

ワイヤレスUSBソリューション

松本 尚寛 ・山岡 俊文
富永 正志 ・佐々木 康文

要 旨

汎用インタフェース規格の1つであるUSBは、転送速度480MbpsのUSB2.0からその無線版であるワイヤレスUSBへと進化を続けています。拡大するUSBインタフェースのニーズに応えるために、NECエレクトロニクスは、ワイヤレスUSBのキーデバイスであるホストコントローラとDWAを開発、製品化しました。リファレンス・デザインやシステムソフトウェアを含めたワイヤレスUSBソリューションについて紹介します。

キーワード

●ワイヤレスUSB ●ホストコントローラ ●DWA ●PCI Express ●WHCI ●UWB

1. はじめに

近年、デジタル信号処理技術やRF CMOS技術の進化により、高速無線通信機能が低コストで実現できるようになってきました。このため、パソコンと周辺機器間のデータ転送や、デジタル家電機器のあらゆるインタフェースを無線化したいというニーズが増大しています。

このような背景から、USB-IF（USBインプリメンターズフォーラム）では、汎用インタフェースとして使い勝手の良さや優れた拡張性を有するUSB2.0を無線化し、最大で480Mbpsの転送速度を実現できるワイヤレスUSB規格を策定しました。

NECエレクトロニクスは、USB-IFのプロモータとして積極的に規格策定に取り組み、世界初のワイヤレスUSB準拠システムLSIの開発、製品化に成功しました。更に、高機能化や低コスト化を進め、2008年「ワイヤレスUSBホストコントローラ（品名：μPD720171）」と、「ワイヤレスUSBデバイス・ワイヤ・アダプター（品名：μPD720180A）」を開発、製品化しました（写真）。本稿では、システムソフトウェアを含めたNECエレクトロニクスが提供するワイヤレスUSBソリューションについて説明します。

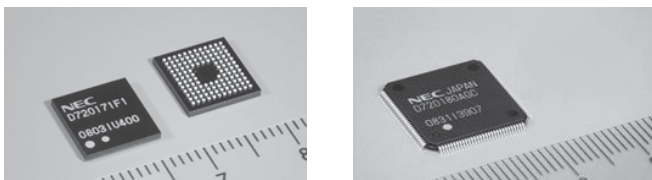


写真 μPD720171（左）とμPD720180A（右）の外観

2. ワイヤレスUSB概要

USB2.0のケーブルが無線に置き換わるユーザビリティを目標としたワイヤレスUSBは、最大で480Mbps（通信距離：最大3m）の転送速度を実現するUWB（WiMedia Ultra Wide Band）技術を物理層に採用しました。UWBのチャンネルリソースを管理・制御するMAC層にWiMedia MACを採用し、その上位プロトコルとしてワイヤレスUSBが定義されています。全体的にUSB2.0の考え方が継承され、1つのホストを中心に複数のデバイスが接続されるクラスタを構成し（図1）、ホストが全ての転送スケジューリングを管理します。

USB2.0ではケーブルの挿抜でデバイスの接続・切断が行われますが、ワイヤレスUSBでは、メッセージを無線上でやり取りすることによって実現します。また、ケーブル並みのセキュリティを得るためにデータの暗号化を行います。このよ

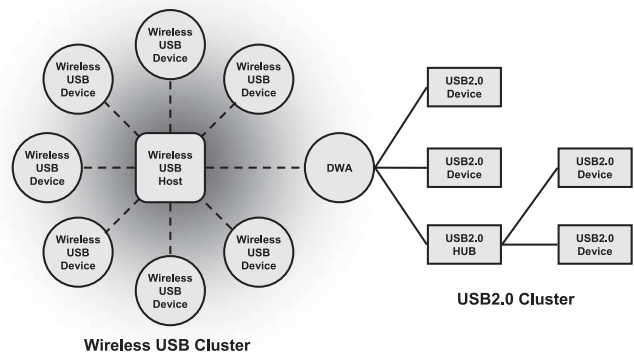


図1 ワイヤレスUSBクラスタ構成

うに、通信チャンネルの伝送特性を考慮したプロトコルが定義されています。

USB2.0との後方互換性を実現するために、DWA (Device Wire Adapter) が定義されました。これは、USB2.0 HUBの考え方を拡張したもので、HUBのアップポートを無線化し、ダウンポートに接続されたUSB2.0デバイスを無線化します。

