AN92554

HX3 を使用したバッテリ充電機能の実行

作成者: Hasib Mannil

関連プロジェクト: なし

関連製品ファミリ: CYUSB330x, CYUSB331x, CYUSB332x

ソフトウェアバージョン: 該当無

関連アプリケーション ノート: AN91378

AN92554 は USB バッテリ充電の基本について紹介し、HX3 のアップストリームおよびダウンストリーム ポート上で HX3 がサポートする標準と独自のバッテリ充電器の検出メカニズムを記述します。また、このアプリケーション ノートは、Ghost Charge や ACA-Dock などの HX3 固有の機能についても説明し、様々なバッテリ充電機能を実行するガイドラインを提供します。

目次

はじめに 1
USB 電源の歴史 1
用語の定義 3
HX3 ラインナップ 3
ギャング モードでのポート電源切り替え 3
個別モードでポード電源切り替え 4
ACA Dock 充電 4
USB バッテリ充電器の概要 4
USB-IF BC v1.2 充電標準 5
HX3 バッテリ充電機能 5
HX3 がシステムで電源制御をどのようにアサートするか 5
ポータブル デバイスへの充電電流に影響する要素 6
アップストリーム ポート上の HX3 充電サポート 9
Ghost Charge™ 11
Blaster Plus ツールによる多種の充電メソッドのコンフィギュレーション 11
HX3 開発キット 13
CY4603 キット上のバッテリ充電ハードウェアの実装 14
ハードウェア設計上の注意事項 15
ハードウェア関連推奨事項 16
CY4603 キット上のバッテリ充電機能のデモ 16
BC v1.2 準拠テスト 17
HX3 バッテリ充電の限界 17
まとめ 17
参考資料 17
付録 A: トラブルシューティング ガイド 18
付録 B: BC v1.2 検出メカニズム 20
ドキュメントの変更履歴 29
セールス, ソリューションおよび法律情報 30

はじめに

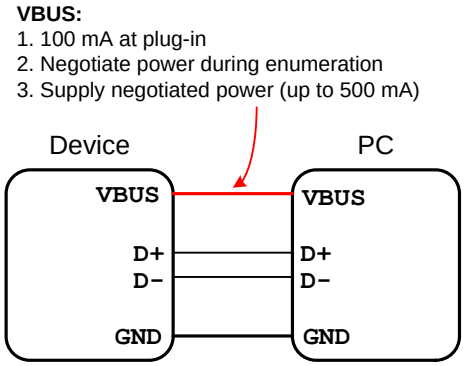
HX3 は、USB 3.0 仕様 Rev. 1.0 に準拠した USB 3.0 ハブ コントローラー ファミリです。HX3 はスーパースピード (SS), ハイスピード (HS), フルスピード (FS), およびロースピード (LS) モードに対応しています。USB 3.0 ハブの実装に加えて、HX3 ファミリは USB を介したバッテリ充電の要求を満たす先進的な USB バッテリ充電機能も備えています。

本アプリケーション ノートは HX3 製品ファミリのバッテリ充電機能を中心に説明します。アプリケーション ノートは VBUS 電源デバイスの説明から始まり、次に USB バッテリ充電仕様, 様々USB バッテリ充電器および HX3 ファミリがサポートする様々なバッテリ充電機能の概要について説明します。最後に、HX3 での充電機能の設計とコンフィギュレーションのガイドラインと共に、HX3 ベースの評価キットについて述べます。

USB 電源の歴史

USB 技術をユーザーフレンドリにするために、USB-IF は USB ケーブルを介して、データ通信を行うことに加えて、接続された USB デバイス (バス パワー デバイスとも呼ばれる) に電源を供給する仕様を定義しました。これにより、デバイスは単一の USB ケーブルを介して電源を取って、通信することができます。図 1 に USB 電源デバイスの実装を示しています。

図 1. USB インターフェース信号

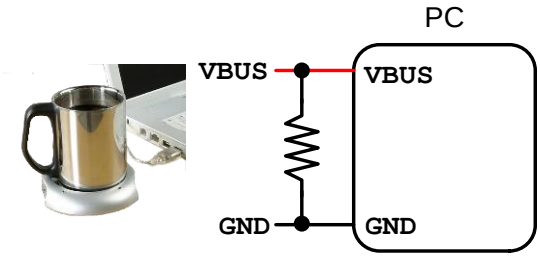


USB ホストに接続された時、USB デバイスは最大 100 mA の電源を取ることができます。このデバイスは USB エニュメレーションプロセス中にその特定の情報をホストに通信する必要があります。エニュメレーション中に、接続されたデバイスは VBUS から必要とする電力量をホストに通知します。ホストは要求された電力量を供給できれば、処理を続けて、それに応じてデバイスを構成します。例えば、電圧が 5 V の時に 200 mA の電流を必要とするデバイスは、PC のダウンストリーム ポートに直接に接続されれば、そのまま構成されますが、バスパワード ハブに接続されれば、構成されません。その理由は、PC は最大 500 mA の電流を供給できますが、バスパワード ハブはダウンストリーム 1 ポートごとに 100 mA しか供給できないと USB 仕様で決められているからです。

安全上の理由で、USB 仕様ではすべてのダウンストリーム ポートで過電流保護を必要とします。過電流保護回路は、一組のダウンストリーム ポートが消費する総電流が既定値を超えると、電源をストップする必要があります。仕様では、最高のユーザー エクスペリエンスを提供するために、過電流ヒューズが自己回復でなければならないということも規定しています。

USB ポートに接続されたすべてのものが仕様に完全に準拠すれば、この単純なパワー スキームは有効です。ただし、技術進化への市場の要求は速く、ベンダーは安価な電源供給があらゆるデスクトップおよびラップトップに存在するということに気づきました。それで、USB は、あらゆるタイプのデバイスが電流を取る目的だけで USB に接続されるというフェーズに入りました。そのデバイスの例をいくつか挙げると、カップ ウォーマー, 扇風機, ミニ冷蔵庫やランプ等があります。これらのデバイスはデータ ライン (D+および D-) に接続しませんが、必要とする電力をすべて VBUS から取ります。PC から見られる標準負荷は VBUS と GND 間の電源抵抗です (図 2)。

図 2. 電源として使用される USB ポート



この電源管理されていない USB 電源の使用は、規則正しく電源管理を想定して造られている PC にとって良い状態とは言えません。例えば、2.5W だけの電力 (仕様で規定された電圧 5 V, 電流 500 mA による) では、カップ ウォーマーとしての効果があまりないため、あるカップ ウォーマーは 5 W (規定値の 2 倍) の電力を消費します (コーヒーを暖める場合、電力が 5 W でさえもあまり効果がないので、実際は USB カップ ウォーマーは一般的に使用されません)。消費電力が上がると、USB ポートを保護している温度ヒューズがとんでしまいます。したがって、これらのポートの動作はヒューズが冷却されるか、または PC が再起動されるまで停止されます。

USB 電源の優れた使用は USB コネクタから携帯電話やタブレットを充電することです。これにより、互換性のない AC アダプタおよびケーブルという無秩序な状況から解放されこれまでデータ同期に使用されてきた USB ケーブルだけでことが足ります。充電を管理し、500 mA 以上の充電電流を供給するために、USB-IF (USB 実装フォーラム) は 2010 年 12 月に「Battery Charging Specification Rev.1.2 (以下 BC v1.2)」をリリースしました。

BC v1.2 仕様により、対応するポータブル デバイスに最大 1.5 A を充電することが可能です。これは、最大 1.5 A の充電およびデータ通信の両方を同時に可能にする新しいクラスのチャージング ダウンストリーム ポートと呼ばれる USB ポートを定義します。これと比較すると、ウォール アダプタはデータ通信が不十分なデディケーティッド チャージング ポートを提供します。

USB から充電できるようになることにより、殆どのポータブル デバイスおよび携帯電話専用のウォール アダプタが不要になります。中国業界仕様 YD/T 1591-2006 は、中国で売られるすべての携帯電話が USB デディケーティッド チャージング ポートの検出 (D+ピンを D-ピンを短絡することで実装される) に対応しています。2007 年 6 月 14 日の時点で、中国でライセンスを申請するすべての携帯電話は USB ポートをバッテリ充電用の電源として使用することが求めれらます。欧州連合 (EU) は 2009 年に EU における販売の充電機器のための標準ポートとして micro-USB コネクタの使用許可を先例に沿い取っています。

用語の定義

注: 以下に言及する電気的仕様は「付録 B: BC v1.2 検出メカニズム」で説明されています。

アクセサリ チャージャー アダプタ (ACA): ACA は 1 個の USB ポートへの充電器と他のデバイスの同時接続を可能にするアダプタです。

ACA-Dock: ACA-Dock は 1 個のアップストリーム ポートと任意のダウンストリーム ポートを持っているドッキング ステーションです。アップストリーム ポートはポータブル デバイスに接続し、このデバイスに I_{DEV_CHG} (1.5 A) の電源を供給できます。ACA-Dock は、USB がアイドル状態の間、D-ピンで V_{DM_SRC} (0.5 V～0.7 V) を有効にし、R_{ID_A} (122 kΩ～126 kΩ) の抵抗を介して ID (識別) ピンをグランドにプルダウンすることで、これがポータブル デバイスに接続されたことを示します。

Apple Charging: Apple Charging は、iPod, iPad や iPhone の Apple デバイスを充電するように HX3 によってサポートされる独自の充電規格です。Apple デバイスが HX3 のダウンストリーム ポートに接続された場合、充電は 2 つのモードで行われます。

- **Apple Charging 1 A モード:** Apple 充電器 (HX3) はその D-ラインを 2.7 V に、D+ラインを 2 V に維持します。
- **Apple Charging 2.1 A モード:** Apple 充電器 (HX3) はその D+ラインを 2.7 V に、D-ラインを 2 V に維持します。

チャージング ダウンストリーム ポート (CDP): チャージング ダウンストリーム ポート (CDP) はホストまたはハブの USB 2.0 仕様に準拠し、接続したポータブル デバイスが最大 I_{DEV_CHG} (1.5 A) の電流を取ることを可能にするダウンストリーム ポートです。CDP は、その D+ラインで、V_{DAT_REF} (0.25 V) より高く、V_{LGC} (0.8 V) より低い電圧を検知すると、その D-ラインで V_{DM_SRC} (0.5 V～0.7 V) の電圧を出力します。

チャージング ポート: チャージング ポートは電池駆動式デバイスを充電できるポート (DCP, CDP, ACA-Dock または ACA) です。

デディケーティッド チャージング ポート (DCP): DCP はポータブル デバイスに電源を供給しますが、ポータブル デバイスをエニュマレーションできないダウンストリーム ポートです。DCP は V_{CHG} (4.75 V～5.25 V) の電圧で I_{DEV_CHG} (1.5 A) の電源を供給します。DCP はその D+ピンと D-ピン間に最大 R_{DCP} (200Ω) の抵抗器を配置することで、そのタイプを示します。一般的に、D+と D-が短絡されます。

Ghost Charge™: Ghost Charge はアップストリーム ポートがホストまたはハブに接続されない場合でも、HX3 上のダウンストリーム ポートが DCP をエミュレートするサイプレス独自の充電方式です。

スタンダード ダウンストリーム ポート (SDP): スタンダード ダウンストリーム ポート (SDP) はホストまたはハブの USB 仕様に準拠するダウンストリーム ポートです。SDP は 15 kΩ の抵抗を使って D+と D-を GND にプルダウンし、デバイスが構成された時に 500 mA の電流を供給できます。

USB 3.0 ダウンストリーム ポートはデバイスが構成された時に最大 900 mA の電流を供給できます。

USB 充電器: USB 充電器は DCP を備えたデバイス (ウォール アダプタや車の電源アダプタなど) です。

HX3 ラインナップ

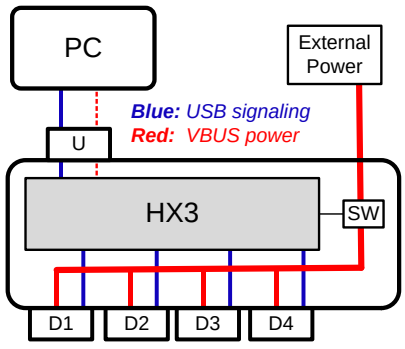
HX3 ハブ コントローラー ファミリには様々な電源トポロジに対応するラインナップがあります。最小のパッケージ バージョンは 68 ピン QFN パッケージの CYUSB3302 (2 個のダウンストリーム ポート) および CYUSB3304 (4 個のダウンストリーム ポート) です。

ギャング モードでのポート電源切り替え

図 3 に示しているように、外部電源は単一の電源スイッチ (SW) を介してダウンストリーム ポートに接続されます。HX3 コンフィギュレーションはデフォルト値を格納する内蔵 ROM または、カスタム コードおよび / またはコンフィギュレーションを格納する外部 I^2C EEPROM でのコンフィギュレーション値をロードすることで行われます。PC からの VBUS は接続されているデバイス (点線) を検出する目的だけに使用され、外部電源ユニットは VBUS 電源をダウンストリーム ポートに供給する点に注意が必要です。BC v1.2 を併せ持つ外部電源は、エニュマレーション前に、より高い電流でデバイス (携帯電話など) をチャージすることが可能になります。

図 3. CYUSB3302/04: ギャングモードで切り替えた充電器ポート

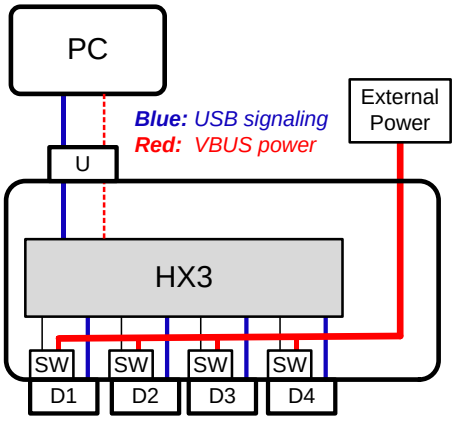
を備えたスーパー スピード ハブ



個別モードでポード電源切り替え

図 4 は個別モードでのポード電源切り替えを示しています。これは 88-QFN パッケージの HX3 によってサポートされ、このパッケージは個別モードでのポート電源切り替え用の追加ピンを含め、ピン ストラップ設定機能も備えています。HX3 によって制御された外部電源切り替えは抵抗器によって設定可能な電流制限および過電流センシング機能を持っています。過電流状態は HX3 によって検知され、USB を介して PC に返送されます。HX3 も過電流状態が発生した如何なるダウンストリーム ポートを自動的にシャットダウンします。外部電源切り替え制御の実行の詳細については、「HX3 がシステムで電源制御をどのようにアサートするか」節を参照してください。

図 4. 個別に切り替えられる充電器ポートを備える CYUSB3312 (2 個のダウンストリーム ポート) および CYUSB3314 (4 個のダウンストリーム ポート)



