

高速にアクセスできる大容量SDメモ리카ードの機器連携技術

Connectivity Technology for SD Memory Cards Using SD Host Controllers

福田 智之 佐藤 順

■ FUKUDA Tomoyuki ■ SATO Jun

近年SDメモ리카ードは、携帯電話やデジタルカメラなどのモバイル機器に広く使用され、市場の要求に応じて大容量化が進んでいる。現行のSDHCメモ리카ードの最大容量32Gバイトを超えるSDXCメモ리카ードが開発され、その記録容量は規格上最大2T(テラ:10¹²)バイトに増加している。また、コンテンツの大容量化に伴い、SDインタフェースの高速化も進められている。

東芝は、これらを規定したSDメモ리카ード規格Ver. 3.00に対応するSDホストコントローラを開発した。SDホストコントローラは、SDメモ리카ードの高速性を余すことなく発揮させるとともに、機器連携におけるユーザーの利便性を向上させる。また、SDメモ리카ードの特長である機器互換性に加え、当社が提唱する著作権保護デジタルコンテンツ利用システムTranShare™を用いることで、機器間のコンテンツ利用連携も容易になる。

SD memory cards are widely used in various mobile devices such as cellular phones and digital cameras, and their memory capacity has been increasing to meet the market demand in recent years. The SDXC memory card has been newly developed, exceeding the 32 Gbyte maximum memory capacity of the current SDHC memory card and providing a theoretical maximum capacity of up to 2 Tbytes. Furthermore, larger amounts of storage requiring faster transfer rates have been accelerating the speed of the SD memory card interface.

Toshiba has developed a core technology for next-generation SD host controllers in accordance with the SD Memory Card Specification Ver. 3.00. This technology offers users not only the highest data transfer rate of SDXC memory cards but also enhances compatibility between consumer electronics (CE) products, which is a feature of SD memory cards. Moreover, connectivity between CE products is facilitated by using TranShare™, which is a digital content application system for copyright protection technology promoted by us.

1 まえがき

SDメモ리카ード(以下、メモ리카ードをカードと呼ぶ)は、1999年に東芝、SanDisk Corporation、パナソニック(株)(当時は松下電器産業(株))が共同で立案し、商品化して以来10年、多岐にわたる業種約1,100社の賛同を得て、SDアソシエーション^(注1)として規格化が行われている。近年、携帯電話やデジタルカメラなどモバイル機器にもこのSDカードが広く使用されるようになり、NANDフラッシュメモリを用いた記録メディアとしてデファクトスタンダードになっている。この間に市場からの要求に応じて大容量化が進み、2009年1月にCES^(注2)2009でSDアソシエーションから現行のSDHCカードの最大容量を超える記録容量のSDXCカードが発表され⁽¹⁾、規格としてSDメモ리카ード規格Ver. 3.00が発行されている。

SDメモ리카ード規格Ver. 3.00は、記録容量を既存SDカードから増加させただけでなく、SDカードへアクセスするインタフェース速度の向上も盛り込まれている。

(注1) SDテクノロジーの利便性を活用して業界標準を設定し、家電機器、無線通信、及びデジタルイメージングとネットワーク製品の開発促進を目的とした団体。

(注2) 毎年1月に米国家電協会の主催で開催される家電製品の米国最大規模の展示会。

東芝は、世界に先駆けて2010年春に、SDメモ리카ード規格Ver. 3.00に準拠し高速インタフェース規格UHS104に対応したSDXCカードを商品化することを発表した⁽²⁾。

今回、このSDカードの能力を最大限に発揮させるため、機器に内蔵するSDホストコントローラを新たに開発した。ここでは、SDカードの概要及びそれを応用した機器連携と、SDホストコントローラの特長について述べる。

2 SDメモ리카ード規格Ver. 3.00に対応したSDカードの概要

CES2009で発表されたSDXCカードの記録容量の規格は、現行のSDカードの最大記録容量32Gバイトから最大で2Tバイトにまで増加している。現行のSDカードはFATファイルシステム及びFAT32ファイルシステムを採用しており、前者は2Gバイトまで、後者は32Gバイトまで対応している。2008年に32GバイトのSDHCカードを商品化して以来、32Gバイトを超える容量のSDカードの登場が期待されていた。ムービーなど高精細画質の映像が一般的になり、大容量化の要求が現実的となった。今回、SDXCカードでexFATファイルシステムに対応することで32Gバイトという容量の壁が取り払われ、