3. ワイヤレスUSBソリューションの構成

NECエレクトロニクスでは、ワイヤレスUSBホスト機能を実現した「ホストコントローラLSI (品名: μ PD720171)」、DWA機能を実現した「DWA LSI (品名: μ PD720180A)」を開発、製品化しました。双方ともに、WiMedia PHYに準拠したUWB LSIと組み合わせてワイヤレスUSBシステムを構築します。

ホスト及びDWAのシステム構成例として、デスクトップパソコンやノートパソコンの機能拡張用モジュール規格であるPCI Express Mini CardやExpressCard、USB2.0ダウンポートを持つ無線HUBが挙げられ、これらのリファレンスデザインを用意しています (図2)。

お客様に短期間で製品開発を進めていただくために、これらのリファレンスデザインの設計情報に加え、Windows用デバイスドライバや、ユーザがワイヤレスUSB機器を管理するためのアプリケーションなどトータルソリューションとして提供しています。

4. ワイヤレスUSBソリューションの特徴

4.1 ホストコントローラ (μ PD720171) の特徴

μ PD720171は、ホストコントローラとデバイスドライバ間

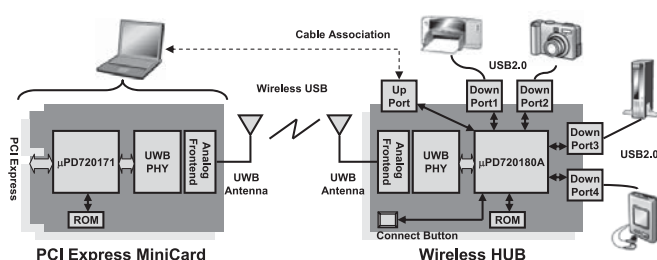


図2 ワイヤレスUSBシステム構成例

のレジスタレベルのインターフェースとして、インテル社が策定したWHCI (Wireless Host Controller Interface) に準拠した世界初のホストコントローラ製品です。パソコンの内部拡張バスとして標準的になったPCI Express Base規格1.1に準拠し、システムメモリとの間で高速なDMA転送を実現します。

μ PD720171は、デバイスドライバで用意されたエンドポイントごとのデータ転送指示情報を定期的に取り得し、確保したUWBチャンネルリソースに合わせて転送をスケジュールし、送受信を実行します。

UWB PHYとのインターフェースとして、WiMedia MAC-PHY インタフェース1.2に準拠し、バンドグループ1から6までのすべてのバンドを選択・制御可能です。また、ワイヤレスUSBデバイスへの転送スケジュールがアイドルになる度に、UWB PHYを低電力モードに遷移させるパワーマネジメント機能を実装しています。

μ PD720171は、他社に先駆けていち早く製品化されたこと、後述のデバイスドライバを自社開発して提供していることから市場で最も安定したホストコントローラ製品として認識されています。

μ PD720171のその他の特徴は以下のとおりです。また内部ブロック図を図3に示します。

- ・ WiMedia MAC 1.2準拠
- ・ 53.3 / 80 / 106.7 / 160 / 200 / 320 / 400 / 480Mbpsの転送速度をサポート
- ・ コントロール/バルク/インタラプトの3種の転送モードをサポート
- ・ 最大8データバースト転送サポート
- ・ AES-128 CCM暗号化サポート
- ・ 129ピンFBGA (9×9mm)

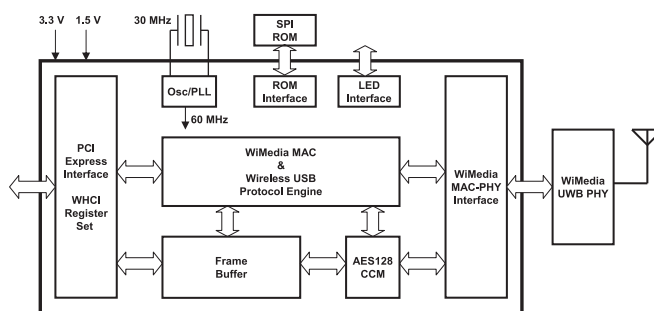


図3 μ PD720171内部ブロック図

4.2 DWA (μPD720180A) の特徴

μPD720180Aは、USB2.0とワイヤレスUSBのプロトコルをブリッジするDWAクラスに準拠し、4つのUSB2.0ダウンポートと1つのUSB2.0アップポートを搭載しています(図4)。

