

---

---

**AVR4900 : ASF - USB装置階層**

---

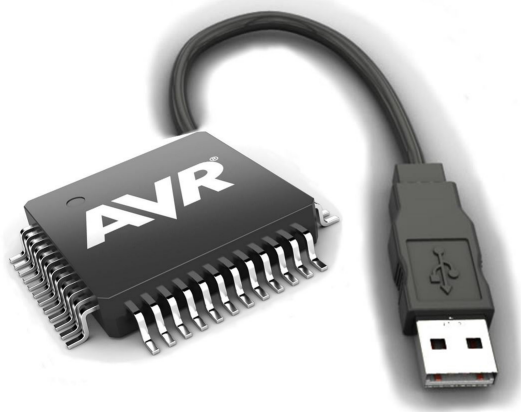
---

**要点**

- USB 2.0適合
  - USB第9章保証
  - 制御(Control)、大量(Bulk)、等時(Isochronous)、割り込み(Interrupt)の転送形式
  - 低速(Low,1.5Mビット/秒)、全速(Full,12Mビット/秒)、高速(High,480Mビット/秒)のデータ速度
- 主応用のための空間を空ける小さな階層
- 実時間(OS適合、遅延なし)
- 8ビットと32ビットのAVR®基盤を支援
- 速度性能を増すUSB DMA支援
- 殆どのUSBクラスを支援、使用準備済み

**序説**

この資料はUSB装置階層を紹介します。この階層は高度なソフトウェア枠組み(ASF:Advanced Software Framework)に含まれ、最高に素早く最も簡単なUSB応用構築方法をお客様に提供するのが狙いです。この階層の完全な記述がこの資料で利用可能です。この階層を使うのに基本的なUSBの知識だけが必要とされます。



本書は一般の方々の便宜のため有志により作成されたもので、Microchip社とは無関係であることを御承知ください。しおりの[はじめに]での内容にご注意ください。

## 目次

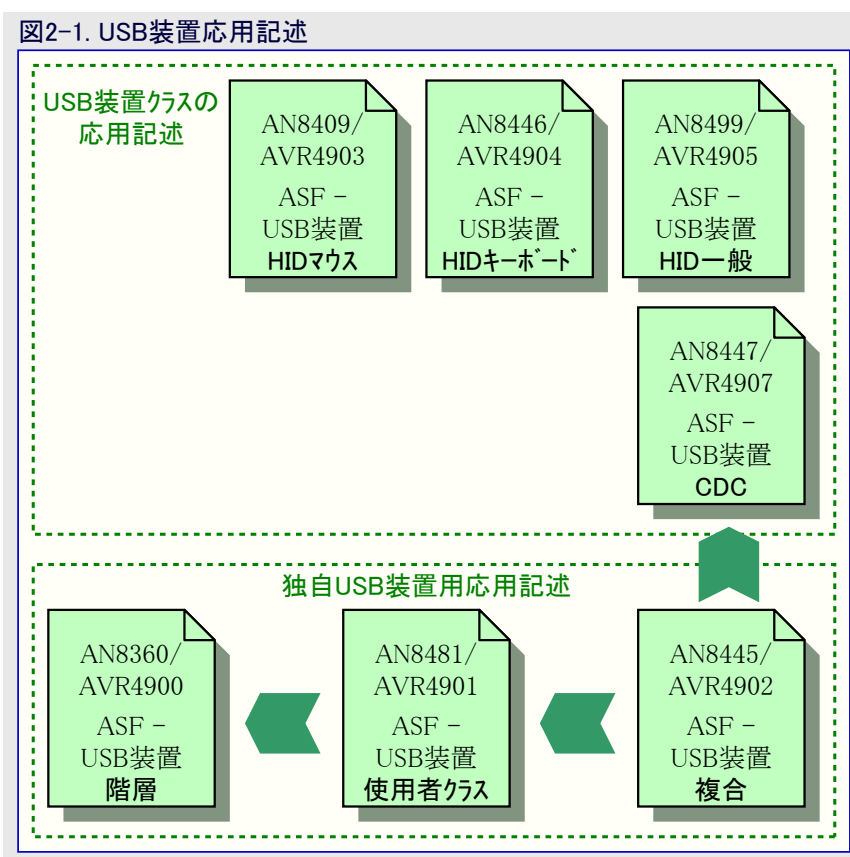
要点	1
序説	1
1. 略語	3
2. USB装置応用記述	3
3. 構成	4
3.1. 概要	4
3.2. メモリ使用空間	4
3.3. USB装置階層ファイル	4
4. 応用プログラミング インターフェース	5
4.1. UDCからの外部API	5
4.2. 内部API	5
5. 動き	7
6. 構成設定	10
6.1. USB構成設定	11
6.2. USB記述子	12
7. 電力消費	12
7.1. UC3のUSBBとUSBCの休止形態	12
7.2. XMEGA休止形態	13
8. 改訂履歴	13
Microchipウェブ サイト	14
お客様への変更通知サービス	14
お客様支援	14
Microchipデバイス コード保護機能	14
法的通知	14
商標	15
DNVによって認証された品質管理システム	15
世界的な販売とサービス	16

## 1. 略語

- APP : 使用者応用 (User Application)
- ASF : 高度なソフトウェア枠組み (Advanced Software Framework)
- CBW : 司令部被い部 (Command Block Wrapper) (大容量記憶クラス)
- CDC : 通信装置クラス (Communication Device Class)
- CSW : 命令状態被い部 (Command Statud Wrapper) (大容量記憶クラス)
- DPまたはD+ : データ+差動線 (Data Plus differential line)
- DMまたはD- : データ-差動線 (Data Minus differential line)
- FS : USB全速 (Full Speed)
- HID : 対人インターフェース装置 (Human Interface Device)
- HS : USB高速 (High Speed)
- UDC : USB装置制御部 (USB Device Controller)
- UDD : USB装置記述子 (USB Device Descriptor)
- UDI : USB装置インターフェース (USB Device Interface)
- USB : 万能直列バス (Universal Serial Bus)
- MSC : 大容量記憶クラス (Mass Storage Class)
- PHDC : 周辺健康装置クラス (Peripheral Health Device Class)
- sleepmgr : ASFからの休止管理サービス
- ZLP : 0長パケット (Zero Length Pakect)