理論上2Tバイトまで容量を増やすことができるようになった。

当社が2010年春に商品化すると発表したSDXCカードは64Gバイトで、ブルーレイディスク2層12cmの記録容量50Gバイトを超えることになる。低解像度の動画や静止画だけではなく高精細な画質の動画も記録できるようになる。

SDカードは、映像、音楽、データなどのコンテンツを機器間で移動したりコピーするためのブリッジメディアであるとも言われている。コンテンツの移動やコピーを行う際、多くのユーザーはできるだけ短時間で完了させたいと思っており、今後、コンテンツの移動やコピーの高速化は不可欠である。

そのためにSDアソシエーションでは、SDカードへの移動やコピーなどを高速にできるSDインタフェース規格も併せて制定している。そのバスインタフェースは、25Mバイト/sから最大104Mバイト/sに高速化されユーザーの利便性を改善させる。更に、SDアソシエーションのロードマップでは300Mバイト/sの高速化が描かれている。

高精細画質の動画、例えばBS(放送衛星)デジタル放送と同等であるビットレート24Mビット/sの動画1時間のファイルサイズは、10.8Gバイト(=24Mビット/s×3,600s÷8ビット/バイト)である。これだけの容量のコンテンツを転送するには、従来の25Mバイト/sのSDカードで、書込み効率をかりに80%とすると、9分(=10.8Gバイト÷(25Mバイト/s×80%))掛かる。一方、最大104Mバイト/sのSDカードで、書込み効率を同じくかりに80%とすると、2分10秒(=10.8Gバイト÷(104Mバイト/s×80%))で転送が完了する。

規格では、バスインタフェースの速度104Mバイト/sを実現するためにクロック周波数を50MHzから208MHzに上げており、また信号品質の確保と低消費電力化のためにインタフェース信号電圧を3.3Vから1.8Vに下げている。

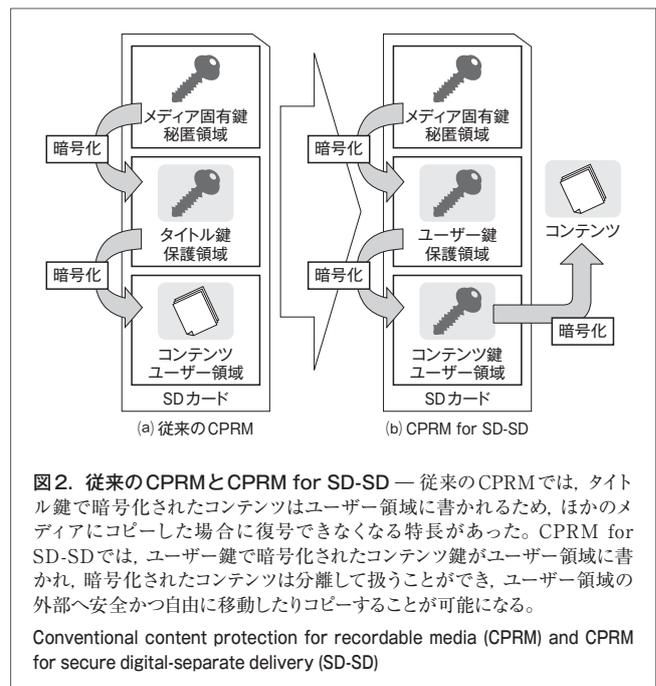
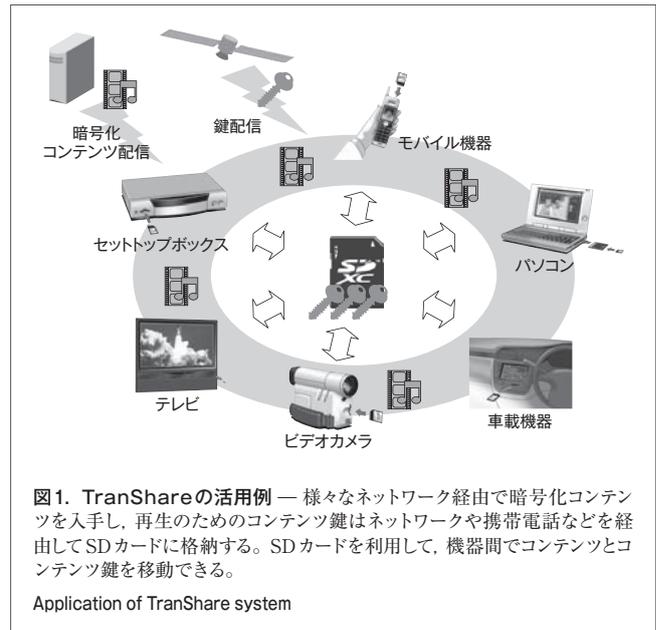
3 デジタル著作権管理のTranShareシステムの活用