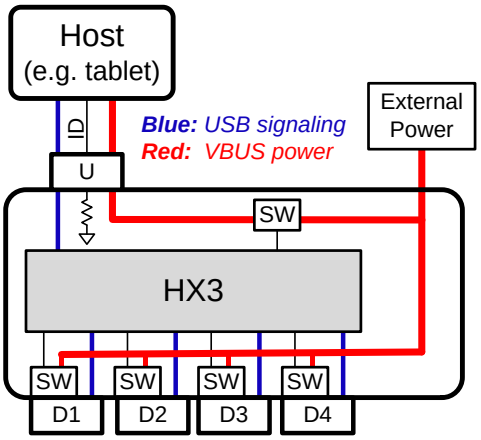
ACA Dock 充電

多くのタブレットは充電用に、また USB ペリフェラルとして機能する USB ポートを備えています。一部の新しいタブレットは、ホストまたはペリフェラルのいずれかとして動作し、デュアルロールまたは OTG (On-The-Go) と呼ばれている USB ポートを備えています。

USB ホストまたはペリフェラルとして動作する (「デュアルロール」デバイス) ことに加えて、OTG デバイスは、USB ケーブルを切断してから再接続することをせずに、ホストとペリフェラルが役割を交代できるシグナリング プロトコルに対応します。通常の USB コネクタは 4 本のピン (D+, D-, VBUS および GND) を持ち、OTG コネクタは 5 本のピンを持っています。

5 番目の追加ピンは、もともとデバイスの役割 (ホストまたはペリフェラル) の検出に使用された識別 (ID) ピンです。BC v1.2 仕様では、この ID ピンは ACA-Dock 機能の検出にも使用されます。この検出はハブのアップストリーム ポート上の ID ピンに接続された抵抗 (図 5) に基づいて行われます。「ACA-Dock」は BC v1.2 の一部で、本アプリケーション ノート後半で詳細に説明されるアクセサリ充電器アダプタ ドックの略です。

図 5. CYUSB3324/6/8: スーパー スピード ハブ, ACA-Dock



USB バッテリ充電器の概要

独自の充電器

多くのデバイスは BC v1.2 仕様に従っています。ただし、バッテリ充電用に独自のハンドシェーク プロトコルに従っているインストール済みのデバイスがあります。一般的なポータブル デバイス メーカーによってもたらされるこれらの独自プロトコルは独自の充電器に適用されています。これらの充電器により、ポータブル デバイスは、標準 USB ポートからデバイスの USB ポートに接続された専用の充電器または「AC アダプタ」を識別できます。

標準 USB ポートは 4 つの端子 (D+, D-, VBUS および GND) を備えています。これらのすべての充電方式では、VBUS は充電電流を供給し、GND はポータブル デバイスからのリターン経路を提供します。D+および D-ワイヤは、接続したデバイスが標準 USB ポートからの充電器を識別することを可能にする信号を送っています。スタンダード ダウンストリーム (DS) ポートでは、D+と D-ラインは両方ともに 15 kΩ の抵抗でプルダウンされます。独自の充電器は、接続したポータブル デバイスが充電器を検出することを可能にするために、D+と D-ラインのこの動作を変更します。以下の節では、一般的な独自の充電器の概要について説明します。

専用充電器

専用充電器では、充電方式は D+と D-ラインを短絡するか、または D+と D-ライン間に低値の抵抗を接続することで行われています。USB-IF BC v1.2 の DCP 検出方式もこのように実行されます。デディケーティッド チャージング ポートは充電目的に限って使用することができ、デバイスと充電器 (ホストまたはハブ) の間に USB データ通信はありません。

Apple 充電器

Apple デバイス (iPod, iPhone や iPad) は、標準 USB ポートからの充電器を識別するための独自の充電器検出方式に従っています。この方式では、充電器の能力を示すために、特定のゼロ以外の電圧値が D+と D-ピンに適用されます。表 1 は充電器の電流能力を示すための、Apple 充電器によって供給される D+と D-ライン上の電圧を示しています。

表 1. 様々な Apple 充電器

D+上の電圧 (V)	D-上の電圧 (V)	充電電流 (A)	コメント
2	2	0.5	使用されていない[1]。 第 1 世代 Apple 充電器
2	2.7	1	1 A の Apple 充電器
2.7	2	2.1	2.1 A の Apple 充電器
2.7	2.7	2.4	2.4 A の Apple 充電器 1

Samsung 充電器

Samsung デバイスは複数の充電方式に従っています。一部の Samsung デバイス (Samsung Galaxy タブレットなど) は、D+と D-ピンが同じ電位 (~1.2 V) にバイアスされる独自の充電方式を適用します。Samsung Galaxy S シリーズ (S3, S4) デバイスは DCP, CDP および SDP 動作モード用に USB-IF BC v1.2 充電標準に従っています。

他の独自の充電器

上述した独自の充電器に加えて、市場での Sony, Blackberry などのメーカーの古いデバイスに対応しているものなど、他の独自の充電器があります。

USB-IF BC v1.2 充電標準

ポータブル デバイスが USB ホストまたはハブに接続された時、USB 2.0 仕様では、ポータブル デバイスが以下の値より低い電源を消費することを要求します。

- 2.5 mA (バスがサスペンド状態の場合)
- 100 mA (バスがサスペンド状態でなく、コンフィギュレーションされない場合)
- 500 mA (バスがサスペンド状態でなく、500 mA を取るようにホストによってコンフィギュレーションされた場合)

コンフィギュレーションされずに充電するか、またはサスペンドの動作モードのルールに従うポータブル デバイスに対しては、デバイスが充電ポートと標準ポートを区別するのにプロトコルが必要とされます。USB-IF BC v1.2 標準はそのようなメカニズムを提供します。表 2 に、ポータブル デバイスが USB 仕様に従っている時の充電電流能力をまとめています。

表 2. USB 電源標準

仕様		電流	消費電力
USB 2.0 (SDP)		500 mA (ホストによってコンフィギュレーションされた時)	2.5 W
USB 3.0 (SDP)		900 mA (ホストによってコンフィギュレーションされた時)	4.5 W
バッテリー充電仕様 v1.2	CDP	1.5 A	7.5 W
	DCP	0.5 A～1.5 A	2.5 W～7.5 W
	ACA-Dock	1.5 A	7.5 W

様々な BC v1.2 充電検出のメカニズムは「付録 B: BC v1.2 検出メカニズム」で詳細に説明されます。

HX3 バッテリ充電機能

HX3 は、そのダウンストリーム ポートとアップストリーム ポートの両方に接続したデバイス用に様々なバッテリ充電方式をサポートしています。BC v1.2 に加えて、HX3 は以下のバッテリ充電機能をサポートしています。

- Apple Charging: iPad, iPhone や iPod で使用される Apple 独自の充電方式です。
- Ghost Charge™: ホストが HX3 のアップストリーム (US) ポートに接続されない時、各ダウンストリーム (DS) ポートがウォール充電器のように、デディケーティッド チャージング ポート (DCP) をエミュレートできるサイプレス独自の機能です。
- アクセサリ チャージャー アダプタ ドック (ACA-Dock): BC v1.2 準拠のホストとして動作するスマートフォンやタブレットの充電とデータ送信を同時に可能にします。

本節では、HX3 がダウンストリームとアップストリーム デバイスへの電流を制御する方法および、これらのポートでサポートされるバッテリ充電のタイプについて説明します。

HX3 がシステムで電源制御をどのようにアサートするか

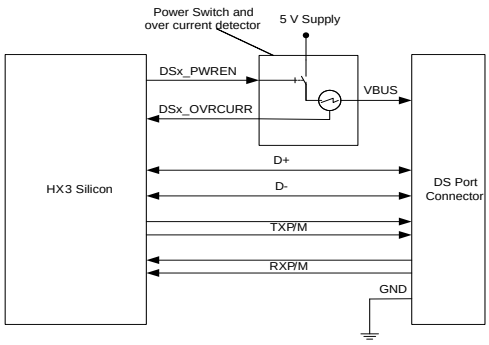
図 6 に、HX3 が単一のダウンストリーム ポート用に電源を制御する方法の典型的なシステム レベルの実装を示しています。HX3 シリコン, ダウンストリーム (DS) ポート コネクタ, およびダウンストリーム ポートへの電源を制御する電源スイッチが示されています。

[1] HX3 ではサポートされません。

ローカルの 5 V 電源は電源スイッチを通して、VBUS をダウンストリーム ポートに供給します。電源スイッチは HX3 電源イネーブル (DSx_PWREN) 信号によって制御されます。

HX3 は過電流表示 (DSx_OVRCURR) を受け取って、ポートへの電源をオフにして、エラー状態をホストに通知します。ポートへの再度電源供給はホストおよびオペレーティング システムによって異なります。HX3 がホストに接続されていない間に過電流信号がアサートされた場合、HX3 は過電流フォルトを除去した後に、ポートに再度電源を供給します。ポートに接続されたデバイスが、電源スイッチによって設定された制限電源より高い電流を消費した場合、外部電源スイッチは過電流信号をアサートします。例えば、Texas Instruments TPS2560DRC は ILIM ピンおよび外部抵抗を使って、電流制限を設定します。

図 6. ハブコントローラーとダウンストリーム ポート (コネクタ)の接続



ポータブル デバイスへの充電電流に影響する要素

ポータブル デバイスへの充電電流は以下の要素によって制限されます。

1. 充電器のダウンストリーム ポートと充電されているポータブル デバイス間のネゴシエーション
2. ダウンストリーム ポート電源スイッチに供給されるシステム電源, 電源スイッチの通電容量, および電源スイッチで設定された過電流制限
3. デバイスの充電電流要件仕様では最大充電電流が述べられていますが、指定した制限より低い / 高いレベルで充電できるデバイスがあります。システム設計者はこれを知る必要があり、必要に応じて、仕様によって要求されたより高い容量のシステムを設計します。

充電電流はデバイスのバッテリの充電状態によっても変化します。Li-ion 再充電可能なバッテリの場合、充電電流は、バッテリの低充電状態およびほぼ満充電電状態の時より低く、これら制限の間、より高くなります。図 7 に、Li-ion バッテリの一般的な充電プロファイルを示しています。

ダウンストリーム ポート上の HX3 充電サポート

USB ポートは、データ通信専用, 充電専用, または同時にデータ通信と充電用に使用することができます。そのため、システムの要件に応じて、HX3 のダウンストリーム ポートは以下のいずれかとして機能するように設定できます。

- スタンダード ダウンストリーム ポート (SDP)
- チャージング ダウンストリーム ポート (CDP)
- デディケーティッド チャージング ポート (DCP)

図 7. Li-Ion バッテリの充電プロファイル

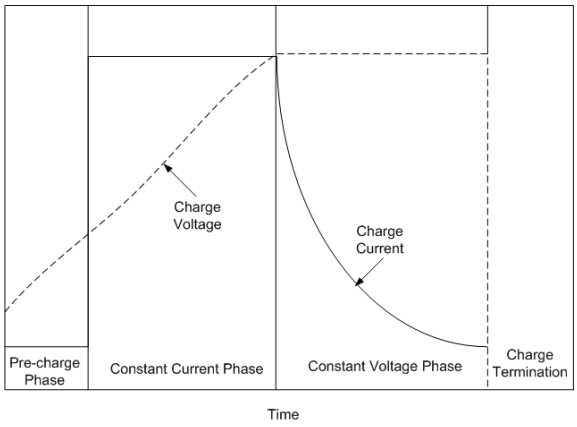


表 3 に、HX3 によってサポートされるダウンストリーム ポート コンフィギュレーション オプションをまとめています。「Blaster Plus ユーザー ガイド」で説明されているように、ポートはサイプレスの Blaster Plus ユーティリティを使って設定できます。

HX3 はグローバルおよび独立した (それぞれの個別ポート用) ポート パワーコンフィギュレーション オプションの両方を提供して充電サポート (SDP, CDP または DCP) を制御します。グローバル コンフィギュレーション オプション「*BC_ENABLE*」はすべてのダウンストリーム ポートの充電サポートを制御するために使用されます。このビットがクリアされた時、すべてのダウンストリーム ポートは SDP として動作します。

「*BC_ENABLE*」が「1」にセットされた時、それぞれの個別のダウンストリーム ポートの充電サポートはポートのコンフィギュレーション オプション「*DCP_EN*」と「*CDP_EN*」によって異なります。デフォルトのコンフィギュレーション設定は表 3 に示されています。

表 3. HX3 ダウンストリーム ポート上の充電コンフィギュレーション オプション

BC_ENABLE	ポート BC コンフィギュレーション		ポート タイプ
	DCP_EN	CDP_EN	
0	X	X	SDP
1	0	0	SDP

BC_ENABLE	ポート BC コンフィギュレーション		ポート タイプ
	DCP_EN	CDP_EN	
1	0	1	CDP
1	1	X	Apple / DCP

異なる充電コンフィギュレーション間の HX3 切り替え

内部設定 (表 3) に応じて、HX3 ダウンストリーム ポートは、HX3 がホストに接続された時、SDP, CDP または DCP として機能します。ホストから切断した時、ダウンストリーム ポートは DCP (Ghost Charge) として機能します。

HX3 は、アップストリーム接続で変更を検出した時、そのダウンストリーム ポートの役割を変更し、そのダウンストリーム ポート上の接続したデバイスに、HX3 ポート タイプに適合するように役割を切り替える機会を与えます。BC v1.2 仕様に応じて、HX3 は以下の手順に従って、HX3 がダウンストリーム ポートの役割を変更した時、接続したポータブル デバイスに充電メカニズムを再度交渉させます。

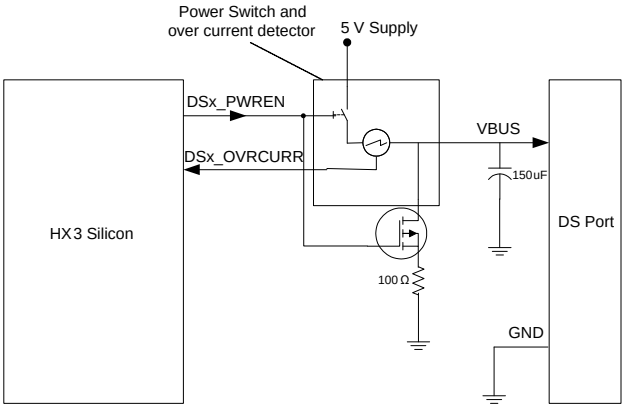
- VBUS の駆動を停止する
- 600 ms で待つ
- VBUS の駆動を開始する

VBUS が停止した後、600 ms の待機時間 (つまり a) VBUS が駆動されない- T_{VLD_VLKG} (500 ms) と b) VBUS が再適用 - T_{VBUS_REAPP} (100 ms) という、仕様によって許可される時間を組み合わせる) により、ダウンストリーム ポートの VBUS は V_{BUS_LKG} (0.7 V) に放電することができます。