## 2. USB装置応用記述

MicrochipによっていくつかのUSB装置例が提供されます。これらの例のいくつかはそれら指針の応用記述によって網羅されます。



USB装置クラス応用記述(クラス:HIDとCDC)を理解するのに基本的なUSBの知識が必要です。

ASFで提供されるクラスの1つでUSBを作成するには、そのUSBクラスに対して関連する応用記述を直接参照してください。

新しいクラスと複合USB装置の応用記述は高度なUSB開発者用に設計されています。

他の例はAtmel Studioでも利用可能です。これらを一覧するにはAtmel Studio 7で開始画面から”New Example Project...(新しい例プロジェクト)”またはファイルメニュー(File(ファイル)⇒New(新規)⇒Example Project...(例プロジェクト))を選んでください。検索領域でUSBに対して検索するか、または技術(technology)タブからUSBを選ぶかのどちらかによって例の一覧をUSBだけの一覧に減らすことができます。

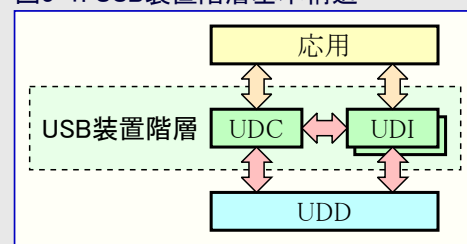
## 3. 構成

### 3.1. 概要

USB装置階層は以下の3つの部分に分けられます。

- USB装置制御部(UDC)はUSB第9章適合を提供します。
- USB装置インターフェース(UDI)はUSBクラス適合を提供します。
- USB装置ドライバ(UDD)は各AVR製品に対するUSBインターフェースを提供します。

図3-1. USB装置階層基本構造



### 3.2. メモリ使用空間

USB装置階層のメモリ使用空間は以下に依存します。

- AVRコア(XMEGA<sup>®</sup>、megaAVR<sup>®</sup>、UC3)
- USBハードウェア版
- 使われるUSBクラス
- コンパイラと最適化レベル

平均的なUSB装置階層では高最適化レベルでのコンパイルで10Kバイトのフラッシュメモリと1KバイトのRAMを超えません。

### 3.3. USB装置階層ファイル

USB装置階層ファイルはAtmel<sup>®</sup> StudioでASFの一部として利用可能です。

Atmel Studio 7で関連するUSB例を一覧するには開始画面から”New Example Project...(新しい例プロジェクト)”またはファイルメニュー(File(ファイル)⇒New(新規)⇒Example Project...(例プロジェクト))を選んでください。検索領域でUSBに対して検索するか、または技術(technology)タブからUSBを選ぶかのどちらかによって例の一覧をUSBだけの一覧に減らすことができます。

**注:** このUSB装置階層は”from ASF V1(ASF V1からの)”を含む名前を持つASF例には適用されません。

表3-1. 全AVR製品用共通ファイル

区分	ファイル	パス
USB定数定義	usb_protocol.h (usb.orgから)	common¥services¥usb¥
	usb_atmel.h (Microchipから)	
UDCファイル	udc.c/h	common¥services¥usb¥udc¥
	udc_desc.h	
	udi.h	
クラス規約ファイル	udd.h	common¥services¥usb¥class¥foo¥
	usb_protocol_foo.h	
UDIファイル	udi_foo.c/h	common¥services¥usb¥class¥foo¥device¥
	udi_foo_desc.c	
	udi_foo_conf.h	

表3-2. 選んだAVR製品に依存するUDDファイル

区分	ファイル	パス
AVR32	usbb_device.c/h	avr32¥drivers¥usbb¥
	usbb_otg.h	
XMEGA	usbc_device.c/h	avr32¥drivers¥usbc¥
	usbc_otg.h	
megaAVR	usb.c/h	xmega¥drivers¥usb¥
	usb.c/h	mega¥drivers¥usb¥

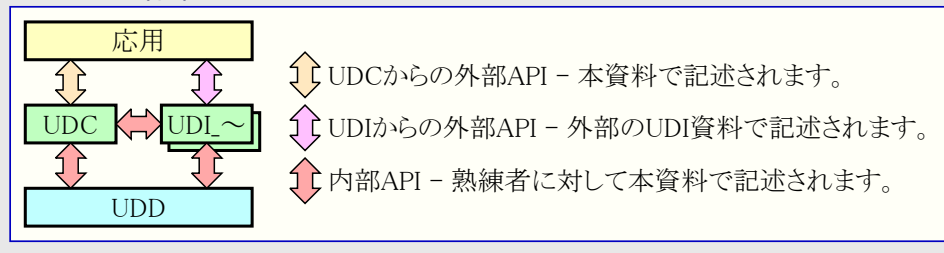
表3-3. 各応用に対する特殊ファイル

区分	ファイル	パス
応用ファイル (この構成設定ファイルは必須)	usb_conf.h	user¥応用定義位置、例えば応用構成設定フォルダ

## 4. 応用プログラミング インターフェース

本章はASF文書(<http://asf.atmel.com>)で直接記述されるUDI APIを除いた全てのUSB APIを記述します。

図4-1. USB各部



### 4.1. UDCからの外部API

外部UDC APIは一般的なUSB装置の動きの管理と一般的なUSB装置事象の受け取りを応用に許します。これらの制御と事象はどのUSB応用に対しても共通です。

図4-2. UDCからの外部API

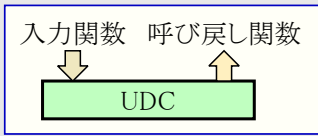


表4-1. UDCからの外部API - 入力

宣言	説明
<code>udc_start()</code>	USB装置階層開始
<code>udc_stop()</code>	USB装置階層停止
<code>udcattach()</code> <code>udc_detach()</code>	装置列挙(接続認識)認証またはDMかDPでのプルアップ不許可
<code>udc_remotewakeup()</code>	USB装置起き上がり

