

バッテリーインターフェースの統一: MIPI®アライアンスの新しい仕様

執筆者:

Markus Littow (ST-エリクソン社アナログ/混合信号アーキテクチャ担当テクニカルスタッフ)

Christopher Chun (クアルコム社 QCT アーキテクチャ担当シニアスタッフエンジニア)

Stephan Schaecher (インフィニオン・テクノロジー社バッテリー認証管理担当プロジェクトリーダー)

要約

MIPI バッテリーインターフェース(BIF)は、モバイルデバイスのための初の包括的バッテリー通信インターフェース規格です。BIF は、モバイル端末とスマートバッテリーまたは低コストバッテリーとの間の、堅牢かつスケラブルでコスト効率の高い単線通信インターフェースです。BIF を使用すると、包括的なバッテリー監視のデータおよび機能が、構造化された、ソフトウェアに適合した方法で提供されるため、モバイル端末の安全性とパフォーマンスが向上します。BIF仕様は、既存の各社独自のモバイルデバイス用バッテリーインターフェースソリューションに代わるものとして設計されています。

モバイルバッテリーインターフェースにおける統一の必要性

過去10年ほどで、モバイルデバイス産業は大きく発展し、およそ15億台のモバイルデバイスで、年間少なくとも15億個のバッテリーが消費されていますが、各デバイスでは規格化されていないさまざまなバッテリーインターフェースが使用されています。

広く一般に受け入れられているバッテリーインターフェースがないため、業界全体の作業や物流に余計な労力が発生しています。モバイルデバイス製造業者は、自社、モバイルチップセット供給業者、バッテリースレーブICデバイス供給業者、バッテリーパック製造業者など、エコシステムのさまざまな関係者に合わせて独自のソリューションを統合、指定、および維持する必要があります。

モバイルチップセット供給業者は、さまざまなモバイルデバイス製造業者ごとに複数のバッテリーインターフェースをサポートする必要があります。サポート対象のバッテリーインターフェースが増えるたびに、チップセット設計のシリコン面積や労力も増加します。こうしたインターフェースは、特定の顧客には役立つかもしれませんが、その他の顧客には役立ちません。残念ながら、いまだに、顧客はこのような無駄なシリコンに対して出費しています。

バッテリースレーブICデバイス供給業者も、チップセット供給業者と同様の問題に直面しています。さらに、バッテリーパックICにはコスト圧力がより多くかかっています。顧客に固有のインターフェースを持つチップを1顧客のみに提供している場合もあります。

バッテリーパック製造業者は、モバイルデバイス製造業者1社につき数十種類の物理的、電子的に異なるバッテリーモデルをサポートする必要があります。バッテリーのパラメーターやその他の必要な情報をバッテリーパックに格納する方法は、モバイルデバイスの製造業者ごとに異なります。新たなバッテリー化学を導入するには、消費者の手に渡るまでの間に、バッテリーパック製造業者とエコシステムのその他すべての関係者との間に多くの介入が必要になります。上記すべてを円滑かつ効率的に調整するには、多くの方面で、多くのリソースが必要です。各社独自の多数のバッテリーインターフェースソリューションが市場で競い合っているということは、それぞれの数量が少ないということであり、特にスマートバッテリーの場合はコストがより高くなります。スマートバッテリーテクノロジーがモバイルデバイス製造業者や実際のエンドユーザーに対してメリットがあるにもかかわらず、モバイルデバイス業界におけるスマートバッテリーの採用率がいまだに比較的低いのは、このことが大

きな原因となっているのかもしれませんが。

スマートバッテリーのメリット

スマートバッテリーテクノロジーは、持続可能な開発をサポートし、エンドユーザーエクスペリエンスを向上します。スマートバッテリーは、より環境に優しい選択肢でもあります。精度の高いパラメーター、状態監視および最適化された充電イベントにより、寿命が長くなるように設計されています。また、市場で入手可能な新しく効率性の高いバッテリー化学を、より早く採用することもできます。スマートバッテリーでは、一定のバッテリー保守ルーチンを自律的に処理することにより、モバイルデバイスの全体的な電力消費を抑えることができます。

スマートバッテリーテクノロジーでは、認証機能や、温度測定機能などのより精度の高いバッテリー動作条件機能などを使用できるため、エンドユーザーの安全性が大幅に向上します。また、バッテリー認証により、危険な偽造バッテリーの使用を排除できることから、エンドユーザーの安全性が向上します。バッテリーパックの温度監視は不可欠であり、多くのバッテリー安全規格の要件となっています。