ハブ システム設計では、接続されたポータブル デバイスが T_{VLD_VLKG} の時間で VBUS を放電しないため、ハブが自分でダウンストリーム ポート上の VBUS に放電パスを与え VBUS_LKG 以下の電圧まで放電することが推奨されます。この放電は、接続した非充電状態のデバイスに VBUS パワー サイクルも確保します。

放電メカニズムは図 6 の強化である図 8 に示されています。図 8 に示されているように、VBUS 放電は、VBUS (電源スイッチの出力) を 100Ω の放電抵抗およびトランジスタ (FET) を介してグランドに接続することで行われます。

図 8: VBUS 放電パスを持つ HX3 ダウンストリームポート電源接続



パワー イネーブルのアサートが解除された時、放電パスはオンにされます。それは、内蔵放電機能を備えた電源スイッチを使用して行えます。図 8 に、USB 仕様に従った突入電流要件を満たすダウンストリーム ポートの VBUS 出力の 150 µF コンデンサも示しています。

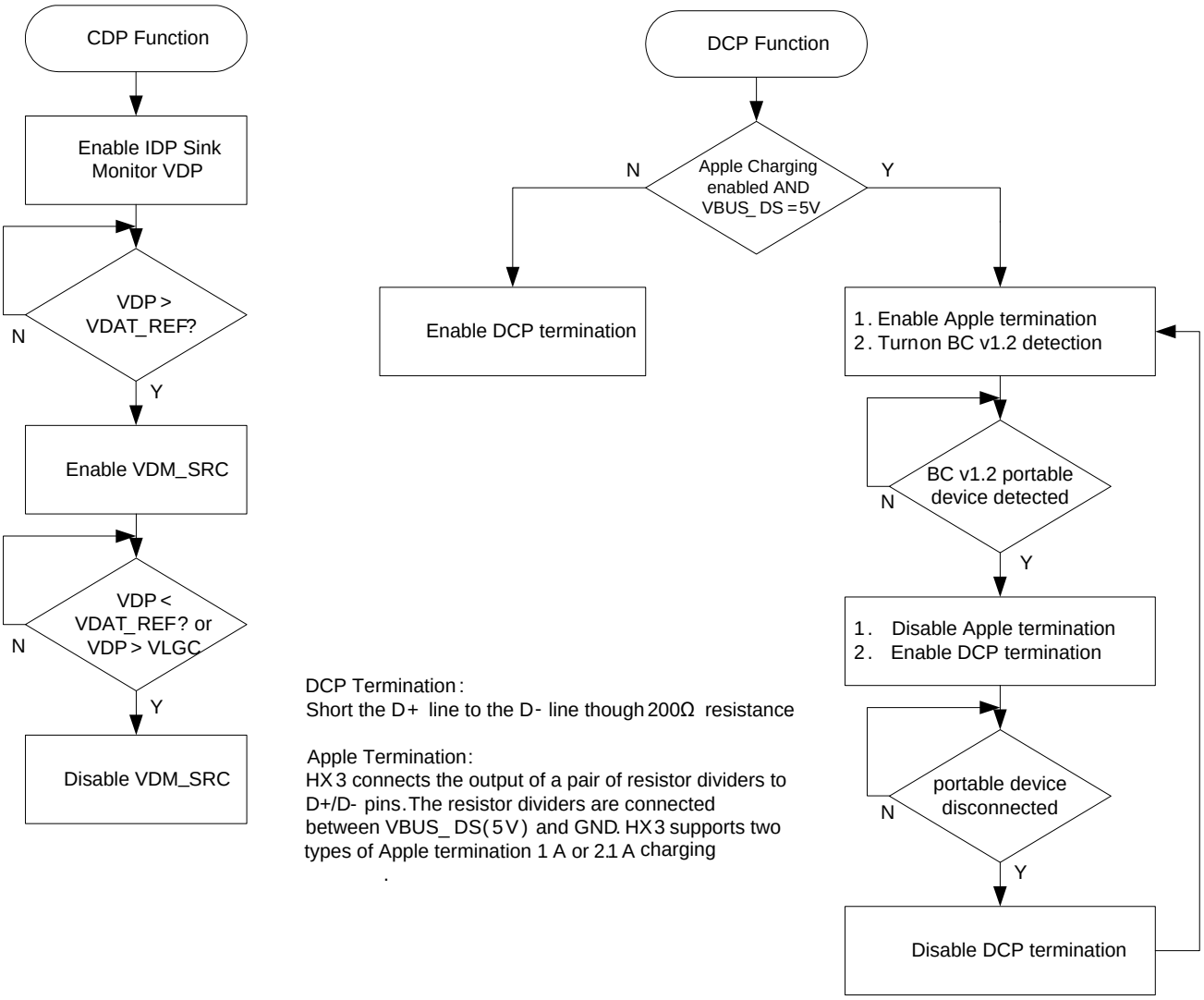
ホスト接続の変更が検出されるたびに、HX3 は表 3 に示される充電器コンフィギュレーションを評価して、上述の役割変更手順に従ってその役割を切り替えます。

HX3 が異なる充電方式間で切り替える条件およびシーケンスは図 9 に示されています。図 9 で言及される CDP および DCP 機能は図 10 で詳細に説明されます。

図 9: HX3 が充電方式の間で切り替えるフローチャート



図 10: HX3 充電器ハンドシェーク手順のフローチャート



アップストリーム ポート上の HX3 充電サポート

ハブのアップストリーム ポートは標準ハブ アップストリーム ポートまたは ACA-Dock ポートとして動作できます。HX3 製品ファミリは両方の変形で使用可能です。ACA-Dock 機能に対応する製品を選択するには、HX3 データシートでの製品セレクタ ガイドを参照してください。

標準ハブ アップストリーム ポート: 標準ハブ アップストリーム ポートは VBUS を監視して、ホストまたはハブに接続されるデバイスを検出します。バスパワー ハブは VBUS をその動作用の電源として使用します。

ACA-Dock: 標準ハブはアップストリーム ホストに接続して、ダウンストリームに接続されたデバイスの充電を可能にします。ACA-Dock は (アップストリーム) ホストを充電する機能を追加します。これにより、USB ホストを持つポータブル デバイス (タブレットなど) が普通のようにその USB ペリフェラルに接続し、ACA-Dock (HX3) がホストとペリフェラルを同時に充電することができます。

したがって、ACA-Dock は、ホストから VBUS 電源を受け取る標準ハブとは対照的に、アップストリーム ポート (ホスト) に VBUS 電源を供給します。ACA-Dock は ID ピンと呼ばれる USB コネクタ上の 5 番目のピンを使用して検出されます。ACA-Dock は RID_A (BC v1.2 仕様に従うと、124 kΩ である) を持つ ID ピンをグランドに接続する必要があります。したがって、ACA 機能に対応するポータブル デバイスはホストとして動作して、VBUS から電流を取ることができます。

標準ポートと ACA-Dock のシステム設計の違い点は図 11 に示されています。ACA-Dock として動作するように設定された時、HX3 はダウンストリーム ポートと同じ電源制御をアップストリーム ポートに提供します。

HX3 は、パワー イネーブル (US_PWREN) 信号を提供して、5 V 供給源とアップストリーム ポートの VBUS の間に接続された電源スイッチを制御します。また、過電流インジケータ (US_OVCURR) を受け取って、過電流フォルトがアップストリーム ポートで発生した時、電源をオフにします。

図 11 では、標準アップストリーム ポート実装の場合、アップストリーム ポート VBUS 内の抵抗分周器は、VBUS がアップストリーム ホストまたはハブによってオフにされた時、ラインの高速な放電を可能にすることに注意が必要です。

アップストリーム ポータブル デバイスにそれが ACA-Dock に接続されたことを通知するために、HX3 は以下のように V_{DM_SRC} (0.6 V) を D-で出力します。

- D+と D-ラインが $T_{CP_VDM_EN}$ (200 ms) の期間でアイドル J の状態であれば、HX3 は V_{DM_SRC} の出力を開始します。アイドル J は、ロー スピードの場合、D- > VIHZ (最小) かつ D+ < VIL (最大)、フル スピードの場合、D+ > VIHZ (最小) かつ D- < VIL (最大)であることに注意してください。
- HX3 は、D+と D-ライン上の如何なる USB 動作の $T_{CP_VDM_DIS}$ (10 ms) の間で V_{DM_SRC} の出力を停止します。

図 12 に示されるフローチャートは、ポータブル デバイスが、ACA-Dock に接続されて、ホストとして動作して、それと同時に充電できることを検出することを可能にする HX3 ACA-Dock ネゴシエーション手順を示しています。

HX3 で ACA-Dock 機能を実装することに関するさらに詳細な情報については、Knowledge Base Article を参照してください。

図 11: 標準ポート (左側) および ACA-Dock (右側) 用の HX3 アップストリーム ポート システム設計

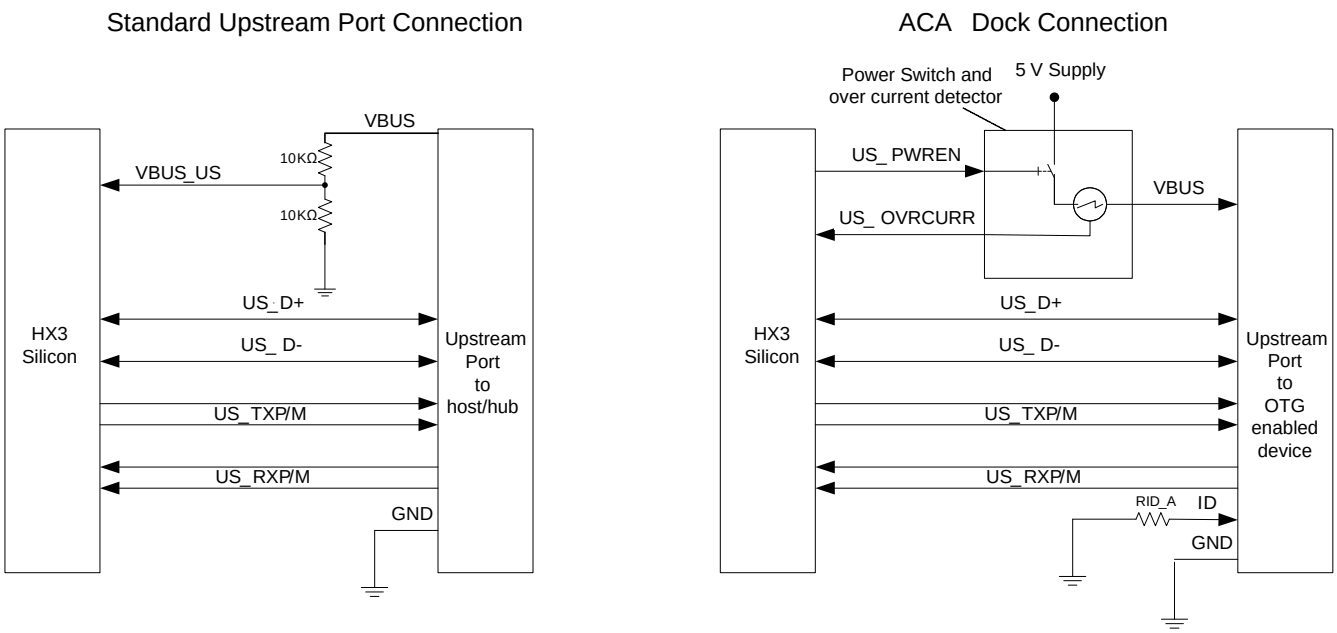
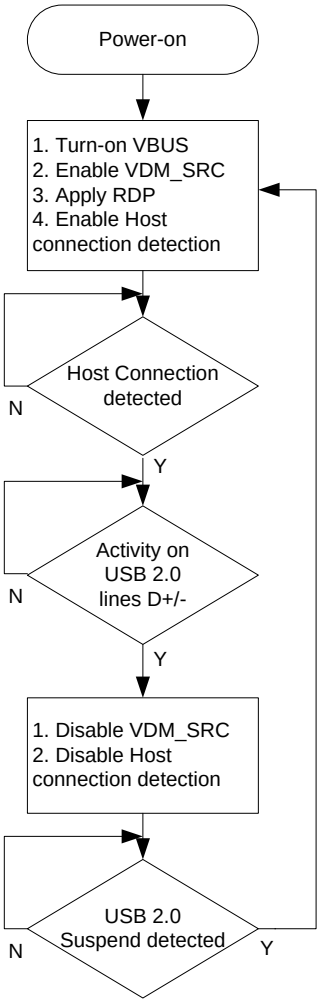


図 12: HX3 ACA-Dock 合致手順



Ghost Charge™

Ghost Charge は、アップストリーム ポートがホストに接続されないか、またはホストがハイバネート モードにある時に、HX3 のダウンストリーム ポートがデディケーティッド チャージング ポートとして動作することを可能にするサイプレス独自の機能です。

他のバッテリ充電機能と同様に、この機能はすべての DS ポート用に全体的に有効にされるか、またはそれぞれのダウンストリーム ポート用に独立して有効にされます。Ghost Charge のコンフィギュレーション オプションは表 4 に示されています。

グローバル「*GHOST_CHARG_EN*」コンフィギュレーション ビットが「1」にセットされた場合、すべてのダウンストリーム ポートは Ghost Charge が有効にされます。個別ダウンストリーム ポートで Ghost Charge を有効にするために、個別の DS ポートのグローバル バッテリ チャージング イネーブル ビット「*BC_ENABLE*」と DCP イネーブル ビット「DCP_EN」は両方とも「1」にセットする必要があります。HX3 のデフォルト コンフィギュレーションでは、表 4 のハイライトされた行に示されているように、すべてのダウンストリーム ポートは Ghost Charge を有効にするように設定されます。ユーザーは、ハイバネート モード中に充電を防止するために、Ghost Charging を無効にしたいことがあります。

HX3 で Ghost Charge 機能を有効 / 無効にする指示については、Blaster Plus ユーザー ガイドの節 3.3 を参照してください。

表 4. ホストが接続されない時の DCP としての HX3 ダウンストリーム ポート コンフィギュレーション

グローバル コンフィギュレーション		ポート BC コンフィギュレーション	Apple / DCP
GHOST_CHARGE_EN	BC_ENABLE	DCP_EN	
0	0	X	N
0	1	0	N
0	1	1	Y
1	X	X	Y

Blaster Plus ツールによる多種の充電メソッドのコンフィギュレーション

Blaster Plus ユーティリティは、HX3 内のコンフィギュレーション ビットを変更し、更新されたコンフィギュレーションを HX3 I^2C バスに接続された I^2C EEPROM に保存するために使用されます。電源投入時、HX3 は、EEPROM の内容を読み出し、デフォルト コンフィギュレーションを上書きます。表 5 は、Blaster Plus ユーティリティの使用による変更可能な充電関連 HX3 コンフィギュレーション オプションの一覧です。