全てのUDC呼び戻しは任意選択で、各応用に対して`usb_conf.h`で使用者によって定義されます。定義されると、呼び戻しはUDD割り込み処理ルーチン(ISR)によって呼ばれます。

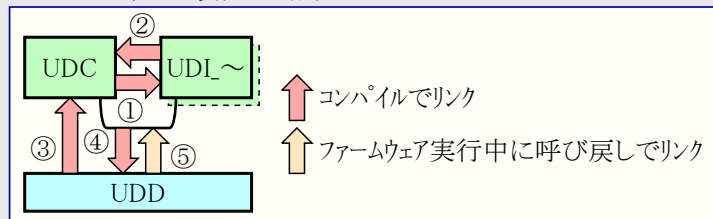
表4-2. UDCからの外部API - 呼び戻し

定義名	説明
<code>UDC_VBUS_EVENT(bool b_present)</code>	VBUSレベル変更通知のため(USBハードウェアがVBUS監視を含む場合のみ)
<code>UDC_SUSPEND_ENENT()</code>	USBが休止(サスペンド)形態移行時に呼ばれます。
<code>UDC_RESUME_ENENT()</code>	USB起き上がり時に呼ばれます。
<code>UDC_SOF_EVENT()</code>	1ms毎に受信した各SOFに対して呼ばれます。 注:高速(High Speed)と全速(Full Speed)動作で利用可能
<code>UDC_REMOTEWAKEUP_ENABLE()</code> <code>UDC_REMOTEWAKEUP_DISABLE()</code>	装置がそれを支援している場合、USBホストが遠隔起動許可/禁止を要求する時に呼ばれます。
<code>UDC_GET_EXTRA_STRING()</code>	(製造業者、製品、通番の文字列以外に)特別な文字列記述子が支援されなければならない場合。
<code>UDC_SPECIFIC_REQUEST()</code>	特定装置構成設定要求が支援されなければならない場合。

### 4.2. 内部API

以下の定義はASFで提供されない特別なUSB装置を開発する高度なUSB使用者用です。

図4-3. 内部USB装置API概要



注: 番号参照については以降の表をご覧ください。

表4-3. UDCからのUDI入力 - ①

宣言	説明
bool (*enable)()	USBインターフェースを許可/禁止するためにUDCによって呼ばれます。
void (*disable)()	
bool (*setup)()	USB構成設定インターフェース(setup interface)要求が受信された時に呼ばれます。
uint8_t (*getsetting)()	USBインターフェースの現在の代替設定を得るためにUDCによって呼ばれます。
uint8_t (*sof_notify)()	許可されたUSBインターフェースでSOF事象を通知するためにUDCによって呼ばれます。

注: UDI APIはUDC記述子構成設定ファイル経由でUDC単位部と繋がられます。

表4-4. UDIからのUDC入力 - ②

宣言	説明
usb_iface_desc_t* udc_getiface()	UDIが呼ばれる(表4-3. UDI入力)時にUDCによって選択されたUSBインターフェース記述子を与えます。

表4-5. UDDからのUDC入力 - ③

宣言	説明
void udc_reset()	バス状態リセットが起きた時に呼ばれます。
bool udc_process_setup()	構成設定(setup)パケットが受信された時に呼ばれます。

表4-6. UDD入力 - ④

宣言	呼び出し者	説明
void udd_enable()	UDC	USB装置動作形態を許可/禁止
void udd_disable()		
void udd_attach()	UDC	USB線路上にプルアップを挿入または取り外し
void udd_dettach()		
void udd_set_address(uint8_t add)	UDC	USB装置アドレスを変更/戻す
uint8_t udd_getaddress()		
bool udd_is_high_speed()	UDC/UDI	USB HS装置の場合に、列挙(接続認識)中に選ばれた速度を調査
uint16_t udd_get_frame_number()	APP	現在のフレーム開始(SOF)番号を返します。
udd_send_wake_up()	APP	USBドライバは"上方向再開"と呼ばれる再開信号を送ります。
bool udd_ep_alloc(usb_ep_id_t ep, uint8_t bmAttributes, uint16_t wMaxPacketSize)	UDC	エンドポイントを許可/禁止
udd_ep_free(usb_ep_id_t)		
bool udd_ep_clear_halt(usb_ep_id_t)	UDC/UDI	エンドポイントの状態(停止か否か)を解除/設定/取得
bool udd_ep_set_halt(usb_ep_id_t)		
bool udd_ep_is_halted(usb_ep_id_t)		
bool udd_ep_wait_stall_clear(udd_ep_id_t endp, udd_callback_nohalt_t callback)	UDI	エンドポイント停止が取り除いた時に呼ぶための呼び戻しを登録
bool udd_ep_run(usb_ep_id_t endp, bool b_shortpacket, uint8_t *buf, Uint32_t u#_size_buf, udd_callback_trans_t callback)		
udd_ep_abort(usb_ep_id_t endp)		