新しいBIFインターフェースは、モバイルデバイス業界が抱える上記の課題に対して、統合された独自のソリューションを提供する一方で、コスト効率も重視しており、スマートバッテリーと低コストバッテリーの両方をサポートするように設計されています。バッテリーテクノロジーの複雑性が増し続けるなか、バッテリーパックを安全に、より最適化された方法で管理、運用するためには、より高度な技術が必要になります。BIFインターフェースは、これらの課題に対処できるように開発されました。

この仕様は、当初から、消費者、通信事業者、モバイルデバイス供給業者、チップセットプラットフォーム供給業者、スレーブデバイス供給業者、バッテリーパック供給業者など、モバイルデバイスエコシステムのすべての利害関係者のニーズに対応するように開発されました。

バッテリーインターフェース仕様の要件

MIPI BIF ワーキンググループ(WG)は、基本的な技術および市場の要件を理解するために多くの時間を費やしました。BIF 規格は電子的なインターフェース要件のみを指定しており、物理的要件や形状因子要件は対象外です。

一般的に、インターフェース仕様は、少なくともすべての主要ユーザーにメリットを提供して初めて成功したと言えます。BIF 仕様の場合、主要ユーザーとは、モバイルデバイス供給業者、チップセットプラットフォーム供給業者、スレーブデバイス供給業者およびバッテリーパック供給業者です。

BIF インターフェースの主な必須機能はスマートバッテリーパックと低コストバッテリーパックのサポートであり、これには、単線インターフェースを使用して、低コストで、高速でバッテリーパックの残量を検出する機能が含まれます。この記事が執筆している時点では、これらすべての要件を達成できるバッテリーインターフェース規格は、他にはありません。

低コスト要件を満たすには、インターフェースのピン数を最小限にしなければなりません。典型的なバッテリーパックの機械的ピンは、動作環境が過酷なため、非常に高い信頼性が要求とされ、また、モバイルデバイスのプリント基板(PCB)上の貴重なスペースを使用します。これらのピンは、モバイルデバイスの中で比較的高いコストのコンポーネントです。したがって、BIF は単線インターフェースで動作する必要がありました。

低コストバッテリーのサポートは、従来型の設計や、最も単純なモバイルデバイスに必要です。現在市場に出回っている低コストバッテリーのほとんどは、バッテリーパックにプルダウン抵抗が組み込まれています。プルダウン抵抗の測定値は、通常はバッテリーパックの一定の容量と化学的性質を表します。この機能に関して、BIF 規格では、一定の範囲と精度で、プルダウン抵抗値の測定をサポートしています。

スマートバッテリーには、バッテリーパック内に複数のスレーブデバイスを含めることができます。また、モバイルデバイスの PCB には、マスターデバイスに加えて複数のスレーブデバイスを含めることができます。したがって、スマートバッテリーインターフェースでは、シングルマスター、マルチスレーブの設定をサポートする必要があります。インターフェースの通信速度は、さまざまな動作条件やデータ速度要件の下で、モバイルデバイスシステムで使用可能なさまざまなクロックソースに合わせて簡単にスケール変更できる必要があります。

高速でのバッテリーパック残量検出が必要だったのは、バッテリーパックが取り外されているかどうかをシステムに直ちに知らせるためです。バッテリー通信コネクタピンが常に最初に切断されるように物理バッテリーインターフェースコネクタが設計されている場合は、システムソフトウェア (SW) でも重要なシャットダウン処理を行うことができます。その方法を使用すると、バッテリーパックの取り外しが通知されても、システムはバッテリーから少しの間電源を取り入れることができます。

スレーブデバイスに関しては、トリミングなしのリング発振器など、安価で精度が低い可能性のあるクロックソースとスレーブデバイスが連動できるようにするために、コスト効率の高い実装が必要でした。プロトコルエンジン自体が低コストの実装を許可するため、プロトコルに対していくつかの要件が発生しました。スレーブ内で構築される実際の機能およびデータ構造は、最小限、最大限のどちらの設定でもメモリーバイトを無駄にせず済むように、スケーラブルである必要がありました。