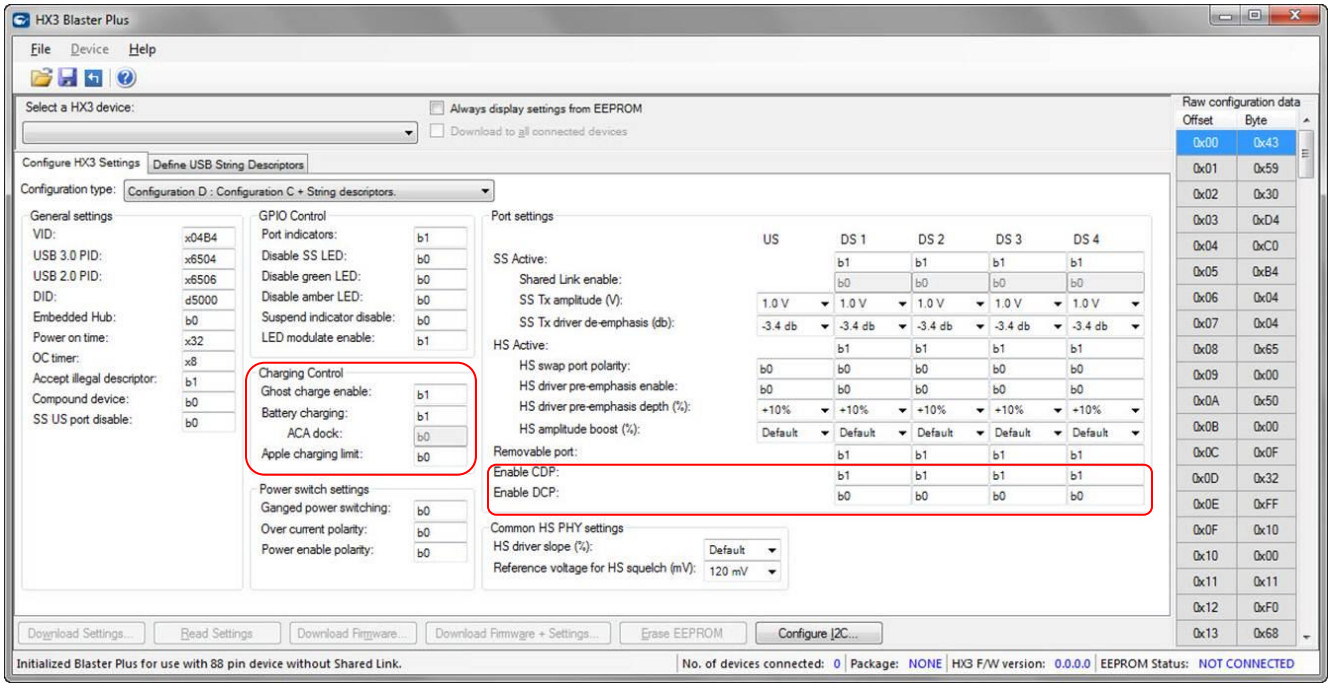
この表の「許可アクセス」フィールドは、セット / クリア可能な機能とオプションを示します。例えば、ACA-Dock 機能を備えていないデバイスでは、この機能は設定不可です。しかし、ACA-Dock 機能を備えたデバイスの場合、Blaster Plus を使ってこの機能を無効にすることができます。

表 5. Blaster Plus による HX3 充電コンフィギュレーション オプション

コンフィギュレーション		デフォルト値	許可アクセス	
			「1」にセット	「0」にセット
グローバル コンフィギュレーション	ACA_DOCK	デバイス固有	N	Y
	GHOST_CHARGE_EN	1	N	Y
	BC_ENABLE	1	N	Y
	APPLE_XA	0	Y	Y
ポート単位の コンフィギュレーション	DCP_EN	0	Y	Y
	CDP_EN	1	Y	Y

図 13 に示すように、Blaster Plus ツールで HX3 デバイスから読み出されたデフォルト値を表示します。変更不可能なオプションは灰色で表示されています。ツールの起動と EEPROM のプログラムについての詳細は、Blaster Plus ユーザー ガイドを参照してください。

図 13. Blaster Plus で表示されている充電コンフィギュレーション オプション



HX3 開発キット

以下の HX3 開発キットは HX3 機能を評価するために使用可能です。

- CY4609 – HX3 68QFN 開発キット
- CY4603 – HX3 88QFN 開発キット
- CY4613 – ACA-Dock 機能を備えた HX3 88QFN 開発キット

表 6 は、これらのキットの電源制御とバッテリ充電機能の比較表です。

表 6. HX3 キットの電源制御とバッテリ充電機能の比較表

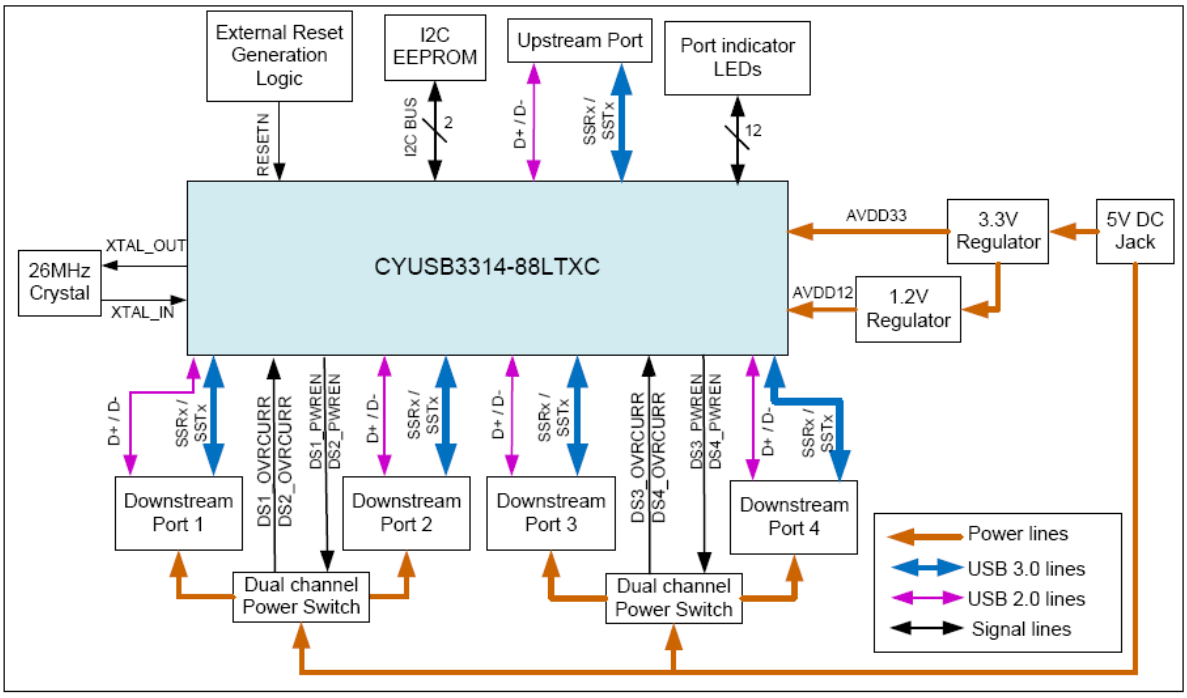
特長	HX3 開発キット (DVK)		
	CY4609	CY4603	CY4613
HX3 型番	CYUSB3304-68LTXC	CYUSB3314-88LTXC	CYUSB3328-88LTXC
ダウンストリーム ポートの電源制御モード	ギャング	独立	独立
キットに内蔵した AC 電源アダプタ	5 V, 4 A	5 V, 4 A	12 V, 3 A
バッテリ充電 – CDP モード	有	有	有
バッテリ充電 – SDP モード	有	有	有[2]
バッテリ充電 – DCP モード	有	有	有 2
Apple Charging – 1 A モード	有	有	有 2
Apple Charging – 2.1 A モード	有	有	有 2
Ghost Charge モード	有	有	有 2
アップストリーム ポートの ACA-Dock モード	無	無	有
ダウンストリーム ポートへの電源スイッチ	有すべてのダウンストリーム ポートを制御する電源スイッチ 1 個あり	有独立電力モード用のデュアル チャネルの電源スイッチ 2 個あり	有独立電力モード用のデュアル チャネルの電源スイッチ 3 個あり
アップストリーム ポートへの電源スイッチ	無	無	有
ダウンストリーム ポートの最大充電電流[3]	4.85 A (すべて 4 つのダウンストリーム ポートの合計電流)	2.1 A (1 ダウンストリーム ポート当たり電流)3	2.1 A (1 ダウンストリーム ポート当たり電流)3
アップストリーム ポートの最大充電電流 3	該当なし	該当なし	2.1A3

[2] CY4613 では、バッテリ充電機能は USB 3.0 規格ポート、USB 2.0 規格ポートのみでサポートされています。Shared Link™スーパースピード ポートではサポートされません。(Shared Link は、サイプレス特有の機能であり、USB ポートを 2 倍にして、4 ポート ハブを 8 ポート ハブにします。詳細は、HX3 データシートを参照してください。

[3] CY4609 と CY4603 キットは、5 V、4A AC アダプタを持っています。所与の AC アダプタの場合、すべてのダウンストリーム ポートの総充電電流が 3A を超えてはなりません。CY4613 キットは、もっと高い電力関連要件に対応する 12 V、3A AC アダプタを持っています。この AC アダプタの場合、すべてのダウンストリームとアップストリーム ポートの総充電電流は 5A を超えてはなりません。もっと高い充電電流が必要な場合、より高い容量の AC アダプタを使用することをお勧めします。

CY4603 キット上のバッテリ充電ハードウェアの実装

図 14. CY4603 DVK ブロック図



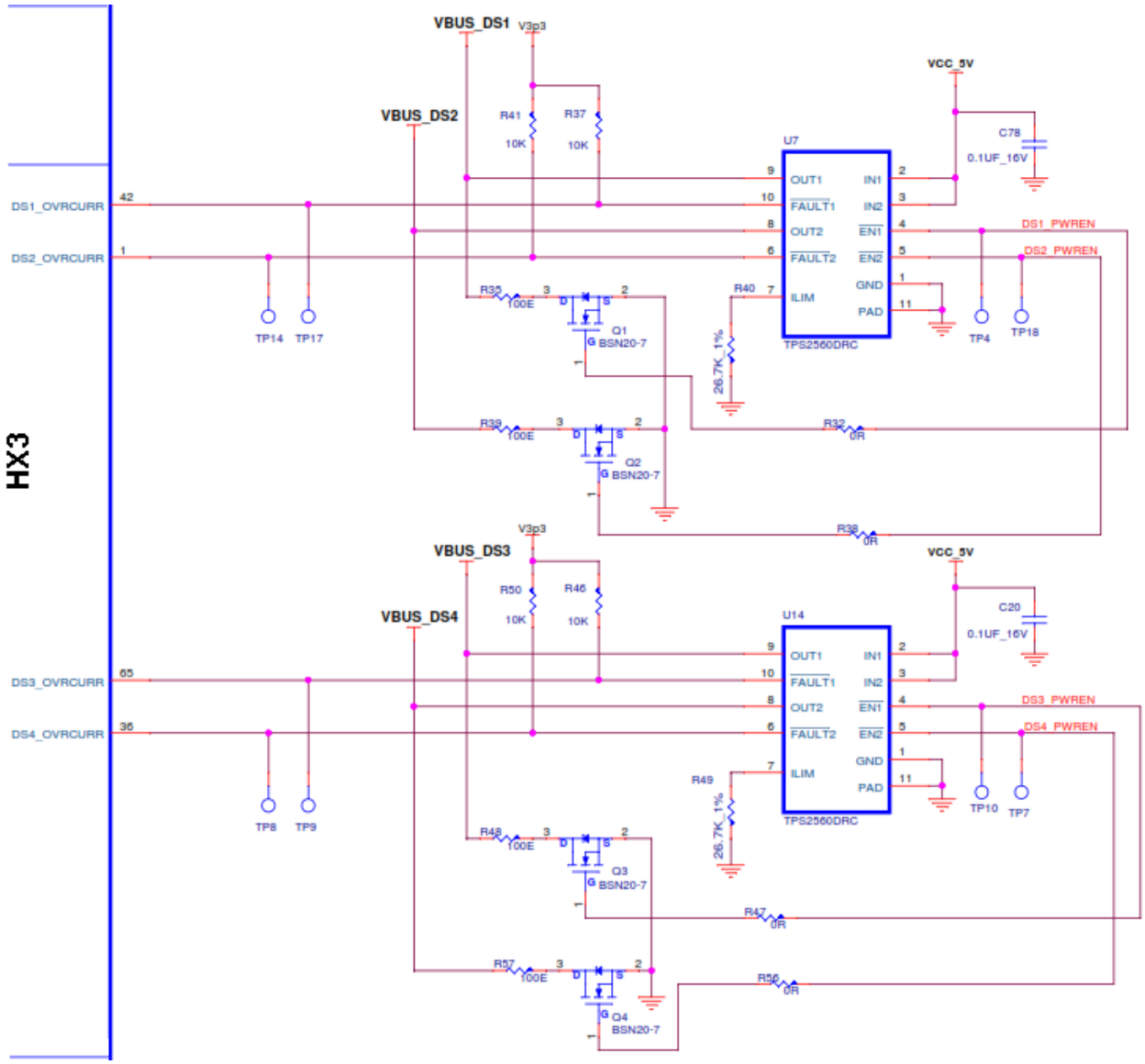
CY4603 キットは、全てのダウンストリーム ポートが BC v1.2, Ghost Charge および Apple チャージングを備えられています。図 14 に示すように、CY4603 は 2 個のデュアル チャネルの電源スイッチを使用しています。これにより、各ダウンストリーム ポート上の過電流状態の監視が可能になり、また過電流状態が発生した場合、そのポートを無効にすることもできます。

ハードウェア設計上の注意事項

図 15 では、CY4603 キットのバッテリ充電回路を示します。このセクションで説明されているハードウェア例は 88-QFN デバイス (CYUSB3314) 向けです。

すべての適用可能な場合に対して、他のキットとデバイスの注意事項は独立して触れられます。他のキットの詳細については、全ての HX3 キットの共通点について説明する HX3 DVK ユーザー ガイドを参照してください。

図 15: CY4603 上の電源スイッチ実装



ハードウェア関連推奨事項

1: 電源スイッチの選択: DSx_PWREN と DSx_OVRCURR という HX3 ピンは外付け電源スイッチとインターフェースします。これらピンは、電源スイッチを制御し、過電流状態を検知するするために使用されます。電源スイッチによりダウンストリーム ポートへの最大電流をコンフィギュレーションすることができます。過電流の限界を設定する詳細については、選択された電源スイッチのデータシートを参照してください。

