

シリコン・オーディオ・プレーヤ用システムLSI

田内 彰二 篠塚 弘
坂東 和彦 中村 恭太郎

インターネットのブロードバンド化により、音楽配信市場が立ち上がりの兆しを見せている。配信された音楽データを半導体メモリに保存し携帯して音楽を楽しむシリコン・オーディオ・プレーヤも普及が進んできた。



写真1 MP3採用事例

一方音楽データは音声圧縮技術により圧縮されているが、その圧縮フォーマットもMP3 (MPEG-1 オーディオ・レイヤ3) 方式以外にWMA (Windows Media Audio®) *1) 方式がデファクトスタンダードになりつつある。

今後のシリコン・オーディオ・プレーヤでは、小型化、低消費電力化とともにマルチフォーマット対応、音楽配信の著作権保護への対応が求められている。

当社ではMP3プレーヤが登場してきた1999年頃より、システム制御マイコンとして、MSM66573L、さらに最近ではUSB (Universal Serial Bus) デバイス、フラッシュメモリ・コントローラを内蔵したML66525を供給している¹⁾ (写真1参照)。

現在、システム制御だけでなく音楽データの信号処理 (デコード)、著作権保護管理も1チップで制御できるシステムLSI ML67Q5200をSPA (Silicon Platform Architecture) 方式で開発している²⁾。本LSIを使用すれば、短期間でしかも高性能なシリコン・オーディオ・プレーヤを開発することができる。その特長を述べる。

システム概要

シリコン・オーディオ・プレーヤの機能には、音楽デー

タの再生・著作権保護・ダウンロード・表示がある。本LSIは、これらの機能を実現させるため、16-bit DSPコアTEAK®*2) を含むDSP (Digital Signal Processor) 部と32-bit RISC コアARM7TDMI®*3) を含むCPU部をベースにUSBデバイスコントローラ等の各種機能を内蔵している。システム仕様を表1に、システム構成を図1に示す。

表1 システム仕様

型名	ML67Q5200
動作電圧	内部 = 1.8V, I/O部 = 3V
動作周波数	CPU部: 30MHz (クロックギア機能, HALTモード) DSP部: 60MHz
プログラムROM	256k-byte (フラッシュROM) / 1024k-byte (外部最大)
データRAM	32k-byte
音楽デコード	MP3 / WMA
音声録音	OKI ADPCM
著作権保護	有り
I/Oポート	80 I/O pins, 4 Input pins
タイマ	16-bit オートリロードタイマ × 2ch, 16-bit オートリロードタイマ (シリアル転送用 ポーレートジェネレータ兼用) × 2ch, TBC × 1ch, WDT × 1ch, 16-bit PWM × 1ch
シリアルポート	クロック同期式 × 2ch, UART × 1ch, I2C × 1ch, Serial Audio-out × 1ch, Serial Audio-in × 1ch
USBデバイス コントローラ	USB ver1.1準拠 (12Mbps), トランシーバ内蔵, Vbus 検出回路, バスパワー, 6 End Points
データ転送用RAM	512-byte × 4 buffer
フラッシュメモリ コントローラ	高速データリード/ライトシーケンサ, ECC回路
DMAコントローラ	4ch
外部バスインタフェース	SRAM / ROM / DRAM(SDRAM) / IO
その他	外部割込み × 4ch, PLL機能, 8-bit A/Dコンバータ × 4ch
パッケージ	LFBGA144/ LQFP208 (評価用チップ)

*1) Windows®, Windows Media Audio®はMicrosoft Corporationの米国およびその他の国における商標。 *2) TEAK®はDSP Group Limited.の登録商標。 *3) ARM7TDMI®はARM Ltd.の登録商標。

DSP部では、音楽データの再生におけるデータデコードとそのデータ出力、イコライザ/ボリューム制御を行う。CPU部、プログラム・フラッシュROM、データRAM等では、音楽データの著作権保護管理、曲名等の表示、システム全体の制御を行う。USBデバイスコントローラ、データ転送用RAM、DMA (Direct Memory Access) コントローラ、フラッシュメモリ・コントローラ等では、音楽データのダウンロードを行う。

