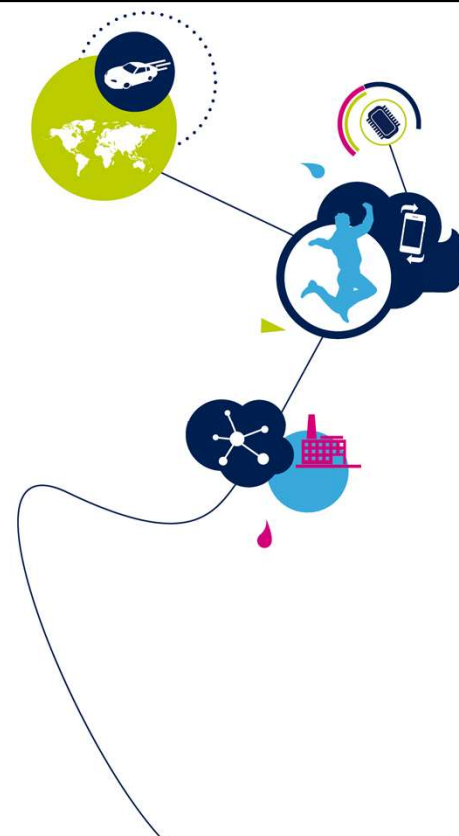


STM32H7 – QUADSPI

Quad-SPIメモリアンタフェース
1.0版



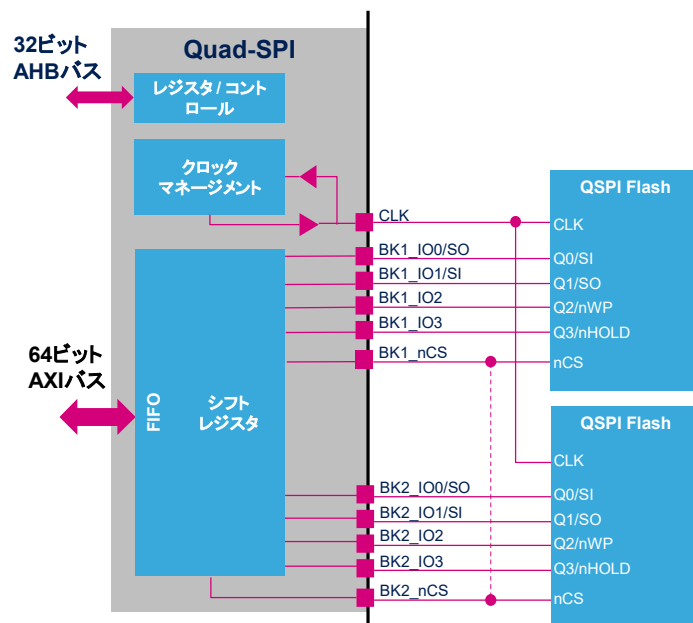
こんにちは、STM32 Quad-SPIメモリアンタフェースのプレゼンテーションへようこそ。これはマイクロコントローラに外付けメモリを接続するために広く使用されているインタフェースの機能をカバーしています。

シングル、デュアル、クワッドSPIアクセス

2

ピン数と性能の柔軟な選択

- クワッドSPIは、シングルおよびデュアルの外部Flash動作(*)をサポート
- 4ビットまたは8ビットのデータバス



*: 製品の詳細番号に依存



STM32H7マイクロコントローラ内に内蔵されたQuad-SPIメモリアンタフェースは、通信インタフェースを提供し、マイクロコントローラが外部SPIおよびクワッドSPIメモリと通信できるようにします。

Quad-SPIメモリアンタフェースは、1つまたは2つの外部メモリの接続をサポートします。つまり、メモリとマイクロコントローラの間は4ビットまたは8ビットのデータバスを介してデータを転送できます。

接続に必要なピン数(シングルの場合は6、デュアル接続では10)とデータ転送のパフォーマンス(シングルの場合は4ビット、デュアル接続の場合は8ビット)の中から柔軟に選択できます。

- 3つの操作モード
 - インダイレクト
 - ステータスポーリング
 - メモリマップド
- 最速133MHzの最適化された操作(*)
 - デュアルFlashモード(2つのFlashメモリに並列でアクセスするための8ビット)
 - シングルデータレート(SDR)およびデュアルデータレート(DDR)のサポート