新しいインターフェース規格の競争力をさらに高めるために、BIF インターフェースは以下の機能もサポートする必要がありました。

- **低電力、低電圧の信号伝達。** このインターフェース規格では、すべての機能に関して非常に低い電力の実装を可能にし、最新の半導体プロセスでのインターフェース実装を可能にする必要があります。
- **コンプライアンス。** BIF インターフェースは、モバイルデバイスに必要なその他のバッテリー規格にも準拠するように定義されています。これには、認証機能、温度センサーなどのセンサー機能のように、バッテリーパックの一定の安全関連の機能を有効にすることが含まれます。
- **共通のアクセス方法。** すべての機能へのアクセスを統合することにより、システム内で汎用 SW ドライバーを使用できます。
- **ベンダー固有の機能に合わせてカスタマイズ可能。** MIPI BIF が定義した基本的な機能に加えてベンダー固有の機能を設定できるため、市場でスレーブデバイスを差別化したり、統合された同じインターフェースを使用して新たな技術革新にアクセスしたりできます。
- **製造性。** スレーブデバイスでは、バッテリーパック製造チェーンのさまざまな段階で、また、バッテリーパックの通常使用時に、プログラミングをサポートする必要があります。

表 1 は、MIPI BIF v1.0 規格と、BIF に最も近い規格と推定されるスマートバッテリーシステム (SBS) インターフェースを比較したものです。このインターフェースは、スマートバッテリーシステム実装者フォーラムによって開発され、データ転送に SMBus を使用します。SBS は、もともとモバイルデバイスの視点から開発されたものではないことに注意してください。

表 1: バッテリーインターフェースの比較

要件	MIPI BIF v1.0	SBS Rev 1.1/SMBus 2.0
低コストバッテリーのサポート	○	×
スマートバッテリーのサポート	○	○
高速でのバッテリーパック残量検出	○	×

単線インターフェース	○	×(2線 SMBus)
PHY 信号レベル(VHigh_min/VHigh_max)	0.9~3.0V	2.1~5.5V
バッテリー認証機能	○	×
バッテリー温度監視	○	○
スレーブ割り込みサポート	○	×(オプションのワイヤ)
製造元固有機能のサポート	○	○(5つまで)
マルチスレーブサポート	○	○
すべての機能およびデータへの統合 SW アクセス	○	×
統合されたスケーラブルなデータ構造 およびスレーブデバイスのニーズに基づいたスケーラブルな機能コンテンツ	○	×

BIF 仕様が提供する統合された柔軟なソリューション

BIF アーキテクチャの概要

BIFバスには、マスターとスレーブの2種類の主要デバイスがあります。BIFバスのバッテリー通信回線(BCL)上には、マスターは1つだけあります。さらに、プライマリースレーブとセカンダリースレーブの2種類のスレーブがあります。1つのBCL上に複数のスレーブデバイスを配置できます。通常はバッテリーパック内に配置されますが、ホストシステム内に配置することもできます。

BIFマスターデバイスは、図1に示すように、典型的なモバイルデバイスプラットフォームの電力管理IC (PM IC)に配置されます。スケーラブルな電子信号レベルにより、低電圧半導体プロセスに実装可能なため、デジタルベースバンド(BB) ICに配置することもできます。BIFプロトコルを使用すると、マスターデバイスをハードウェア(HW)、SW + GPIO (General Purpose Input Output: 汎用入出力)ピン、またはHWとSWを組み合わせたものに実装できます。

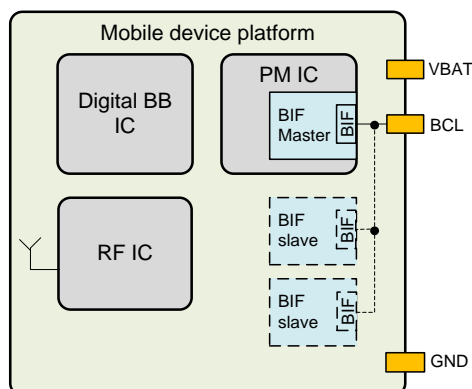


図1. モバイルデバイスプラットフォームでの BIF マスターデバイスの配置

BIF は、低コストバッテリーパックとスマートバッテリーパックをサポートしており、同時に接続できるのはいずれか1つです。両者とも、図2のブロック図に示すように、プルダウン抵抗(R_{ID})がバッテリー通信回線(BCL)に接続されています。 R_{ID} の値を使用して、バッテリーの種類がスマートか低コストかを識別し、低コストバッテリーの場合はバッテリーパックの電気特性を識別します。 R_{ID} は、両方のバ