表4-7. UDD呼び戻し - ⑤

宣言	説明
typedef void (*udd_callback_noholt_t)(void);	エンドポイントでの停止が取り除かれた時に呼ばれます。このものはudd_ep_wait_stall_clear()経由で登録されます。
typedef void (*udd_callback_trans_t)(udd_ep_status_t status, iram_size_t nb_transferred)	転送要求が終了または取り消された時に呼ばれます。このものはudcdrv_ep_run()経由で登録されます。

表4-8. 高速(High Speed)応用専用UDD入力 - ④

宣言	呼び出し者	説明
uint16_t udd_get_microframe_number()	APP	現在のマイクロフレーム開始番号を返します。
udd_test_mode_j()	UDC	USB HS装置を検査するための機能。これらはUSB検定を動かすために要求されます。
udd_test_mode_k()		
udd_test_mode_se0_nak()		
udd_test_mode_packet()		

全域変数udd\_g\_ctrlreqはUDDによって宣言され、次のような2つの部分を含みます。

- UDDによって更新され、UDCとUDIによって使われる値(表4-9.)
- UDCとUDIによって更新され、UDDによって使われる値(表4-10.)

UDDの外側では、この変数がUDCに関してudd\_process\_setup()、UDIに関して\*setup()によって処理されます。

表4-9. UDDによって更新されるudd\_g\_ctrlreq領域

宣言	説明
usb_setup_req_t req	構成設定(SETUP)パケット内に含まれ、要求の復号に使われる値
uint8_t *payload	緩衝部の内容がUDDによって送られる、または満たされる。u16_sizeが0と等しい場合、NULLにすることができます。

表4-10. UDCまたはUDIによって更新されるudd\_g\_ctrlreq

宣言	説明
uint8_t *payload	送るまたは満たすための緩衝部の位置指示値
uint16_t u16_size	送るまたは満たすための緩衝部の大きさ DATA段階が必要とされない時には0にすることができます。
bool over_under_run(void)	与えられた緩衝部(payload)が一杯または空の時にUDDによって呼ばれます。 NULLにすることができます。
void *callback(void)	構成設定要求が終わった(SETUP+DATA+ZLP)時にUDDによって呼ばれます。 NULLにすることができます。

## 5. 動き

このUDC階層実装は割り込み駆動の仕組みに基づきます。この解決策は最小遅延を保証し、どんな待機繰り返しも必要とせず、OS適合性を保証します。

USB割り込みルーチン優先権に依存して、USB割り込みはより高い優先権を持つ別の割り込みルーチンや重要なコード領域によって妨げられ得ます。USBハードウェアとソフトウェアは(USBアドレスを割り当てるためにUSB列挙(接続認識)段階中に実行される)USB“アドレス設定(Set Address)”要求を除いてどんな時間要件も持ちません。使用者は“アドレス設定(Set Address)”要求中にUSB割り込みが下表で与えられる最大遅延よりも長い間妨げられないことに注意しなければなりません。

表5-1. アドレス設定(Set Address)タイミング

USBホスト	最大時間 (注)
仕様	2ms
USB org検証ツール	12ms
Windows® XP	48ms
Windows Vista, 7	32ms
Mac Mini OSX 10.5.8	77ms
Ubuntu 8.04, Ubuntu 9, Open Suse 11.1	29ms
Fedora 9, Fedora 10	24ms

注: これらの数値はUSBホストハードウェアに依存し、参照用概算値にすぎません。これらの数値は構成設定再試行用時間を含みます。



USBホストは無応答USB装置をリセットするために時間制限を有します(この時間はUSB仕様によって指定されません)。下表はオペレーティングシステムの時間制限の例を一覧にします。

表5-2. OS時間制限

USBホスト	制限時間				
	制御エンドポイント		大容量記憶		
	データ段階	ZLP段階	CBW	データ読み込み	CSW
仕様	制限時間なし				
Windows® XP	5.3s	5.3s	19s	9.3s	9.3s
Windows Vista, 7	5.3s	5.3s	19s	160s/60s	160s/60s
Mac Mini OSX 10.5.8	5.9s	5.6s	11s	31s	22s
Ubuntu 8.04, Ubuntu 9, Open Suse 11.1	5s	5s	30s	30s	30s
Fedora 9, Fedora 10	5s	5s	30s	60s	30s

