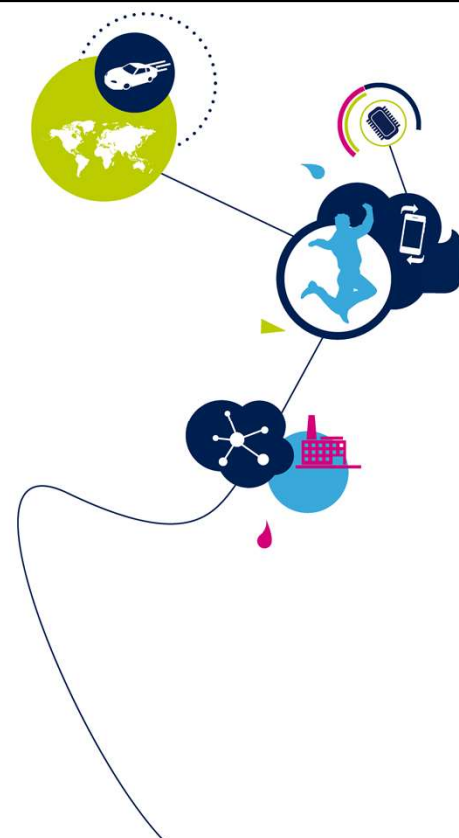


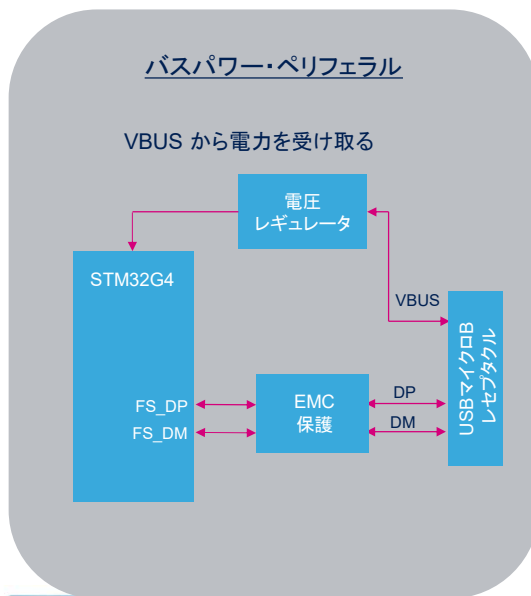
STM32G4 – USBデバイス

USB 2.0 フルスピード・デバイス・インタフェース

1.0 版



こんにちは。STM32G4 のUSB 2.0 フルスピードインタフェースのプレゼンテーションへようこそ。ここでは、PC とのインタフェースに広く使用されている、USB インタフェースの機能について説明します。



- USB 2.0フルスピード・インタフェースを提供
- 合計16のエンドポイント(8つの双方向エンドポイントを提供可能)
- バッテリ・チャージャ検出v1.2のサポート

アプリケーション側の利点

- 水晶発振子レス動作
- 低電力動作
- バッテリ・チャージャ検出ハードウェアは、チャージャを認識するため、より効率的な充電が可能

この図は、STM32G4マイクロコントローラとUSBコネクタの接続を示しています。

STM32G4はUSB 2.0フルスピード通信インタフェースを備えているため、マイクロコントローラは一般的なPCと通信できます。最も単純な実装は、USB ペリフェラルデバイスです。

16 エンドポイントの能力を備え、たとえば、8 つの双方向エンドポイントとして設定できます。

また、バッテリ充電検出仕様 v1.2 をサポートします。

アプリケーション側の利点としては、水晶発振子レス動作、低電力動作、チャージャ検出機能による高速充電などがあります。

- USB 2.0フルスピード(12Mbit/s)
 - USBフルスピード・デバイスを実装
 - クロック・リカバリ・システムにより、水晶発振子レス操作をサポート
 - 最大16のエンドポイント(8つの双方向など)をサポート
 - アイソクロナス・エンドポイントをサポート
 - ダブルバッファ・モードを使用したバルクエンドポイント・パフォーマンスの最適化
 - リンク電源管理(LPM)をサポート
 - バッテリー・チャージャ検出ハードウェアを含む
 - 最新仕様のBC1.2 をサポート(実装にはソフトウェアが必要)
 - この仕様をハードウェアのサポートにより、BC1.2互換のチャージャから、より多くの電流(最大1.5A)を安全に流すことができるため、バッテリー充電時間が短縮



この USB フルスピードインタフェイスの主な機能のいくつかを見てみましょう。これは USB 2.0 互換のインタフェイスであり、毎秒 12Mbit のビットレートで動作します。

