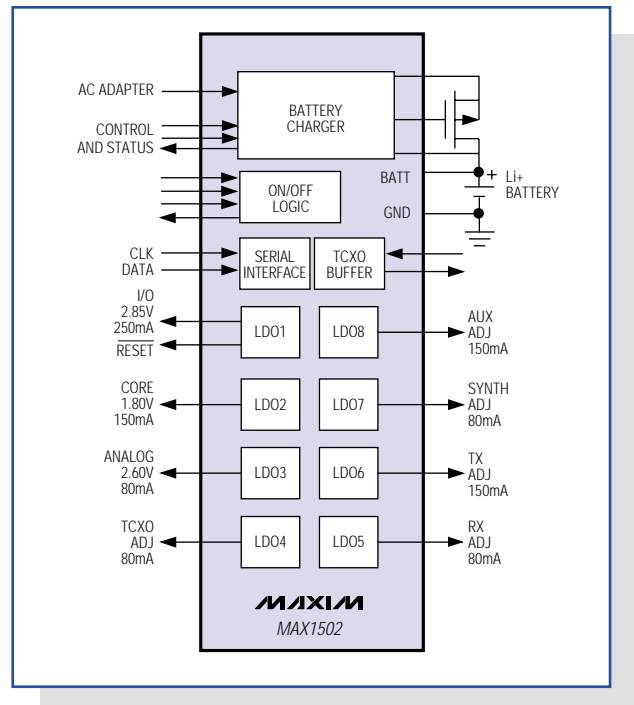


図1. 低リスク、最低限の集積化の一例。標準品のパワーマネージメントICとして投入されたMAX1502は、主なCDMAチップセットをサポートするのに必要な最も一般的なブロックのみを集積化している。

の数が必要なのは、これだけ多くの数の電圧があるからではなく、LDOがオン/オフ用スイッチとして動作し、ノイズ結合を防止する電源ノイズ除去比 (PSRR) を備えているからである。ほとんどのLDOはPMICに内蔵されているものの、基板のレイアウト/配線、電圧制御発振器など特定部品のノイズ感度、または内蔵デジタルカメラなど標準でないブロックへの電源供給の理由で少数のディスクリートLDOが残ることになる。ディスクリートの場合、これまで一般的に使われていたのはシングル、150mA、SOT23パッケージのLDOだった。現在では、パッケージが進化し、プロセスが1マイクロンを切るサブマイクロン時代になり、設計技術も向上したことから、性能が上がり、パッケージも小型化された。たとえば、300mA、SOT23のシングルLDOや、150mA、SOT23のデュアルLDO、または120mA、超小型SC70のシングルLDOなどが提供されており、これらには標準版と低ノイズ版 (10 $\mu$ V<sub>RMS</sub>、85dBのPSRR) がある。さらに、最新のウルトラ・チップスケールパッケージ (UCSP™) では限界に近い小型サイズが可能になり、新型QFNパッケージでは、これまででない最大のダイサイズのプラスチックパッケージ封止が可能で、3mm x 3mmの実装面積に最高の放熱効率を実現している。このため、QFNパッケージではLDOの電流値や、1パッケージ内の回路数の増加が可能となる。LDOには3回路、4回路、5回路入りのももあり、これらはディスクリート構成とPMICの間のギャップを埋める役割を担う。

## プロセッサコア用 ステップダウン(バック)コンバータ

LDOがシンプルで小型になると、弱点として懸念されるのが効率であり、特に低電圧回路駆動ではそれが顕著になる。携帯電話においてPDAやインターネットの機能が強化されるにつれて、よりパワフルなプロセッサが、1.8Vから0.9Vという過去に例をみない低電圧の電源電圧範囲で使われている。バッテリー電流を抑えるために、高効率のステップダウン・スイッチングレギュレータがコアに給電するのがよい。関心事は、低コスト、小型サイズ、高効率、低自己消費(スタンバイ)電流、及び高速過渡応答にある。これだけの厳しい条件をすべて満足するには熟練のアナログ設計とちょっとした工夫が必要である。今日、小型の外付けインダクタ及びセラミックコンデンサが使えるように1MHzまたはそれ以上のスイッチングスピードで動作するSOT23入りの小型バックコンバータを提供しているのは、一握りのトップアナログ半導体メーカーだけである。