以下の図は各種層間での相互作用を記述します。

図5-1. USB装置の始動と停止

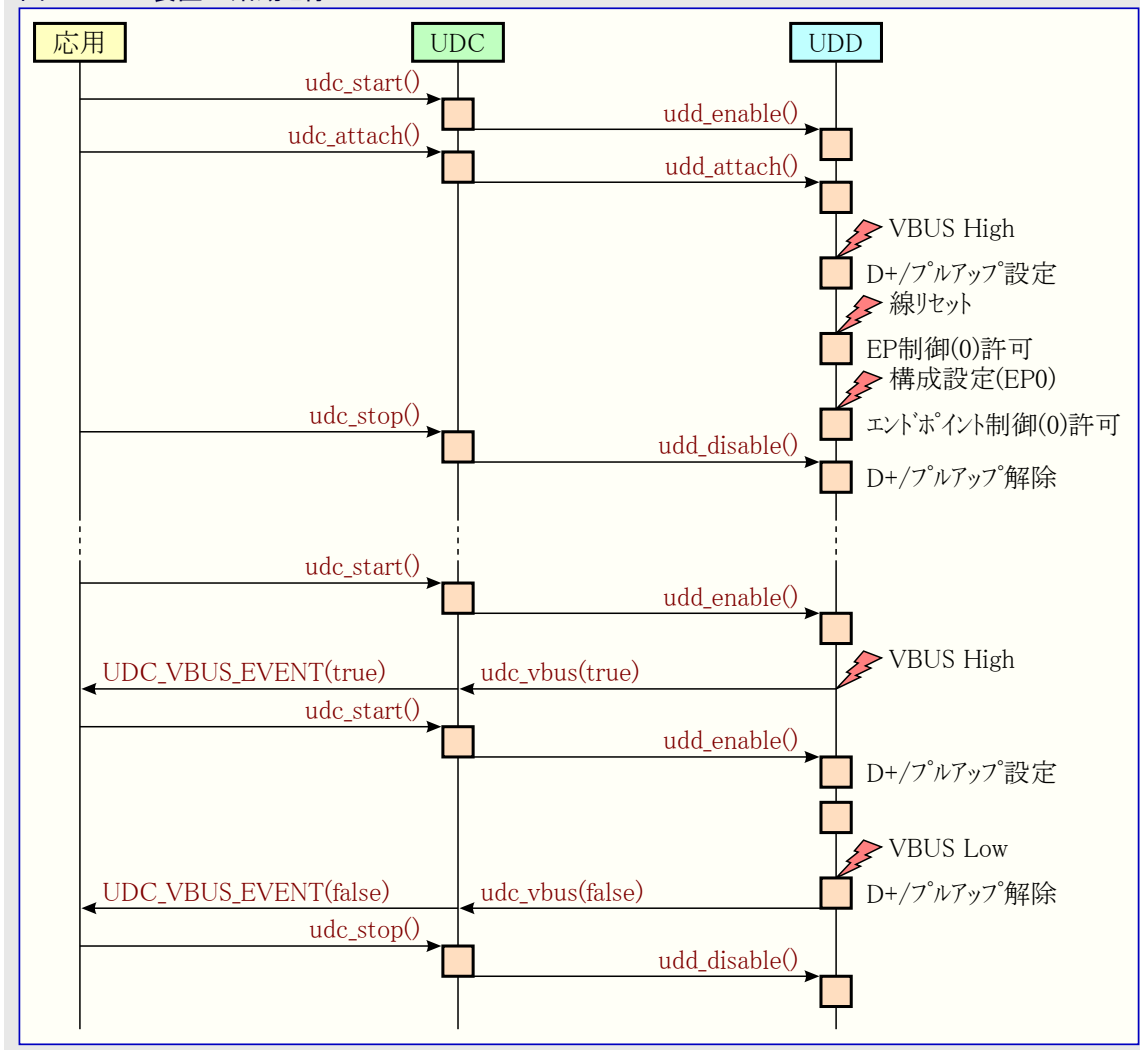
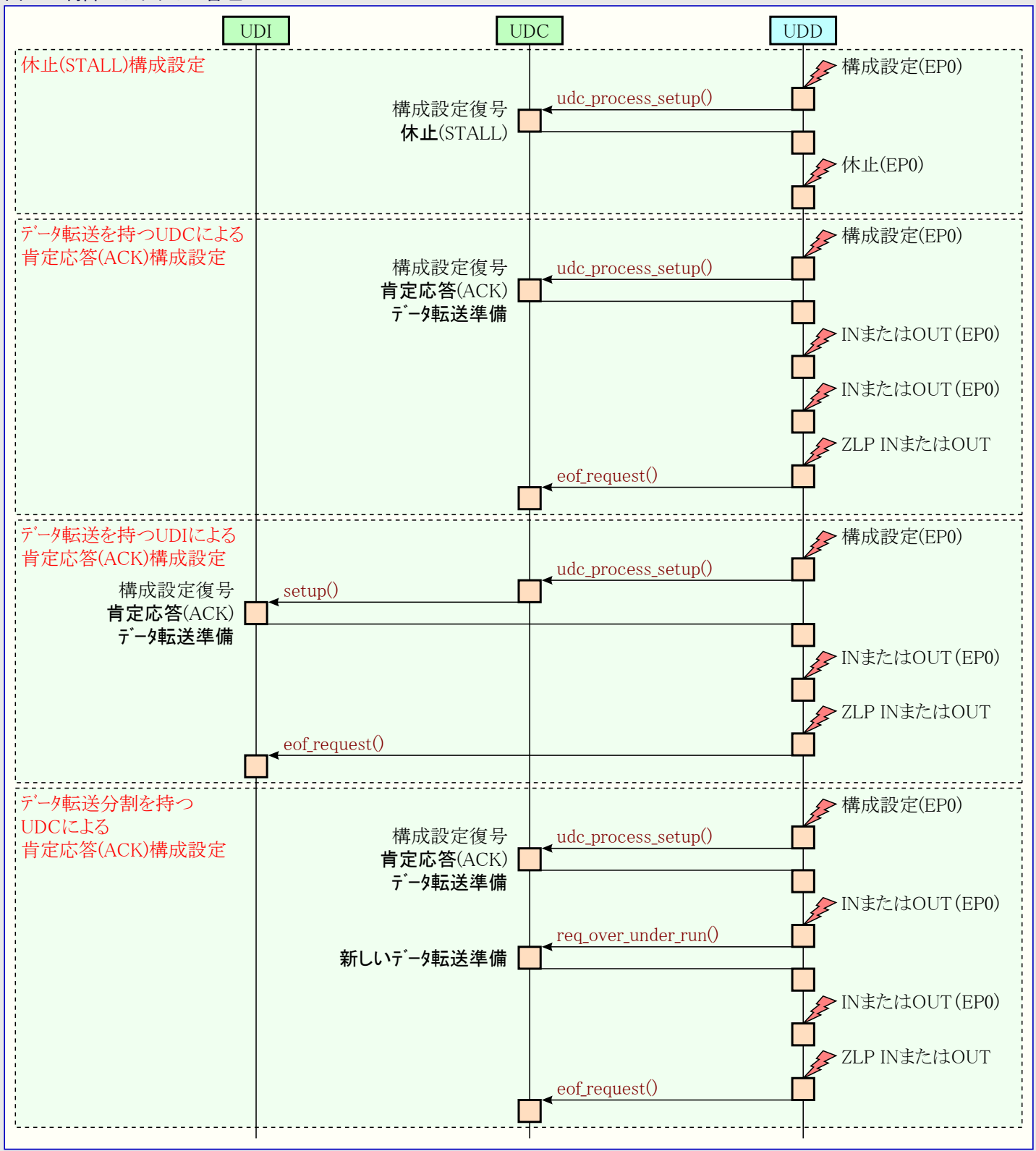


