

SpursEngine™ 搭載 AV ノート PC Qosmio™ のハードウェア

System Architecture of Qosmio™ AV Notebook PCs with SpursEngine™

佐藤 重信 界 陽夫 渡辺 玄

■ SATO Shigenobu

■ SAKAI Akio

■ WATANABE Gen

東芝は、AV 技術とパソコン (PC) 技術の融合による新たな価値創造を目指した AV ノート PC Qosmio™ シリーズを継続して開発している。各世代の Qosmio™ は、高画質・高音質化を追求するだけでなく、新たなユーザー価値として、映像コンテンツを十分に楽しむための利便性を提供している。近年、映像コンテンツの HD (High Definition) 化が加速しているが、ユーザーが更に快適に映像コンテンツを楽しむため、HD 映像データの高速処理が求められている。

第5世代目となる Qosmio™ G50/F50 では、HD 映像データ処理のために、Cell/B.E.™ (Cell Broadband Engine™) (注1) の技術をベースに開発したメディアストリーミング処理プロセッサ SpursEngine™ を搭載した。SpursEngine™ をノート PC に搭載するためには、小型化や低消費電力化、放熱制御などの課題がある。当社は、基板の高密度実装、放熱機構部品の共用化、及び省電力による発熱低減技術によってそれらを解決することができた。

Toshiba has developed the Qosmio™ AV notebook PCs, aiming at the creation of new value by the fusion of AV and PC technologies. The Qosmio™ series provide not only high-quality picture and sound but also convenience for enjoying AV contents.

With the increasing volume of high-definition (HD) video contents in recent years, high-speed processing of HD video data is required. To meet this requirement, we have released the Qosmio™ G50/F50 series incorporating the SpursEngine™, based on the technology of the Cell Broadband Engine™ (Cell/B.E.™). In order to implement a circuit board with embedded SpursEngine™ in the Qosmio™ PC, various problems had to be overcome including size minimization, lower power consumption, and high-efficiency cooling control. We succeeded in solving these issues by using a high-density board layout, shared cooling parts with the graphics processing unit (GPU), and a power-saving technology called "keep link power down" (KLPD).

1 まえがき

近年、映像コンテンツの HD 化により、処理しなければならないデータサイズが大容量化しており、高画質・高音質化技術とともに、高速なデータ処理が求められている。例えば、地上デジタル放送の番組を、画質を維持しながらより多くハードディスク装置 (HDD) に録画する映像再圧縮 (トランスコーディング) 処理の高速化が求められている。

そこで東芝は、世界で初めて(注2)映像処理専用エンジンの SpursEngine™ を AV ノート PC の Qosmio™ G50/F50 に搭載した。ノート PC の形態を維持するための実装や消費電力の制約のなかで、CPU 及び GPU (Graphics Processing Unit) に加え、第3のプロセッサとして SpursEngine™ を搭載するためには、その上で動作するアプリケーションソフトウェア (以下、アプリケーションと略記) の動作性能を確保し、かつ SpursEngine™ の発熱を最低限にとどめるとともに、システム全体

の消費電力を低減させる必要がある。

ここでは、まず映像の HD 化に伴う課題を明らかにし、それを解決するための SpursEngine™ の機能について述べる。更に SpursEngine™ をノート PC へ搭載するにあたって課題となったデータ転送性能についての検証と考察、及び新たに開発した省電力による発熱低減技術の KLPD (Keep Link Power Down) について述べる。

2 HD 映像時代の課題

HD 映像コンテンツやそれに対応した再生表示機器の普及により、高精細で美しい映像が家庭でも楽しめるようになった。しかし、HD 映像特有のデータ量の大きさにより、必要記録容量の増加や記録に要する処理時間の増加など、ユーザーにとって新たな不便さが出現している。

当社は、それらを課題として取り上げ、解決する機能を AV ノート PC の新たな価値として作り上げた。HD 映像時代の具体的な課題とその解決策を表 1 にまとめた。これらを解決する機能や性能を実現するため、SpursEngine™ を Qosmio™ G50/F50 に搭載した。