バッテリータイプの高速バッテリーパック残量検出機能の実装にも使用できます。スマートバッテリーが切断された場合、 R_{ID} には、BCL回線をプルダウンしてスレーブデバイス(1つまたは複数)を電源オフモードにするという重要な役割もあります。

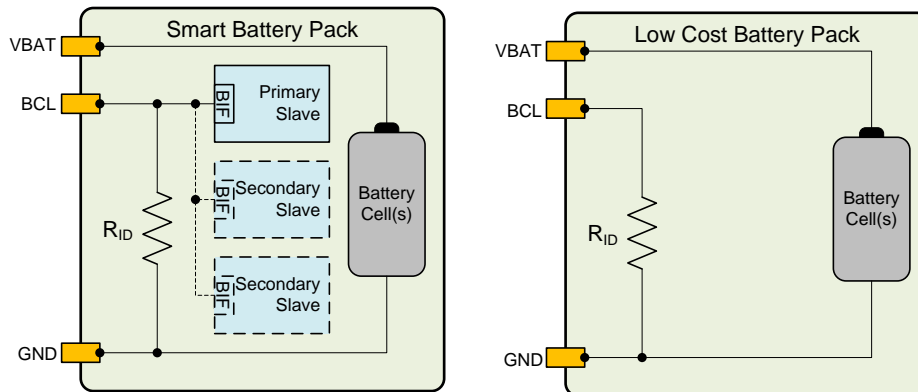


図 2. BIF スマートバッテリーパックと低コストバッテリーパック

BIFマスターでは、短い8ビットアドレス指定を使用して、合計で最大256個のスレーブデバイスをBCL回線に接続できます。最低でも、マスターデバイスの機能には物理レイヤーとプロトコルの機能が含まれ、高速残量検出や低コストバッテリー識別(R_{ID} 値の測定)の機能も実装される場合があります。マスターデバイスとスレーブデバイスの機能については図3で説明します。

スレーブデバイスは、プライマリースレーブかセカンダリースレーブのいずれかです。どちらのタイプにも、プロトコル機能と物理レイヤー、および少量の標準デバイス識別データが最低でも含まれています。各スレーブに、最大で64キロビットのアドレス可能なメモリー空間を含めることができます。

プライマリースレーブは、サブシステム(バッテリーパックまたはホストシステム)ごとに1つだけです。プライマリースレーブでは、同じサブシステム内のすべてのセカンダリースレーブの一意なIDを格納することができます。これが、プライマリースレーブとセカンダリースレーブの唯一の違いです。この配列の主旨は、短い(8ビット)デバイスアドレスを実際のアプリケーションで使用できるようにして、バスでのデバイス検出の速度を上げ、マスターがスレーブデバイスに短いアドレスを割り当てられるようにすることです。この方法を使用できない場合、マスターはアドレス検索を行って、完全な一意ID (80ビット)を使用してアドレスを指定する必要があります。