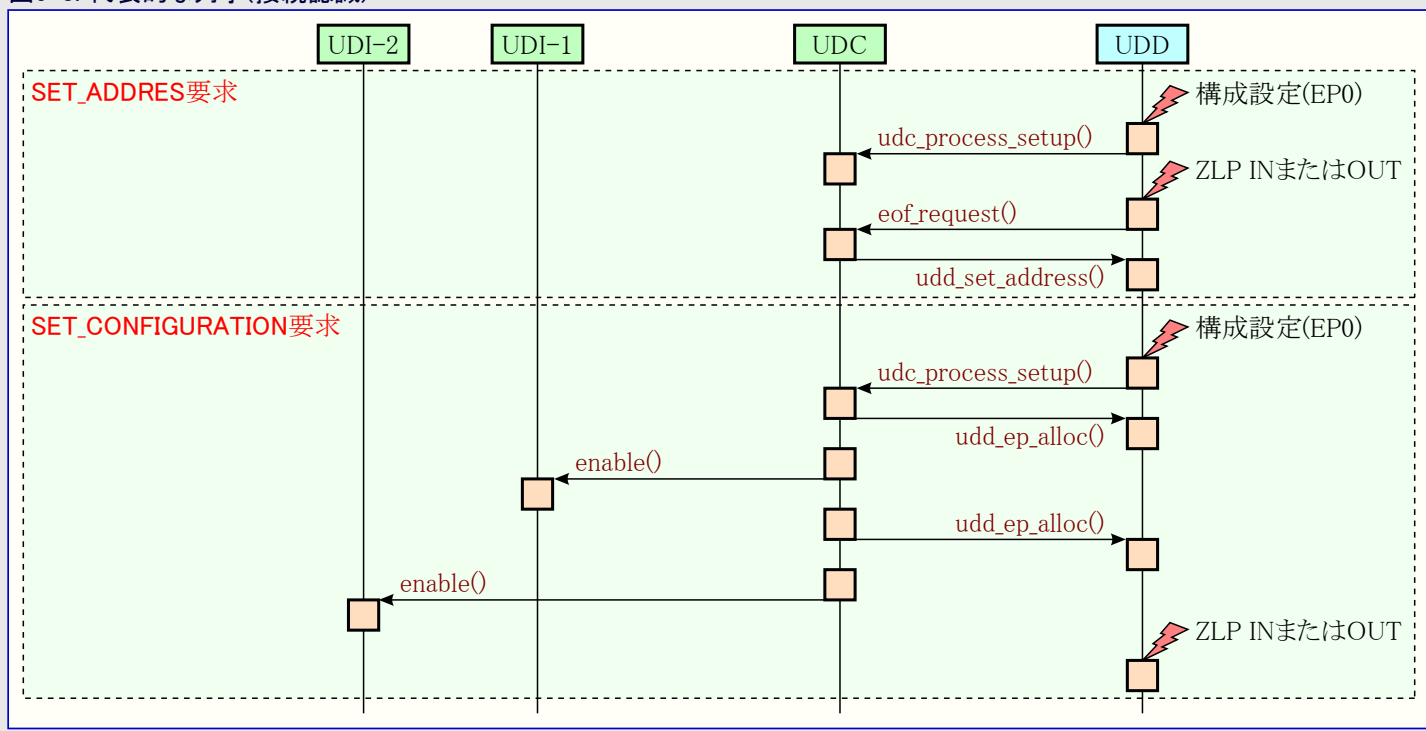


図5-2. 制御エンドポイントの管理



注: `udd_g_ctrlreq`変数はUDDとUDC/UDI間の通信に使われます。

図5-3. 代表的な列挙(接続認識)



## 6. 構成設定

構成設定は応用とUSB記述子の2つの部分に分けられます。

応用の構成設定は`conf_usb.h`ファイルで定義されます。このファイルは各応用に対して作成されなければなりません。このファイルを作成/編集するのに基本的なUSBの知識だけが必要とされます。