* : VDDの範囲は2.7~3.6V

Quad-SPIメモリインタフェースは、3つの動作モードを提供します。デュアルFlashモードをサポートし、外部メモリとの通信に最適化されており、1回の読取りサイクルで8ビットにアクセスできます。また、シングルデータレートとデュアルデータレートの両方の動作をサポートします。

CPU負荷を軽減するための柔軟な動作モード

- インダイレクト・モード
 - すべての操作はレジスタを使用(従来のSPI)
- ステータスポーリング・モード
 - Flashステータスレジスタの自動定期読み取りと一致時の割込み生成
- メモリマップド・モード
 - 外部Flashを内蔵メモリと同じように見ることが出来る読取り操作

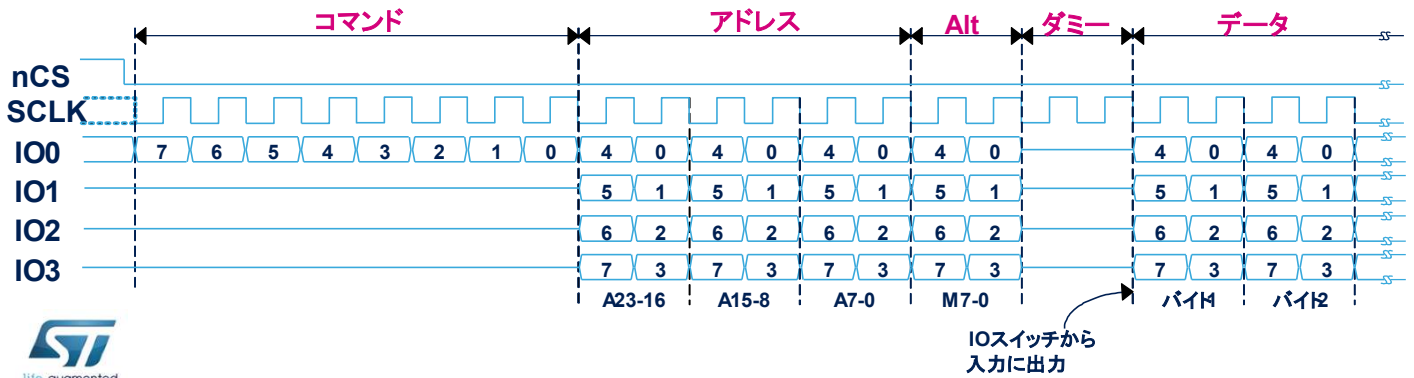


Quad-SPIメモリインタフェースは、次の3つのモードで動作します。

1. 従来のSPIインタフェースとして動作し、すべての操作がレジスタを通じて実行されるインダイレクトモード
2. Flashステータスレジスタが割込み生成で定期的に読み取られるステータスポーリングモード
3. 外部メモリを読取り操作で内部メモリとして見ることが出来るメモリマップドモード

シングル / デュアル / クワッドSPIシリアルFlashメモリとの互換性

- Quad-SPIコマンドには、最大5つの設定可能なフェーズを含む
 - 各フェーズは有効または無効にすることが可能
 - 各フェーズの長さを設定可能
 - 各フェーズのライン数を設定可能



Quad-SPIメモリインタフェースは、フレームフォーマット構成において高い柔軟性を提供します。この柔軟性により、任意のシリアルFlashメモリに対応できます。ユーザーは、5つのフェーズのそれぞれを有効または無効にし、各フェーズの長さや各フェーズで使用されるライン数を設定できます。

従来のSPIインタフェース

- 従来の通信IPと同じ使用
 - データは、データレジスタの書込み、または読取りによって転送
 - データ長レジスタに指定されたバイト数
- データFIFOの管理
 - 割込みフラグ(転送完了フラグ)
 - MDMAを使用しサポート
- コマンドの起動
 - インストラクションのみが必要な場合、インストラクション書込み
 - インストラクションとアドレスのみが必要な場合、アドレス書込み
 - データフェーズが必要な場合、データ書込み



インダイレクトモードで使用されるQuad-SPIメモリインタフェースは、従来のSPIインタフェースのように動作します。転送されたデータは、FIFOを使用してデータレジスタを経由します。データの交換は、Quad-SPIステータスレジスタの関連割込みフラグを使用し、ソフトウェアまたはMDMAコントローラによって駆動されます。

