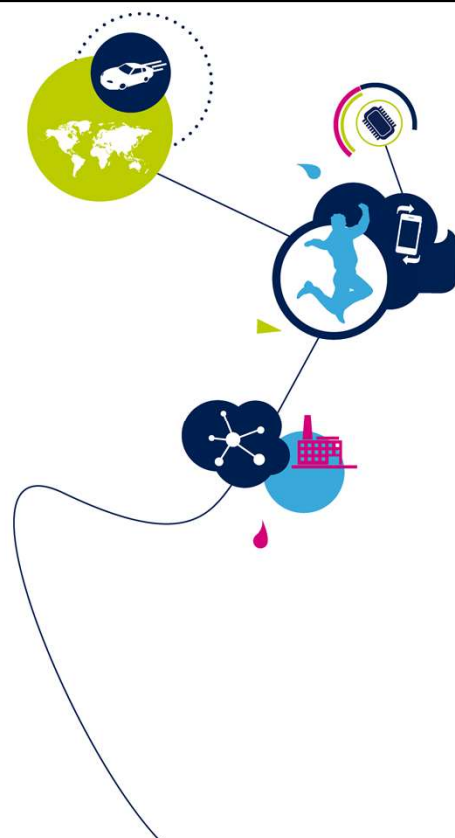


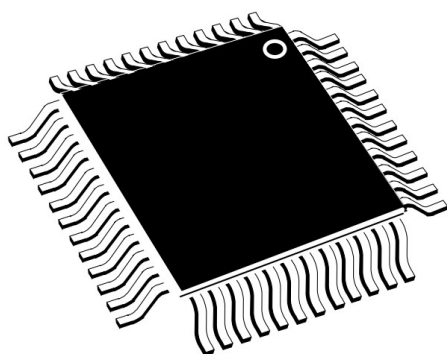
STM32G4 - GPIO

汎用入出カインタフェース

1.0版



STM32 汎用 I/O インタフェースのプレゼンテーションによろこそ。汎用入出カインタフェース、およびそれがSTM32 マイクロコントローラの周辺環境に対するコネクティビティを可能とする方法について説明を行います。



- 外部環境との相互作用に対するインタフェースを提供
 - 完全に設定可能
 - 割込みとウェイクアップの機能

アプリケーション側の利点

- マイクロコントローラを直接ウェイクアップ
- 広範囲な電源電圧に対応
- AHB2 への直接接続により高速なトグル反応が可能



life.augmented

STM32 製品の汎用 I/O ピンは、外部環境とのインタフェースを提供します。この設定可能なインタフェースは、MCU とその他すべての搭載ペリフェラルによって、デジタルとアナログの両方の信号を用いたインタフェースに使用されます。

アプリケーション側の利点の中には、広範囲な I/O 電源電圧対応や、MCU を低電力モードから外部的にウェイクアップ可能であることなどが含まれます。

- 最大 $6 \times 16 + 11 = 107$ 本⁽¹⁾のI/Oピンの双方向動作
 - 最大7つのGPIOポートで共有
 - GPIOA ~ GPIOF、ポートあたり16本のI/Oピン
 - GPIOGは11本のI/Oピン
 - すべて外部割り込みとウェイクアップの機能に対応
 - BSRRレジスタとBRRレジスタを用いたビット単位のセット/リセット操作
 - 各I/Oピンを独立に設定可能
- GPIOレジスタ・インタフェースはAHB2バスに直接接続
- ほとんどのI/Oピンは5V耐圧

(1): 製品番号とパッケージによる



汎用のI/Oは、入出力の双方向操作を、各I/Oピンに対して独立して設定が可能です。GPIOAからGPIOGという名称で最大7個のポートで共有されます。それぞれのポートに最大16本の、GPIOGは11個のI/Oピンがあります。I/Oポートは、BSRRレジスタとBRRレジスタを用いたビット単位のセット/リセット操作に対応しています。I/OポートはAHB2バスに直接接続され、2クロックサイクルごとに出力変更が可能な高速I/Oピンの操作が可能です。ほとんどのI/Oピンは5V耐圧です。

柔軟性の高い動作モードによりアプリケーションのニーズに最適対応

- 入力モード
 - フローティング(プル抵抗なし)、プルアップ/ダウン付き入力、オプション・プルダウン付きアナログ入力
- 出力モード
 - プッシュプル、オプションのプルアップ/ダウン付きオープン・ドレイン
- 出力時のスルーレートを設定可能、最大100 MHz
- オルタネート機能モード
- I/O ポート設定を固定するロック機構(GPIOx_LCKR)