システム特長

本LSIは、シリコン・オーディオ・プレーヤ用として以下の特長を実現している。

- ①低消費電力化
- ②データ・ダウンロード・スピードの高速化

③機能・仕様の多様化

(マルチフォーマット、著作権保護対応等)

④プログラム開発環境の簡便化(短TATでの商品開発)

これらの実現方法を述べる。

(1) 低消費電力化

著作権保護、音楽データを管理・制御するため、CPU部動作周波数は30MHz(高速)としているが、それら以外の制御では、動作周波数は低くし、消費電力を下げる必要がある。

そこで、CPU部動作周波数は、クロックギア機能により15MHz(1/2)、7.5MHz(1/4)、3.75MHz(1/8)と低速にしたり、HALTモードによりクロックを停止できるようにした。

DSP部、DMAコントローラ、データ転送用RAM、フ

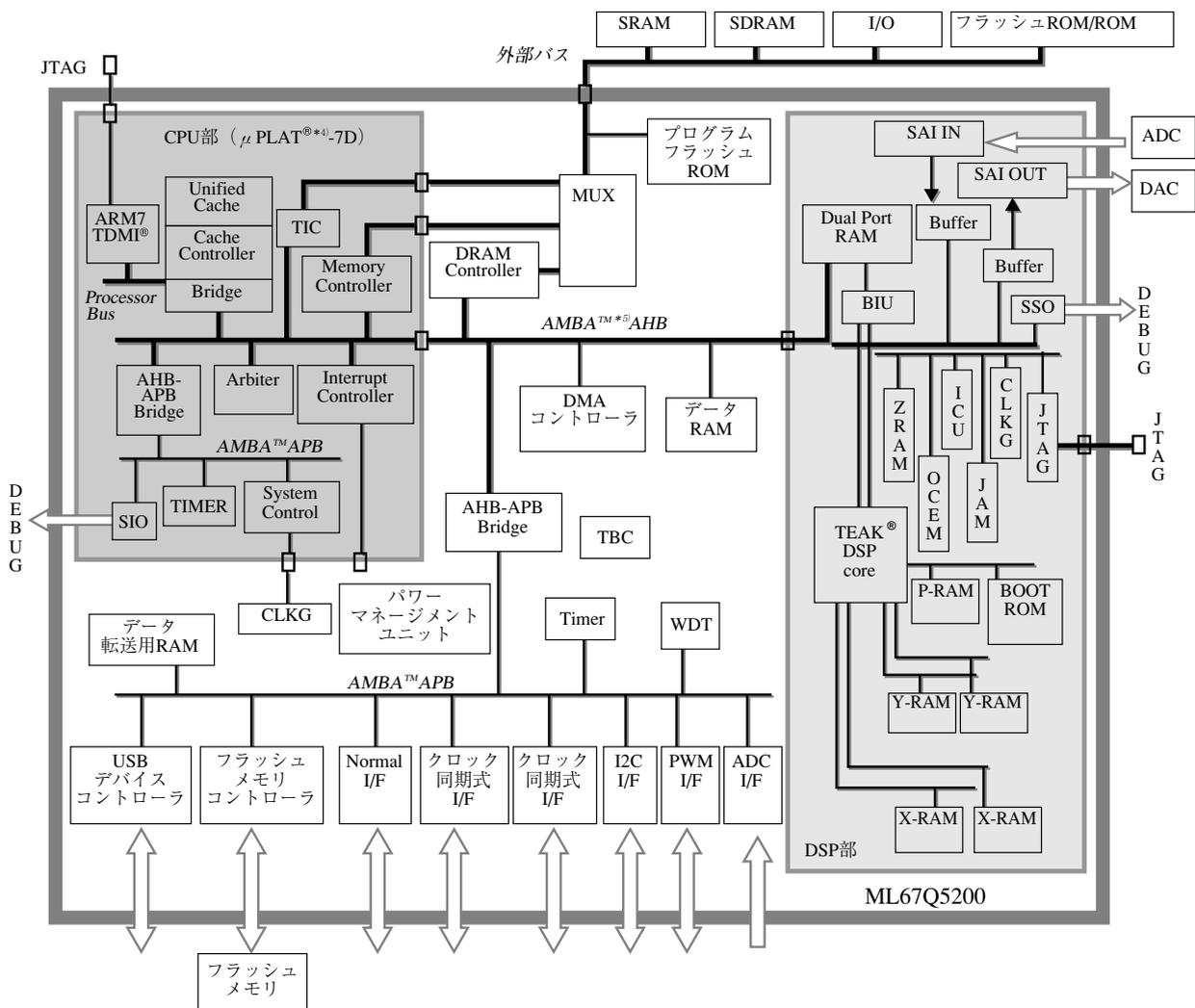


図1 システム構成

*4) μ PLAT®は沖電気工業株式会社の登録商標。 *5) AMBA™はARM Ltd.の商標。

ラッシュメモリ・コントローラ等の機能を内蔵しているが、全ての機能を常時動作させる必要はない。消費電力を下げるために、これらの機能は、パワーマネージメント・ユニットにより必要に応じて、動作/停止できるようにした。

(2) データ・ダウンロード・スピードの高速化

音楽データはUSB機能を使用し、PCからダウンロードする。ダウンロードは、①外部からデータを受信すると、DMAコントローラにより、USBデバイスコントローラからデータ転送用RAMに書込む。②書込んだデータが一定量になると、DMAコントローラにより、データ転送用RAMからフラッシュメモリ・コントローラ経由でフラッシュメモリに書込む。①と②の繰り返し動作となる。①と②を同時に処理すれば、高速ダウンロードが可能となる。そこで、データ転送用RAMを4つのバッファで構成させた。