

クライアントSSD向けの 省スペースで低消費電力なパワーマネジメントIC

Power Management IC for cSSDs Realizing Space Saving and Low Power Consumption

小林 大介

吉見 公志

■ KOBAYASHI Daisuke

■ YOSHIMI Masashi

SSD (ソリッドステートドライブ) は、記憶容量当たりの単価が低下してきており、ノートPC (パソコン) やタブレットの記憶装置はHDD (ハードディスクドライブ) からcSSD (クライアントSSD) への置き換えが進んでいる。cSSDは、今後もインターフェースの高速化や記憶容量の向上が進み、消費電力が増える方向にあるが、国際エネルギースタートプログラムに代表される、国際的な省エネ化の流れを受けて、消費電力を削減していかなければならない。

東芝デバイス&ストレージ (株) は、これらの動向に対応するため、cSSDに適した省スペースで低消費電力なパワーマネジメントICを開発した。入力保護機能を内蔵し、小型のWCSP (Wafer-Level Chip Scale Package) を採用することで、従来に比べ、30%以下のパッケージ面積を実現するとともに、cSSDで最も低消費電力化が求められるスリープモードにおいて消費電力を約55%削減した。

With the reductions in unit price per storage capacity of solid-state drives (SSDs) equipped with NAND flash memory in recent years, the replacement of hard disk drives (HDDs) by SSDs as storage devices for client systems, including notebook PCs and tablets, has been progressing. However, the higher speed interfaces and larger storage capacities of such client SSDs (cSSDs) may result in a trend toward increasing power consumption in the future. It has therefore become necessary to improve the energy conservation performance of cSSDs in accordance with international standards such as the Energy Star program.

In response to this situation, Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation developed the TC7738WBG power management integrated circuit (IC) for cSSDs with the aim of realizing both space saving and low power consumption in December 2016. The TC7738WBG achieves a reduction in power consumption of approximately 55% during sleep mode, when power consumption is at its lowest, and a reduction in package area of up to 30% through the use of a wafer-level chip scale package (WLCSP) and an onboard protection switch instead of the conventional fuse, respectively, compared with our conventional products.

1 まえがき

SSDは、NAND型フラッシュメモリーを記憶媒体としたストレージデバイスであり、HDDに比べモーターを必要としないため、高速アクセス、静音性、耐衝撃性に優れており、また、低消費電力化、軽量化、小型化が可能である。

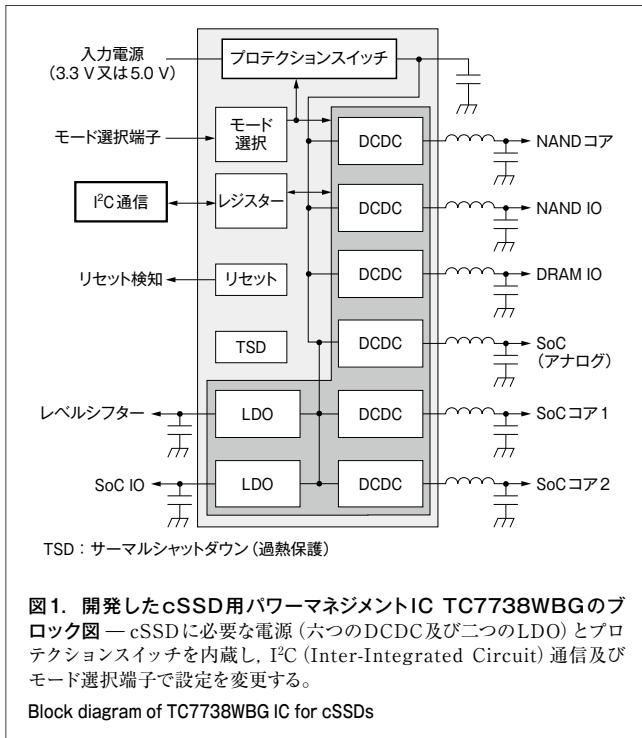
そこで、国際エネルギースタートプログラムなど、国際的な省エネ化の流れを受けて、ノートPCやタブレットなどクライアント向けの記憶媒体は、HDDからcSSDへの置き換えが進んでいる。また、SSDは、記憶容量当たりの単価が低下してきており、今後は、様々なフォームファクターに対応することで、クライアント向けを中心に応用分野は更に広がっていくと予測される⁽¹⁾。

東芝デバイス&ストレージ (株) は、このような状況の中で、cSSD用パワーマネジメントICを開発した。このICは、DC (直流)-DCコンバーター (以下、DCDCと略記) の独自の制御方式である、同調共振方式の採用による高速負荷応答特性を備えている。また、ヒューズの代わりに、入力保護機能を充実させたプロテクションスイッチを内蔵し、小型のWCSPに封入することで、省スペース化を実現した。ここでは、開発した製品の