各コマンドは、インストラクションコンテキストに応じて、インストラクション、アドレス、またはデータを書込みます。

ソフトウェアのオーバーヘッドを削減

- ステータスレジスタのポーリング用の特定モード
 - プログラム可能なレジスタ長:8/16/24/32ビット
 - 設定されたレートで読取り動作を繰り返す
- 応答をマスクし、一致する場合に割込みを生成
 - プログラマブルマスク(PSMKRレジスタ)
 - マスクされた値は、ビットごとにマッチレジスタ(PSMAR)と比較
 - 比較結果は、AND、またはORすることが出来る
 - 成功すると割込みが生成(マッチフラグで停止)
- 一致が発生したときに自動停止



Quad-SPIインタフェースには、外部Flashメモリのステータスレジスタを自律的にポーリングする特定のモードが実装されています。Quad-SPIインタフェースは、外部Flashメモリ内のレジスタを定期的に読取るように設定することもできます。返されるデータをマスクして、評価するビットを選択できます。選択されたビットは、マッチレジスタに格納されている必要な値と比較されます。比較結果は2つの方法で扱うことができます。ANDモードでは、選択したすべてのビットが一致した場合割込みが発生します。ORモードでは、選択されたビットの1つが一致した場合割込みが生成されます。一致した場合、Quad-SPIインタフェースは自動的に停止します。

プロジェクトへメモリの単純な拡張 低電力マネージメント

- eXecute-In-Place(XiP)のプリフェッチ
- 外部Flashは、ウェイトを必要とする内蔵Flashとして見る事が出来る
 - 読取り操作はAHBアクセスで自動的に生成
 - インダイレクトモード用としてIP設定中に定義されたフレームとオペコード
- nCSピンはローレベルで保持され、クロックが停止しQuad-SPIバスを停止、必要に応じてシーケンシャルの読取りを再開
- 低電力の場合に、nCSピンがハイレベルになるのを解放するためのタイムアウトカウンタ



life.augmented

Quad-SPIメモリインタフェースにもメモリマップドモードがあります。このモードを使用した主なアプリケーションの利点は、ウェイトの数を除いて、内蔵または外部に接続されたメモリの読取りアクセスに違いがないため、シンプルに外部メモリの拡張を統合します。

このモードは読取り操作にのみ適しており、外部Flashメモリは外部メモリの速度を補正するためにウェイトを必要とする内蔵Flashメモリと見る事が出来ます。このモードでサポートされる最大サイズは、256メガバイトに制限されています。

プリフェッチバッファはインプレースでの実行をサポートしているため、コードは外部メモリから直接実行でき、内部RAMにダウンロードする必要はありません。

このモードでは、特定のFlashメモリでサポートされるSIOOモード(送信命令のみ)もサポートしており、コントローラはインストラクションを1回だけ送信し、アクセスを続けるためにインストラクションフェーズを削除できます。

PCBレイアウトにより信号が遅れた場合に便利

- サンプリングクロックは、1/2クロックサイクルを追加してシフトすることが可能
 - PCB上での入力データ遅延伝搬時間を補正するため
 - SDRモードでのみサポート
- 出力データは4システム・クロックサイクルでシフト可能*
 - DDRモードでのみサポート



* : 製品番号に依存

遅延データ・サンプリングにより、ユーザーはPCBレイアウト最適化の制約による信号の遅延を補正することができます。これにより、SDRモードで動作する場合、アプリケーションはデータサンプリング時間を1/2クロックサイクル分追加してシフトできます。DDRモードでは、出力データを1/4のシステムクロックサイクルでシフトして、ホールド制約を緩和できます。

割込みイベント	説明
タイムアウト	タイムアウトが発生した場合にセット
ステータス一致	自動ポーリングモードでは、マスクされた受信データがマッチレジスタの対応するビットと一致した場合にセット
FIFO閾値	FIFO閾値に達した場合、インダイレクトモードにセット
転送完了	インダイレクトモードではプログラムされたデータ数が転送されたとき、どのモードでも転送が中止されたときにセット
転送エラー	インダイレクトモードでは、無効なアドレスにアクセスしているときにセット