(注1) IBM, SONYグループ、東芝が共同で開発した高性能プロセッサで、Cell/B.E., Cell Broadband Engineは、(株)ソニー・コンピュータエンタテインメントの商標。

(注2) 2008年7月時点、当社調べ。

表1. HD映像時代の課題と解決策

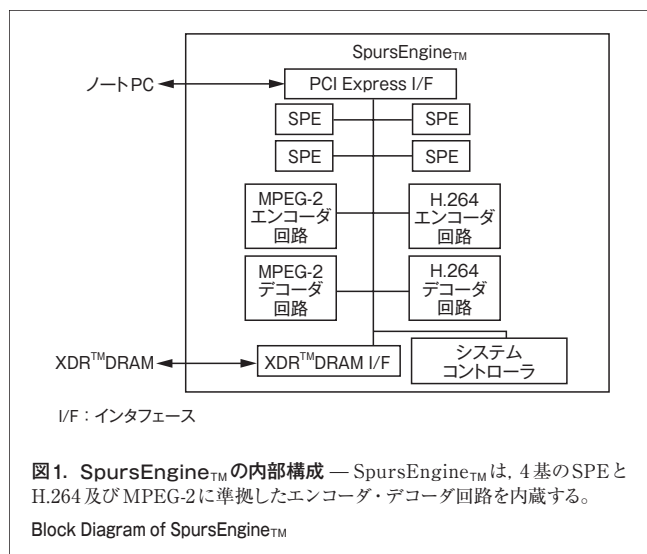
Issues and solutions in HD era

	課 題	解決策
①	・映像データ容量の増大 ・録画できる時間の短縮	●高速トランスコード ・録画時にH.264変換 ・映像編集時に高速変換
②	・編集・変換処理時間の増大 ・PCでのビデオ編集が遅い	
③	・映像コンテンツが探しにくい	●映像インデクシング ・出演者の顔を検出し、一覧表示
④	・SD (Standard Definition: 標準精細) 映像をきれいに見たい	●高速アップコンバート (超解像) ・画素類推によるSD→HD変換
⑤	・映像機器の機能が複雑化 ・直感的でない操作	●ハンドジェスチャインタフェース ・手形状認識 ・ポインタ操作

3 SpursEngine™の概要

3.1 内部仕様

SpursEngine™の内部構成を図1に示す。SpursEngine™は、Cell/B.E.™と同一の演算コアであるSPE (Synergistic Processing Element) を4基内蔵している。SPEは128ビットのSIMD (Single Instruction Multiple Data) プロセッサである。すなわち1クロックでデータ長128ビットの演算を行うことができ、映像や音声のデータ処理のように、大量のデータに対して同じ演算を行う場合に高い性能を享受することができる。また、MPEG-2 (Moving Picture Experts Group-phase2) 及びH.264^(注3)のエンコーダとデコーダの回路も内蔵しており、映像処理に特化したこれまでにない新たなプロセッサである。システムとの接続インタフェースとしてPCI (Peripheral Component Interconnect) Expressを採用しているが、



XDR™^(注4) DRAMをワークメモリとして使用するためのインタフェースも備えている。

3.2 SpursEngine™搭載PCシステム

SpursEngine™を搭載したPCの内部構成例を図2に示す。SpursEngine™は、PCI Express×1で、チップセットに接続する。PCI Expressの転送モードは、SpursEngine™アプリ