SDカードのもう一つの特長は、著作権保護技術CPRM(Content Protection for Recordable Media)に対応していることである。

TranShareシステムとは、当社が提唱する“SDカードをコンテンツ鍵の記録メディアとして用いて、サーバから端末へ配信されたコンテンツの管理利用はもとより、対応機器間でのコンテンツ利用連携をスムーズに実現するデジタル著作権管理の新しい仕組み”であり、SDconnect™を改称したものである⁽³⁾。TranShareシステムの活用例を図1に示す。

TranShareシステムは、SDアソシエーションが定めるアプリケーション規格SD-SD(Secure Digital Separate Delivery)とその規格に適用された4C Entity, LLC^(注3)が定める著作権保護規格CPRM for SD-SDを利用している(図2)。

CPRM for SD-SDでは、従来のCPRMでユーザー領域に



記録されたコンテンツを暗号化する保護領域に記録されたタイトル鍵の代わりにユーザー鍵を記録し、コンテンツの代わりにユーザー鍵で暗号化されたコンテンツ鍵をユーザー領域に記録する。コンテンツは、コンテンツ鍵で暗号化された状態でSDカードの外部あるいはSDXCカードのようにユーザー領域が十分に大きい場合はSDカードの内部に記録される。

コンテンツ鍵には、再生可能時刻や再生回数など Usage

(注3) デジタルコンテンツの著作権保護技術をライセンスする目的で構成された、4企業 (IBM Corporation, Intel Corporation, パナソニック(株)、及び(株)東芝) から成る組織体。

Ruleと言われる利用規程情報も併せて付加されている。更に利用規程情報には記録メディアをSDカード内部に限定するような制限を設けることもできる。これにより従来のCPRMと同様、SDカードに暗号化コンテンツを縛り付けることもできる。

各々の鍵は正規にCPRMのライセンスを受けた機器だけが復号しアクセスできるように暗号化されており、コンテンツもまた同様にライセンスを受けた機器だけが復号しアクセスできるように暗号化されている。

この仕組みで、CPRM for SD-SDによりSDカード内部に保護されたコンテンツ鍵と暗号化コンテンツを分離して扱うことができ、暗号化されたコンテンツをSDカード内部のユーザー領域から外部へ自由に移動したりコピーできるようになる。

コンテンツ鍵が記録されているSDカードをライセンスを受けた機器に挿入することで、SDカード外部に記録された暗号化コンテンツを再生できる。

4 デジタルホームの機器連携

パソコン(PC)、デジタルテレビ(TV)、ハードディスクレコーダなどがHDMITM(注4)やDLNA[®](注5)で接続されている家庭も少なくない。将来的には新しいインタフェースが加わり、有線や無線に関係なく複数の経路で機器間のネットワークを形成できる(この特集のp.2-8参照)。機器間のネットワークの例を図3に示す。SDカードもブリッジメディアとして機器間をつなぐネットワークの一つである。

SDカードを用いた応用規格として、デジタルカメラではSD-Picture規格、携帯電話ではSD-Binding規格、デジタル放送やワンセグ放送の受信機ではSD-Video規格が普及しており、必要に応じてCPRMが用いられる。

