

## 12. 小型メモリーカードリーダー／ライターの開発

### Development of Small Memory Card Reader/Writer Module

森川 智宏 Tomohiro Morikawa システム機器事業部 技術二部

キーワード: リーダー／ライター、セキュリティ、SDメモリーカード、マジックゲートメモリースティック、USB

Keywords: Reader/writer, security, SD memory card, MagicGate Memory Stick, USB

#### 要 旨

フラッシュメモリーを搭載した小型メモリーカードはデジタルスチルカメラでの利用を軸に、近年急速に普及しており、中でも音楽や映像データのコンテンツ配信に対応するために著作権保護機能（セキュリティ機能）を搭載したSDメモリーカードとマジックゲートメモリースティックが特に注目されています。この2種のメモリーカードはそれぞれ独自のインフラを形成しているため、利用者はこれらのメモリーカードを利用したデジタル機器を手に入れる際、自分の持っている環境に合わせた物を選択することが求められます。

そこで利用者にとってメディアに依存しないインフラを形成することを目的に、前述2種のメモリーカードを同時にサポートしたパソコン周辺機器モジュール（写真1：メモリースティック リーダー／ライター、写真2：SDメモリーカード リーダー／ライター）を開発しました。また、それぞれの著作権保護機能にも対応したことにより次世代コンテンツ配信事業にも展開できる仕様となっております。

#### SUMMARY

Small memory cards with flash memory are expanding at an amazing rate, for use in digital still cameras, etc.

Especially, SD memory cards with copyright protection capability (security) and MagicGate Memory Sticks are drawing much attention to support the delivery of music and video data contents. Since these two types of memory cards each have their own infrastructure, the user has to choose the digital equipment conforming to the infrastructure on hand.

We have hereby developed a PC peripheral module (photo 1: Memory Stick reader/writer; photo 2: SD memory card reader/writer) to support both types of memory cards, with the objective of forming an infrastructure that does not rely on media. It accommodates the copyright protection features of both memory cards, and is thus able to meet the demands of the next-generation contents delivery business.



メモリースティックモジュール



SDモジュール

写真1

## 1 まえがき

デジタル機器にとって小型・軽量化は必須であり、また機器間の連携のために多様なインターフェースを備えることも要求されます。特に拡張用メモリーのインターフェースは標準的に搭載されることが多いため、メモリー媒体自体の小型化が要求されます。また、音楽用途で利用するためには楽曲データの著作権保護問題が生じるため、データを保護するシステムを実現することが求められ、ひいてはメモリー媒体自体にデータ保護機能（セキュリティー機能）を搭載することが求められました。この小型化とデータ保護機能搭載を実現したメモリー媒体が SD メモリーカードとメモリースティック※<sup>1</sup>です。

SD メモリーカードとメモリースティックはそれぞれ独自規格なため、形成しているインフラが異なり、各々に対応したデジタル機器間の連携は無い状況でした。この両メディアの同時サポートにより利用者の利便性を向上させるべく、開発したものが今回のリーダー／ライターとなります。本開発に際し、リーダー／ライターの接続インターフェースとして現在最も汎用性のある USB（Universal Serial Bus）を採用し、モジュール（ハードウェア）のみならずドライバソフト（セキュリティー機能対応ドライバソフト）までの一貫サポートを実現しました。

本紙面では主にリーダー／ライターの基本的仕様とセキュリティー対応技術を解説致します。

※1 セキュリティー機能を搭載したものはマジックゲートメモリースティックです

## 2 SD メモリーカードの特徴

SD メモリーカードは松下電器産業株式会社、株式会社東芝、サンディスク株式会社によって開発された横 24[mm] × 縦 32[mm] × 厚さ 2.1[mm] と切手サイズのメモリーカードです。カード内部にはフラッシュメモリーと専用コントローラーを搭載しており、音楽データ等の著作権保護に対応するためのセキュリティー機能を持っております。

SD メモリーカードで実現しているセキュリティー機能は CPRM (Content Protection for Recordable Media) と呼ばれる技術で、カード内部の制御回路と外部機器との整合性が確認した時にのみ保護データ領域の読み出し／書込みが行えます。CPRM で行う外部機器の認証時にはデバイスキーと呼ばれる鍵データを使用します。