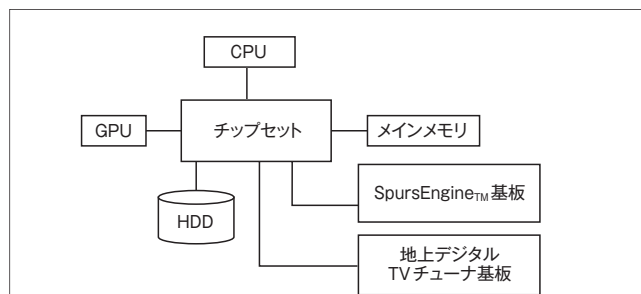
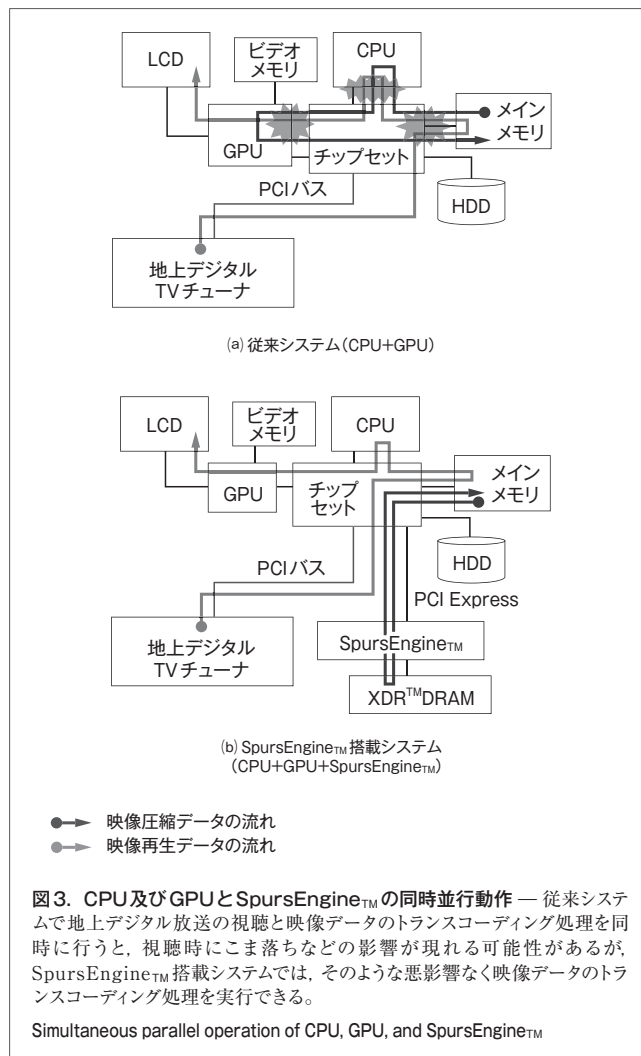


図2. SpursEngine™搭載PCの内部構成例 — PCを構成する主要部品の構成と接続を表す。SpursEngine™はチップセットに接続される。



(注3) ITU-T (国際電気通信連合—電気通信標準化部門) とISO (国際標準化機構) が2003年に共同で勧告した動画圧縮符号化の国際標準規格。

(注4) XDRは、米国及びその他の国におけるRambus社の商標。

ケーションが要求するデータ転送量を見積もり、設定している。詳細は4.2.1項で述べる。

3.3 CPU及びGPUとの同時並行動作

SpursEngine™はCPU及びGPUと同時並行で動作することを特徴とする。従来のCPUとGPUだけで映像データを処理するPCにおいて、地上デジタル放送の視聴と、映像データのトランスコーディング処理を同時に行った場合、データ転送バスとCPUの負荷増大により、視聴時にこま落ちなどの影響が現れる可能性がある(図3(a))。

一方、SpursEngine™を搭載したPCシステムでは、接続バスやCPUの負荷が軽減するため、地上デジタル放送視聴にこま落ちなどの悪影響を与えることなく、映像データのトランスコード処理を実行できる(図3(b))。

4 Qosmio™ G50/F50の概要

Qosmio™ G50は18.4型(フルHD:1,920×1,080画素)の、また、F50は15.4型(WXGA:1,280×800画素)のLCDを搭載し、一般のノートPCにはない地上デジタル放送視聴機能の内蔵をはじめ、AV機能を強化している。これらの外観を図4に示す。

