

高効率で小型の電源用パワー IC

Compact, Highly Efficient Power Supply ICs for DC-DC Converters in Electronic Equipment

猪股 敬介 榎本 一基

■ INOMATA Keisuke ■ ENOMOTO Kazuki

最近のテレビやパソコンなどのデジタル機器は高機能化が進み、搭載されるSoC (System on a Chip) やASIC (用途特定IC) は大規模になっている。これらのLSIへの供給電源は、高効率、低出力電圧、大電流が必要となり、機器によっては半導体部品の小型化も重要な課題になっている。

東芝は、これらの要求に応じて、モノリシックとモジュールの電源用パワー ICであるDC/DCコンバータ (直流電源変換器) ICを開発している。最新プロセスを採用することによって要求特性を満たし、同時に小型パッケージ化も進め、高周波数化、部品点数の削減、及び高密度実装が可能となり、電源回路の小型化を実現できる。

Demand has been increasing for high performance, multifunctionality, miniaturization, and low cost in a variety of electronic equipment. With the progress of system-on-chip (SoC) and application-specific integrated circuit (ASIC) technologies using highly miniaturized processes, these devices are supporting larger scale integration and higher performance in electronic equipment. Highly efficient power supply ICs with a low output voltage and a large current are key devices for the system large-scale integrations (LSIs) that serve as the core of such equipment.

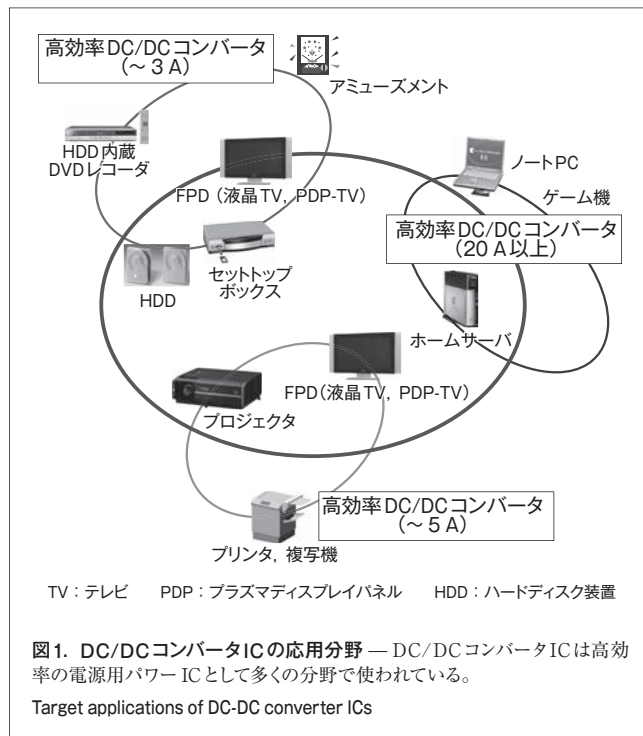
Toshiba has been applying the latest process and small packaging technologies to the development of both monolithic type power supply ICs and modules, achieving highly efficient performance and compactness while reducing the cost of the overall system.

1 まえがき

FPD (フラットパネルディスプレイ) の大型化、高画質化、倍速対応をはじめとして、昨今のデジタル機器は高機能化が加速している。これに伴い、機器に搭載されるSoC (System on a Chip) やASIC (用途特定IC) も微細化及び大規模化が進み、これらLSI用の電源にも、高効率、低出力電圧、大電流の要求が高まっている。東芝では、これらの市場要求に適した1~5 AクラスのモノリシックDC/DCコンバータ (直流電源変換器) ICの開発に取り組んでいる。

また、デスクトップPC (パソコン) やサーバ用途では、CPUの低電圧駆動化と大電流化が進み、現在では駆動電圧1.1 V、消費電流120 Aのような要求がある。そのため、CPUの動作を支える電圧調整器 (VR: Voltage Regulator) では、低電圧かつ大電流出力のものが必要となっており、当社では低耐圧 (30 V以下)、大電流 (5 ~ 50 A) のCPU電源向けの製品開発で市場要求にきてきた。更にノートPCの市場浸透とともに、バッテリー駆動能力の向上を目的に高効率及び低損失が求められるようになってきた。

DC/DCコンバータICの応用分野を図1に示す。電源用パワー ICとして当社の主製品であるDC/DCコンバータICの製品領域を図2に示す。必要電流によって概略5 A以下をモノリシックICで、35 A以下をMCM (Multi Chip Module) で対応している。従来のディスクリットMOSFET (金属酸化膜半