特性及び機能について述べる。

2 cSSD用パワーマネジメントICの概要

開発したcSSD用パワーマネジメントIC TC7738WBGは、cSSD基板上の全てのICへ電源供給するため、複数のDCDCとLDO (Low Drop Out) レギュレーター (以下、LDOと略記) を内蔵している (図1)。具体的には、NAND型フラッシュメモリーのコア・IO (Input Output) や、DRAMのコア・IO、SoC (System on a Chip) の複数ブロックなどへの電源供給を目的とした六つのDCDCと、温度センサーICやcSSDインターフェース部のレベルシフターなどへの電源供給用に二つのLDOを搭載している。また、従来はcSSD基板の電源入力ラインに配置されていた入力保護スイッチICの集積化も行い、プロテクションスイッチとして内蔵した。この構成により、入力コネクターから各ブロックへの供給ラインを簡素化して配線による電力ロスを低減させ、また、従来個別で持っていた基準電圧源などを共通化して消費電力を低減させている。



3 cSSD用パワーマネジメントICの主な特長

cSSDに使用されるパワーマネジメントICには、省スペース化、低消費電力化が求められている。また、ノートPCなどで、様々なメーカーのマスター機器から電源供給されるcSSDにおいては、どのような電源が接続された場合でも安全に動作することが求められる。これらの市場要求を満足するため、TC7738WBGには、以下のような技術が用いられている。

3.1 プロテクションスイッチの内蔵による低消費電力化と安全機能の充実

電子機器は、地絡などでの過電流による発火を防止するため、電源入力部にヒューズを挿入している。cSSDはモジュール化されており、その電源入力部にもヒューズを挿入する必要がある。一方、cSSDには複数のDCDCが使用されており、それらを安定に動作させるために、各DCDCの入力にバイパスコンデンサが配置されている。これらの総容量は数十 μ Fを超えており、電源投入時に発生する突入電流で、ヒューズが切断されるおそれがある。したがって、従来は、ヒューズの代わりにヒューズ機能と突入電流対策機能を同時に行う入力保護スイッチICを使用していた。

当社は、この入力保護スイッチICとDCDCをメインとしたパワーマネジメントICを集積化して、入力保護機能をプロテクションスイッチとして内蔵した。これにより、これまで個別に必要であった基準電圧生成回路や内部回路用の電源回路を共通化し、cSSDで最も低消費電力化が求められるスリープモードにおいて、従来よりも消費電力を約55%削減した。また、集

積化によりプロテクションスイッチとパワーマネジメントICの各動作状態を一元管理できるので、異常状態でプロテクションスイッチを停止させて、安全に停止状態を維持しつつ消費電力を削減できる。

3.2 省スペース化に貢献する同調振動方式によるDCDC制御

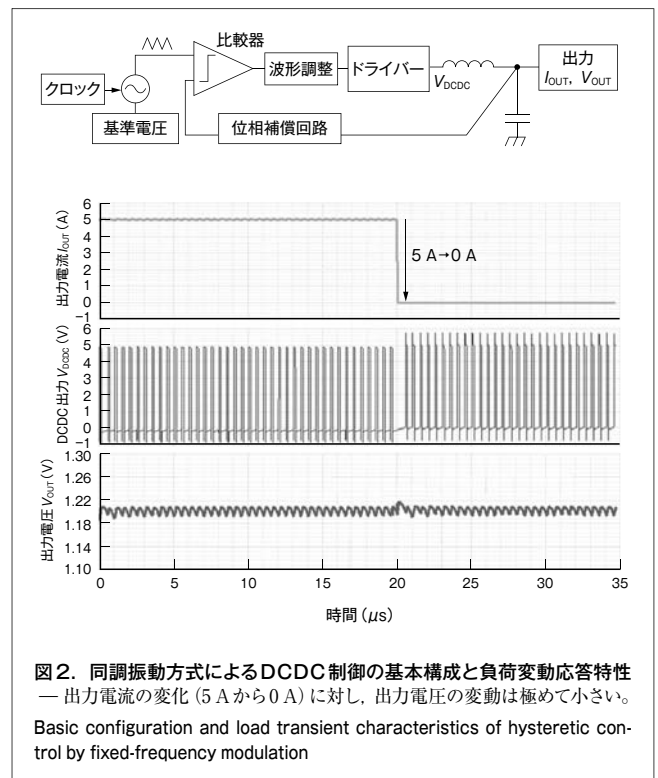
DCDC制御方式は、電流制御方式、電圧制御方式、ヒステリシス制御方式など、様々な制御方法が存在するが、省スペースを実現させるために、独自のDCDC制御方式である同調振動方式を開発した(図2)。

パワーマネジメントICは、チップ内のレイアウト配線領域がそのまま電力損失につながるため、チップ内素子の最適配置が求められるが、この方式は、ほかの方式と比較して少ない素子数で回路を構成でき、チップ内レイアウトの自由度が増すので、無駄な配線領域の損失を低減している。

また、出力リップル電圧が小さいため、出力に接続するコンデンサとして低容量のものを選択できる。例えば、従来の電流制御方式と比較した場合、約50%の容量値で同等の負荷応答特性が得られる。これは外部部品の小型化につながる。