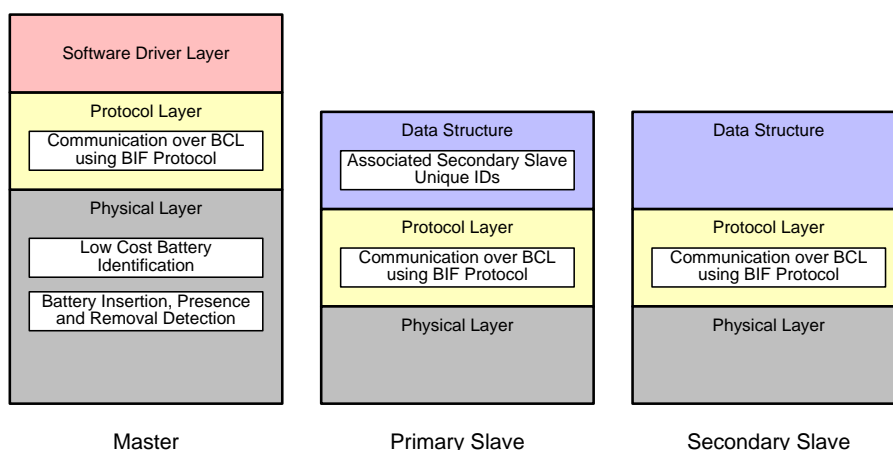


図 3. BIF のデバイスタイプ

物理レイヤー

BIFは、単線のオープンドレイン通信インターフェースを使用します。BCL上で一度にサポートされるのは、1つの低コストバッテリーパックか、1つのスマートバッテリーパックのいずれかのみです。物理レイヤーのブロック図を図4に示します。マスターが低コストバッテリーとバッテリーパックの高速残量検出をサポートするように設計されている場合は、BIFの物理レイヤーのマスター内に、 R_{ID} 測定と高速残量検出用の回路が含まれます(点線のボックス)。 R_{ID} 値の測定には、10ビットの解像度のアナログ-デジタルコンバーター(ADC)が必要です。高速残量検出機能には複数の実装方法があります。BIFでは、動作の時間範囲のみが指定されます。

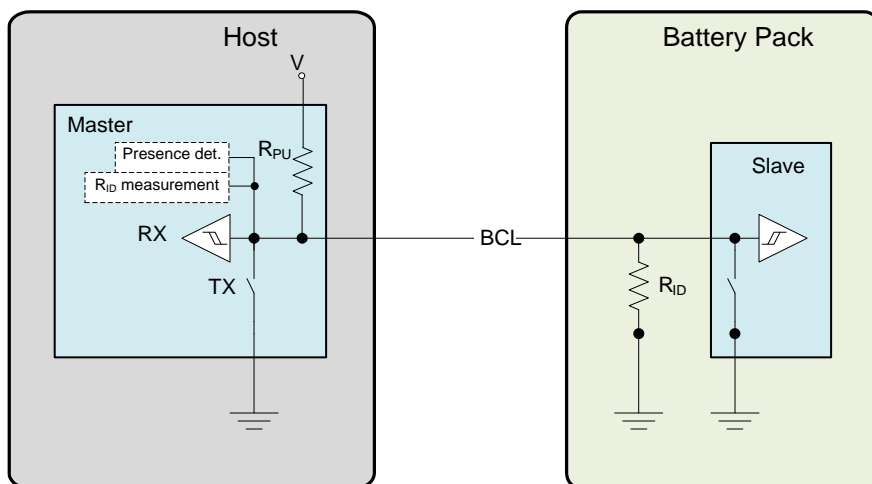


図 4. BIF の物理レイヤー

通信プルアップ抵抗または電流源は、常にホスト内にあります。そのため、信号の高レベルはホストによって設定され、1.1~2.8Vの範囲でスケラブルです。これは、最新の低電圧半導体プロセス上でもホストを実装できるようにするために重要です。電磁干渉(EMI)の問題を制限するために、上がり下りの最低回数が定義されています。

プロトコル

BIFプロトコルはデータ転送インターフェースとして設計されています。温度測定や認証など、実際のバッテリーアプリケーションは、このプロトコルを利用はしますが、干渉はしません。データ転送とバッテリーアプリケーションの用途は明確に分けられています。BIFの課題は、柔軟性の高いプロトコルを含めつつ、シリコンの使用面積は小さいままにすることでした。BIF実装のゲートカウントは、およそ1Kゲートと予測されます。

BIFプロトコルの主なメリットは、SW または HW に実装可能で、通信データ転送速度が 2~250kbps (平均)の範囲でスケラブルであることです。最低データ転送速度が~2kbps まで下げられているのは、リアルタイムクロック要件により、多くのシステムで 32.768kHz クロックが利用可能だからです。

32.768kHz クロックは、典型的な BIF プロトコル実装で、およそ~2kbps のデータ転送速度になります。

スレーブデバイスのレシーバーサイズを最小限に抑えるために、最大データ転送速度は 250kbps に制限されました。最大限に計算した使用例では、~100kbps でも場合によっては十分とされています。

BIF 通信は常にマスターによって開始され、データワードに基づいています。各ワードの最初にマスターが通信速度を定義し、スレーブは応答時にその速度を使用する必要があります。そのため、理論上は、マスターとスレーブの間のやり取りは毎回違う速度で行われる可能性があります。

BIF データワード

17 ビットのデータワードはそれぞれ、トレーニングシーケンス(2 ビット)、ペイロード(10)、パリティビット(4)、反転ビット(1)の各要素で構成されています。データワードには、コマンド、デバイスまたはレジスタのアドレス、読み取りデータまたは書き込みデータを含めることができます。トレーニングシーケンスビットを使用すると、通信速度を確認できるほか、ワードがブロードキャストタイプ(すべてのスレーブが対象)か、ユニキャスト/マルチキャストタイプ(一定の 1 つまたは複数のスレーブのみが対象)かを確認することもできます。