- MDMAリクエストは、FIFOの閾値に達したときに、インダイレクト・モードで生成することが可能



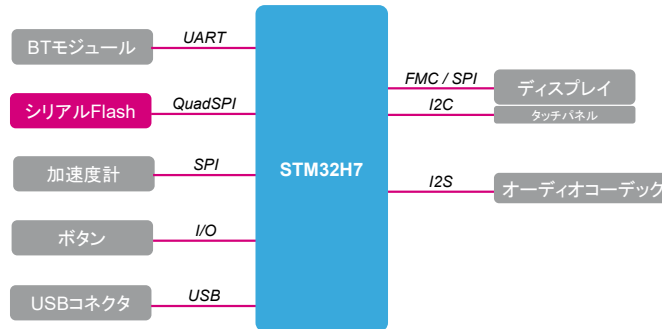
Quad-SPIメモリインタフェースには、5つの割込みソースがあります: タイムアウト、受信したマスクされた受信データが自動ポーリングモードのマッチレジスタの対応するビットに一致する場合のステータス一致、FIFOしきい値、転送完了および転送エラー。MDMAリクエストは、FIFOしきい値に達するとインダイレクトモードで生成できます。

モード	説明
RUN	アクティブ
SLEEP	アクティブ ペリフェラルの割込みにより、デバイスはスリープ・モードを終了
STOP	停止 ペリフェラル・レジスタの内容は保持
STANDBY	パワーダウン STANDBYモードを終了した後はペリフェラルの再初期化が必要



Quad-SPIメモリアンタフェースは、RUNモードとSLEEPモードでアクティブです。Quad-SPI割込みにより、デバイスがSLEEPモードを終了する可能性があります。STOPモードでは、Quad-SPIメモリアンタフェースが停止し、レジスタの内容は保持されます。STANDBYモードでは、Quad-SPIの電源がオフになり、その後、再初期化する必要があります。

- 通信やユーザ・インタフェースなどのウェアラブル・アプリケーション:



- 外付けのクワッドSPIは、グラフィカルなデータ(アイコン、フォント、その他)や、ユーザ・インタフェースに必要なオーディオ・データも格納することが可能



ウェアラブルアプリケーションには、高品質のユーザインタフェースと共に低電力管理機能が必要です。これは、STM32H7のQuad-SPIインタフェースを使用して、背景画像、高解像度アイコン、または複数の言語をサポートするフォントを含む必要なすべてのグラフィカルコンテンツを外部のFlashメモリに保存することで実現できます。着信音用の追加のオーディオデータは、外部Flashメモリによって提供される大きなメモリサイズの恩恵を受けることができます。このようなデバイスを駆動するために必要なピン数が少ないため、高度に最適化されたシステム統合が可能になります。

- このペリフェラルに関連する次のトレーニングを参照してください。
 - RCC(Quad-SPIクロックコントロール、Quad-SPIイネーブル/リセット)
 - 割り込み(Quad-SPI割り込みマッピング)
 - MDMA(Quad-SPIデータ転送)
 - GPIO(Quad-SPI入出力ピン)

RCC、割り込み、MDMA、およびGPIOに関連するトレーニングスライドを参照して、追加情報を参照できます。

STM32シリーズ全体の比較

14

QUADSPI 機能	STM32L4	STM32F0	STM32F1	STM32F2	STM32F3	STM32F4	STM32F7	STM32H7
インスタンス数	1	0	0	0	0	1	1	1
最高速度	48MHz	N/A	N/A	N/A	N/A	90MHz	100MHz	133MHz
デュアルFlash	N	N/A	N/A	N/A	N/A	はい	はい	はい
ソフトウェア 互換性	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A			



低レベルドライバ
ソフトウェアの互換性:

- 完全、またはほぼ同じ
- 一部
- 互換性なし

Quad-SPIは一部のSTM32F4およびSTM32L4デバイスにも実装されていますが、STM32F4、STM32F7、STM32H7はデュアルFlashサポートと高速なI/O速度を提供します。

- 詳細および追加情報については、以下を参照してください。
 - アプリケーション ノート AN4760: Quad-SPI (QSPI) interface on STM32 microcontrollers



life.augmented

詳細は、当社ウェブサイト入手可能な以下のドキュメントをご参照ください。