以下、Qosmio™ G50/F50に搭載された主要な部品の特長について述べる。



図4. Qosmio™ G50/F50 — Qosmio™ G50/F50はSpursEngine™を搭載している。

Qosmio™ G50/F50

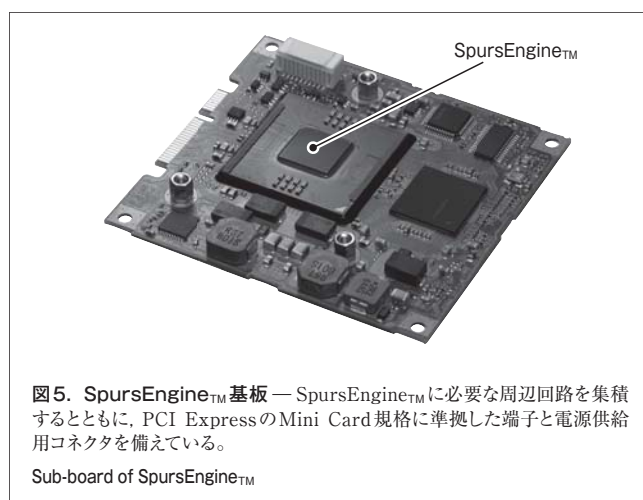


図5. SpursEngine™基板 — SpursEngine™に必要な周辺回路を集積するとともに、PCI ExpressのMini Card規格に準拠した端子と電源供給用コネクタを備えている。

Sub-board of SpursEngine™

4.1 ハードウェアの特長

4.1.1 LCDパネル Qosmio™ G50のLCDは輝度300 cd/m²、色純度約90%、F50のそれは輝度490 cd/m²、色純度約72%を実現し、いずれも一般のLCDよりも高性能で、より鮮やかな映像を出力できる。

4.1.2 地上デジタルTVチューナ 地上デジタルTVチューナ2基を搭載しており、ある番組を視聴しながら裏番組を録画することができる。また、国内規格のISDB-T (Integrated Services Digital Broadcasting-Terrestrial)だけでなく、欧州やアジア規格のDVB-T (Digital Video Broadcasting-Terrestrial)、及び中国規格にも対応したチューナを搭載できる。

4.1.3 高音質スピーカ lwayスピーカ1対と左右兼用のサブウーファ1個から成るharman/kardon®(注5)の2.1ch(チャンネル)スピーカを搭載しており、一般のノートPCでは困難な500 Hzまでの低音を再生できる。

4.2 SpursEngine™基板の特徴

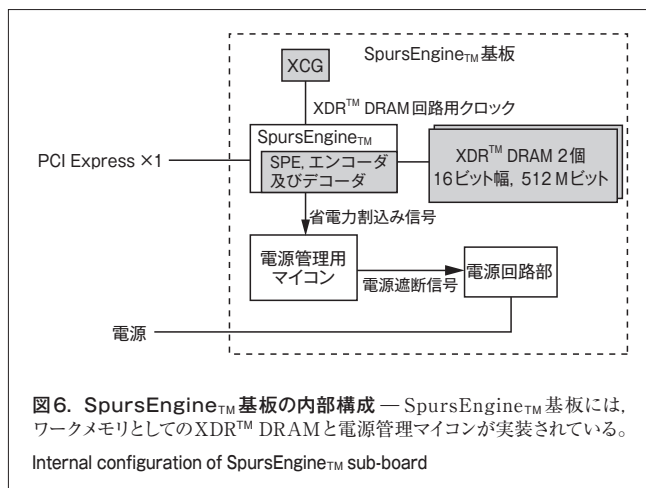
図5は、SpursEngine™に必要な周辺回路を集積した基板の外観である。この基板は、PCI ExpressのMini Card規格に準拠した物理形状の端子と、電源供給用の専用コネクタを備えており、この二つのインタフェースによってシステムと接続する。

SpursEngine™基板は、Qosmio™ G50/F50共通に適用されている。この基板の内部構成を図6に示す。

SpursEngine™基板にはSpursEngine™用電源生成回路のほか、ワークメモリとして、Rambus社のXDR™ DRAMインタフェースに準拠した16ビット幅で512 Mビットのチップを2個使用し、計128 Mバイトを搭載している。XCG (XDR™ Clock Generator) は、XDR™ DRAMインタフェース用の400 MHz差動クロックを生成するクロックジェネレータである。また、後述する省電力機能のKLPDを実現するための電源管理用マイコンも搭載している。