`conf_usb.h`ファイルは以下の構成設定を定義しなければなりません。

- USB装置構成設定
- USBインターフェース構成設定
- USBドライバ構成設定

USB記述子構成設定はMicrochipによって提供された既定構成設定が使われない時に要求されます。この構成設定情報はUSBのより詳細な知識を必要とします。

## 6.1. USB構成設定

### USB装置構成設定

以下の構成設定は主USB装置形態である、応用の`conf_usb.h`ファイルに含まれなければなりません。

表6-1. USB装置構成設定

定義名	型	説明
USB_DEVICE_VENDOR_ID	語(ワード)	USB.orgによって提供される供給者ID(ATMEL=\$03EB)
USB_DEVICE_PRODUCT_ID	語(ワード)	( <code>usb_atmel.h</code> で参照される)製品ID
USB_DEVICE_MAJOR_VERSION	バイト	装置の主版番号
USB_DEVICE_MINOR_VERSION	バイト	装置の副版番号
USB_DEVICE_MANUFACTURE_NAME (注1)	文字列 (注2)	製造業者の静的ASCII名
USB_DEVICE_PRODUCT_NAME (注1)	文字列 (注2)	製品の静的ASCII名
USB_DEVICE_SERIAL_NAME (注1)	文字列 (注2)	通番を許可して設定するための静的ASCII名
USB_DEVICE_GET_SERIAL_NAME_POINTER() (注1)	const uint8_t 関数(void)	通番を許可して設定するための動的ASCII名での位置指示子を与えます。 USB_DEVICE_GET_SERIAL_NAME_LENGTHが必要で、USB_DEVICE_SERIAL_NAMEを無効にします。
USB_DEVICE_GET_SERIAL_NAME_LENGTH() (注1)	uint8_t 関数(void)	通番を許可するのに使われる動的ASCII名の長さを与えます。
USB_DEVICE_POWER	数値	最大装置電力(mA)
USB_DEVICE_ATTR	バイト	以下の機能を許可するために追加するUSB属性 ・ USB_CONFIG_ATTR_SELF_POWERED ・ USB_CONFIG_ATTR_REMOTE_WAKEUP (注3)
USB_DEVICE_LOW_SPEED (注1)	(定義のみ)	低速(Low Speed)での走行をUSB装置に強制します。
USB_DEVICE_HS_SUPPORT (注1)	(定義のみ)	高速(High Speed)での走行にUSB装置を認定します。
USB_DEVICE_MAX_EP	バイト	装置によって使われる最大エンドポイント数を定義します(制御エンドポイントは含みません)。

**注1:** 任意選択構成設定。それを禁止するにはその定義命令行を注釈にしてください(例: `// #define USB_DEVICE_X`)。

**注2:** 文字列構文法の例: `#define USB_DEVICE_MANUFACTURE_NAME "ATMEL"`。定義は省略することができ、従ってUSB列挙(接続認識)の文字列が取り去られます。

**注3:** 遠隔起動機能が許可される場合、遠隔起動(`remotewakeup`)呼び戻しが実装されなければなりません。

### USBインターフェース構成設定

UDI構成設定はUSB装置クラス応用記述で記述されます。

### USBドライバ構成設定

以下の構成設定は応用の`conf_usb.h`ファイルに含まれなければなりません。

AVR製品はここで許可することができる特別なハードウェア機能を提供します。

表6-2. USB装置ドライバ構成設定

定義名	値	UDD	説明
UDD_NO_SLEEP_MGR	(定義のみ)	全て	休止管理サービスの管理を取り去ります。
UDD_ISOCHRONOUS_NB_BANK	1,2,3	AVR32 - USBB	等時エンドポイント緩衝を減少または増加(既定値:2)
UDD_BULK_NB_BANK	1,2,3	AVR32 - USBB	大量(バルク)エンドポイント緩衝を減少または増加(既定値:2)
UDD_INTERRUPT_NB_BANK	1,2,3	AVR32 - USBB	割り込みエンドポイント緩衝を減少または増加(既定値:1)
UDD_USB_INT_LEVEL	0~3	AVR32 - USBB AVR32 - USBC	AVR32コアでUSB割り込みレベルを設定(既定値:0(推奨))
UDD_USB_INT_LEVEL	USB_INTLVL_LO_gc USB_INTLVL_~	XMEGA - USB	XMEGAコアでUSB割り込みレベルを設定(既定値:USB_INTLVL_LO_gc(推奨))

## 6.2. USB記述子

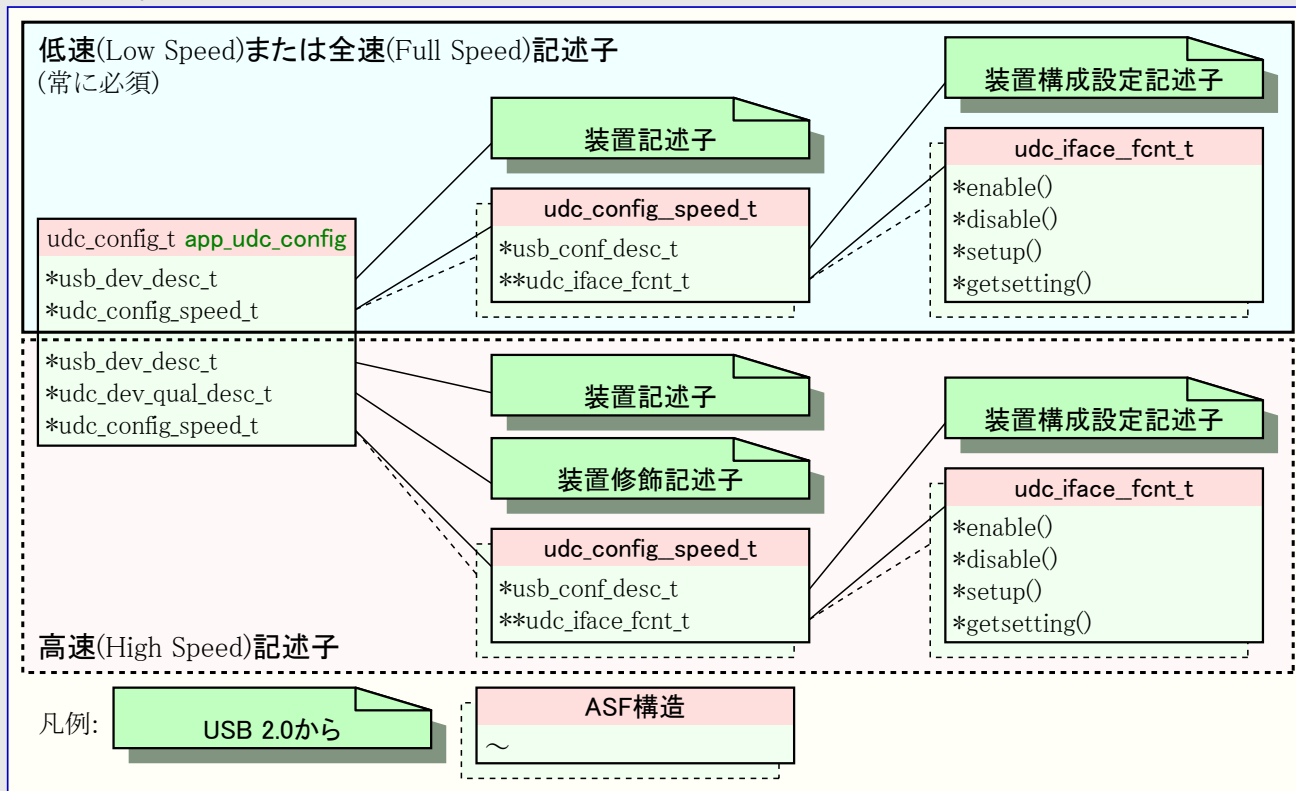
この項は新しいUDIまたは複合USB装置の作成を望むUSB開発者に向けられています。