ペイロードは、実際に転送されるデータです。パリティビット(Hamming-15 コーディングに準拠)は、通信エラーの検出に使用します。バッテリーインターフェースには特に、強力な通信エラー検出が重要です。これは、回線上に物理的コネクタがあり、また、モバイルデバイスは、性質上、悪用されたり振動を受けたりしやすいからです。

BIF プロトコル信号は、時間距離コーディング、つまり、信号レベルが変化する時間間隔に基づいています。論理"0"は 1 つの時間単位であり、論理"1"は 3 つの時間単位です。つまり、論理"1"は、バス上で時間単位 3 つ分の長さの高低いずれかの状態の信号になる可能性があるということです。各ワードの間には、少なくとも 5 つの時間単位(停止)を入れる必要があります。BIF ワードの例を、図 5 に示します。

反転ビットが含まれているのは、BIF プロトコルのシンボル信号の性質のためです。データワードの半分以上のビットが論理"1" (それぞれ 3 つの時間単位)である場合、そのワード内のすべてのビットが反転され、ワードに含まれる論理"0" (それぞれ 1 つの時間単位)が増えて、ワード全体の送信に必要な合計時間が短縮されます。この考え方を使用すると、データの帯域幅の効率が向上し、実際のデータコンテンツに対する依存度が低くなります。

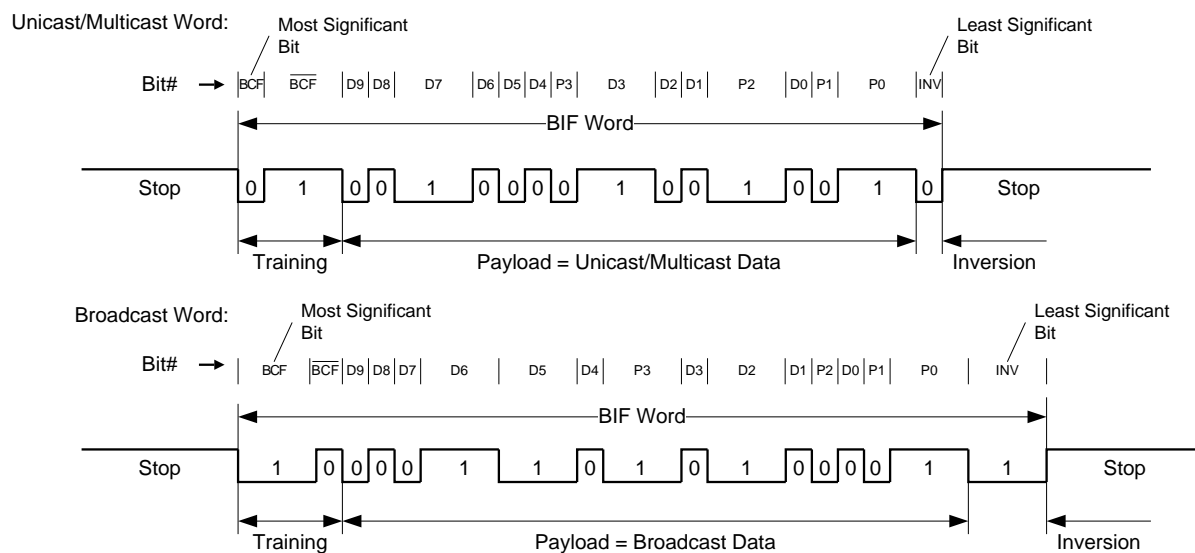


図 5. BIF データワードの例

割り込みとタスク制御

BIF ではスレーブの割り込みおよびタスク制御もサポートされており、そのための機能が組み込まれています。タスク制御では、スレーブ上の各タスクのステータス情報(ビジー情報など)が提供されます。スレーブデバイスはコスト要件が厳しく、かなり低速になると推定されるため、これは重要な機能です。

ベストの状態の場合、割り込みを使用すると、たとえば、バッテリーの温度、電圧、電流監視などの機能を管理し、必要なときにのみホストに割り込むことにより、ホストシステムの負荷を軽減できます。マスターが BCL 上のすべてのスレーブに「enable interrupt」コマンドを送信すると、スレーブは割り込みモードになります。割り込みモードのとき、BCL 回線上に他の通信はありません。