汎用 I/O ピンは、いくつかの動作モードに設定可能です。

I/O ピンは、フローティング入力モード、内部プルアップ／プルダウン抵抗付きの入力モード、またはアナログ入力に設定可能です。

さらに、I/O ピンは、内部プルアップ／プルダウン抵抗付きのプッシュプル出力モード、またはオープンドレイン出力モードに設定することもできます。

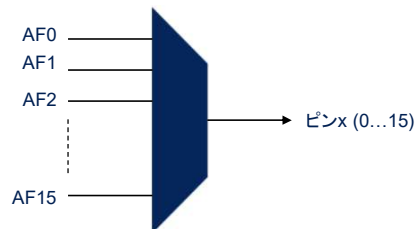
最高速度と I/O スwitchングによるエミッションのバランスや、アプリケーションの EMI 性能を調整するために、それぞれの I/O ピンに対して、スルーレートは 4 種類の異なるレンジから選択可能です。

I/O ピンは、その他の搭載ペリフェラルが外部環境とインタフェースするためにも使用されます。オルタネート機能レジスタは、この場合のペリフェラルの設定選択に用いられます。

I/O ポートの設定をロックして、アプリケーションの堅牢性を向上することができます。一旦、ロックレジスタに正しい書込みシーケンスを適用して設定をロックすると、I/O ピンの設定は次のリセットまで修正できなくなります。

I/O ピンの構造はインタフェースとして他の搭載ペリフェラルから使用

- 複数の搭載ペリフェラルが同じ I/O ピンを共有
 - USARTx_TX、TIMx_CHx、SPIx_MISO、EVENTOUT など
- オルタネート機能 (AF) マルチプレクサが I/O ピンに接続されるペリフェラルを選択
 - ある特定の I/O ピンには、一度に 1 つのオルタネート機能のみ接続可能
 - GPIOx_AFRL レジスタと GPIOx_AFRH レジスタにより設定可能 (x = A...G)



外部環境とのインタフェースのため、USART、タイマ、SPI など複数の内蔵ペリフェラルが同じ I/O ピンを共有します。1 本の I/O ピンに対して一度に接続されるペリフェラルは 1 つのみで、ペリフェラルはオルタネート機能マルチプレクサを通じて設定されます。また、この選択は、GPIOx_AFRL レジスタと GPIOx_AFRH レジスタを通じて、アプリケーションの動作中に変更可能です。

モード(i)[1:0]	OTYPE(i)	PUPD(i)[1:0]	I/O 設定	
0b01	0	0b00	汎用出力	プッシュプル
	0	0b01		プッシュプル + プルアップ
	0	0b10		プッシュプル + プルダウン
	0	0b11	予約済み	
	1	0b00	汎用出力	オープンドレイン
	1	0b01		オープンドレイン + プルアップ
	1	0b10		オープンドレイン + プルダウン
	1	0b11	予約済み (GP出力 オープンドレイン)	
0b10	0	0b00	オルタネート機能	プッシュプル
	0	0b01		プッシュプル + プルアップ
	0	0b10		プッシュプル + プルダウン
	0	0b11	予約済み	
	1	0b00	オルタネート機能	オープンドレイン
	1	0b01		オープンドレイン + プルアップ
	1	0b10		オープンドレイン + プルダウン
	1	0b11	予約済み	
0b00	x	0b00	入力	フローティング
	x	0b01		プルアップ
	x	0b10		プルダウン
	x	0b11	予約済み (入力 フローティング)	
0b11	x	0b00	入力/出力	アナログ
	x	0b01	予約済み	
	x	0b10	入力/出力	アナログ、プルダウン
	x	0b11	予約済み	



任意のIOピンの設定は以下の4つのレジスタを通して構成されます: GPIOx_MODER、GPIOx_OTYPER、GPIOx_OSPEEDR、GPIOx_PUPDR。

- レジスタ GPIOx_MODERは、IOピンの機能を選択します: デジタル入力、デジタル出力、デジタルオルタネート機能、アナログ。
- レジスタGPIOx_OTYPER はピンが出力設定の時にオープンドレインかプッシュプルを選択します。
- レジスタGPIOx_OSPEEDRは、ピンが送受信する信号の速度を選択します。
- レジスタGPIOx_PUPDRは、プルアップ抵抗とプルダウン抵抗を有効にします。

I/O ピンに関する特筆事項

7

リセット時はデバッグ・ピンのみがAFモードを維持

- リセット中とリセット後は、オルタネート機能は有効ではない
 - I/O ポートのデフォルト状態は入力モード
 - リセット中およびリセット後の消費電流を節約(シュミット・トリガはオフ)
- オルタネート機能のプルアップ／プルダウン設定では、JTAG/SWD デバッグ・ピンのみが有効に維持
 - PA13: JTMS/SWDIO
 - PA14: JTCK/SWCLK
 - PA15: JTDI
 - PB3: JTDO
 - PB4: NJTRST



