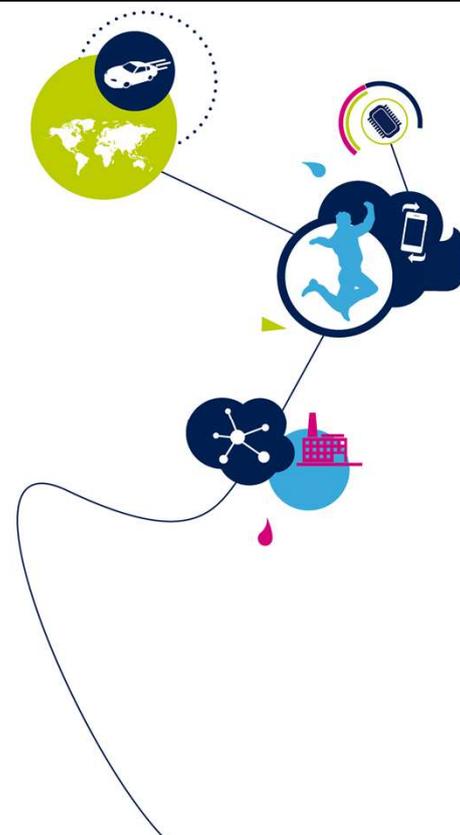


STM32H7 - HSEM

ハードウェア・セマフォ
1.0版



STM32ハードウェアセマフォ(HSEM)モジュールのプレゼンテーションによろこそ。複数のプロセス間で共有されるリソースのアクセス許可と同期の管理に用いられるモジュールの主な機能の説明を行います。

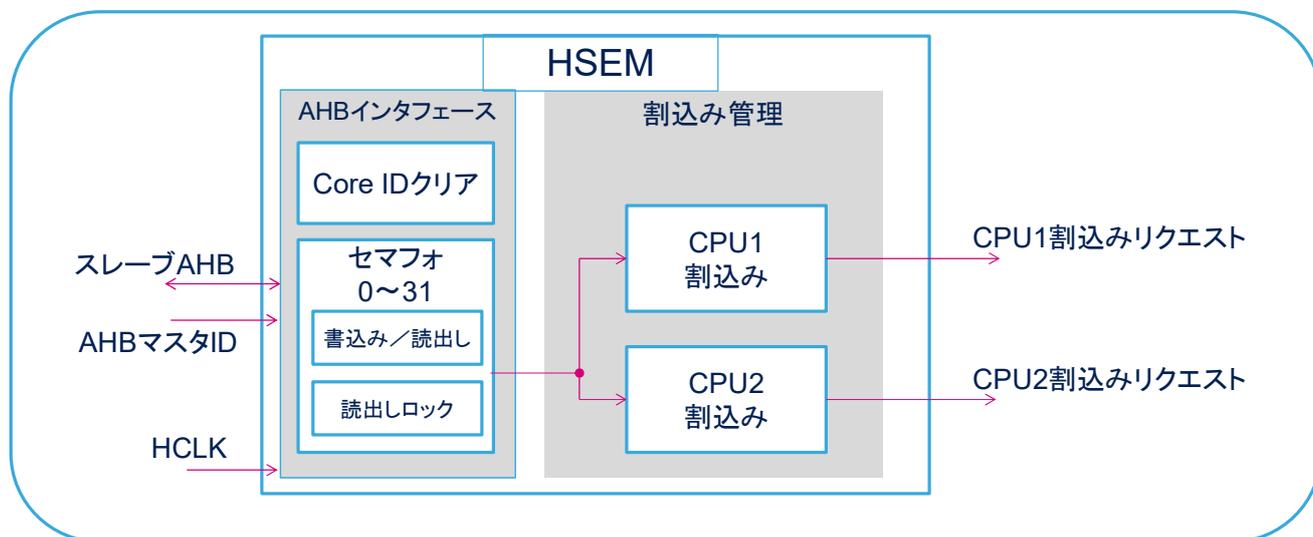
- アクセス許可と同期の管理
 - 同一CPU上で動作する異なるプロセス間
 - 異なるCPU間
- 32セマフォ
- 2種類のロック機構
 - 2ステップ書込み、読戻しロック
 - 1ステップ読出しロック
- セマフォ解放割込み生成