3.3 WCSP採用による小型化

cSSDでは、コンパクトなフォームファクターであるM.2が主流であり、その中でも2280タイプ(基板サイズ: 22 \times 80mm)がよく用いられている。このサイズを維持しつつ高速・大容量化を進めるには、必然的に、搭載される部品点数の削減と部品の小型化が求められ、この要求を満たすためにWCSPを採



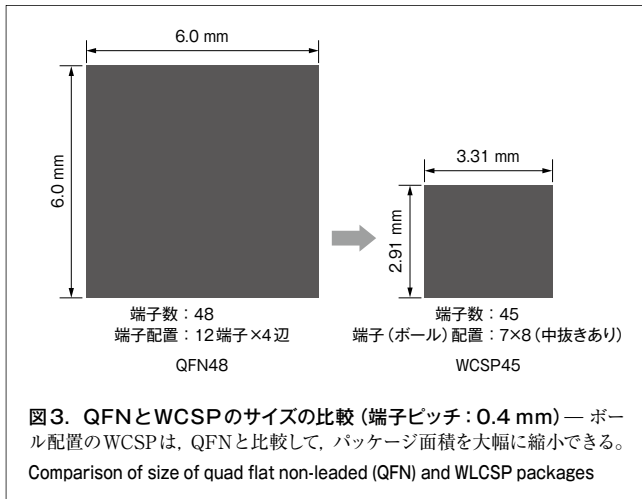


図3. QFNとWCSPのサイズの比較（端子ピッチ：0.4 mm）— ボール配置のWCSPは、QFNと比較して、パッケージ面積を大幅に縮小できる。
Comparison of size of quad flat non-leaded (QFN) and WLCSP packages

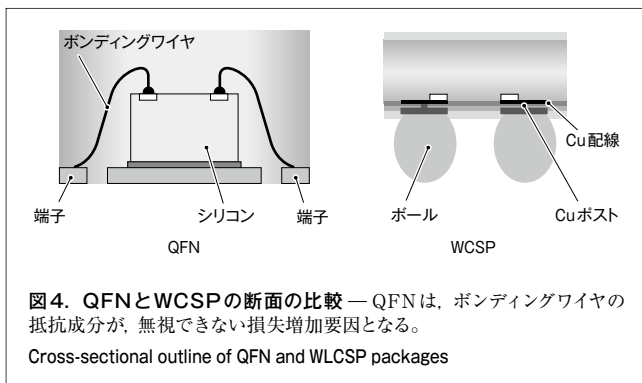


図4. QFNとWCSPの断面の比較— QFNは、ボンディングワイヤの抵抗成分が、無視できない損失増加要因となる。
Cross-sectional outline of QFN and WLCSP packages

用した。

パワーマネジメントICのパッケージは、放熱性に優れ、小型・軽量化が可能なQFN (Quad Flat Non-Lead Package) が一般に使用されているが、今回、WCSPを採用したことにより、実面積が30%以下に縮小した(図3)。

また、一般的なQFNでは、チップと端子をボンディングワイヤで接続するが、WCSPでは、Cu (銅) 配線とCuポストで接続するため、ドライバー素子の実質的なオン抵抗が減り、低損失化が可能となる(図4)。低損失化することで発熱量が減り、WCSPでのパッケージ形状による放熱性の悪化もカバーできる。

4 今後の展開

cSSDは、今後も高速インターフェース化、記憶容量の向上が進む。このため、パワーマネジメントICは、更なる省スペース化、低消費電力化が要求される。したがって、IC自体の小型化とともに、DCDC制御方式の改善で消費電力の削減、応答速度の向上、外部部品の小型化を行う必要がある。

また、省スペース化では、ショート問題などの破壊リスクが増加するため、ショート保護を追加するなど、安全機能の拡充も行う必要がある。

5 あとがき

cSSDは、HDDと比較するとまだ高価であり、ノートPCに使用される記憶媒体はHDDのシェアが依然として高い。しかし、高速アクセスが可能なcSSDは、ノートPCのニーズに合致しており、今後も低価格化が進み、HDDからの置き換えが加速していく。

当社は、cSSD用パワーマネジメントICとして、DCDC制御方式や内部回路の改善による低損失化を進めるとともに、モジュールの高集積化によって引き起こされる配線ショートへの対処など、安全機能も拡充した製品を開発していく。

文献

- (1) 柳 茂知, ほか. ストレージプロダクツの技術動向と東芝の取組み. 東芝レビュー. 2015, 70, 8, p.2-8.



小林 大介 KOBAYASHI Daisuke

東芝デバイス&ストレージ(株)
ミックスドシグナルIC事業部
ミックスドシグナルIC応用技術部
Toshiba Electronic Devices & Storage Corp.



吉見 公志 YOSHIMI Masashi

東芝デバイス&ストレージ(株)
ミックスドシグナルIC事業部
ミックスドシグナルIC応用技術部
Toshiba Electronic Devices & Storage Corp.