リセット中およびリセット後は、オルタネート機能はアクティブではなく、オルタネート機能モードではデバッグピンのみを使用できます。

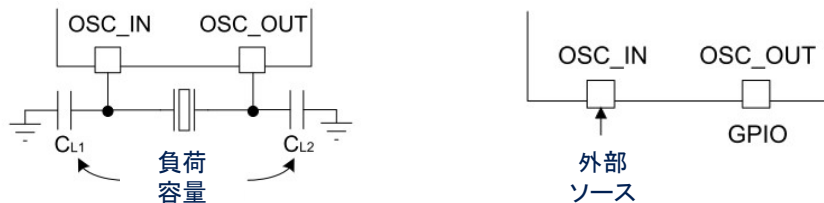
このスライドでは、オルタネート機能の設定モードが残っている JTAG/シリアル ワイヤ デバッグ ピンを示します。

HSE/LSE ピンに関する特筆事項

8

オシレータピンを標準 I/O ピンとして使用可能

- オシレータが OFF された場合、関連ピンは I/O ピンとして動作
 - HSE / LSE の両方に対して有効
 - この状態がリセット後のデフォルト
- 外部クロック・モードが使用される場合、2 番目のピンは I/O ピンとして動作
 - OSC_IN、OSC32_IN がクロック・ソースとして使用
 - OSC_OUT、OSC32_OUT は標準 I/O ピン



外部オシレータが OFF の場合、このオシレータに関連するピンは標準 I/O ピンとして使用できます。これは、デバイスリセット後のデフォルト状態となります。

水晶発振回路の代わりに外部クロックソースが使用されている場合、OSC_IN ピンのみがクロックに用いられ、OSC_OUT ピンは標準 I/O ピンとして使用できます。

ピンアウト・テーブルで使用される凡例/略称

- FT: 5 Vトレラント I/O、TT: 3.6 Vトレラント I/O
- TT または FT I/Oのオプション:

略称サフィックス	説明
_a	VDDAが提供するアナログ・スイッチ機能付きI/O
_c	I/O、USB Type-C™ PD 対応
_d	I/O、USB Type-C™ PD デッドバッテリー機能
_f	I/O、高速モード+ 対応



このスライドでは、STM32G4 データシートに表示されるピンアウトテーブルで使用される凡例と略称について説明します。FTは5Vトレラント(耐圧)を意味し、TTは3Vトレラント(耐圧)を意味します。

サフィックスは、さらにIOピンを記述します:

- _a はアナログを意味します
- _c はUSB Type-C パワーデリバリーが可能であることを意味します
- _dはUSB Type-C PDデッドバッテリー機能を意味します
- _fは、高速モードプラス対応を意味します

たとえば、FT_faピンは5Vトレラントで、アナログ設定と高速モードプラスのデジタル設定をサポートします。

モード	I/O説明
RUN	有効
SLEEP	
低電力 RUN	
低電力 SLEEP	
STOP 0	
STOP 1	
STANDBY	I/Oは、STANDBYモードで内部プルアップ、プルダウン、またはフローティングの設定可能
SHUTDOWN	SHUTDOWN モードで I/O を内部プルアップ、プルダウン、またはフローティング・モードで設定可能。SHUTDOWN モードを終了すると設定が失われる
リセット	MCU のリセット中は強制的にアナログ入力モードとなる



STANDBY と SHUTDOWN を除くすべてのモードで I/O ピンは有効に維持され、使用可能な設定は、内部プルアップ／プルダウン抵抗付きの入力とフローティング入力のみとなります。

SHUTDOWN モードを終了すると、I/O 設定は失われます。

MCU のリセット中には、I/O ピンは強制的にアナログ入力モードとなります。

- UCPD DBCC ライン(PA9/PA10)の電圧レベルにより、CC ライン(PB6/PB4)のプルダウンが可能
 - デッドバッテリー・アプリケーションの場合: SWD のみが使用可能
 - PB4のプルダウンのため、JTAGを使用することは出来ない
 - デッドバッテリー・アプリケーションでは、DBCC2 ピン(PA10)をローにするか、または PB4 に外部プルアップを接続して JTAG が利用可能
- CC ラインのプルダウン効果は、PWR_CR3レジスタのビット **UCPD1_DBDIS**(USB Type-C™ およびパワーデリバリ・デッドバッテリーの無効化) を使用して削除可能