アプリケーション側の利点

- 共有リソース間のアクセス競合の防止
- プロセス間同期の保証
- ノンブロッキング・セマフォ処理

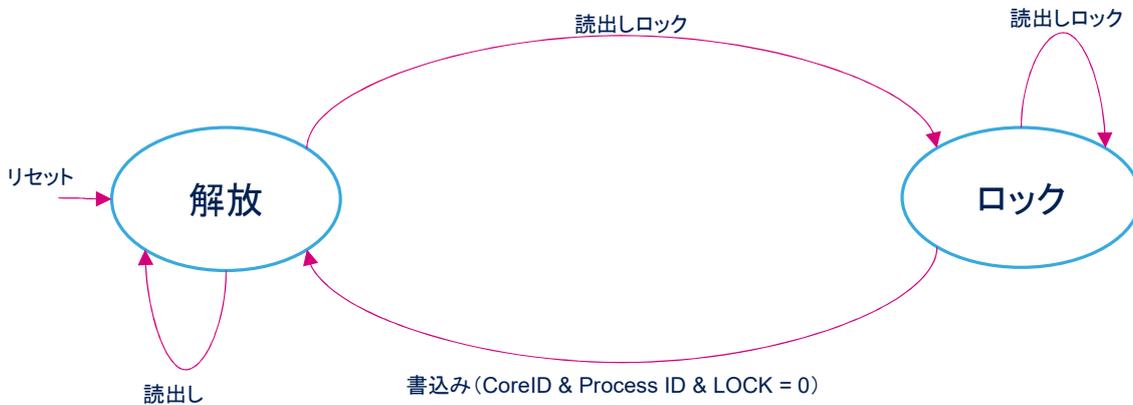


STM32マイクロコントローラの中に組み込まれているHSEMモジュールは、プロセスの同期と、共有リソースに対するアクセス許可の管理に使用されるセマフォを備えています。このモジュールには、2ステップロック機構と高速1ステップロック機構が搭載されています。アプリケーションは、ノンブロッキング割込みベースのセマフォを通じたプロセス同期と共有可能リソースによる恩恵を受けます。



HSEMモジュールはAHBバス上にあります。セマフォを含んでいる「AHBインターフェース」と、割り込みの分配を処理する「割り込み管理」ブロックから構成されています。各CPUに専用の割り込みが備わっています。それぞれのCPUには、セマフォのためのイネーブル、ステータス、マスク、クリアレジスタがあります。それぞれのセマフォは、2ステップ手順におけるセマフォの書き込みロック、ならびにセマフォステータスの読戻しに用いられる2個のレジスタ(書き込み/読出しレジスタ)で構成されています。書き込み/読出しレジスタは、セマフォの解放にも使用されます。読出しロックレジスタは、1ステップ手順においてセマフォを読出しロックするために使用されます。AHBバスマスタIDは、どのCPUがセマフォにアクセスしているかを識別するために使用されます。このIDは、ロック時にセマフォの中に格納され、セマフォステータスからCore IDとして読み戻すことができます。STM32H7マイクロコントローラでは、CPU1がCore ID 0x03、CPU2がCore ID 0x01を使用します。

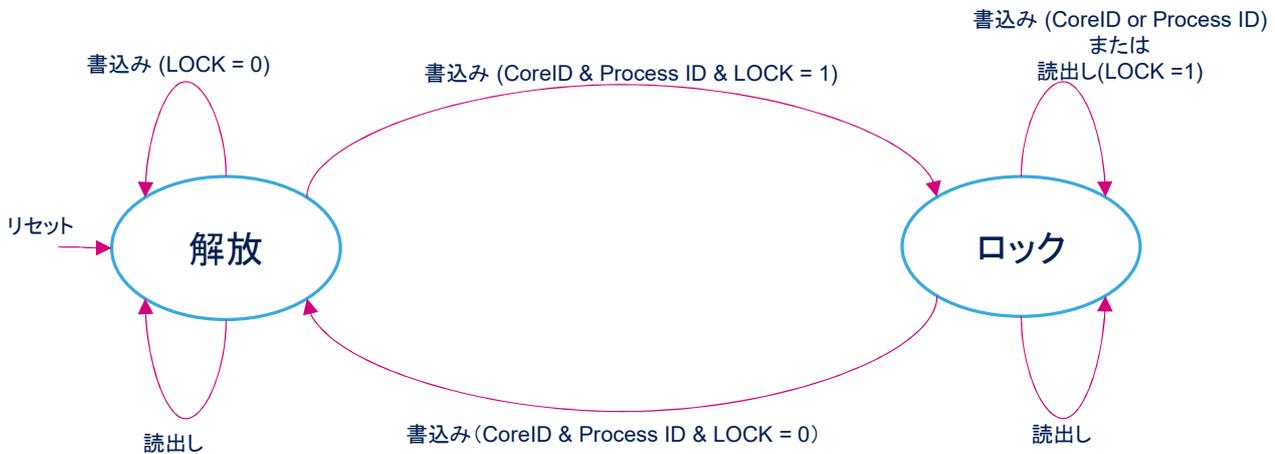
1ステップ読出しロック機構



1ステップ読出しロック手順において、「解放」されているセマフォは、セマフォの読出しロックレジスタを読み出すことによってロックされます。読出し中に使用されたCore IDは、読出しサイクル中にセマフォの中に格納されます。CPUによって読み出されたセマフォCore ID値がCPUによる値と一致し、かつProcess ID = 0x0000である場合、そのセマフォはCPUによりロックされたこととなります。1ステップ読出しロック手順では、Process IDはありません。1ステップ読出しロック手順によってロックされた場合、Process IDは0x0000が読み出されます。Core IDが一致しないか、Process IDが0x0000ではない場合には、そのセマフォは別のCPUかプロセスによってロックされています。ロックされたセマフォは、対応するCore IDとProcess IDを用いてLOCKビットに‘0’を書き込むことによるのみアンロック可能です。