## RFパワーアンプ用 ステップダウン(バック)コンバータ

成熟した日本の携帯電話市場では、基地局からの距離に応じて $V_{CC}$ 供給電圧を調節するCDMA無線部のパワーアンプ(PA)の給電にもバックコンバータが使われている。バックコンバータは、送信の確率密度関数を掛けると、出力電圧の段数、PAの特性、及び都市または郊外エリアで音声送信するかデータ送信するかに応じて平均40mA~65mAのバッテリー電流を節約することができる。日本での成功(及び欧州のあるイノベータがWCDMAに投入した先駆者的な努力)を受けて、韓国、アメリカ、及び他の欧州の携帯電話メーカーがスイッチングレギュレータを検討、もしくはそれを採り入れて設計を行っている。バックコンバータの優先順位は、小型サイズ、低コスト、低出力リップル、そして高効率である。先にも述べたが、SOT23のコンバータは良い選択と言える。ドロップアウトをできるだけ小さく抑えるために、ハイパワー送信時には、ディスクリートで低 $R_{DS(ON)}$ のPチャンネルMOSFETが、バッテリーからPAへの直接給電でよく使われる。最新のステップダウンコンバータ(たとえばMAX8500ファミリなど)は、全体のサイズをさらに削減するために、この追加FETを内蔵している。

## LED全盛時代

カラーディスプレイを備えた無線端末では、白色LEDが回路のシンプルさと信頼性の高さゆえに、バックライトアプリケーションを独占している。効率ではハロゲンを上回るものの、蛍光灯にはまだ及ばない。現在の設計では通常3個か4個の白色LEDをメインディスプレイに、2個のLEDをサブディスプレイに使い(折り畳み式端末設計の場合)、6個かそれ以上の白色またはカラーLEDをキーボードの裏に使っている。カメラ内蔵の場合、フラッ

シュ/ストロボ及びMPEG動画ライト用にさらに4個の白色LEDを使用しているようである。1つの端末で最大16個のLEDを使用していることになり、すべてのLEDは定電流で駆動する必要がある。

何年も前に、日本の第1世代のカラー端末は、効率の低い1.5倍圧チャージポンプとバラスト抵抗を使っていた。(そのソリューションでは、PAにバックコンバータを導入して苦労して節約した40mAを事実上浪費していたのである。)今日、大半の設計は、はるかに高い効率を得るためにインダクタベースのブーストコンバータになっている。しかし、最新型の1倍圧/1.5倍圧チャージポンプは、LEDへの配線が増えるという点はあるが、インダクタなしで同様な高効率を得ることができる。白色LED用電源の市場は非常に大きいと、驚くほど多くのICが入手できる。ここでの関心事は、高効率、外付け部品の小型化、(他の回路にノイズの回り込みを避けるために)低入力リップル、シンプルな調光用インタフェース、その他、出力過電圧保護などコスト削減または信頼性向上につながる機能である。PMICの中には白色LED用電源を内蔵しているものがあるが、ほとんどの場合、複数のディスプレイやカメラのストロボに対応していないことが多く、効率が不十分であったり、スイッチングが遅すぎるためインダクタやコンデンサが大きくなり、過度の入力リップルが発生する。このため、多くの場合、PMICにディスクリートICを追加したり、ディスクリートソリューションの中でもかなり集積度の高いもの(たとえばMAX1582など、図2を参照)を探す必要がある。