ダウンストリーム ポートに必要な最大電流に応じて電源スイッチを選択する必要があります。CY4603 キットは、独立した電力モードで動作し、ダウンストリーム ポートの電流はキットでは 2.1 A に限定されます。このキットは、デュアル チャネルの電源スイッチ (型番 –「TPS2560DRC」) を使用するため、各チャネルへ 2.8 A の出力電流を駆動することが可能になります。

CYUSB330x デバイスは、1 つの電源スイッチですべてのダウンストリーム ポートへの電源を制御することを可能にするガング電源モードを備えています。CY4609 キットは、シングル チャネルの電源スイッチ (型番 –「TPS2556DRBT」) を使用します。CY4609 キットの電源スイッチへの出力電流の最高限界は、4.85 A です。

2: DSx_PWREN と DSx_OVRCURR 上のプルアップとプルダウン: DSx_PWREN と DSx_OVRCURR ピンのアクティブ ステート時の極性は、電源スイッチ関連要件に応じて HX3 でコンフィギュレーション可能です。電源スイッチがアクティブ HIGH 制御方式を必要とする場合、10 kΩ の抵抗を使って DSx_PWREN を LOW にプルします。一方、電源スイッチがアクティブ LOW 制御方式を必要とする場合、10 kΩ の抵抗を使って DSx_PWREN を HIGH にプルします。

3: 電源: 動作電流を HX3、充電電流をすべてのダウンストリーム ポートへ供給するために主要な電源を慎重に考慮して適用する必要があります。

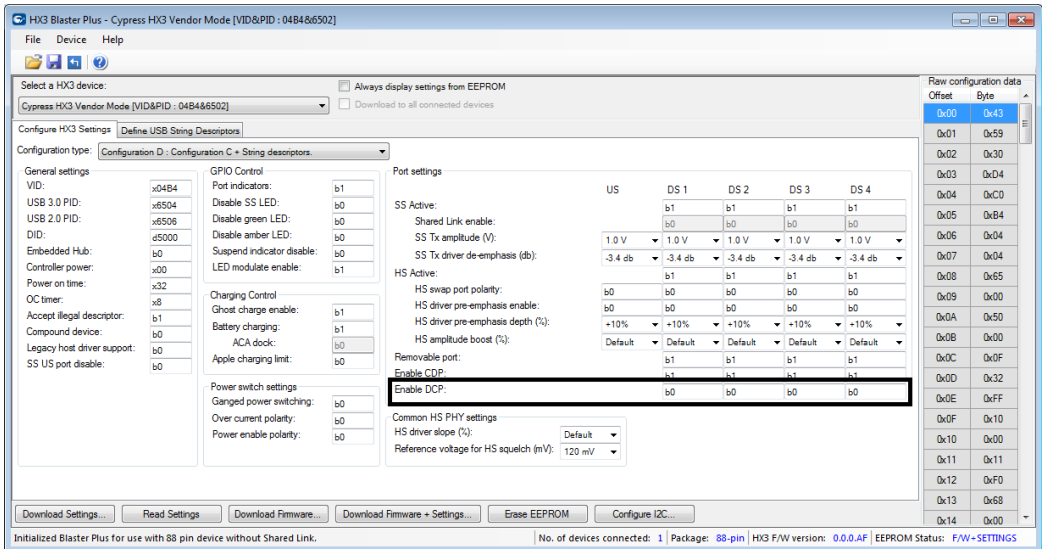
CY4603 キット上のバッテリ充電機能のデモ

CY4603 のバッテリ充電機能のセットアップと実行に関する詳細手順は、CY4603 クイック スタート ガイドに記載されています。

すべての HX3 DVK (CY4609, CY4603, および CY4613) は、ダウンストリーム ポート上の CDP モードに対応するためにコンフィギュレーションされます。ダウンストリーム ポートに接続されているポータブル デバイスの充電に使用される充電メソッド (CDP, SDP) の選択は、「USB-IF BC v1.2 充電標準 付録 B: BC v1.2 検出メカニズム。

デフォルトでは、DCP モードは、HX3 DVK がホストに接続された場合は無効になります。DCP モードはサイプレスの Blaster Plus ツール (図 16) を使用して任意のダウンストリーム ポートで有効にすることができます。Blaster Plus ツールによる HX3 パラメータの更新についての詳細は、Blaster Plus ユーザー ガイドを参照してください。DCP モードが有効になった時、ポートはデータ通信に使用できません。

図 16.「Enable DCP (DCP イネーブル)」時用の Blaster Plus のスクリーンショット



BC v1.2 準拠テスト

BC v1.2 準拠テストは、USB-IF 認定の MQP Packet – Master USB という PET プロトコールと電気テスタを使って行われます。この装置には、BC v1.2 準拠のテスト用ライブラリを格納する GraphicUSB ツールが付きます。準拠テスト手順については、MQP ユーザー マニュアルを参照してください。

HX3 バッテリ充電の限界

USB ベースの充電と充電器検出メソッドは、高速に進化しています。ポータブル デバイス内で充電器の検出に使用されている特定のメカニズムは、デバイス メーカーによって異なり、また同じメーカーの各種デバイスによっても異なります。以下は HX3 バッテリ充電の対応限界のまとめです。詳細については、付録 A: トラブルシューティング ガイドを参照してください。

- Samsung 独自の充電器 (D+/D-ピンが 1.2 V 以下の電圧までバイアスされている)
- Apple 2.4 A 充電器 (D+/D-ピンが 2.7 V までバイアスされている)

まとめ

このアプリケーション ノートでは、まず独自の充電器から現世代のスマートフォン, タブレット, 他のポータブル デバイスのに使用されている USB-IF 準拠の汎用バッテリ充電仕様までの USB バッテリ チャージングの発展について説明しました。その次は、HX3, スーパースピード ハブとそれらの充電機能です。HX3 充電は、現時点の USB 充電仕様に準拠しており、Ghost Charge および ACA-Dock などのユニークな機能をサポートします。電源スイッチ, コネクタおよびケーブルでの電力損失を最小化して、最大の電力をデバイスへ供給できることを確保するために HX3 システム デザイン ガイドラインとトラブルシューティング ガイドの両方とも説明します。

USB ポートが 10W 未満を必要とするチャージング デバイス用の事実上ポートになるため、USB-PD (USB – Power Delivery) という新しい標準は提供されます。この標準では、100 W (および VBUS 20 V) までの電源が供給可能です。サイプレスは、USB-PD を備えて USB ポートを推奨される電源供給オプションにする次世代の製品を提供する事業において良い位置に付けられています。

参考資料

1. HX3 データシート (001-73643)
2. バッテリ充電仕様 rev1.2 (2010 年 12 月 7 日投稿)
3. モバイル テレコミュニケーション端末機器用充電器とインターフェースの技術要件とのテスト メソッド, YD/T 1591-2006 (2006 年 12 月 14 日投稿)
4. ユニバーサル シリアル バス Rev3.1 仕様 (2013 年 7 月 26 日投稿)
5. ユニバーサル シリアル バス Rev2.0 仕様 (2000 年 4 月 27 日投稿)
6. HX3 Blaster Plus ユーザー ガイド (001-90185)

作成者について

氏名:	Hasib Mannil
役職:	システム エンジニア上級スタッフ

付録 A: トラブルシューティング ガイド

このセクションでは、HX3 バッテリ充電対応に関するよくある質問に回答します。

1. HX3 のバッテリ充電能力とその限界は何ですか?

   HX3 のバッテリ充電電流の限界はありません。ダウンストリーム ポートとダウンストリーム ポートの充電電流は、「HX3 バッテリ充電機能」のセクションで説明した外部電源スイッチにより制御されます。

   各種バッテリ充電メソッドは表 7 でまとめます。

表 7. 各種バッテリ充電器の充電電流供給能力

バッテリ充電器	最大充電電流	CY4609, CY4603, および CY4613 キット 最大充電電流
BC v1.2 (チャージング ダウンストリーム ポート)	1.5 A	1.5 A
カスタム BC v1.2 (チャージング ダウンストリーム ポート)	1.5 A	1.5 A (問い 2, 3 を参照)
Apple チャージング (1 A モード)	1 A	1 A
Apple チャージング (2.1 A モード)	2.1 A	2.1 A
Apple チャージング (2.4 A モード)	2.4 A	該当なし
Samsung チャージング スタンダード	2.4 A	1.5 A
ACA-Dock (アップストリーム チャージング)	1.5 A	1.5 A
(デディケーティッド チャージング ポート)	1.5 A	1.5 A (問い 2, 3 を参照)
YD/T 1591-2006	1.5 A	1.5 A (問い 2, 3 を参照)
スタンダード USB 3.0 DS ポート	900 mA	900 mA
スタンダード USB 2.0 DS ポート	500 mA	500 mA

2. カスタム BC v1.2 チャージングとは? HX3 はどのようにカスタム チャージングに対応しますか?

   カスタム BC v1.2 チャージング: これは、ダウンストリーム ポートに接続されているデバイスは、自身をチャージング デバイスとして識別しますが、消費電流は、BC v1.2 による 1.5 A 限界 (I_{DEV_CHG}) を超えます。

   HX3 がダウンストリーム ポートに接続されるポータブル デバイスとのハンドシェークに関わりますが、ダウンストリーム ポートに駆動される実際の電流は外付け電源スイッチおよび電源容量によって決まります。

   例えば、CY4603 の回路図をご覧ください。CY4603 キットは、2 個のデュアル チャネル TPS2560 電源スイッチを使用しています。これらのスイッチは、250 mA～2.8 A の範囲内で任意に設定できる変更可能な電流限界設定を持っています。CY4603 キットでは、TPS2560 の電流限界は 2.1 A に設定されます。よって、CY4603 キットが供給する最大電流はポートごとに 2.1 A です。

3. (1.5 A 以上の電流を流す) カスタム BC v1.2 チャージングを使用する時のリスクは何ですか?

   USB 3.1 仕様によって、ダウンストリーム デバイスのコネクタでの VBUS ラインの最大の電圧低下は、最大電流 (900 mA) が VBUS ラインに供給される場合は 450 mV になります。

   450 mV の電圧低下は、以下の抵抗に起因しています:

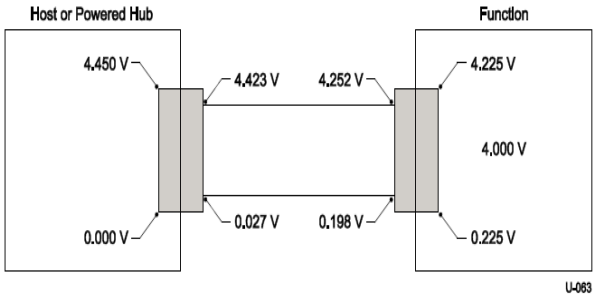
   - コネクタの接触抵抗 (30 mΩ)
   - USB ケーブルの同等の直列抵抗 (3 メーター = 380 mΩ)

   USB 3.0: 最大電圧降下 (電流を 0.9 A と仮定) = 2 * (0.9 A * (190 mΩ + 30 mΩ * 2)) = 450 mV
   BC v1.2: 最大電圧低下 (電流を 1.5 A と仮定) = 2 * (1.5 A * (190 mΩ + 30 mΩ * 2)) = 750 mV

   カスタム BC v1.2: 最大電圧低下 (電流を 2.1 A と仮定) = 2 * (2.1 A * (190 mΩ + 30 mΩ * 2)) = 910 mV

   充電電流により電圧低下値が高くなった場合、発生カスタム BC v1.2 チャージング デザインは、ポータブル デバイスに適切な VBUS 電圧を供給することができないリスクがあります。システム電源は、コネクタとケーブルの抵抗, およびポータブル デバイスの電流要件に起因する、安定した状態での電圧低下を考慮して設計する必要があります。図 17 で、最悪の場合の安定した電圧低下を示します。

図 17. ホストまたはハブからデバイスまでの多くの位置における電圧降下 (最悪場合のトポロジ)



(ソース: USB 3.1 仕様)

4. 2.1 A を超えた電流を駆動するために、CY4609, CY4603, と CY4613 キットをどのように変更しますか?

   出荷時の CY4609, CY4603, および CY4613 キットは、最大電流ソース 2.1 A に対応します。電流 2.4 A の駆動に対応するために、TPS2560 電源スイッチの電流限界を調整してこれらキットを変更することができます。電流限界は、基板搭載の抵抗値を変更してコンフィギュレーションすることができます。

   抵抗を選択: 特定電流の電流制限用抵抗値を設計する詳細は、TPS2560 電源スイッチ データシート (http://www.ti.com/lit/ds/slvs930a/slvs930a.pdf) に掲載しています。

   「表 1: 共通 RILIM 抵抗の選択」では、定格の電流限界と抵抗値のマッピングを定義します。

   CY4609 キット: すべての 4 つのダウンストリーム ポートがより高い電流に対応するために抵抗 R3 を変更します。抵抗のロケーションは、「CY4609 回路図」資料のページ 5 に示されています。

   CY4603 キット: すべての 4 つのダウンストリーム ポートがより高い電流に対応するために抵抗 R40 と R49 を変更します。抵抗のロケーションは、「CY4603 回路図」資料のページ 6 に示されています。

   CY4613 キット: アップストリーム ポートおよびすべてのダウンストリーム ポートがより高い電流に対応するために R3, R5, R10, および R11 を変更します。抵抗の位置は、「CY4613 回路図」のページ 6 に示されています。

5. CY4609, CY4603, CY4613 キットは、ダウンストリーム ポートに接続されるデバイスを最大充電電流では充電しません。それはなぜですか?

   2 つの可能性があります:

   - ダウンストリーム ポートに接続されているデバイスは、受け入れ可能な充電電流を抑制します。バッテリ充電器のまとめについては、問い 1 を参照してください。
   - CY4609, CY4603, および CY4613 で使用される電源は、すべてのダウンストリーム ポートに割り当てられる最大 4 A を駆動できます。すべてのダウンストリーム ポートに接続される CDP 準拠デバイスの場合、各ダウンストリーム ポートへ最大 1 A を駆動できます。

6. ACA-Dock モードで USB 3.0 ホストがアップストリーム ポートに接続された時に HX3 はどのデータ レートに対応しますか?

   HX3 は、USB 3.0 のフル データ レート 5Gbps に対応します。

7. ポータブル デバイスが OTG に対応するかしないかはどのように確認しますか?