USB2.0のHUBを内蔵しているため、無線モードと有線モードを切り替えられることが特徴です。μPD720180Aのアップポートとケーブルで接続したUSB2.0ホストは、μPD720180Aが無線モードの時はケーブルアソシエーションクラスデバイスと識別し、有線モードの時はUSB2.0 HUBとして認識します。

ケーブルアソシエーションとは、ワイヤレスUSBアソシエーションモデルとしてUSB-IFで定義されている無線暗号キーのやり取りの1つの方法であり、μPD720180Aは、ケーブルアソシエーションとともにニューメリックアソシエーションもサポートしています。

μPD720180Aは、アソシエーション情報を3つまで保持でき、ボタンなどにより最大3台のホストを切り替えて接続するという他社に無い機能を有しています。

μPD720180Aは、既存のUSB2.0機器を容易に無線化できるため、ワイヤレスUSB市場の早期立ち上げに貢献するキーデバイスとして期待されています。

その他のμPD720180Aの特徴は以下のとおりです。

- ・ WiMedia MAC 1.2準拠
- ・ WiMedia MAC-PHYインタフェース1.2準拠
- ・ 53.3 / 80 / 106.7 / 160 / 200 / 320 / 400 / 480Mbpsのデータ転送速度をサポート
- ・ コントロール/パルク/インタラプトの3種の転送モードをサポート
- ・ 最大8データバースト転送サポート
- ・ AES-128 CCM暗号化サポート

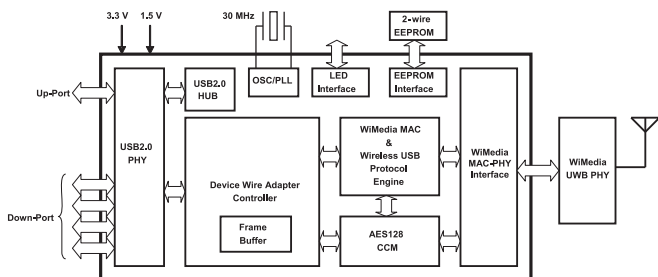


図4 μPD720180A内部ブロック図

- ・ 120ピンTQFP (14×14mm)

4.3 システムソフトウェアの特徴

ワイヤレスUSBシステムを制御するソフトウェアの全体構成を図5に示します。動作環境は、Windows XP、Windows Vistaです。

NECエレクトロニクスが提供するシステムソフトウェアの各構成要素の機能について説明します。

1) UWB Radio Control Driver (URCD)

μPD720171を制御して、UWBチャンネルリソースの取得・解放やUWBチャンネルの設定などWiMedia MACやPHYの管理を行います。

2) Wireless Host Control Driver (WHCD)

μPD720171を制御して、ワイヤレスUSBのデータ転送や、デバイスをホストに接続するための処理を行います。

3) USB Driver (USB D)

USBのバスドライバとして動作し、ホストに接続されたデバイスに対応するファンクションドライバをプラグアンドプレイでロードします。デバイスやエンドポイントの管理など、USB共通の処理を行います。また、ニューメリックアソシエーションの処理も行います。