## バッテリー充電

ほとんどすべての無線端末は3セルのニッケル水素(NiMH)または1セルのリチウムイオンバッテリーを、シンプルなりニアチャージャで充電している。ほとんどの場合、チャージャはPMICの中に取り込まれており、複雑になるのを避けるために電流検出抵抗やパストランジスタは外付けになっていることが多い。発熱を抑制するにはオプションがいくつかある。1) C/4またはそれより低速で充電する、2) 電圧降下がほとんどACアダプタで起こるようにACアダプタの出力に多少抵抗性を持たせる、4) フィードバックを持たせてパストランジスタの電圧降下が一定になるようにACアダプタを安定化させる、5) チップ温度を一定に維持するために電流を減らす固定温度制御ループを追加することであるが、これはパストランジスタがPMICに内蔵されている場合のみ実用的となる。ディスクリートのチャージャICもフレキシビリティの点では良いが、携帯電話においてはメリットが半減してしまう。なぜなら、内蔵チャージャであれば、PMICのシリアルインタフェースを介して再プログラミングが容易であり、様々なバッテリータイプや容量に対応するからである。

*Connecting Industry (UK)の2003年5月号にも同様の記事が掲載されています。*

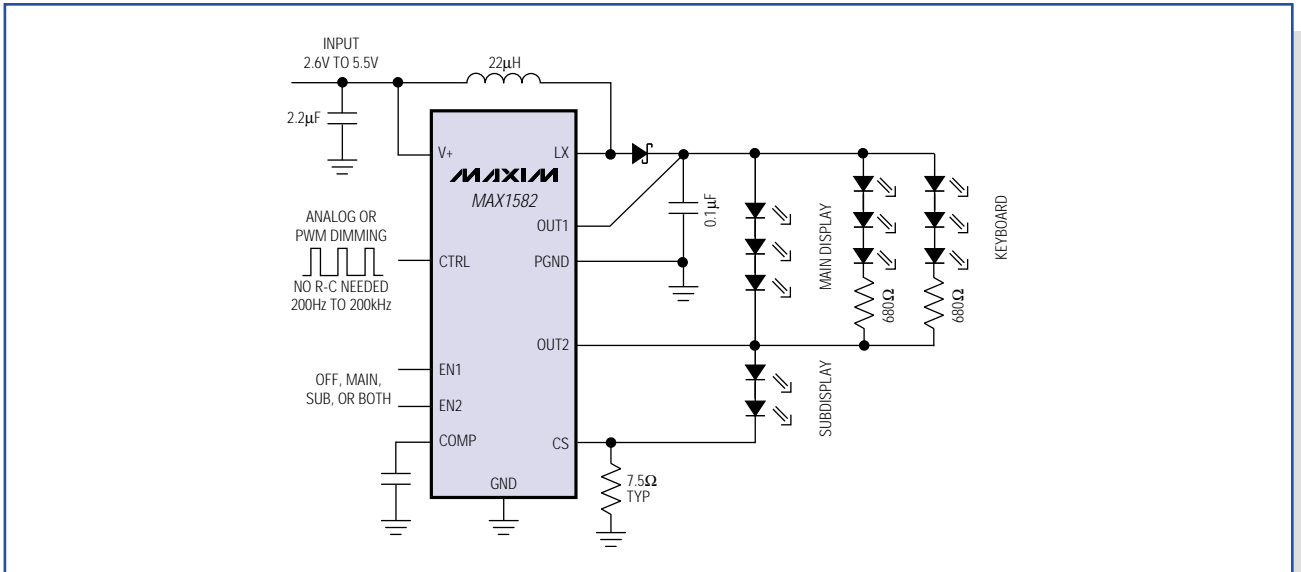


図2. 端末の中でLEDのバックライトはバッテリー電力を最も多く消費する部分の1つであるため、MAX1582は高効率ブーストコンバータトポロジを採用し、メインディスプレイ、サブディスプレイ、及びキーボードを点灯させている。