導体型電界効果トランジスタ) 構成と比較すると、ICを使用することで、配線インダクタンス成分の低減による高周波化及び、部品点数の削減、高密度実装が可能になり電源回路の小型化が実現できる。

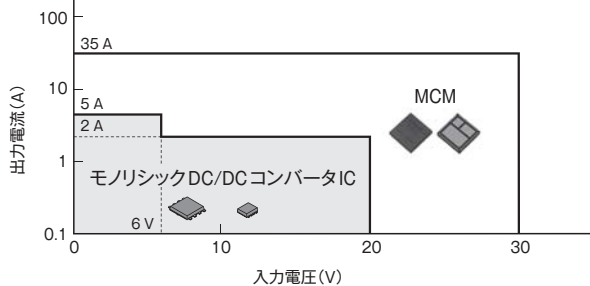


図2. 東芝DC/DCコンバータICの製品領域 — 入力電圧と出力電流によって、モノリシックとモジュールのデバイスの適用を仕分けしている。

Domain of Toshiba DC-DC converter IC products

2 モノリシックDC/DCコンバータIC

昨今のデジタル家電をはじめとした機器の高機能化と高性能化によって、使用されるデバイスの電力も増加傾向にある。それに伴い搭載されるデバイスも高性能・大電流化が要求されている。また、電子機器全般にエコ(省エネ)が強く要求されることから、電力利用効率の高い電源デバイスが広く求められるようになってきた。従来のシリースレギュレータ^(注1)を使用していた箇所でも、一部、発熱や小型化を考慮したモノリシックDC/DCコンバータICの要求が市場で高まってきている。

従来のシリースレギュレータでカバーできていなかった出力電流(I_{OUT})1 A以上の領域で、低オン抵抗のMOSFETを出力トランジスタに使用したBiCDプロセス^(注2)及び、CMOS(相補型MOS)プロセスを活用した、モノリシックDC/DCコンバータICの開発に注力している。

2.1 構成と仕様

モノリシックDC/DCコンバータICの構成は、図3に示すよ

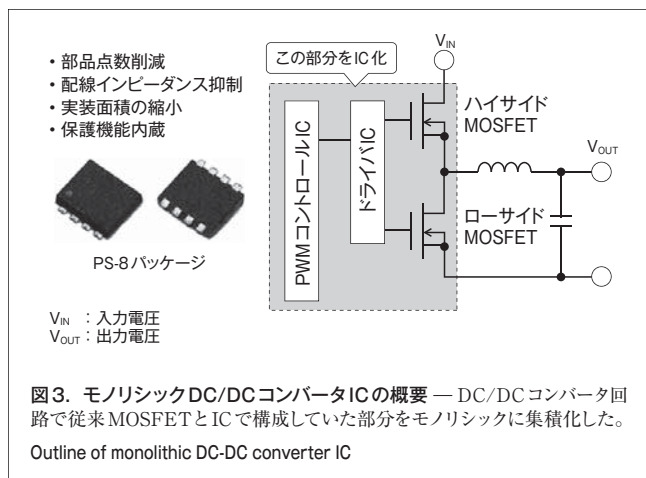


図3. モノリシックDC/DCコンバータICの概要 — DC/DCコンバータ回路で従来MOSFETとICで構成していた部分をモノリシックに集積化した。

Outline of monolithic DC-DC converter IC

(注1) 入出力間をリニアに制御する電源用パワーIC。

(注2) バイポーラトランジスタとCMOSに加え、高耐圧・大電流能力のDMOS(Double-Diffused MOS)を内蔵したプロセス。

うに一般的なDC/DCコンバータ回路で、ハイサイド及びローサイドMOSFETと、ドライバIC、PWM(パルス幅変調)コントロールICをモノリシック化している。

2 Aクラス他社同等品のパッケージは主としてSOP-8クラスであるが、当社は小さい2.8×2.9 mmのPS-8パッケージにチップを搭載して商品化した。SOP-8とPS-8のパッケージの比較を表1に示す。実装面積を縮小することで機器の小型・薄型化への市場要求に対応している。

表1. 小型PS-8パッケージの特長

Characteristics of PS-8 package

項目	SOP-8パッケージ	PS-8パッケージ
寸法		
実装面積*	30 mm ² (100%)	8.1 mm ² (27%)
高さ*	1.9 mm (100%)	0.85 mm (45%)
適用	他社製品	東芝製品