また SD メモリーカード用アプリケーションソフトとのソフトウェアインターフェースとして API 層 (SD Secure API と呼ばれる) が規格化されております。

## 3 メモリースティックの特徴

メモリースティックはソニー株式会社が独自に開発した横 21.5[mm] × 縦 50[mm] × 厚さ 2.8[mm] の長方形をしたメモリーカードです。カード内部には SD メモリーカードと同様、フラッシュメモリーと専用コントローラーを搭載しております。メモリースティックにはノンセキュリティーのメモリースティック (紫色) とセキュリティー機能にも対応したマジックゲートメモリースティック (白色) の 2 種類があります。

マジックゲートメモリースティックで実現しているセキュリティー機能は SD メモリーカードと同様、カードと外部機器との整合性を確認するためにデバイスキーを使います。専用アプリケーションソフトとしては OpenMG Jukebox という音楽データを取り扱うためのソフトが用意されており、CD リッピング (音楽データの取り込み) や、インターネット経由で WEB サイトから音楽データをダウンロードしたり、外部機器を通してマジックゲートメモリースティックへのデータのチェックイン／チェックアウト等が出来ます<sup>※2</sup>。

※2 CD リッピング／WEB サイトとの連携／チェックイン・チェックアウト等の機能は SD メモリーカード用アプリケーションソフトも持っております。

## 4 機能概要

### 4.1 USB デバイスとしての機能概要

本開発品では SD メモリーカード及びメモリースティック（マジックゲートメモリースティック含む）へのリード／ライトを USB デバイスとして実現しております。PC との接続で自動的に USB マスストレージクラスデバイスとして認識され、ディスクドライブとして扱うことができます。ファイルエクスプローラー上ではリムーバブルディスクとして表示され、フロッピーディスクと同じような使い方が出来ます。

USB デバイスとしてはマスストレージクラスに属し、OS 標準のクラスドライバ<sup>※3</sup>で動作します。転送速度はフルスピード 12[Mbps]のレートで行われ、ファイルのリード／ライトのために SCSI コマンドを使用します。エンドポイントとしては基本的なデバイス制御用に使われるコントロールエンドポイントとデータ転送に用いられるバルクエンドポイントを内蔵しております。対応 OS としては Microsoft Windows2000 / Me / Xp に対応しております。電源仕様に関しては USB バスパワーデバイスに準拠した動作消費電流 500[mA]、USB サスペンド時消費電流 100[ $\mu$ A]を満足します。

※3 Windows2000 以降の OS で標準搭載されている USB マスストレージクラスドライバ

### 4.2 SD メモリーカードのセキュリティー機能概要

SD メモリーカードのセキュリティー機能としては CPRM に対応しており、東芝製アプリケーションソフト（音楽データ編集用ジュークボックスソフト）AudioManager との接続可能なドライバソフト（SD Secure API 対応ドライバソフト）を開発し、著作権保護データのリード／ライトを実現しましてしております。対応 OS については、現状 Windows Me / Xp 版を用意しました。

### 4.3 マジックゲートメモリースティックのセキュリティー機能概要

マジックゲートメモリースティックのセキュリティー機能に対応しており、SONY 製アプリケーションソフト（音楽データ編集用ジュークボックスソフト）OpenMG Jukebox に接続して著作権保護データの取扱いを可能にしました。OpenMG Jukebox へ接続するためのソフトウェアは、ソニー株式会社殿に所有権があります。対応 OS については Windows Me / Xp 版を用意しました。

#### 4.4 SD メモリーカードモジュールのマルチメディアカード※<sup>4</sup>対応

また、SD メモリーカードのリーダー／ライターでは SD メモリーカードと縦横のサイズが全く同じ大きさで同一コネクタを利用可能なマルチメディアカードにも対応しました。

※4 マルチメディアカードはサンディスク株式会社が開発したメモリーカードで、縦横の寸法は SD メモリーカードと同形状しており、SD メモリーカードはこのマルチメディアカードの上位互換にあたる