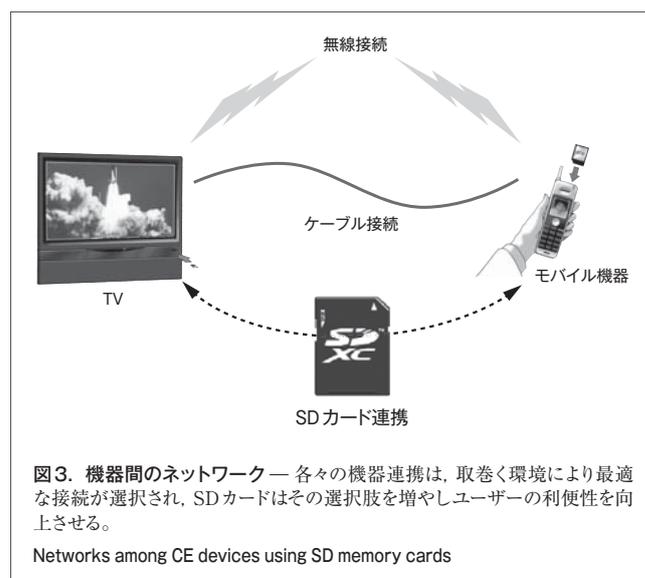
ネットワークは一つに限定する必要はなく、ユーザーが複数のネットワーク経路から自分の環境に合った最適な接続を選択することで、より快適な機器連携ができるようになる。

ほかのネットワーク接続にはないSDカードの利点の一つとして、コンテンツを機器間で移動したりコピーする場合、機器を直接接続することなく時間を置いて行えることが挙げられる。

TVなどで録画したコンテンツを車内の再生機能付きカーナビゲーションで見たい場合、カーナビゲーションを車外に持ち出しTVと有線ケーブル又は無線で接続してコンテンツの移動やコピーをすること、あるいは公衆通信回線を利用しTVとカーナビゲーションを接続しコンテンツの移動やコピーをすることも技術的には可能である。しかし、TVからSDカードにコンテンツを書き出し、その後SDカードを車内に持ち込んで、カーナビゲーションで再生させたほうが効率的で利便性が高い。

(注4) HDMI及びHigh-Definition Multimedia Interfaceは、HDMI Licensing, LLCの商標。

(注5) DLNAは、Digital Living Network Allianceの登録商標。



5 SDメモ리카ード規格 Ver. 3.00に対応したSDホストコントローラ

当社を含め各社で商品化される予定のSDメモ리카ード規格 Ver. 3.00に対応したSDホストコントローラ及びそのドライバを開発した。

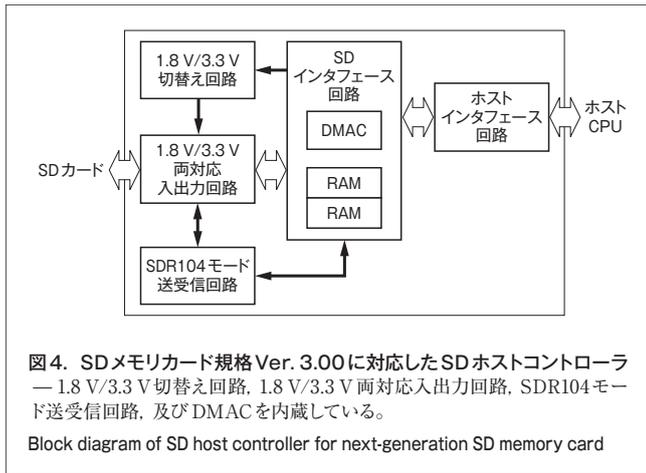
これらは、SDアソシエーションで定める標準SDホストコントローラ仕様 Ver. 3.00に準拠しており、このSDホストコントローラに専用ドライバを組み合わせることで、CPRM、CPRM for SD-SDにも対応する。

このSDホストコントローラ及びドライバは、従来のSDカードにも対応している。そのため、SDカードとのインタフェース信号電圧は1.8Vと3.3Vの両方に対応しており、インタフェース信号電圧切替え回路と1.8V/3.3V両対応の高速インタフェース及びインタフェース信号電圧監視機能を新たに内蔵している(図4)。

また、ディスクリプタ型DMAC(Direct Memory Access Controller)を内蔵し、ホストCPUの処理を軽減しつつ、CPUの介在による内部バス効率低下を抑制し高速にデータを転送できるようにしている。これによりSDR(Single Data Rate)104モードに対して十分なバンド幅を保証している。