BIFでは、スレーブデバイス用に、アクティブ、スタンバイ、電源オフの3つの電力モードが定義されています。電源オフモードは、バッテリーパックを取り外している時間が、内部のスレーブが自動的に電源オフモードになるよう定義されている時間よりも長時間になる場合のために設計されています。

スレーブデータの構造

BIFスレーブデバイスのデータ構造定義作業の重要な要素は、コスト効率、汎用SWドライバーによるすべての機能へのアクセスの統合、製造性(バッテリーパック製造チェーンのさまざまな段階におけるプログラミングサポート)、および市場でのスレーブデバイスの差別化を可能にするベンダー固有の機能でした。

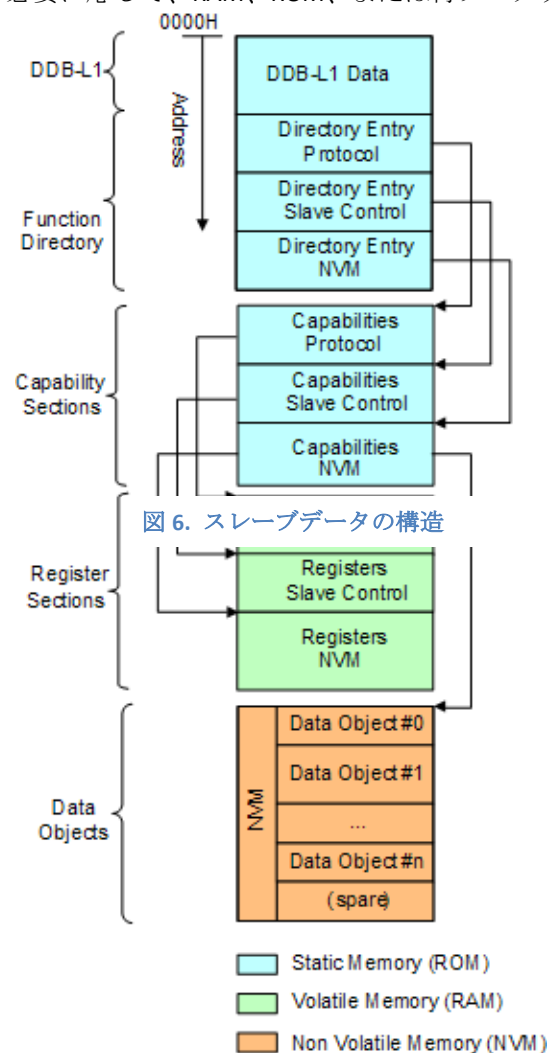
BIFスレーブのデータ構造の概要を図6に示します。BIFプロトコルで対応できるメモリの最大サイズは、BIFスレーブごとに64KBです。メモリの場所は、必要に応じて、RAM、ROM、または再プログラミング可能なNVMのいずれかに指定できます。データマップは常に、MIPIアライアンスが定義している固定長10バイトのレイヤー1 (L1) DDB (Device Descriptor Block: デバイス記述ブロック)で始まります。DDB-L1には、製造元IDや製品IDなど、デバイスの一般的なID情報が含まれます。DDB-L1の最後の2バイトで、そのDDB-L1の直後の機能ディレクトリーの合計サイズがわかります。

機能ディレクトリー

機能ディレクトリー内の機能エントリーはそれぞれ4バイトで構成されます。ディレクトリーエントリーの最初の2バイトには機能タイプとバージョンが含まれ、その機能に適したソフトウェアドライバーをホストが選択するのに十分な情報が提供されます。最後の2バイトは、機能性能セクションの最初のバイトを指すポインターです。機能ごとに性能セクションがあり、その内容は機能に固有です。性能情報には、機能に関する静的情報や、他のメモリーセクション(揮発性メモリーまたは不揮発性メモリー)にある機能レジスターを指すポインターが含まれます。

機能

機能は、MIPI BIFで事前に定義されているタイプか、製造元が定義した機能のいずれかです。主な特徴は、汎用ソフトウェアドライバーによって、機能ディレクトリー内の両方のタイプの機能を見つけて識別できるということです。汎用SWドライバーは、BIFの事前定義機能をすべて解釈し、完全に使用できる必要があ