## 5 ハードウェア概要

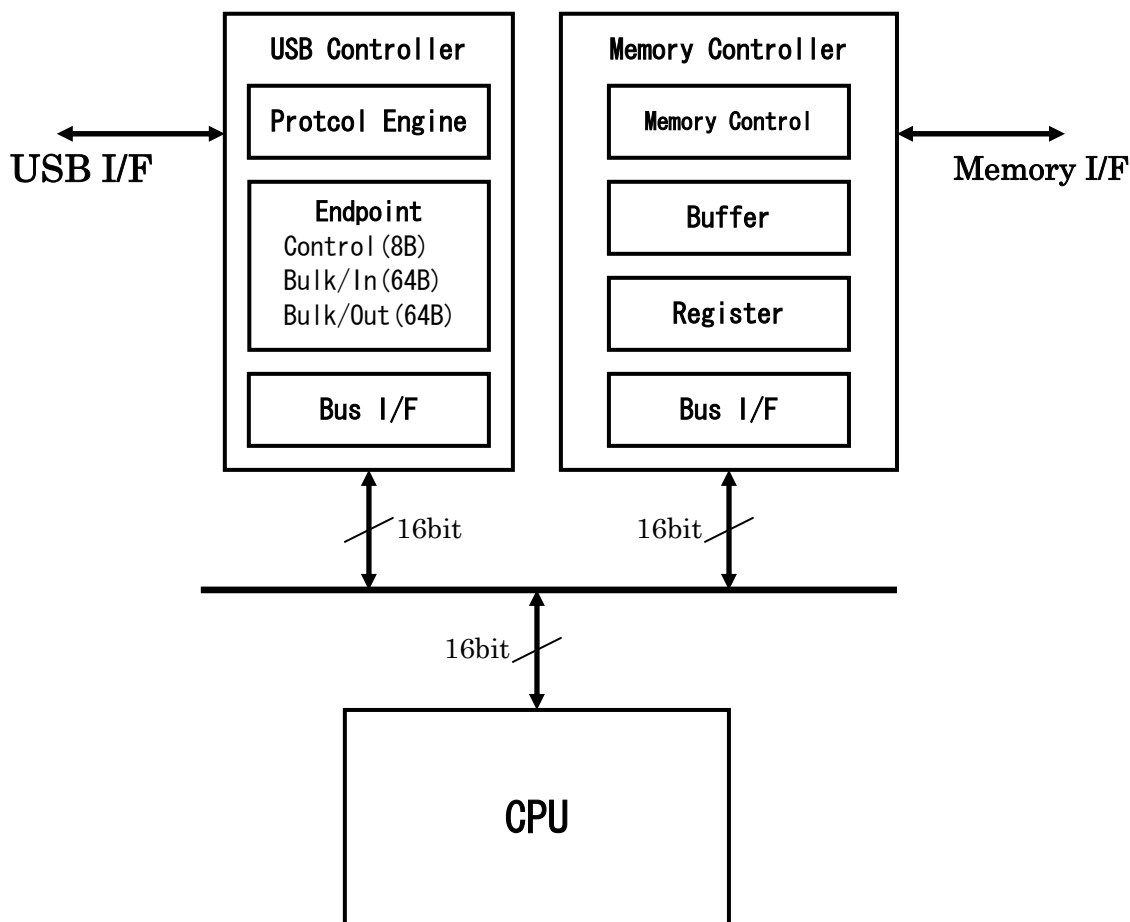


図1 メモリーカードリーダー／ライター ハードウェア概略構成図

メモリーカードリーダー／ライターのハードウェア構成を図1に示します。

基本的にはCPU、USBコントローラ、メモリーコントローラで構成され、CPUがUSBコントローラとメモリーコントローラを制御することでリーダー／ライター動作を実現しております。

USBコントローラ部にはUSBプロトコルエンジン／エンドポイント／バスインターフェースが内蔵されており、エンドポイントとしてはコントロールエンドポイントとバルクエンドポイントを使用します。プロトコルエンジン部はフルスピードの12[Mbps]の通信速度でホストとの通信を行います。

メモリーコントローラ部ではメモリーインターフェース部がSDメモリーカード用、メモリースティック用となり両メディアをサポートします。この2種のメモリーカードではデータの書込み／読み出し時、512バイトのデータを1ブロック単位として行う特徴があるためバッファを内蔵しております。

USB インターフェースからの電源供給は 5[V] ですが内部回路は全て 3.3[V] で動作し、動作時の消費電流が最大 100[mA]、USB サスペンド時で最大 100[ $\mu$ A] であり、USB バスパワーデバイスのハイパワーデバイスに準拠する仕様となっております。