USB FS デバイスを実装できます。

水晶発振子レス動作がサポートされます。

合計 16 のエンドポイント(8 の双方向)をサポートできます。

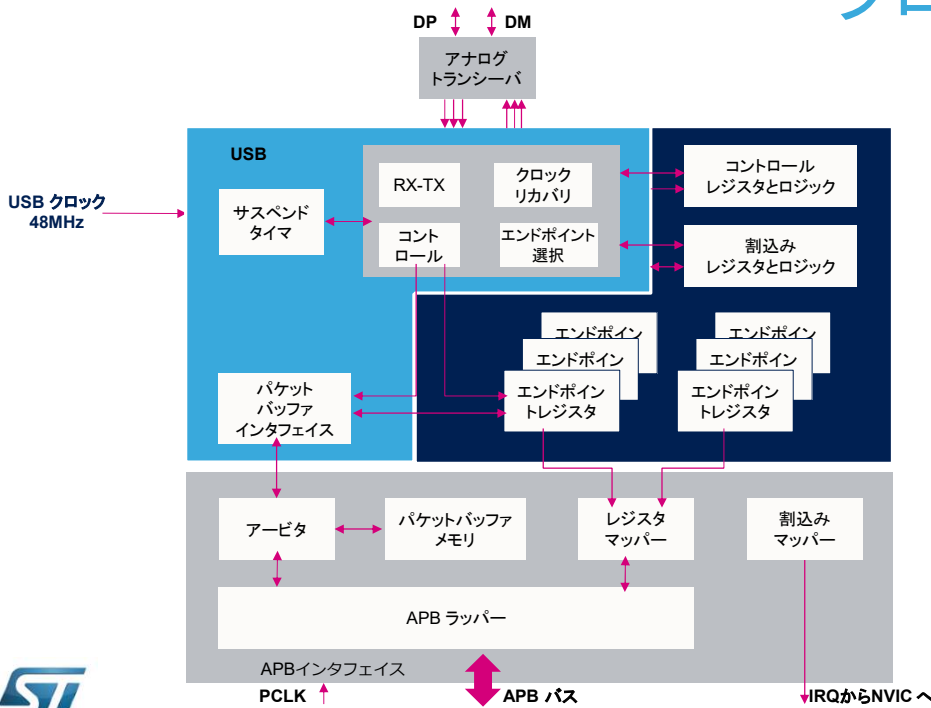
アイソクロナスエンドポイントをサポートできます。

バルクエンドポイントでダブルバッファモードを使用して、より高いパフォーマンスを実現できます。

内蔵のリンク電源管理のサポートにより、USB 2.0 仕様に、強化された電源モードが追加されます。

バッテリーチャージャ検出により、BC1.2 互換のチャージャから、より多くの電流を流すことができ、最大 1.5アンペアの充電が可能です。

ブロック図 (USB)



USB フルスピードデバイスコントローラのブロック図には、内部のさまざまな構成要素とともに、上部のアナログトランシーバが物理層を管理します。物理層 (PHY) は、特定のレベル検出を含むアナログ信号レベルやバッテリーチャージャ検出機能进行处理します。USB 割り込みは Cortex® プロセッサに送られて、さまざまな USB イベントを通知します。AHB ペリフェラルバス (APB) は、コントローラの読出し／書込みアクセスを可能にします。その他の主要な要素は、低電力動作を可能にするパケットバッファメモリとサスペンドタイマです。

- CRS (クロック・リカバリ・システム)
 - リモートホストのフレーム開始 (SOF) タイミングがデバイス・コントローラから抽出され、CRSはそれを使用して内部クロック・ジェネレータ (HSI RC 48MHz) を駆動するため、外部水晶発振子を必要とせずに USB タイミング要件を満たすことが可能
- NVIC (割込み)
 - 単一の割込みラインが NVIC に接続されて、イベントを生成
- EXTI (イベント)
 - 単一のイベント・ラインが EXTI に接続され、USB アクティビティが再開されたとき (サスペンドモードを終了したとき)、システムを STOP モードから復帰可能



いくつかの関連ペリフェラルは USB デバイスコントローラと連携して、システム動作モードおよびソフトウェアの要件に連携させ USB 動作をリンクします。

クロックリカバリシステムにより、外部水晶発振子がなくても、内蔵の HSI オシレータをメインクロックソースとして使用して動作可能です。

割込みイベントは単一のラインを介してネスト化されたベクタ割込みコントローラに送信されます。

USB サスペンドモードから再開したときなど、システムイベントによってシステムは STOP モードから復帰できます。

割込みイベント	説明
パケットメモリ領域のオーバー/アンダーラン	マイクロコントローラがUSBメモリ・リクエストに時間内に応答できなかったことを通知
エラー	ソフトウェア開発に役立つ汎用エラー信号。通知されたエラー(いくつかのタイプ)は一般に再送信によってプロトコルで処理。この割込みは、これらの条件が実際に発生していることを示す
ウェイクアップ	サスペンド・モードで、マイクロコントローラの復帰を有効にするために使用される
サスペンドモード・リクエスト	ホスト・トラフィックが3ms間、ないことを検出。これは、USBプロトコルがデバイスに「サスペンド」動作を取るよう要求する条件
USBリセット・リクエスト	ホストから通知されたUSBリセットを検出
フレーム開始	ホストからの新しいフレームをシステムに通知
予期されたフレーム開始	新しいフレームが予期されたが受信されないときに、システムに通知
LPM L1状態リクエスト	LPM L1状態の受信と確認応答を通知