以下に、SDホストコントローラ及びそのドライバの主な特徴を示す。

- (1) SDアソシエーション標準ホストコントローラ仕様に準拠
- (2) 下記SDインタフェース仕様に対応
 - (a) デフォルトスピードモード(最大25 MHz, 3.3 V)
 - (b) ハイスピードモード(最大50 MHz, 3.3 V)
 - (c) SDR12モード(最大25 MHz, 1.8 V)
 - (d) SDR25モード(最大50 MHz, 1.8 V)
 - (e) SDR50モード(最大100 MHz, 1.8 V)



- (f) DDR (Double Data Rate) 50モード
(最大50 MHz, 1.8 V)
- (g) SDR104モード (最大208 MHz, 1.8 V)
- (3) データFIFO (First In First Out) 512バイト×2段
- (4) 1.8 V/3.3 V SDインタフェース信号電圧切替え回路を装備
- (5) インタフェース信号電圧監視機能を装備
- (6) FAT, FAT32, exFATに対応
- (7) ディスクリプタ型DMACを内蔵
- (8) SDXCカード判別機能を装備
- (9) SDR104モード送受信回路を装備
- (10) 著作権保護CPRM機能を装備

SDカードからデータを読み込むインタフェース仕様では、SDホストコントローラから出力されるクロックに同期してSDカードから読み込みデータが出力され、そのデータをSDホストコントローラが取り込む。新たに規格化されたSDメモ리카ード規格 Ver. 3.00でもその方式は変更されていない。

一般にデータ受信側からクロックを出力する方式は、クロックに対してデータ送信側から出力されるデータの遅延が大きく、伝送路の負荷、個々の半導体素子特性のばらつきや温度変化の影響を受けやすい。前述したようにSDR104モードのインタフェースのクロック周波数は最大208 MHzとなり、データの遅延量の変化に大きく影響される。

各社で開発中のSDカードが、温度変化による影響をほとんど受けない堅ろうなものであることが望ましい。しかし、温度変化によるデータ出力タイミング特性を事前に推測することは難しいため、当社は、温度変化による影響は少なからずあるものとして、このSDホストコントローラを開発している。

このSDホストコントローラには、温度変化に対するデータの出カタイミングが変化しても正しくデータを受け取ることができるよう、SDR104モード送受信回路を新たに内蔵した。SDR104モード送受信回路を適用することで、温度変化に対してより安定した高速データ転送ができるようになる。

6 あとがき

当社はSDメモ리카ード規格 Ver. 3.00に対応するSDホストコントローラを開発した。今後、このSDホストコントローラを内蔵した機器がSDカードを介して連携し、TranShareシステムを用いてコンテンツの移動やコピーを容易にできるようにする環境を提供する。

このSDホストコントローラは著作権保護機能としてCPRM技術を搭載し、更に次世代の著作権保護機能にも短期間で対応できるようにアーキテクチャの工夫をしている。

今後、高画質化に伴って更に高度な著作権保護機能が必要になるため、当社は次世代の著作権保護の仕組みを検討しており、関係各社と協力し規格化を行っていく。

文 献

- (1) SD Association. "SDXC Signals New Generation of Removable Memory with up to 2 Terabytes of Storage". <<http://www.sdcard.org/press/>>, (accessed 2009-10-13).
- (2) 東芝. "世界初のSDXCメモ리카ードの発売について". 東芝ニュースリリース. <http://www.toshiba.co.jp/about/press/2009_08/pr_j0401.htm>, (参照2009-10-13).
- (3) 中野一典, ほか. SDメモ리카ードを利用したデジタル著作権保護技術SDconnect™. 東芝レビュー. 63, 7, 2008, p.31-34.



福田 智之 FUKUDA Tomoyuki

デジタルメディアネットワーク社 コアテクノロジーセンター LSI
コア技術開発部参事。著作権保護とデジタル映像処理の要素技術及びLSIの開発に従事。
Core Technology Center



佐藤 順 SATO Jun

デジタルメディアネットワーク社 コアテクノロジーセンター インター
フェース技術開発部主務。著作権保護規格とSDメモ리카ード応用
規格の策定及び要素技術の開発に従事。電子情報通信学会会員。
Core Technology Center