*カッコ内は、SOP-8パッケージを100%とした比率

表2. TCV7104FNの主な仕様

Main specifications of TCV7104FN

項目	仕様
動作入力電圧	2.7 ~ 5.5 V
最大出力電流	2.0 A
発振周波数(f_{OSC})	1.5 MHz(標準)
基準電圧(V_{FB})	0.8 V ± 1%
効率(η)	95% ($V_{IN}=5.5$ V, $V_{OUT}=3.3$ V, $I_{OUT}=0.7$ A)
動作接合部温度	-40 ~ 125 °C
保護機能	低電圧保護, 過熱保護, 過電流保護
パッケージ	PS-8 (2.8(幅) × 2.9(奥行き) × 0.85(高さ)mm)

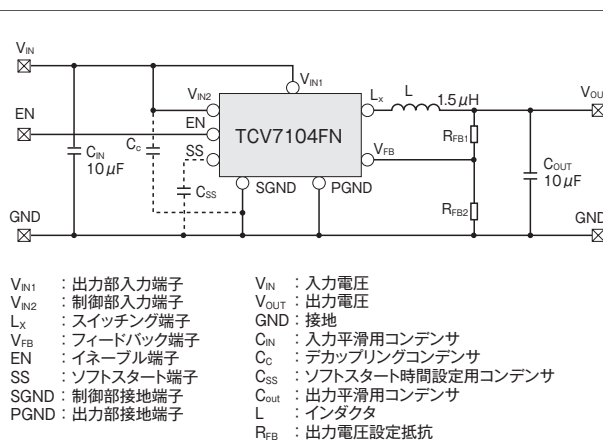


図4. TCV7104FNの標準回路例 — TCV7104FNを使用した標準回路の例で、周辺部品のインダクタンスやコンデンサ容量を低減できる。

Example of typical application circuit of TCV7104FN

PS-8パッケージに搭載して新たに商品化した最大出力電流2 Aで同期整流タイプのTCV7104FNの主な仕様を表2に示し、これを使用した標準的な回路例を図4に示す。発振周波数(f_{osc})が1.5 MHzと高く、従来製品と比較して外付けインダクタンスやコンデンサ容量を低減することができる。

2.2 特長

当社のモノリシックDC/DCコンバータICの特長を次に示す。

- (1) 出力電流0.7~5 Aの製品をラインアップ
- (2) 高速スイッチングにより、外付け部品の小型化が可能
- (3) 電流モード制御により、良好な負荷応答特性を実現
- (4) トリミング技術を採用し高精度の基準電圧を実現
- (5) 小型の積層セラミックコンデンサを出力平滑コンデンサに使用可能

例として、TCV7104FNの効率を図5に示す。低オン抵抗のCMOSを出力トランジスタに使用し、高効率を実現している。

このICは、液晶テレビ(TV)、プラズマディスプレイパネル(PDP)TV、ブルーレイレコーダ、セットトップボックス、プロ

ジェクタ、複写機、アミューズメント機器など低出力電圧で高効率の電源用に適している。

2.3 今後の展開

当社のモノリシックDC/DCコンバータICの開発ロードマップを図6に示す。

高入力電圧に対応した高耐圧商品のラインアップ拡充や、高付加価値機能を追加した製品の商品化、次世代微細化プロセスを活用した大電流製品の開発に取り組み、機器の大電流化、高効率化、及び小型化に貢献していく。

3 MCM

PCのCPU電源は、電源構成に必要なインダクタやコンデンサを小型化するため、動作周波数の高速化が進み、現在では約300 kHzの動作周波数が主流となっている。これ以上動作周波数が上げられない理由の一つに、DC/DCコンバータをディスクリットMOSFETで構成していることが挙げられる。