## 6 ソフトウェア概要

メモリーカードリーダー／ライターのソフトウェア構成を図 2 に示します。

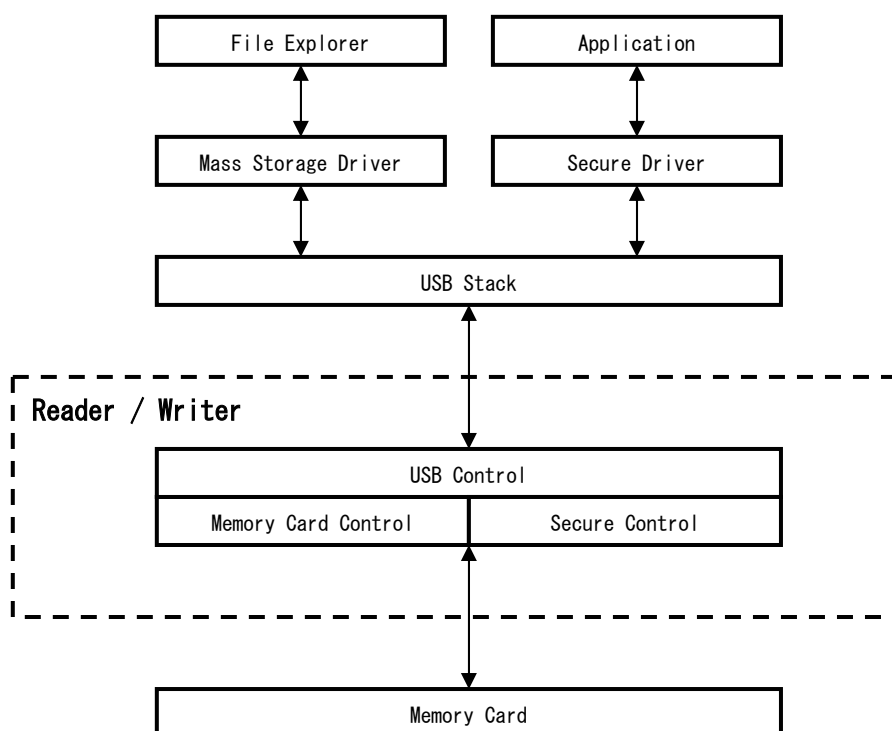


図 2 メモリーカードリーダー／ライター ソフトウェア概略構成図

### 6.1 USB 制御

まず始めにホストとの接続（認識）時、プラグアンドプレイによって本製品を USB ストレージデバイスとして認識させます。USB ではディスクリプタと呼ばれるデバイス属性情報を使い外部デバイスを認識します。USB では外部デバイスをクラスと呼ばれるカテゴリーで分類しており、このデバイスクラスにはマウス、キーボード等の HID (Human Interface Device) クラスやデータ通信機器用のコミュニケーションクラス、本製品で使用しているマスストレージクラス等が数種類定義されております。マスストレージクラスに関して見れば、近年 USB 接続で使用するストレージ機器が増えたため Microsoft 社製 OS Windows シリーズに標準で USB マスストレージクラス用のドライバソフトが搭載されるようになりました。今回の開発品ではこの Windows 標準のマスストレージクラス

ドライバを利用するように設計しております。

マストレージクラスとして認識された後は、コントロールエンドポイントとバルクエンドポイントを利用してファイル I/O 動作を行います。I/O の制御は SCSI コマンドを用いて行います。

## 6.2 メモリーカード制御

メモリーカードのイニシャライズ及び USB ホストからの要求でメモリーカードへのデータ書き込み／読み出しを行います。メモリーカードのファイル管理は FAT (File Allocation Table) で行いますが、リーダー／ライター内部にファイルシステムは搭載しておらず、ホスト (PC) のファイルシステムを利用します。

メモリーカードの転送プロトコルでは、データをブロックと呼ばれる 512 バイト単位で取扱います。大量なデータの転送などでは転送レートを向上させるためのマルチブロック転送と呼ばれるプロトコルを使用します。

SD メモリーカードモジュールではイニシャライズ工程で SD メモリーカードとマルチメディアカードの識別を行っております。識別の結果、SD メモリーカードと判断した時はメモリーカードのインターフェースを転送レートの高い SD 4 ビットモードに切り換えます。(マルチメディアカードでは 1 ビットのシリアル通信のみです。)