   CY4613 キット, ジャンパ J27 を削除し、ジャンパ J27 の中心のピンを J23 の第 4 ピンに短絡します (つまり、RID をグランドに接続します)。CY4613 のアップストリーム ポートに接続されるポータブル デバイスが単独指定する場合、ポータブル デバイスは USB OTG 機能をサポートします。

8. ACA-Dock 機能は、OTG 機能を備えた全てのポータブル デバイスで実行しますか?

   全ての OTG 対応ポータブル デバイスは、ACA-Dock 機能を備えているわけではありません。

   以下の手順で OTG 対応ポータブル デバイスが ACA-Dock 機能に対応するか識別することができます。

   - CY4613 基板が ACA-Dock 機能のためにセットアップされることを確保 (CY4613 クイック スタート ガイド のステップ 9 を参照)
   - ジャンパ J26 を除去
   - CY4613 のアップストリーム ポートに接続し、ジャンパ J26 のピン 1 上の電圧を確認
   - 測定される電圧が 5 V 以下なら、ポータブル デバイスは ACA-Dock 機能に対応;電圧値が約 0 V なら、ACA-Dock 機能に対応しない

   OTG 機能と ACA-Dock モードを備えたポータブル デバイスの期待される動作は同期データ転送とアップストリーム ポートを介した充電です。

   OTG 機能をサポートするが、ACA-Dock モードをサポートしていないポータブル デバイスの期待される動作はアップストリーム ポートを介した充電ではなくデータ転送だけです。

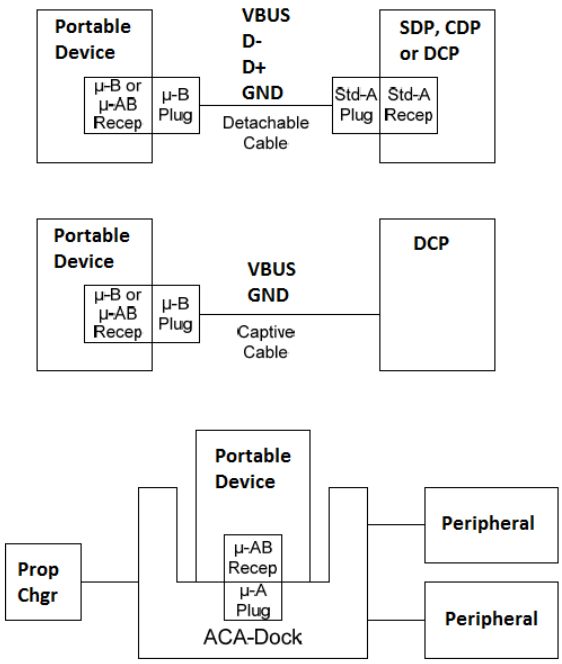
   CY4613 キットにおける ACA-Dock 機能の試験の詳細は、「Knowledge Base Article」を参照してください。

付録 B: BC v1.2 検出メカニズム

この付録では、様々な検出メカニズムとプロトコール、次はポータブル デバイスと BC v1.2 準拠の充電器について紹介します。まず、各種の接続コンフィギュレーションを示します。次は、充電器の検出に必要な様々なメカニズムについて説明します。最後に、SDP とチャージング ポートを、CDP と DCP チャージング ポートを識別するのに必要な手順に触れます。

図 18 で、ポータブル デバイスが SDP またはチャージング ポートに接続する方法の例をいくつか示します。最初の例では、ポータブル デバイスは、スタンダード A[4] - マイクロ B[5]ケーブルを使って SDP, DCP, または CDP に接続されます。第 2 の例では、キャプティブ ケーブルを DCP からポータブル デバイスに接続させます。第 3 の例では、ACA-Dock はポータブル デバイスに接続されます。この場合、ドックからデバイスまでの接続ケーブルはありませんが、ドックにはキャプティブ マイクロ A プラグがあります。ACA-Dock は、図 18 内の「独自の充電器」が指定している電源を必要とします。

図 18. SDP またはチャージング ポートに接続されるポータブル デバイス例



(出典: USB-IF Battery Charging Specification v1.2)

[4] スタンダード A は、ホストまたはハブの「ダウンストリーム ポート」に接続する USB プラグ タイプです。

[5] マイクロ B は、ポータブル デバイスに接続する USB プラグ タイプです。

チャージング ポートの検出

図 18 で、チャージング ポートに接続されている時にポータブル デバイスにより検出される必要がある各種充電器ブロック (CDP, DCP, SDP, ACA-Dock) を示します。充電器ブロックは、以下に示すように 5 つの主な機能を実行します。

VBUS 検出

ポータブル デバイスは、VBUS がポータブル デバイス内の有効セッション用電圧閾値 (0.8 V～4 V) を超えた状態を検出するための有効セッション用コンパレータを持たなければなりません。

データ コンタクト検出 (DCD)

この任意のブロックは、取り付けイベント中にポータブル デバイスのピンが相手と接触したかチェックします。図 19 で示すように、D+上の IDP_SRC (25 μA–175 μA) と D-上の RDM_DWN (15 kΩ) はオンにされます。D+ラインが LOW になるのは、ポータブル デバイスがチャージング ポートかスタンダード ポートに接続されており、その後一次検出はチェックされることを示します。データ コンタクト検出が実装されない場合、ポータブル デバイスが一次検出を実現する前に最大 900 ms の間待ちます。HX3 は、データ コンタクト検出を備えていません。

一次検出

ポータブル デバイスは、スタンダード ポートとチャージング ポートの区別に使用される一次検出を実装するために必要です。

DCP 接続時一次検出

図 20 では、ポータブル デバイスが専用チャージング ポート (DCP) に接続される時の検出メカニズムを示します。このモードでは、ポータブル デバイスが D+上の VDP_SRC (0.5 V～0.7 V) を有効にし、D-上の電圧を確認します。D+と D-は、200Ω 未満の抵抗を使って短絡されるため、D-上の電圧は VDP_SRC に近くなります。D-上の電圧は、VDAT_REF (0.25 V～0.4 V) と比較されます。D-上の電圧が VDAT_REF を超えた場合、ポータブル デバイスは DCP か CDP に接続されます。

CDP 接続時一次検出

図 21 では、ポータブル デバイスがチャージング ダウンストリーム ポート (CDP) に接続される時の検出メカニズムを示します。一次検出中、ポータブル デバイスが D+ラインに VDP_SRC を適用し、IDM_SINK (25 µA～175 µA) を有効にします。ポータブル デバイスは、D-上の電圧を VDAT_REF と比較します。D-上の電圧が VDAT_REF を超えた場合、ポータブル デバイスは自身が DCP か CDP に接続されるか決めるように処理を行います。

ポータブル デバイスが接続されない場合、CDP が次の 2 つのオプションで対応します。最初のオプションでは、CDP 上の VDM_SRC (0.5 V～0.7 V) は、切断してから 200 ms 以内に有効にし、接続してから 10 ms 以内に無効にする必要があります。

第 2 のオプションでは、CDP は、D+上の電圧を VDAT_REF (0.25 V～0.4 V) および VLGC (0.8 V～2 V) と比較します。D+上の電圧が VDAT_REF を上回る、または VLGC を超える場合、D-ライン上の VDM_SRC は無効にされます。D+上の電圧が VDAT_REF を超えますがまた VLGC より低い場合、CDP は D-ライン上の VDM_SRC を有効にします。HX3 は第 2 のオプションに対応します。

SDP 接続時一次検出

図 22 では、ポータブル デバイスがスタンダード ダウンストリーム ポート (SDP) に接続される時の検出メカニズムを示します。一次検出の間、ポータブル デバイスが D+ラインに VDP_SRC を適用し、IDM_SINK を有効にします。D-ライン上の電圧は、RDM_DWN を介して LOW にプルされます。

ポータブル デバイスは、D-上の電圧を VDAT_REF と比較します。SDP に接続される場合、D-ライン上の電圧は VDAT_REF より低くなります。このことは、ポータブル デバイスが SDP に接続されることを示します。

ACA-Dock 接続時一次検出

図 23 では、ACA 検出機能を備えたポータブル デバイスが ACA-Dock に接続される時の検出メカニズムを示します。ACA-Dock は 1 個のアップストリーム ポートと任意のダウンストリーム ポートを持っているドッキング ステーションです。

ACA-Dock が電源供給され、デバイスがそのアップストリーム ポートに接続される場合、マイクロ A プラグは以下のようにバイアスされます。

表 8. マイクロ A プラグ上のピンのバイアス処理

ピン	バイアス処理
VBUS	VCHG (4.75 V–5.25 V)
D+	VDP_UP (3 V–3.6 V)
D-	VDM_SRC (0.5 V–0.7 V)
ID	RID_A (122 KΩ–126 KΩ) [6]
GND	GND

ACA-Dock がそのアップストリーム ポートに接続されるポータブル デバイスへの電源供給の準備ができたため、VBUS ピンが電源供給されます。VBUS が VOTG_SESS_VALID (0.8 V～4 V) を超えるため、ACA-Dock は、1.5 kΩ 抵抗を介して D+を VDP_UP (3 V～3.6 V) にプルします。D+と D-が 200 ms の間非アクティブ (アイドル J ステート) になるたびに ACA-Dock は、D-ライン上の VDM_SRC を有効にします。また、ACA-Dock は、D+および D-ライン上で動作が開始してから 10 ms 以内 VDM_SRC を無効にします。

ACA 検出を備えているポータブル デバイスは、以下の条件で ACA-Dock に接続されるか決定します:

- VBUS > VOTG_SESS_VALID (0.8 V–4 V)
- VLGC_HI (2.0 V–3.6 V) 時の D+
- VDAT_REF (0.25 V–0.4 V) < D- < VLGC (0.8 V–2.0 V)
- RID_A 時の ID

二次検出

二次検出は、ポータブル デバイスにより DCP と CDP の区別に使用されます。900 ms 以内でエニュメレーションする準備ができていないポータブル デバイスは、二次検出に対応するのに必要です。エニュメレーションする準備ができたポータブル デバイスは、二次検出をバイパスすることができます。

DCP 接続時二次検出

図 24 では、ポータブル デバイスが DCP に接続される時の二次検出メカニズムを示します。二次検出中、ポータブル デバイスが D-ラインに VDM_SRC を適用し、IDP_SINK を有効にし、D+ライン上の電圧を VDAT_REF と比較します。D+ライン上の電圧と D-上の電圧は、200Ω 未満の抵抗を介して短絡されるため、D+ライン上の電圧は D-上の電圧と近いため、D+ライン上の電圧は、VDAT_REF を超えます。ポータブル デバイスは、D+ライン上の電圧が VDAT_REF を超えることを検出すれば、DCP に接続されていることを分かるようになります。

[6] スタンダード RID_A 値を備えないポータブル デバイスについては、http://www.cypress.com/?id=4&rID=96822 を参照してください。

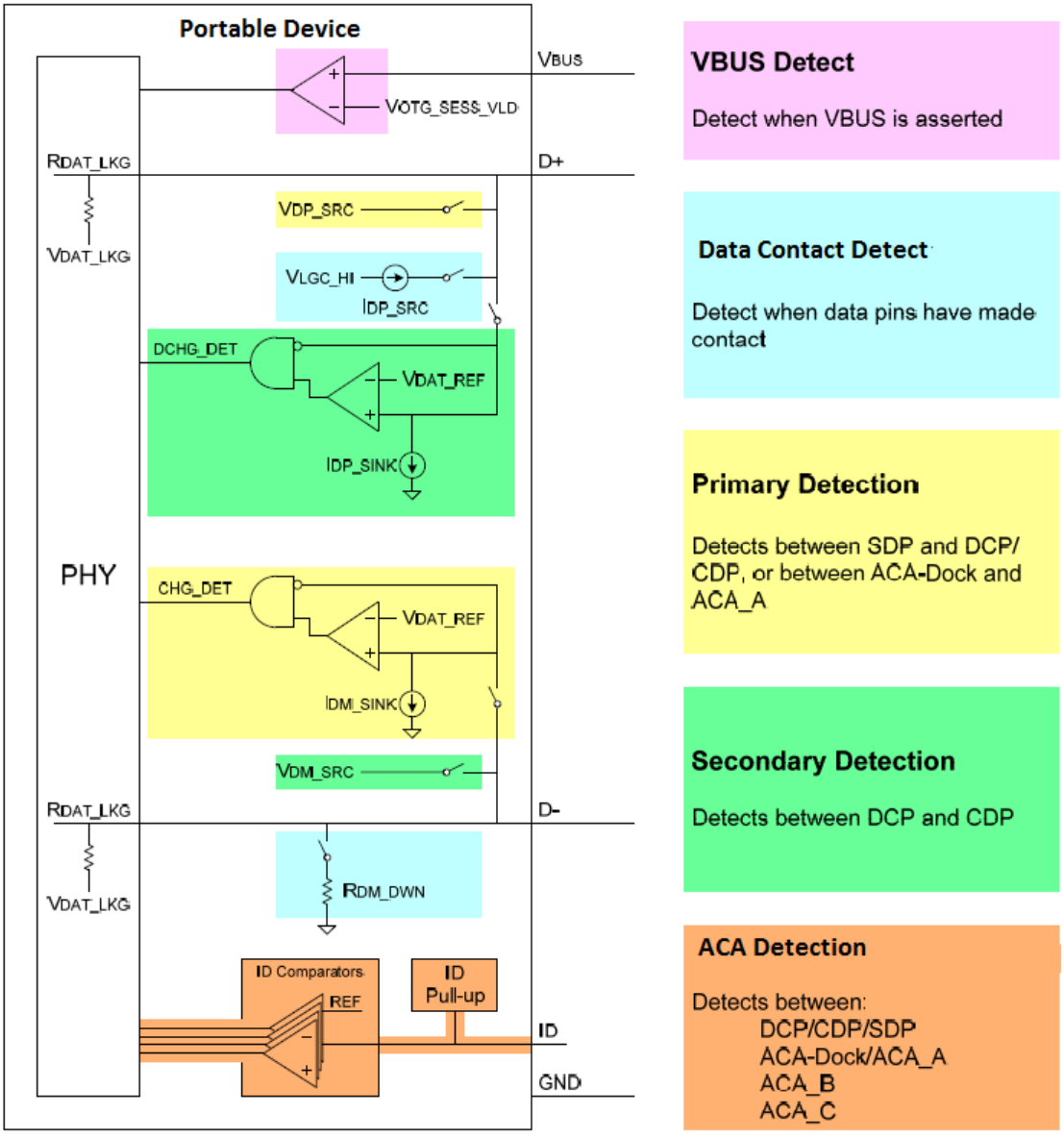
CDP 接続時二次検出

図 25 では、ポータブル デバイスが DCP に接続される時の二次検出メカニズムを示します。二次検出中、ポータブル デバイスが D-ラインに VDM_SRC を適用し、IDP_SINK を有効にし、D+ライン上の電圧を VDAT_REF と比較します。D+ライン上の電圧が RDP_DWN (15 KΩ) を使って LOW にプルされグランド電位に近いことにより、D+ライン上の電圧は VDAT_REF を下回ります。ポータブル デバイスは、D+ライン上の電圧が VDAT_REF を下回ることを検出すれば、CDP に接続されていることを分かるようになります。