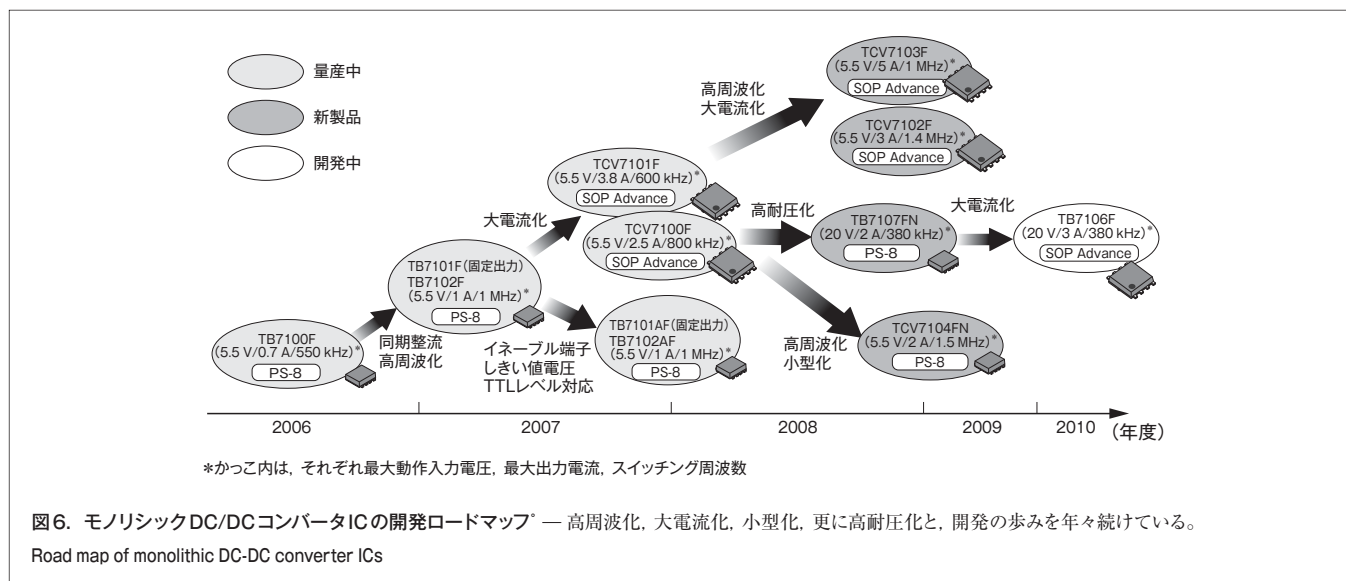
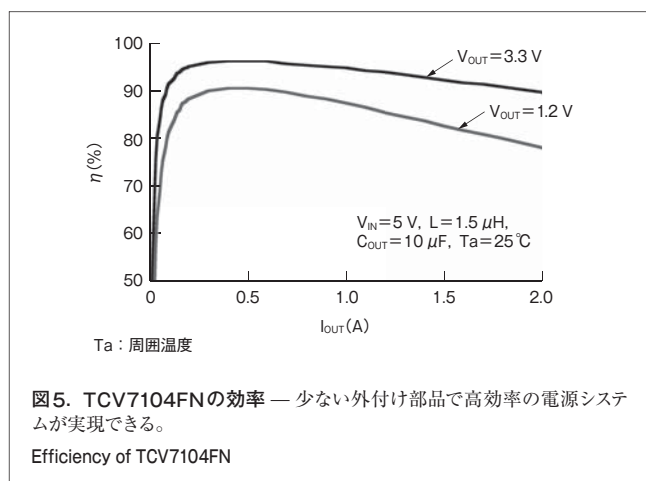
よりコンパクトで、より高効率に電源を構成するために、当社では2007年からMCMをリリースし、ディスクリット構成では困難な動作周波数1 MHz対応を可能にした。また、MCMはIntel Corporation が提唱しているDrMOS規格と互換性のあるパッケージを採用している。

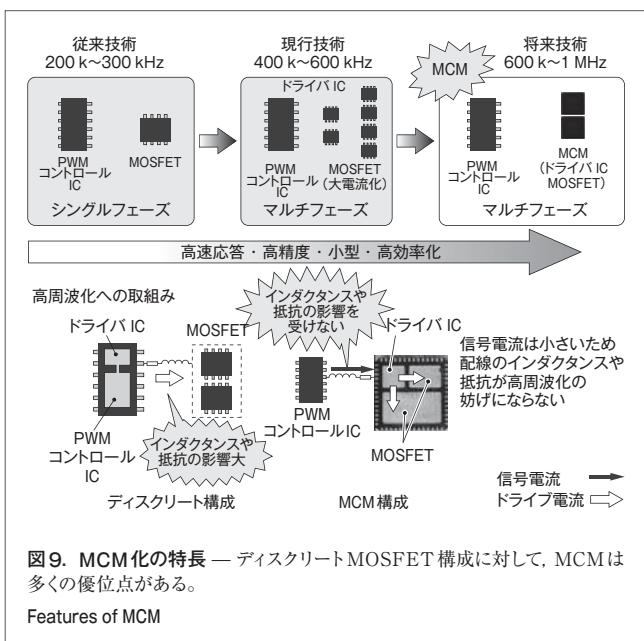
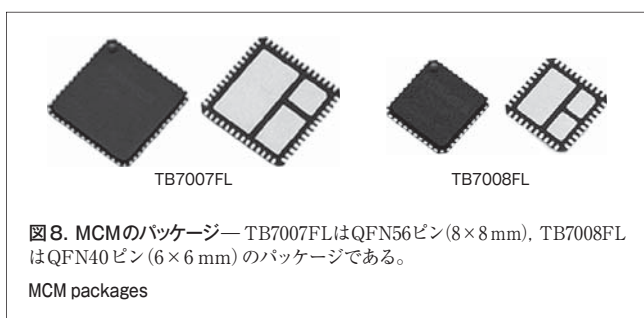
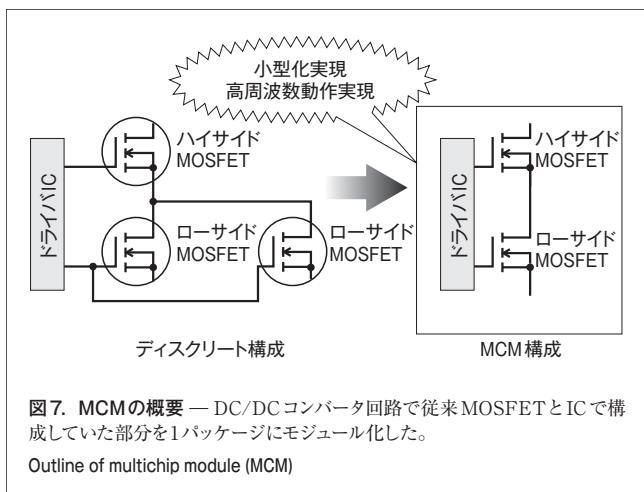
3.1 構成