マイクロコントローラの電源が入っていない場合、かつ UCPD_DBCC1ピンとUCPD_DBCC2ピンがそれぞれ UCPD_CC1ピンとUCPD_CC2ピンに接続されている場合、マイクロコントローラは「デッドバッテリー」Rdプルダウンを示します。

JTAG TRSTとUCPD_CC2はPB4ピン上で多重化されているため、JTAGとデッドバッテリー信号を同時に使用することはできません。

デッドバッテリーではないアプリケーションでは、PB4の状態がローに引き下げられていない場合にJTAGが利用可能です。これは、DBCC2 ピンをプルダウンするか、PB4 に外部プルアップを接続することによって実現できます。

ソフトウェアは、PWR_CR3レジスタにUCPD1_DBDISビットを設定することで、デッドバッテリーを無効にすることができます。

+ 1 I/O : boot0 がオプション・ビットに基づいている場合

- PB8ピンは、IOとしても使用することが可能:
 - BOOT0ピンまたは標準GPIOとして
 - nSWBOOT0 オプション・ビットに依存
 - nSWBOOT0 = 0: Boot0はオプション・ビットnBOOT0 から取得 PB8が利用可能
 - nSWBOOT0 = 1: Boot0はピンから取得 PB8は利用不可
- デフォルトで、PB8 が使用可能になるよう nSWBOOT0 オプション・ビットの初期値は 0



PB8 は、ブートピン (BOOT0) または GPIO として使用できません。

ユーザー・オプション・バイトの nSWBOOT0 ビットに応じて、入力モードからアナログ入力モードに切り替わります。

• オプション・バイトの読み込みフェーズの後(nSWBOOT0 = 1)

• nSWBOOT0 = 0 の場合、リセット後

したがって、PB8_BOOT0は専用のピンではありません。リセット時にブートモードを選択するために使用でき、実行時に汎用 I/O として使用可能です。

PB8 GPIO は、nSWBOOT0 オプション・ビットの初期値が 0 であるため、デフォルトで使用可能です。

PG10と共有のNRST

- PG10ピンは、以下として使用可能:
 - NRSTまたは標準のGPIOとして
 - NRST_MODEオプションビットに依存
- NRST_MODEオプション・ビットの初期値は、入力/出力リセット・ピンNRST (レガシー)に対応する“3”になる
 - そのため、PG10はデフォルトではGPIOとして利用可能ではない



PG10は、リセットピン(NRST)またはGPIOとして使用することができます。

ユーザー・オプション・バイトのNRST_MODEビットに応じて、それらのモードに切り替わります

•入出力のリセット: 電源投入時のデフォルトリセット時、またはオプション・バイトのロード後 NRST_MODE = 3の時

•入力のみをリセット: オプション・バイトの読み込み後 NRST_MODE = 1の時

•GPIO PG10 モード: オプション・バイトの読み込み後 NRST_MODE = 2の時

NRST_MODEオプションビットの初期値は“3”であるため、デフォルトではリセット入力/出力が使用可能です。

- STM32L4と同じだが、1つ違いがある
 - STM32L4では、GPIOがアナログ・モードで設定されている場合、プルアップ/プルダウンはハードウェアによって無効
 - STM32G4では、GPIOがアナログ・モードで設定されている場合、プルダウンを有効/無効にすることが可能になるため、組み合わせPUPD = 0b10は予約不要
 - プルアップはハードウェアによって無効のまま
 - 安全上の理由:外部アナログ回線切断

MODE(i)[1:0]	OTYPE(i)	PUPD(i)[1:0]	I/O 設定	
0b11	x	0b00	入力/出力	アナログ
	x	0b01	予約済み	
	x	0b10	STM32L4:入力/出力	予約済み
			STM32G4:入力/出力	アナログ、プルダウン
x	0b11	予約済み		



次の表は、STM32L4マイクロコントローラとの違いを示しています。

プルダウン付きアナログはSTM32G4に対応する設定ですが、STM32L4ではサポートされていません。

STM32G4はプルダウンなしのアナログモードもサポートしています。

このアナログ+プルダウン機能の目的は、外部アナログ回線が切断されたときに、フローティング状態を回避するため、強制的にピンをローレベルにすることです。

- 詳細は、以下を参照してください。:
 - STM32G4マイクロコントローラ・リファレンス・マニュアル
 - このペリフェラルに関連するペリフェラルのトレーニング
 - USB Type-C™ パワーデリバリ (UCPD)
 - デバッグ(DBG)



life.augmented

システムコンフィグレーションモジュールの詳細については、STM32G4マイクロコントローラのリファレンスマニュアルを参照してください。

必要に応じて、これらのトレーニングを参照してください。

- USB Type-C パワーデリバリ (UCPD)
- デバッグ(DBG)