ACA 検出

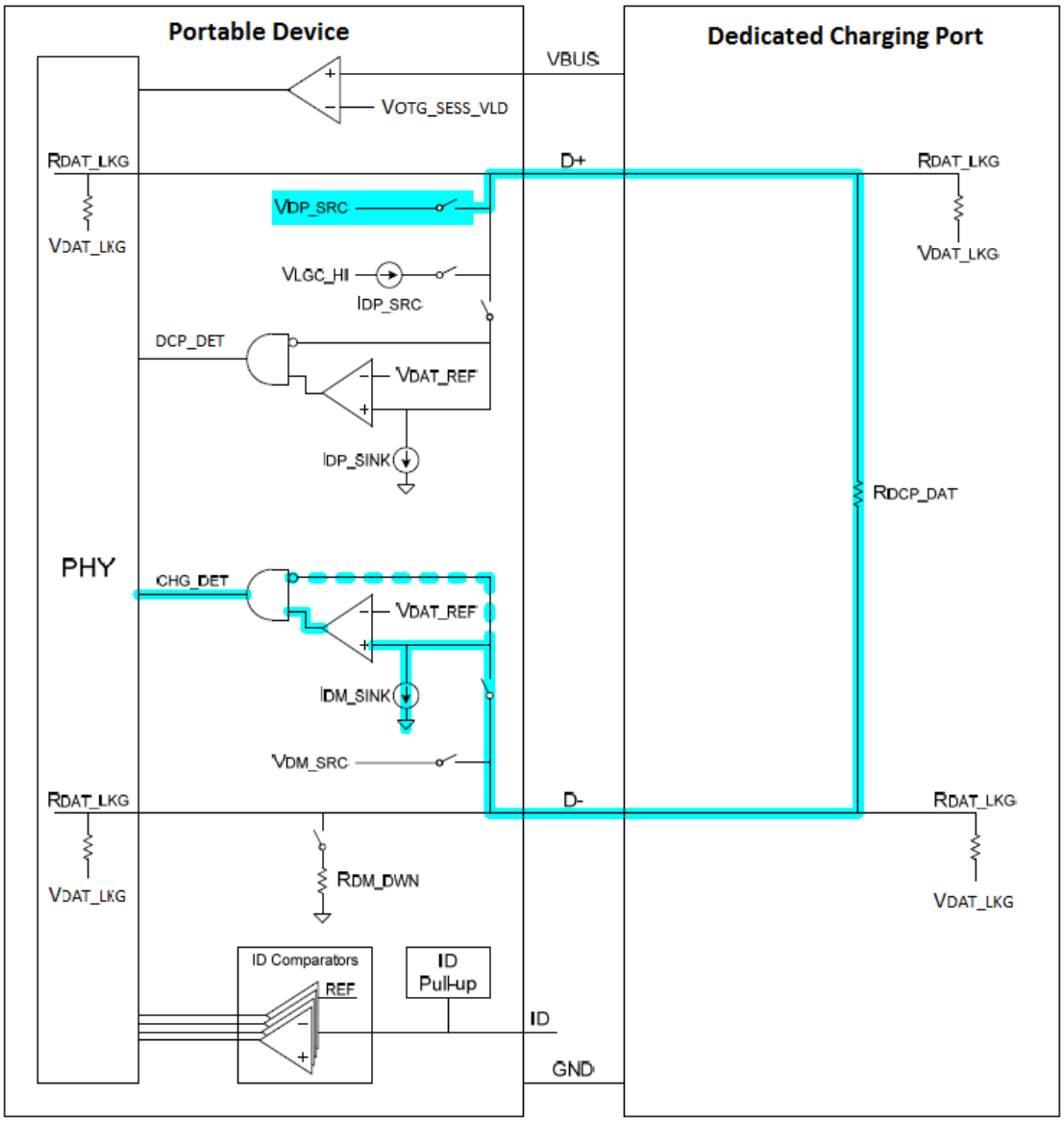
ポータブル デバイスの ACA 検出は任意です。ACA OTG ポートが図 18 (第 3 の例) に示すようにマイクロ A プラグ内にキャプティブ ケーブル終端を装備するため、マイクロ AB コンセントを持っているポータブル デバイスのみは、ACA 検出に対応できます。

図 19. 充電器検出ハードウェア



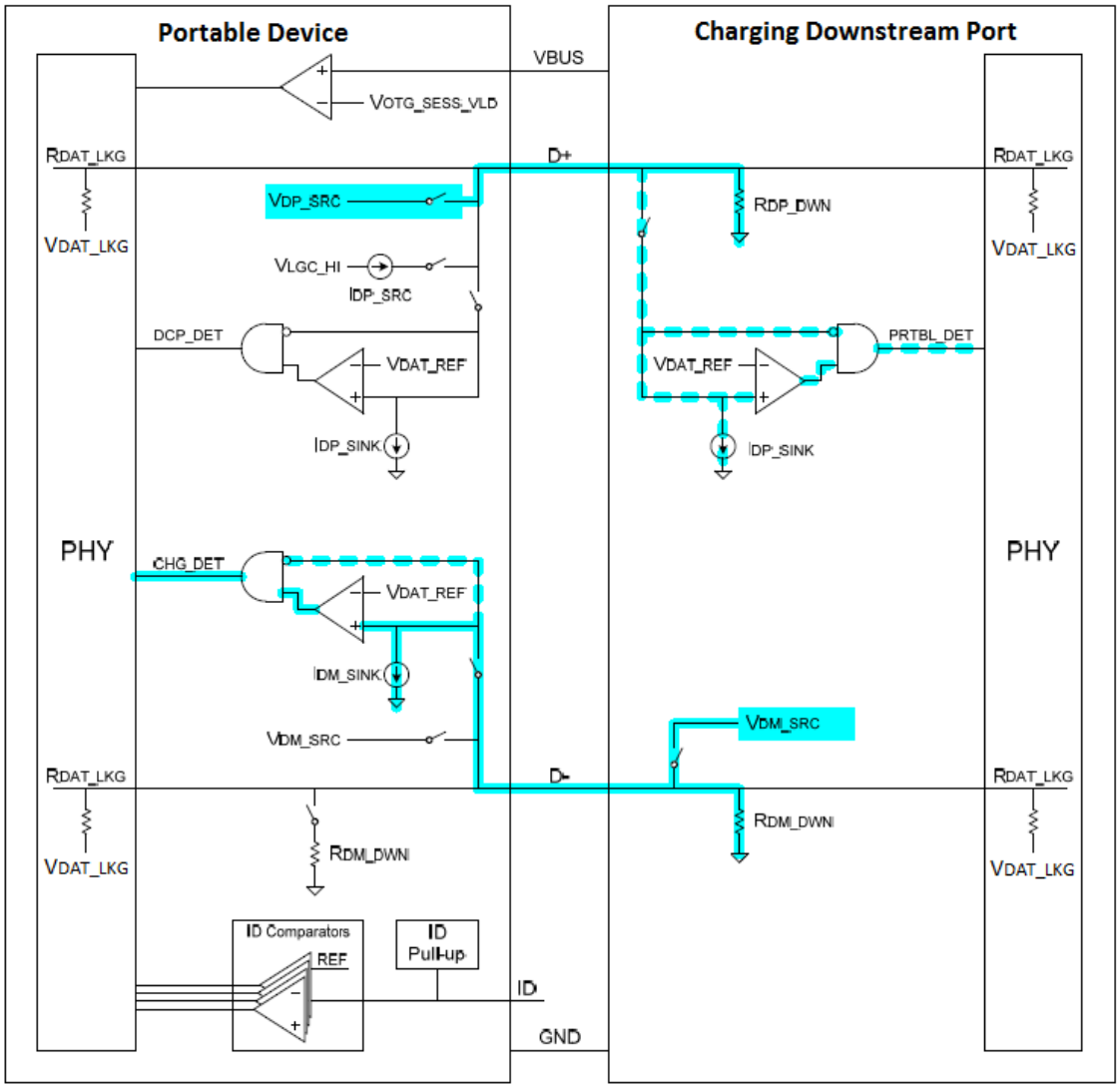
(出典: USB-IF Battery Charging Specification v1.2)

図 20. 一次検出 – DCP



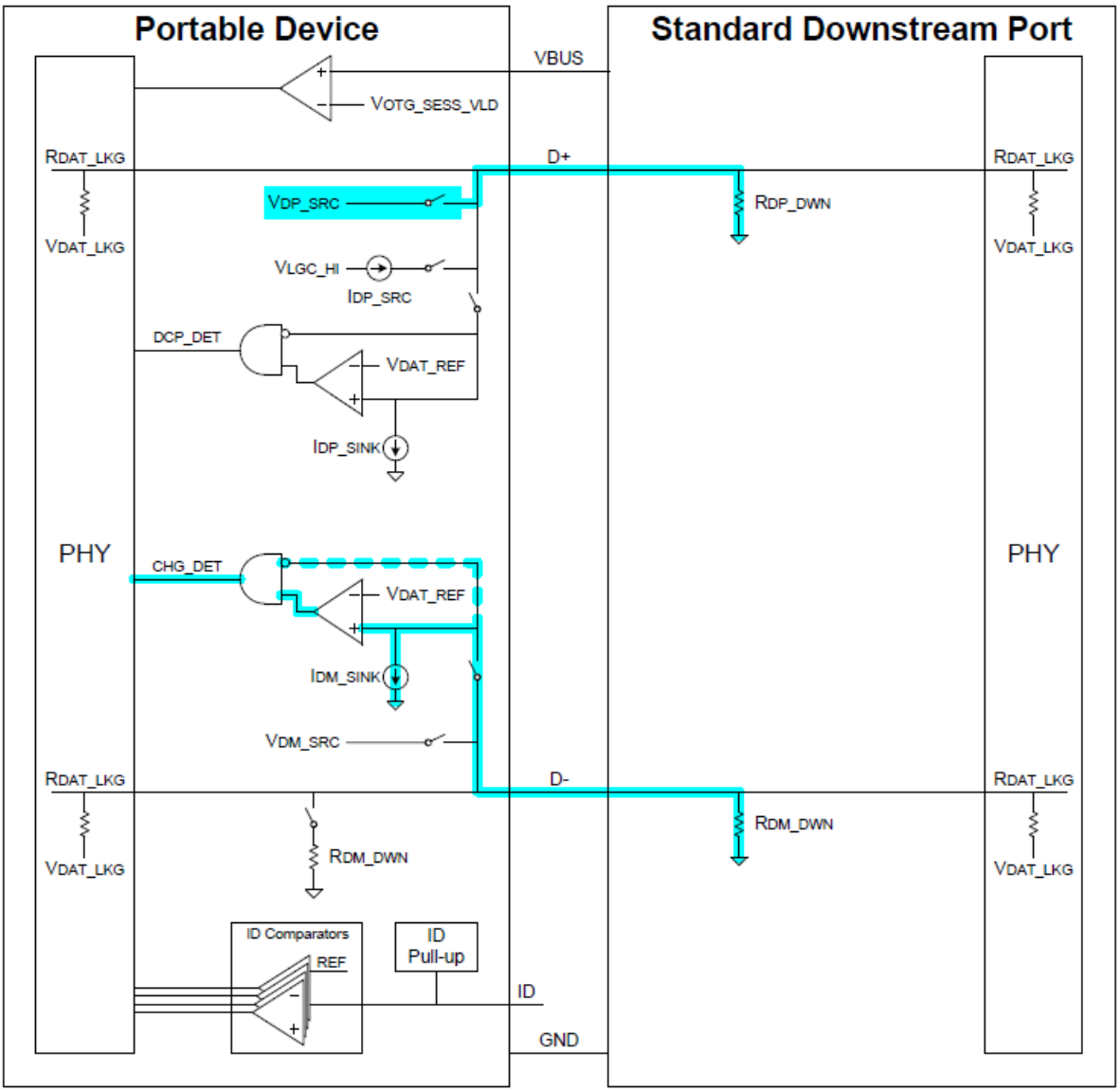
(出典: USB-IF Battery Charging Specification v1.2)

図 21. 一次検出 – CDP



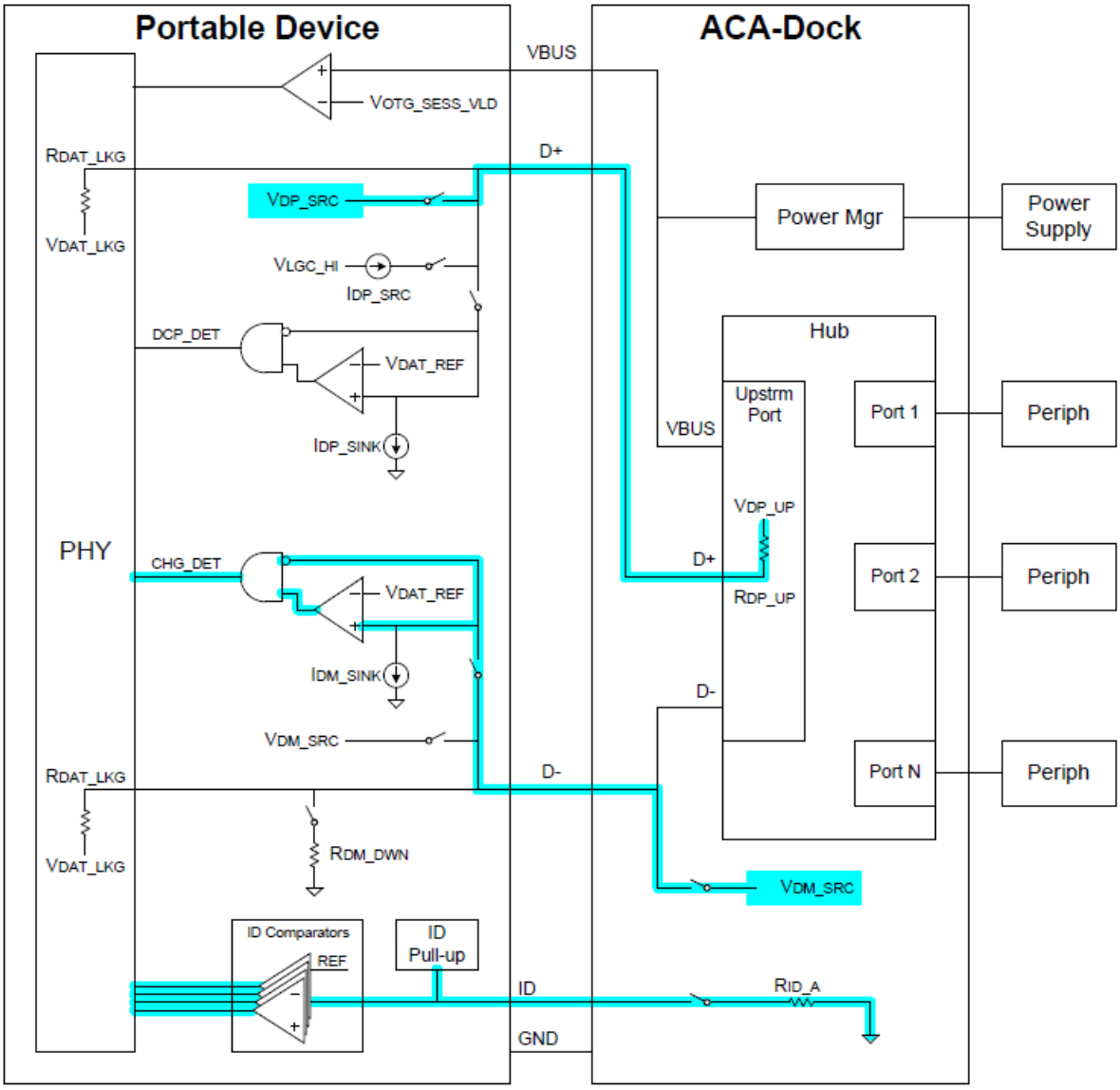
(出典: USB-IF Battery Charging Specification v1.2)