MCMは、配線インダクタンスによる影響を低減するため、ドライバIC、ハイサイドMOSFET、及びローサイドMOSFETを一つのパッケージにまとめモジュール化している(図7)。ラインアップした8×8 mmのQFN56ピンと6×6 mmのQFN40ピンの二つのパッケージを図8に示す。

3.2 特長

MCMは、モジュール化により、ドライバICからMOSFET

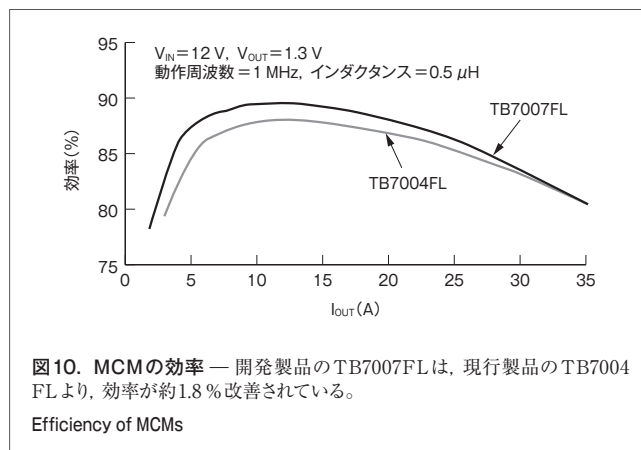




を駆動するまでの配線インピーダンスが低減され、駆動周波数1MHzを達成することが可能になった。

MCM化への変遷を図9に示し、その特長を次に示す。

(注3) オン抵抗 (R_{ON}) とスイッチング電荷 (Q_{SW}) を乗じた MOSFET の特性指標。



- (1) 小型パッケージにより、電源回路の小型化が可能
- (2) 低インダクタンスにより、高周波スイッチングに対応可能
- (3) 低熱抵抗により、高い放熱特性を実現

開発製品TB7007FLのピーク効率は、最新世代の $R_{ON} \cdot Q_{SW}$ 特性^(注3)を改善したMOSFETチップを搭載することで、当社従来製品TB7004FLと比較して1.8%の改善を実現した(図10)。

このICの主な用途として、サーバや、デスクトップPC、ノートPC、ゲーム機、プロジェクタなどの出力電流の大きい高速で高効率の電源用に適している。

3.3 今後の展開

ネットブックの登場やネットワークのクラウド化に伴い、PC及びサーバ用電源は、更なる小型・高効率化が求められる。

当社は、ディスクリートMOSFETとともにMCM製品により、これらの市場要求に応えシステムの小型化と高性能化に貢献していく。

4 あとがき

ここでは、当社の電源用パワーICであるDC/DCコンバータICについて述べた。今後も、更なる微細化プロセス採用により、大電流化、高効率、及び高周波化を実現する製品の開発を進めていく。



猪股 敬介 INOMATA Keisuke

セミコンダクター社 ディスクリート半導体事業部 パワー半導体応用技術部主務。パワーICの応用技術業務に従事。Discrete Semiconductor Div.



榎本 一基 ENOMOTO Kazuki

セミコンダクター社 ディスクリート半導体事業部 パワー半導体応用技術部主務。パワーICの応用技術業務に従事。Discrete Semiconductor Div.