以下、この基板のインタフェース、省電力による発熱低減技

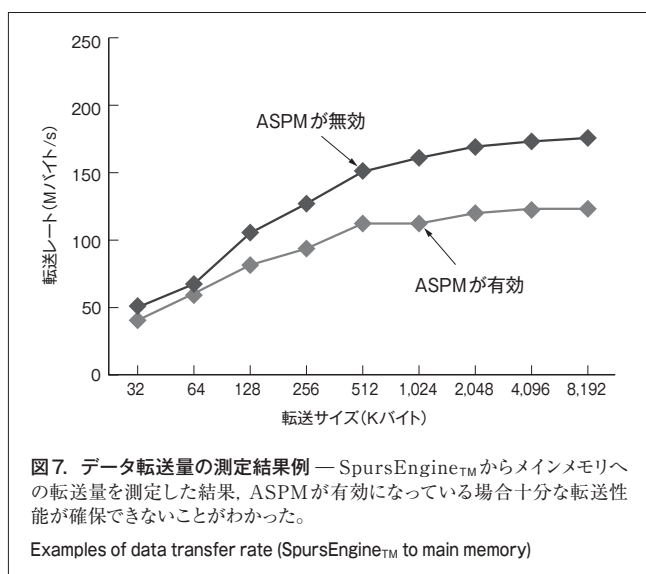
(注5) harman/kardonは、Harman International社の商標。



術、及び小型化を実現するための高密度実装技術について述べる。

4.2.1 システムインタフェース SpursEngine™のアプリケーションが要求するもっとも厳しい条件として、非圧縮のプロGRESSIVE HD画像 (1,920×1,080画素, YUV420 (12ビット, Y: 輝度, U: 青との色差, V: 赤との色差)) をフルフレームレート30 fps (フレーム/秒) で描画することが考えられるが、これをデータ転送量に換算すると90 Mバイト/sとなる (30フレーム×3 Mバイト/フレーム)。一方, PCI Express×1は、理論的にはピークが250 Mバイト/sのデータ転送量となるが、実効値はその70%程度になってしまう。

そこで、実際のPCI Express×1の転送量を知るため、実際に使われるチップセットにSpursEngine™を接続し、SpursEngine™とメインメモリとのデータ転送量を測定した (図7)。その結果、省電力化のために通常利用されている、PCI ExpressのASPM (Active State Power Management)



が有効になっている場合には、先に提示したSpursEngine™のアプリケーションが要求する転送性能に対して十分なマージンがないことがわかった。図7において、ASPM有効時には最大転送速度が120 Mバイト/s程度であった。

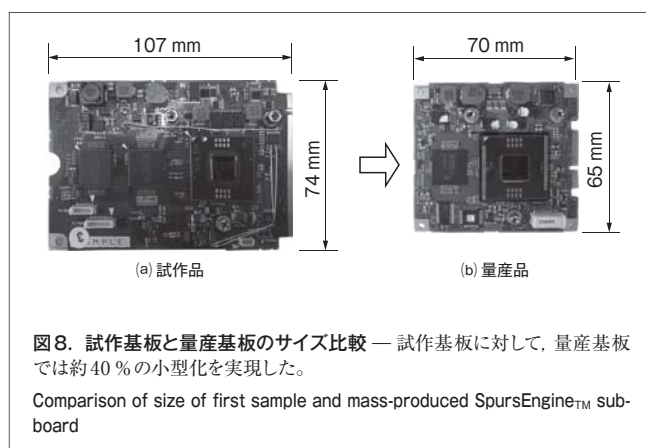
ASPMとは、PCI Expressのデータ転送の状態や、接続先の部品の省電力モードに応じて、部品内部のトランシーバ回路の節電を行うものである。この場合、クリティカルな局面で例えば、ストレージ部品への転送とSpursEngine™への転送が重複した場合に、最悪、映像の欠落などが発生してしまう原因となる。しかし一方で、このASPMをシステム全体で無効にしようと、すべてのPCI Express対応部品のインタフェース部だけの電力増加が数ワット見込まれ、バッテリー駆動時間に影響が出てしまう。

そこで、SpursEngine™とチップセット間だけのASPMを無効にすることを考え、同じくデータ転送量を計測したところ、十分なデータ転送量を確保できることが確認できた。図7において、ASPM無効時には最大転送速度が190 Mバイト/s程度であった。また、SpursEngine™とチップセット間以外はASPMが有効であるため、システムの電力増加は300 mW未満であり、ほとんどないことがわかった。したがって、Qosmio™ G50/F50ではこの方式でシステムとSpursEngine™を接続しており、将来にわたり十分に対応できるものとなっている。