図 22. 一次検出 -- SDP



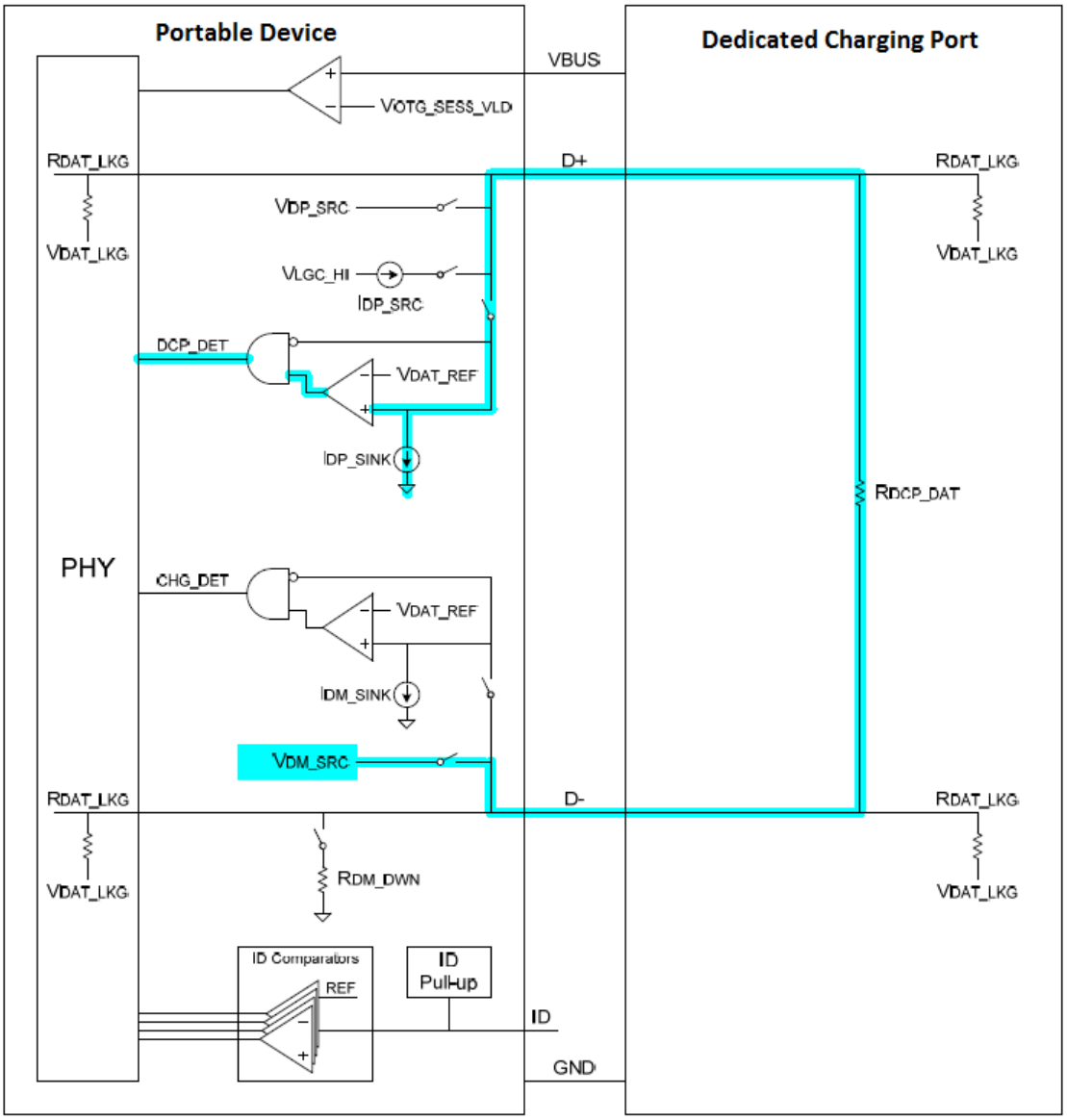
(出典: USB-IF Battery Charging Specification v1.2)

図 23. 一次検出 -- ACA-Dock



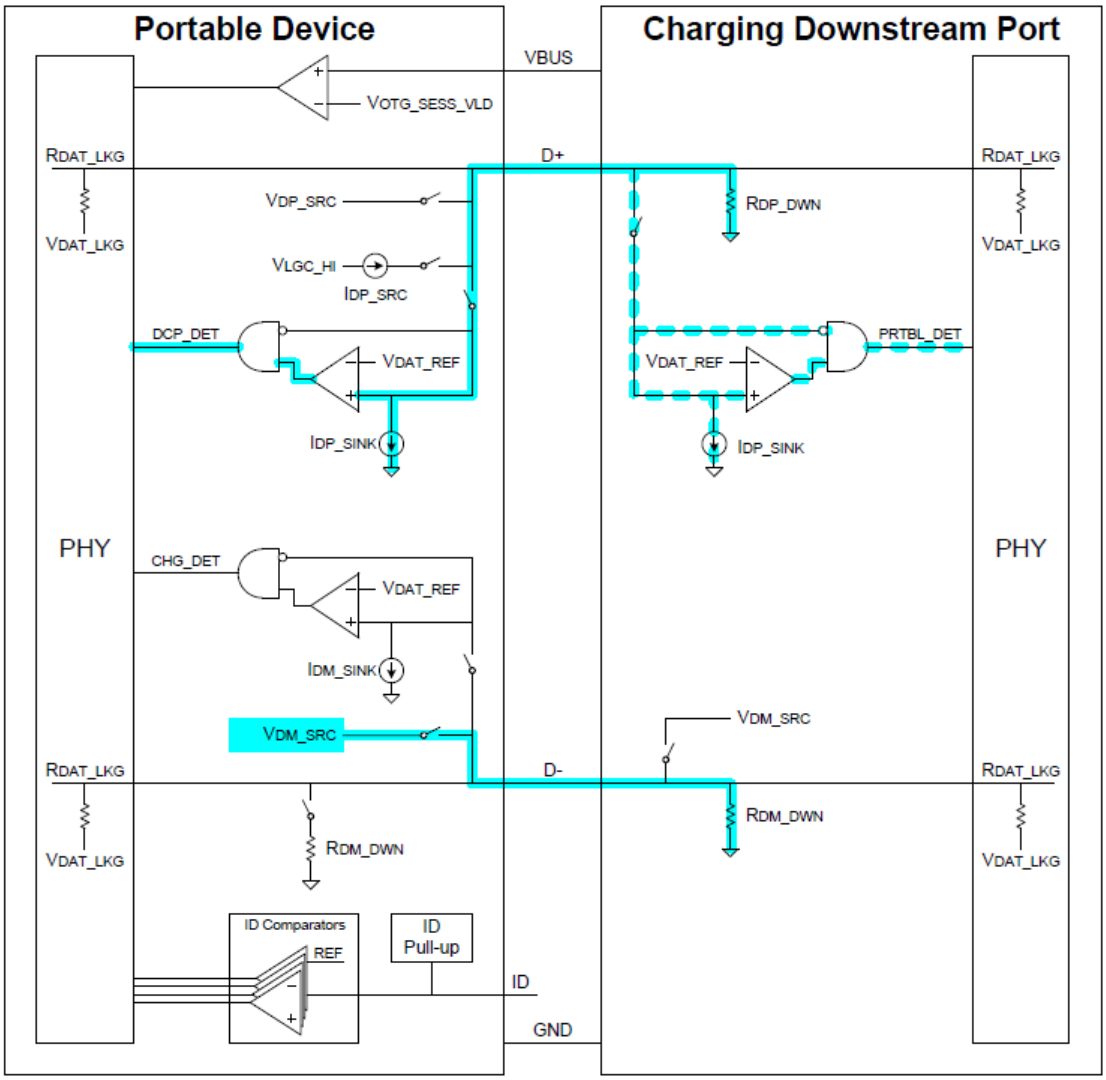
(出典: USB-IF Battery Charging Specification v1.2)

図 24. 二次検出 – DCP



(出典: USB-IF Battery Charging Specification v1.2)

図 25. CDP 二次検出



(出典: USB-IF Battery Charging Specification v1.2)

ドキュメントの変更履歴

文書名: AN92554 - HX3 を使用したバッテリ チャージング機能の実行

文書番号: 001-94228

版	ECN	変更者	発行日	変更内容
**	4504157	HZEN	09/23/2014	これは英語版 001-92554 Rev. **からを翻訳した日本語版 001-94228 Rev. **です。
*A	5995582	SSAS	12/15/2017	これは英語版 001-92554 Rev. *B を翻訳した日本語版 001-94228 Rev. *A です。

セールス, ソリューションおよび法律情報

ワールドワイドな販売と設計サポート

サイプレスは、事業所、ソリューション センター、メーカー代理店、および販売代理店の世界的なネットワークを保持しています。お客様の最寄りのオフィスについては、サイプレスのロケーション ページをご覧ください。

製品

ARM® Cortex® Microcontrollers	cypress.com/arm
車載用	cypress.com/automotive
クロック&バッファ	cypress.com/clocks
インターフェース	cypress.com/interface
IoT (モノのインターネット)	cypress.com/iot
メモリ	cypress.com/memory
マイクロコントローラ	cypress.com/mcu
PSoC	cypress.com/psoc
電源用 IC	cypress.com/pmic
タッチ センシング	cypress.com/touch
USB コントローラー	cypress.com/usb
ワイヤレス	cypress.com/wireless

PSoC® ソリューション

PSoC 1 | PSoC 3 | PSoC 4 | PSoC 5LP | PSoC 6

サイプレス開発者コミュニティ

フォーラム | WICED IOT Forums | Projects | ビデオ | ブログ | トレーニング | Components

テクニカルサポート

cypress.com/support

Arm and Cortex are registered trademarks of Arm Limited (or its subsidiaries) in the US and/or elsewhere.

Cypress Semiconductor
198 Champion Court
San Jose, CA 95134-1709

© Cypress Semiconductor Corporation, 2014-2017. 本書面は, Cypress Semiconductor Corporation 及び Spansion LLC を含むその子会社 (以下「Cypress」という。) に帰属する財産である。本書面 (本書面に含まれ又は言及されているあらゆるソフトウェア若しくはファームウェア (以下「本ソフトウェア」という。) を含む) は, アメリカ合衆国及び世界のその他の国における知的財産法令及び条約に基づき Cypress が所有する。Cypress はこれらの法令及び条約に基づく全ての権利を留保し, 本段落で特に記載されているものを除き, その特許権, 著作権, 商標権又はその他の知的財産権のライセンスを一切許諾しない。本ソフトウェアにライセンス契約書が伴っておらず, かつ Cypress との間で別途本ソフトウェアの使用方法を定める書面による合意がない場合, Cypress は, (1) 本ソフトウェアの著作権に基づき, (a) ソースコード形式で提供されている本ソフトウェアについて, Cypress ハードウェア製品と共に用いるためにのみ, かつ組織内部でのみ, 本ソフトウェアの修正及び複製を行うこと, 並びに (b) Cypress のハードウェア製品ユニットに用いるためにのみ, (直接又は再販売者及び販売代理店を介して間接のいずれかで) 本ソフトウェアをバイナリーコード形式で外部エンドユーザーに配布すること, 並びに (2) 本ソフトウェア (Cypress により提供され, 修正がなされていないもの) が抵触する Cypress の特許権のクレームに基づき, Cypress ハードウェア製品と共に用いるためにのみ, 本ソフトウェアの作成, 利用, 配布及び輸入を行うことについての非独占的で譲渡不能な一身専属的ライセンス (サブライセンスの権利を除く) を付与する。本ソフトウェアのその他の使用, 複製, 修正, 変換又はコンパイルを禁止する。

適用される法律により許される範囲内で, Cypress は, 本書面又はいかなる本ソフトウェア若しくはこれに伴うハードウェアに関しても, 明示又は黙示をとわず, いかなる保証 (商品性及び特定の目的への適合性の黙示の保証を含むがこれらに限られない) も行わない。適用される法律により許される範囲内で, Cypress は, 別途通知することなく, 本書面を変更する権利を留保する。Cypress は, 本書面に記載のある, いかなる製品若しくは回路の適用又は使用から生じる一切の責任を負わない。本書面で提供されたあらゆる情報 (あらゆるサンプルデザイン情報又はプログラムコードを含む) は, 参照目的のためのみに提供されたものである。この情報で構成するあらゆるアプリケーション及びその結果としてのあらゆる製品の機能性及び安全性を適切に設計, プログラム, かつテストすることは, 本書面のユーザーの責任において行われるものとする。Cypress 製品は, 兵器, 兵器システム, 原子力施設, 生命維持装置若しくは生命維持システム, 蘇生用の設備及び外科的移植を含むその他の医療機器若しくは医療システム, 汚染管理若しくは有害物質管理の運用のために設計され若しくは意図されたシステムの重要な構成部分としての使用, 又は装置若しくはシステムの不具合が人身傷害, 死亡若しくは物的損害を生じさせるようなその他の使用 (以下「本目的外使用」という。) のためには設計, 意図又は承認されていない。重要な構成部分とは, それの不具合が装置若しくはシステムの不具合を生じさせるか又はその安全性若しくは実効性に影響すると合理的に予想できるような装置若しくはシステムのあらゆる構成部分をいう。Cypress 製品のあらゆる本目的外使用から生じ, 若しくは本目的外使用に関連するいかなる請求, 損害又はその他の責任についても, Cypress はその全部又は一部をとわず一切の責任を負わず, かつ Cypress はそれら一切から本書により免除される。Cypress は Cypress 製品の本目的外使用から生じ又は本目的外使用に関連するあらゆる請求, 費用, 損害及びその他の責任 (人身傷害又は死亡に基づく請求を含む) から免責補償される。

Cypress, Cypress のロゴ, Spansion, Spansion のロゴ及びこれらの組み合わせ, WICED, PSoC, CapsSense, EZ-USB, F-RAM, 及び Traveo は, 米国及びその他の国における Cypress の商標又は登録商標である。Cypress のより完全な商標のリストは, cypress.com を参照すること。その他の名称及びブランドは, それぞれの権利者の財産として権利主張がなされている可能性がある。