このうち2つのバッファを一方はUSBからのデータ格納、他方はフラッシュメモリへのデータを読出と交互に切替えられるようにし、①、②を同時に行うことが出来るようにした。また、フラッシュメモリ・コントローラには、ECC回路を内蔵させた。データ転送中にECC (Error Correcting Code) 計算を行うことが出来るようにした。これらにより、データ転送速度の高速化が実現できる。

(3) 機能・仕様の多様化

将来的にプレーヤは、著作権保護におけるセキュリティの強化、音楽データフォーマットの追加、機能の追加・変更が必要となる。そこで、USBデバイスコントローラ等を使用し、外部からプログラムを更新できるようにした。

プレーヤによっては、FMラジオ機能、時計表示機能等が搭載され、その機能実現のために、外部LSIの制御が必要となる。そこでインタフェースとして、外部バス、クロック同期式シリアルポート (2ch)、I2C バスを内蔵した。

(4) プログラム開発環境の簡便化

CPU/DSP部のデバッグ用JTAG (Joint Test Access Group) の他にCPU部にはRS232C シリアル入出力ポート (SIO)、DSP部には特殊シリアル出力ポート (SSO) を内蔵し、プログラムデバッグに使用できる。また、フラッシュROM品での実機によるデバッグの他に、ソフトウェア開発キット (SDK) を提供する。SDKは、評価用ボードとソフトウェアで構成する。

評価ボードは、ML67Q5200のエパチップ (LQFP208パッケージ品)、プログラムフラッシュROM、デバッグ

情報格納用SRAM、フラッシュメモリ、DAC (Digital to Analog Converter)、ADC (Analog to Digital Converter)、USBコネクタ等を搭載し、簡単なプレーヤとして動作できる。また、PCとJTAG/RS232C経由で接続、カスタマターゲットボードと専用コネクタで接続することにより、簡易ICE (In Circuit Emulator) として利用できる。