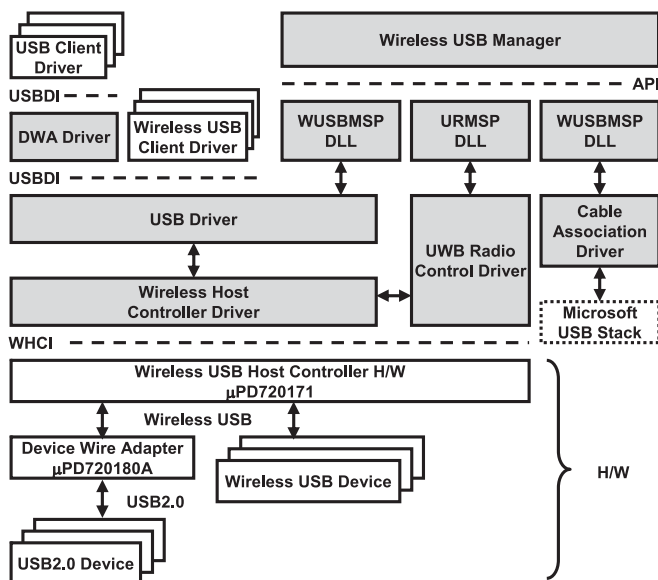


図5 ワイヤレスUSBシステムソフトウェア構成図

4) DWA Driver

DWAを制御するクラスドライバであり、ファンクションドライバとしてUSB D上ロードされます。DWAは、ダウンポートに接続されたUSB2.0デバイスに対するホストコントローラの機能を持つため、接続されたUSB2.0デバイスのファンクションドライバをロードし、USB2.0ホストドライバとしての処理も行います。

5) Cable Association Driver

ケーブルアソシエーション処理を行います。

6) WUSBMSP DLL

ワイヤレスUSBデバイスの状態表示や接続・切断設定、アソシエーション機能などのサービスを提供します。

7) URMSP

UWBチャンネルの設定及びUWBチャンネル状態表示などのサービスを提供します。

8) ワイヤレスUSBマネージャ

ユーザがワイヤレスUSBシステムを管理するためのアプリケーションです。WUSBMSPとURMSPの提供するサービスを利用しハードウェアの設定変更や状態を確認することができます。

図6にワイヤレスUSBマネージャのGUIを示しました。現在動作中のUWBチャンネルの表示や、UWBチャンネル変更の機能、接続中のワイヤレスUSBデバイスのリスト表示などの機能を実装しています。

日本においてUWBを使用する場合、「交流電源を使用して

いない無線設備については、交流電源を使用している無線設備からの信号を受信した後でなければ、電波を発射してはならない」という法律（無線設備規則第四十九条の二十七の四）を守る必要があります。ワイヤレスUSBマネージャでは、パソコンの交流電源が検出できなかった場合にはUWB PHYを強制的に停止させる仕組みを実装しています。

5. おわりに

本稿では、ワイヤレスUSB準拠システムLSIとそれを制御するデバイスドライバを含めたソリューションを紹介しました。今後は、拡大するUSBインタフェースのニーズを踏まえながら、USB3.0などの積極的な製品開発を推進し、豊富なラインナップでお客様のセット開発に貢献していきます。

* WiMediaは、WiMedia Alliance, Inc.の登録商標です。

* Windows XP、Windows Vistaは、米国Microsoft Corporationの米国およびその他の国における登録商標です。

* PCI Express、ExpressCardは、PCI-SIGの登録商標です。

執筆者プロフィール

松本 尚寛
NECエレクトロニクス
第二SOC事業本部
SOCシステム事業部
主任

山岡 俊文
NECエレクトロニクス
第二SOC事業本部
SOCシステム事業部
主任

富永 正志
NECエレクトロニクス
第二SOC事業本部
デジタルコンシューマLSI事業部
主任

佐々木 康文
NECエレクトロニクス
第二SOC事業本部
SOCシステム事業部
主任

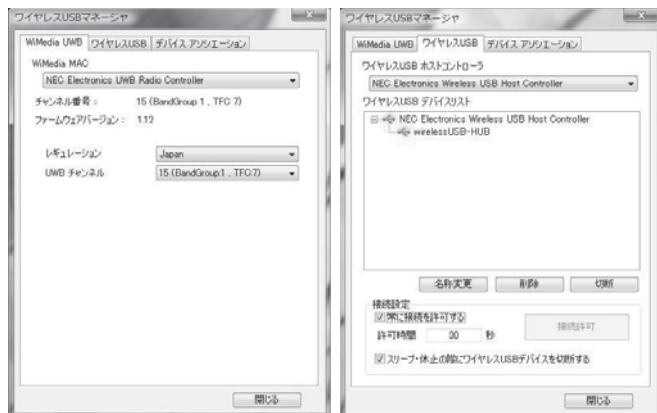


図6 ワイヤレスUSBマネージャ