ります。ただし、製造元に固有の機能に関しては、機能を使用してデータコンテンツを解釈できるようにするには、製造元が提供する追加のSWドライバーが必要です。

BIF の機能

MIPI BIFには、事前定義のプロトコル、スレーブ制御、不揮発性メモリー(NVM)、温度センサー、認証の各機能があります。スレーブに必須の機能はプロトコルのみで、その他はオプションです。

すべての機能のうち1つの主な指針は、冗長バイトの保存を最小限にしてコスト効率を高めることでした。スレーブ制御機能を使用すると、スレーブデバイス上で実行されているタスクを集中制御し、ステータス情報を提供することができます。スレーブ制御機能の合計サイズは、スレーブ内でそのサービスを使用する機能が他にいくつあるかによって異なります。同様の指針が、多くの異なる範囲での温度センサー機能の精度仕様にも適用されました。温度機能では、単発および定期的な測定ルーチンが提供されるほか、しきい値を使用して割り込みが実行されます。

認証機能は、最低でも80ビットの対称鍵に相当する強度が必要なBIF機能タイプとして定義されました。認証機能の実装は製造元に固有であるため、ホストソフトウェアドライバーに製造元固有のSWドライバーを追加して、認証機能を制御したり、データを解釈したりする必要があります。

重要なBIF NVM機能では、サイズが任意でメモリーの物理的構成に依存しない連続したユーザーNVMスペースの読み取りや書き込みが可能になります。ユーザーNVMは、バッテリー関連の情報の保存、現場での使用状況データの記録など、複数の目的で使用できます。ユーザーNVMの一部は、製造プロセスの段階を進める中で書き込み保護することができます。つまり、まずスレーブIC製造業者が書き込み、次にバッテリーパック製造業者が書き込んで、最後にモバイルデバイスが、現場での使用中に、たとえばバッテリーパックの老朽化情報などを保存することができます。

NVM機能は、いわゆる製造元NVM書き込みとユーザーデータ書き込みの両方に関して、NVMに書き込まれるデータを書き込みロック制御します。製造元NVM書き込みは、デバイス製造中にレジスター用のリセット値を書き込むために使用し、ユーザーデータ書き込みはバッテリーパック寿命の後半段階で使用します。

データに依存しない汎用データ転送インターフェースであり、バッテリーパックに対応しているBIFは、バッテリーパック内またはホストデバイス内に存在するバッテリー関連以外の機能を制御するのに非常に適しています。

BIF オブジェクト

実際のデータは、BIFで定義されたデータオブジェクト内のユーザーNVMとの間で読み書きされます。オブジェクトの読み取りと書き込みは、NVM機能を使用して行われます。現在、BIFでは、セカンダリースレーブオブジェクトのデータ形式全体と、バッテリーパラメーターオブジェクトのヘッダーを定義します。

バッテリーパラメーターオブジェクトのアクセスを事前に定義し、オブジェクトの最初でバッテリーパック製造元のID情報と長さを定義しておくと、汎用SWドライバーを使用して実際のデータパケットにアクセスし、識別することができます。製造元固有のSWドライバーを追加後に、ホストではデータパケットのコンテンツを解釈できるようになります。

典型的なバッテリーパラメーターオブジェクトには、たとえば、バッテリーのモデル、容量、化学的性質、充電と放電、老朽化の各パラメーターが含まれています。必要に応じて、他の情報を含めることもできます。これは、バッテリーパックメーカーがバッテリーパックの重要なパラメーターをモバイルデバイスに渡すという考え方です。データオブジェクトには任意のデータを何でも含めることができますが、それでも汎用ソフトウェアドライバーによるアクセスや識別が可能です。

謝辞および追加情報

MIPI アライアンスの詳細および MIPI のメンバーが使用可能な BIF の最新の仕様については、www.mipi.org を参照してください。

BIF 仕様は、携帯端末、チップセット、スレーブデバイスの各供給業者が共同で取り組んだものです。BIF 仕様には、アナログ・デバイセズ社、インフィニオン・テクノロジーズ社、インテル社、ラティスセミコンダクター社、ノキア社、パナソニック株式会社、クアルコム社、リサーチ・イン・モーション社、ソニー・エリクソン・モバイルコミュニケーションズ社、ST マイクロエレクトロニクス社、ST-エリクソン社、テキサス・インスツルメンツ社、株式会社東芝の各社が貢献しています。

本書に含まれるBIF資料の作成にご参加いただいたMIPIアライアンスメンバー各社のご貢献に、執筆者一同、深く感謝いたします。