4.2.2 省電力による発熱低減技術 新たに開発した省電力による発熱低減技術KLPDとは、SpursEngine™を使用していないときにPCI Expressインタフェース以外の給電を停止する技術である。図6において、網掛け部分の部品及びSpursEngine™内部機能ブロック (SPE及びエンコーダ・デコーダ回路) の給電を停止している。また、KLPDが有効になっている際にもPCI ExpressのASPMも合わせて動作しており、SpursEngine™のアイドル時の電力8 W程度を、800 mW程度に低減することに成功した。これらによりシステムの発熱が抑えられて冷却ファンの回転数を低下させることができ、AV視聴システムとして重要な静音化にも貢献している。また、この技術のもう一つの利点として、PCI Expressインタフェース部分は活性化されているため、SpursEngine™の省電力状態から使用開始までの時間を1 s未満にすることができた。KLPDは、図6に示したSpursEngine™から、それ自身が未使用時に出力する省電力割込み信号を電源管理マイコンが受け、図6の網掛け部分の部品とSpursEngine™の内部機能ブロック用電源への給電を停止する。

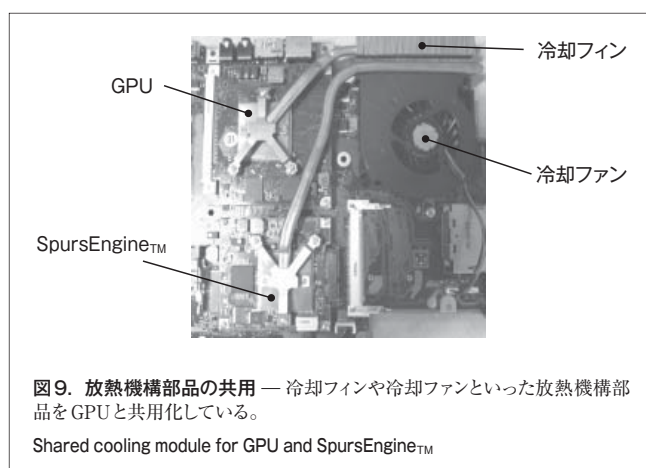
4.2.3 小型高密度実装技術 SpursEngine™基板の小型化は、省電力による発熱低減とともに重要な課題であった。SpursEngine™基板を試作した際には107 mm×74 mmのサイズだったが、量産では70 mm×65 mmと約40%小型化することに成功した (図8)。

これを実現するために、当初はXDR™ DRAMチップ2個



を基板の片面に実装していたが、これらを基板の両面に実装することで専有面積の縮小化を図った。そのため、XDR™ DRAMインタフェースの信号線を最適に配置している。また、電源回路部品の削減も行い、基板の小型化を実現できた。

更に、冷却フィンや冷却ファンといった放熱機構部品をGPUと共用化することで、ノートPCの限られた実装スペースにむだなくSpursEngine™を組み込んだ（図9）。



5 あとがき

Qosmio™ G50/F50は、ノートPCとして世界で初めて映像処理専用エンジンのSpursEngine™を搭載した。これにより、従来はCPU処理性能の限界から実現できなかった高度な映像処理を、ノートPCで実現できるようになった。

今後、このQosmio™ G50/F50のために開発されたハードウェアとソフトウェアの技術をベースに、大容量化し多様化する映像コンテンツをユーザーが望む形態に変換・加工する機能やアプリケーションを提供し続けていく。



佐藤 重信 SATO Shigenobu

PC&ネットワーク社 PC開発センター PCシステム設計部グループ長。PCのハードウェア開発に従事。
PC Development Center



界 陽夫 SAKAI Akio

PC&ネットワーク社 PC開発センター PCシステム設計部主務。PCのハードウェア開発に従事。
PC Development Center



渡辺 玄 WATANABE Gen

PC&ネットワーク社 PC開発センター PCコア技術開発部主務。PCのハードウェア開発に従事。
PC Development Center