2ステップと1ステップのロック手順は、同時に使用できます。この場合、2ステップロック手順は、Process IDの値に0x0000を使用することはできません。

2ステップ書込みロック機構



2ステップ書込みロック手順において、「解放」されているセマフォは、セマフォの書込み／読出しレジスタに‘1’を書き込むことによってロックされます。書込み中に使用されたCore IDとProcess IDは、セマフォの中に格納されます。プロセスは、書込み／読出しレジスタを読み戻すことによって、セマフォがそれによりロックされていることを確認する必要があります。読み戻されたセマフォのCore IDとProcess IDが、セマフォをロックしているプロセスによって書き込まれた値と一致している場合、そのプロセスによりロックされたこととなります。Core IDかProcess IDが一致しない場合には、そのセマフォは別のプロセスによってロックされています。

ロックされたセマフォは、対応するCore IDとProcess IDを用いてLOCKビットに‘0’を書き込むことによるのみアンロック可能です。

Core IDもしくはProcess IDに書き込むか、LOCKビットに‘1’を書き込むと、セマフォはロックされたままとなります。

Core IDのクリア

- CPUによってロックされたすべてのセマフォは、セマフォ・クリア・レジスタを通じてクリアすることが可能
 - CPUが正常動作しなくなった場合に、ロックされたセマフォのクリアが可能
- Core IDとKey値を書き込む



誤動作しているCPUからロックされたセマフォをクリアする場合、HSEM_KEYRレジスタにKey値を書き込み、HSEM_CRレジスタにKey値とCore IDを書き込むことによってクリアできます。そうすることで、対応するCore IDによってロックされたセマフォがすべてクリアされ、有効時には、セマフォ解放割込みが生成されます。

割込みイベント	説明
INT0_SEM	CPU1に対するセマフォ解放割込み生成
INT1_SEM	CPU2に対するセマフォ解放割込み生成



これは、HSEM割込みイベントの概要です。
セマフォが解放されると、CPUに対して割込みが生成可能です。
それぞれのCPUには、セマフォイネーブル(IER)、ステータス
(ISR)、マスキング前ステート(MISR)、クリア(ICR)レジスタの
セットが備わっています。

モード	説明
RUN	アクティブ ペリフェラル割込みによって、CPUがCSleepモードとCStopモードから復帰
STOP	停止
STANDBY	パワーダウン ドメインおよびシステムのSTANDBYモードを終了した後、ペリフェラルを再初期化する必要がある



ここでは、特定の低電力設定モードにおけるペリフェラルの状態の概要を示します。HSEMIは、システムのSTOPおよびSTANDBYモードでは、状態を変更することができません。HSEMIは、システムがRUNモードのときにのみ状態を変更できます。HSEMIは、CRun, CSleep, およびCStopモードでは、CPUへの割込みおよびウェイクアップが可能です。

- 共有リソースの管理
 - RCC、PWR、AES、RNGなど
 - ペリフェラル・アクセスの前にセマフォをロック
 - 終了したセマフォを解放
- プロセスの同期
 - 入力待ちのプロセスAがセマフォをロックして、SLEEPに移行
 - 入力があるとプロセスBがロックして別のセマフォを解放し、これによりプロセスAがウェイクアップ
 - プロセスAがそのセマフォを解放



セマフォは次の処理に使用できます。

1: 保護された方法でのレジスタの読出しと修正と書込み、または、AES暗号エンジン、乱数発生器(RNG)などの機能の共有を可能とする共有リソースへのアクセス

2: 別プロセスからの入力を待っているプロセスによって使用される場合などのプロセス間同期

- これは、HSEMコントローラに関連したペリフェラルのリストです。
詳細については、必要に応じてこれらのトレーニングをご参照ください。
 - リセットおよびクロック制御(RCC)
 - 割込み(NVIC)
 - 非同期イベント／割込み制御(AIEC)



これは、HSEMモジュールに関連したペリフェラルのリストです。
ユーザは、HSEMモジュールを正しく設定して使用するために、これらのペリフェラルの間のすべての関係に精通していることが望まれます。