## 6.3 ドライバ仕様

ファイル I/O 動作では前述したように Windows 標準の USB マストレージクラスドライバを使用し、セキュリティーデータのリード／ライトでは図 2 に示すセキュアドライバを用いて実現します。このセキュアドライバはアプリケーションソフトと USB スタックとの間に位置し、セキュリティーをリーダー／ライターに通す、パイプの役割を果たします。

## 6.4 Windows ロゴの取得

本開発品では Microsoft 社が実施している WHQL<sup>※5</sup>テストをパスし、Windows ロゴを取得しております。

※5 WHQL (Windows Hardware Quality Logo の略)

Microsoft 社が実施しているテストで Windows システムを搭載した PC 上でのハードウェアの接続信頼性を確認する。パスすると Windows のロゴが取得出来る。

## 7 製品仕様

### 7.1 SD メモリーカードリーダー／ライター仕様

電氣的仕様	
動作電圧	5[V] ±5[%]
動作消費電流	Max 100[mA]
スタンバイ消費電流 (USB サスペンド時)	Max 100[μA]
USB インターフェース仕様	
USB バージョン	Universal Serial Bus Specification 1.1
転送モード	Full Speed 12[Mbps]
電力仕様	バスパワーデバイス (ハイパワーデバイス : Max 500[mA])
デバイスクラス	USB マスストレージクラス
サブクラスコード	SCSI
インターフェースプロトコル	Control/Bulk 転送
エンドポイント	EP0 : Control EP1 : Bulk(In) EP2 : Bulk(Out)
SD メモリーカードインターフェース仕様	
SD メモリーカードバージョン	SD Memory Card Specification 1.0
インターフェース仕様	4bit SD モード／1bit MMC モード対応 (SPI モードは非対応)
転送速度	クロックレート Max 20[MHz]
転送モード	マルチブロック転送対応 (ストリームモードは非対応)
セキュリティ	CPRM
他のメディアサポート	マルチメディアカード対応 (セキュアマルチメディアカード対応 予定※ <sup>6</sup> )

※6 セキュアマルチメディアカードは日立製作所が開発したメモリーカードで、マルチメディアカードにセキュリティ機能を付加したものです。「ケータイ de ミュージック」と呼ばれる規格で採用されております。

## 7.2 メモリースティックリーダー／ライター仕様

電氣的仕様	
動作電圧	5[V] $\pm 5$ [%]
動作消費電流	Max 100[mA]
スタンバイ消費電流 (USB サスペンド時)	Max 100[ $\mu$ A]
USB インターフェース仕様	
USB バージョン	Universal Serial Bus Specification 1.1
転送モード	Full Speed 12[Mbps]
電力仕様	バスパワーデバイス (ハイパワーデバイス : Max 500[mA])
デバイスクラス	USB マスストレージクラス
サブクラスコード	SCSI
インターフェースプロトコル	Control/Bulk 転送
エンドポイント	EP0 : Control EP1 : Bulk(In) EP2 : Bulk(Out)
メモリースティックインターフェース仕様	
メモリースティックバージョン	Memorystick Specification 1.3
転送速度	クロックレート Max 20[MHz]
セキュリティ	マジックゲートメモリースティック対応

## 8 むすび

今回の開発では小型メモリーカードのセキュリティー機能をサポートすることで他社製品との差別化を図ることができ、ノートパソコンの付属品として採用して頂くことが出来ました。また、これを機にデスクトップパソコンへの採用も頂くことが出来ました。

小型メモリーカードが持つセキュリティー機能は音楽や映像データのコンテンツ配信サービス等これまでに無い新しい市場を創造するポテンシャルを秘めております。それに伴い本開発品も様々な形で展開出来るものと考えております。今後、技術的にも急速に高速化が進んでいるフラッシュメモリーへの対応や USB インターフェースとして USB2.0 の採用等、色々な課題も残っております。また技術面での進歩と共に低価格化を推進するため、システム LSI 化への取組みも行っていきたいと考えております。

最後に今回の開発にあたり、ご指導、ご協力を頂きました関係者各位に深く感謝申し上げます。

(注1) メモリースティック及びマジックゲートメモリースティック, OpenMG は、ソニー株式会社の商標です。

(注2) Microsoft 及び Windows は米国 Microsoft Corporation の米国及びその他の国における商標または登録商標です。