ソフトウェアは宿主側のデバッグツールと評価システムをコントロールするファームウェアから構成され、評価ボード上でプレーヤとして動作できる。

ソフトウェア構成を図2に示す。

本LSIにおけるシリコン・オーディオ・プレーヤに必要

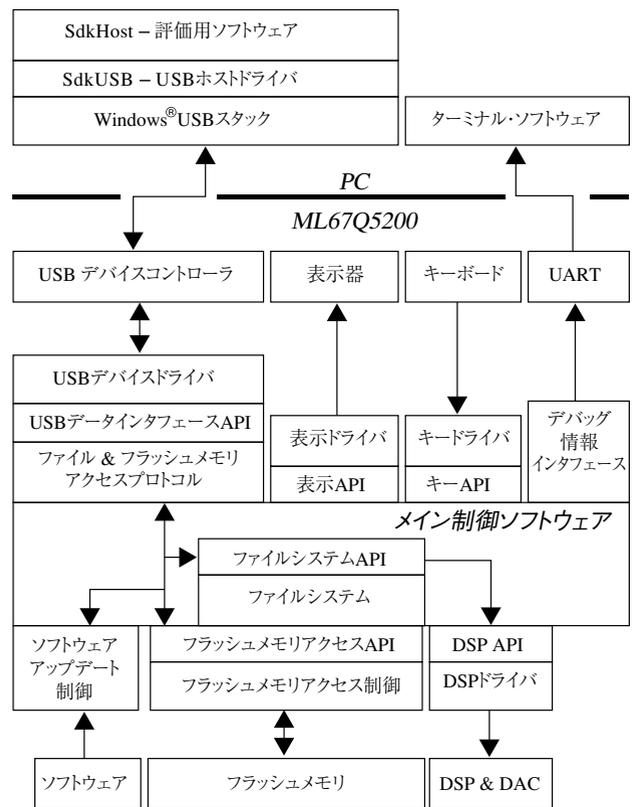


図2 ソフトウェア構成

な機能の制御には全てAPI (Application Program Interface) 化されたドライバを使用することができ、開発者は上位のアプリケーションレベルの開発に集中することができる。つまり、提供されるホストツールとシステム制御ファームウェア、評価ボードを利用することで、商品開発の初期段階における作業負担を大幅に軽減することを可能としている。

設計手法

ML67Q5200はSPAベース・システムLSI設計環境で設計を行っている。ARM (CPU) コア, DSPコア, USB デバイスコントローラなどのメガマクロをはじめ, 多くのIPを集積したシステムLSIに最適化された開発手法を取り入れて, 短期間で効率のよい設計を行っている。

開発手順は, 要求仕様書に基づきLSI開発仕様書の作成, その後機能ブロックごとの詳細仕様を決定する。このときできるだけ既存のIPを流用して設計期間短縮と品質向上を図っている。新規ブロックの設計, 既存IPのモディファイ, 検証を行うと同時にチップレベルの設計, 検証もスタートする。チップレベル設計, 検証をブロック設計の担当と別の設計者を当てることにより思い込みによる誤りの防止と期間短縮を実現している。

このような, 設計手法の採用により, 設計者は低消費電力化のための工夫により多くの時間を割くことができるようになり, 競争力の高い商品開発が可能となっている。

あ と が き

ML67Q5200はこのシリコン・オーディオ分野にて市場環境変化にすばやく対応できるように, ソフトウェアの書換え可能なフラッシュROMを搭載し, 低消費電力化のために各ブロックへのクロック供給制御を行う工夫をいれて開発した。

ML67Q5200はソフトウェアが搭載されて初めて機能するシステムLSIである。つまり, ソフトウェアの変更で別機能を実現することが可能なプラットフォームでもある。

今後はシリコンだけではなくCDプレーヤ, ハードディスクのミュージックサーバなどのデジタルオーディオ全般にわたる商品展開を視野に入れ, 高性能システムLSI開発, ソフトウェアの検討, 商品化を目指している。◆◆

参考文献

- 1) 田内, 大家, 篠塚: デジタルオーディオ用マイクロコントローラの開発, 沖電気研究開発第184号, VOL.67 No.3, pp.23-28, 2000年
- 2) 上野, 後藤, 山本: SPAベース・システムLSI設計環境の開発, 沖電気研究開発第184号, VOL.67 No.3, pp.33-36, 2000年

● 筆者紹介

田内彰二: Shoji Tanouchi.シリコンソリューションカンパニー LSI事業部 マーケティング部

篠塚弘: Hiroshi Shinotsuka.シリコンソリューションカンパニー LSI事業部 マーケティング部

坂東和彦: Kazuhiko Bando.シリコンソリューションカンパニー LSI事業部 ソフトウェア開発部

中村恭太郎: Kyotaro Nakamura.シリコンソリューションカンパニー LSI事業部 プラットフォーム開発部