USB デバイスコントローラは、さまざまな状況で一般にソフトウェアによる処理を必要とする割込みを生成します。
 最初の 2 つの割込みは、さまざまなエラーおよび警告条件をカバーします。
 残りの割込みは、通常の USB プロトコルイベントに対応します。

MCUモード	説明	USBの可用性
RUN	MCU フルアクティブ	USBがサスペンド・モードに入るまで必要
SLEEP	ペリフェラル割込みによって、デバイスはSLEEPモードを終了。ペリフェラルレジスタの内容は保たれる	USBがサスペンド・モードのときに使用可能
STOP 0,1	ペリフェラル割込みによって、デバイスはSTOPモードを終了。ペリフェラルレジスタの内容は保たれる	USBがサスペンド・モードのときに使用可能であり、最適な電力削減を提供
STOP 2	ペリフェラル割込みによって、デバイスはSTOPモードを終了。ペリフェラルレジスタの内容は保たれる	USBは動作しない
STANDBY	パワーダウン状態。ペリフェラルは、STANDBYモード終了後に再初期化する必要がある	USBは動作しない



USB ペリフェラルは、RUN モードで完全にアクティブです。サスペンドイベント後、SLEEP モードと STOP 0 および 1 モードが使用可能です。STOP 2 および STANDBY モードは使用できません。

- ステータスおよびフレーム番号レジスタ内の専用ビットがデバッグに役立つ

デバッグ・ビット	説明
エラー (ERR)	エラー・ビット (ERR) は、割込みのスライドにも記載されているが、(プロトコル・エラーではない) イベント数の可視化を可能にする <ul style="list-style-type: none"> • 無応答 • ビット・スタッフィング・エラー • CRC エラー • フレーミング・フォーマット違反
RXDP;RXDM	D+ および D- ピンの受信ライン状態



割込みイベントに対応する単一のステータスビットを使用して、いくつかのデバッグヘルプを使用できます。

USB デバイスコントローラ内の専用 ERR ステータスビットは、USB アプリケーションにおいて、さまざまなイベントに関するデバッグ機能を提供します。このデバッグビットをトリガできるイベントが、この表に記載されています。

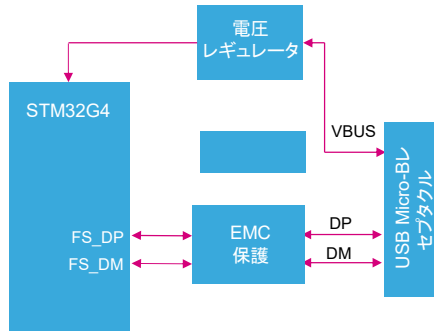
D+ および D- ラインの状態を直接読み取る手段もあります。

アプリケーション: 低電力デバイス

9

バスパワー・ペリフェラル

VBUS から電力を受け取る



- この図は、ペリフェラル・デバイス・アプリケーションの低電力設計例を示す
- この例では、デバイスはバスから電力を供給され、USB VBUSピンからのみ電力を引き出す
- 水晶発振子は不要
タイミングは、リモートホストのフレームからCRSブロックを使用して求められる

これは、低電力ペリフェラルデバイスのアプリケーション例です。
電力は USB VBUS 信号から直接引き出されます。
水晶発振子は不要です。

- 詳細については、以下のページを参照してください。
 - www.usb.org:usb20_docs (以下を含むZIPファイルがある):
 - USB 2.0 specification
 - USB2.0 ECN: Link Power Management Addendum
 - www.usb.org:devclass_docs
 - Battery charger v1.2 specification
- 以下のアプリケーションノートに追加情報があります。
 - アプリケーションノート AN4879: USB hardware and PCB guidelines using STM32 MCUs
 - アプリケーションノート AN4775: Basics and low-cost solution proposals to move from a legacy USB 2.0 connector to USB Type-C™ connector with STM32 devices



USB 仕様の詳細な関連資料については、USB.org を参照してください。

USB 2.0 関連資料ホームページには、USB 2.0 および OTG 2.0 仕様とリンク電源管理 (LPM) の設計変更通知 (ECN) を含む ZIP ファイルが用意されています。

USB デバイスクラスの関連資料のページには、バッテリーチャージャ仕様があります。

これらのアプリケーションノートに追加情報があります。