ASFによって既に提供されたUSBクラスは既定USB装置記述子を含みます。これらの記述子は`udi_foo_desc.c`と`udi_foo_conf.h`のUDIファイルで定義され、全てのUDI応用記述で記述される容易な実装を許します。

記述子ファイルは以下を含む`app_udc_config`全域変数を宣言します。

- 可能な各速度に対する装置記述子 (`usb_dev_desc_t`)
- 高速(High Speed)装置の場合での1つの装置修飾 (`usb_dev_qual_desc_t`)
- 各構成設定に対する構成設定記述子 (`usb_conf_desc_x_t`)
- UDIと構成設定記述子間の繋げ (`udc_iface_fcmt_t`)

図6-1. USB記述子



## 7. 電力消費

AVR製品で利用可能な各種電力形態はUSB線状態に従ってUSBハードウェアによって支援することができます。USBドライバはそれらの節電動作形態を管理するのに休止管理(sleepmgr)サービスを使います。USB応用は休止管理(sleepmgr)サービスをインクルードしなければならず、休止管理(sleepmgr)は休止管理サービス初期化(`sleepmgr_init()`)呼び出しによって初期化されなければなりません。

### 7.1. UC3のUSBBとUSBCの休止形態

全てのUC3休止形態は特定UC3データシートの「電力管理部」章で記述されます。USBBとUSBCの「ドライバ」によって支援される休止形態は次のとおりです。

- USBアイドル(IDLE)状態：ドライバはUSBクロックを必要とし、故にアイドル休止形態は支援される最低休止形態です。
- USB休止(SUSPEND)状態：ドライバはUSBクロックを必要としませんが、USB起き上がりでクロックを要求します。従って、静止(STATIC)と待機(STANDBY)が支援されます。
- VBUS監視：USB自己給電形態で使われるVBUS監視は停止(STOP)形態に落ちることをUC3に許します。

表7-1. UC3でのUSB休止(サスペンド)状態で支援される最大休止レベル

USB電力形態	USB速度形態	USBクロック始動(注)	休止形態認可
バス給電と自己給電	LS, FS	> 10ms	待機(STANDBY)
	HS	> 3ms	
自己給電	LS, FS	≤ 10ms	停止(STOP)
	HS	≤ 3ms	
バス給電	LS, FS	≤ 10ms	静止(STATIC)
	HS	≤ 3ms	

注: USBクロックを生成するのに度々外部発振器が使われます。USBクロック始動タイミングは発振器の始動タイミングに依存します。

UC3系統はUSB休止(サスペンド)形態で指定された電力制限(2.5mA)を支援します。

どのバス給電装置応用に対しても、以下が必要とされます。

- `conf_usb.h`ファイルから`USB_DEVICE_ATTR`定義内の`USB_CONFIG_ATTR_SELF_POWERED`ビットを取り去ってください。
- 低始動時間を持つ外部発振器を使ってください。この値は`BOARD_OSC0_STARTUP_US`定義による基板ヘッダ内で指定されます。始動時間構成設定任意選択に注意し、特にUC3データシートで`OSCCTRL0`レジスタ記述をご覧ください。
- UC3用に3.3Vを生成するのに外部低損失(LDO)電圧調整器を使ってください。この調整器を選択する時に、静止電流が必要とされる2.5mA最大休止(サスペンド)電流に比べて大きすぎる消費をしないようにしてください。

## 7.2. XMEGA休止形態

全てのXMEGA休止形態はXMEGAデータシートの「電力管理と休止形態」章で記述されます。USB階層によって支援される休止形態は次のとおりです。

- USBアイドル(IDLE)状態: ドライバはUSBクロックを必要とし、故にアイドル休止形態は支援される最低休止形態です。
- USB休止(SUSPEND)状態: ドライバはUSBクロックを必要としませんが、USB起き上がりでクロックを要求します。従って、電力停止(POWER DOWN)と待機(STANDBY)が支援されます。

表7-2. XMEGAでのUSB休止(サスペンド)状態で支援される最大休止レベル

USB電力形態	USB速度形態	USBクロック始動(注)	休止形態認可
バス給電と自己給電	LS, FS	> 10ms	待機(STANDBY)
		≤ 10ms	電力停止(POWER DOWN)

注: USBクロックを生成するのに内部発振器を使うことができます。従って、USBクロック始動タイミングは<10msです。

XMEGA系統はUSB休止(サスペンド)形態で指定された電力制限(2.5mA)を支援します。

どのバス給電装置応用に対しても、以下が必要とされます。

- `conf_usb.h`ファイルから`USB_DEVICE_ATTR`定義内の`USB_CONFIG_ATTR_SELF_POWERED`ビットを取り去ってください。
- 始動時間を減らすために内部発振器を使ってください。
- XMEGA用に3.3Vを生成するのに外部低損失調整器が必要とされます。この調整器を選択する時に、静止電流が必要とされる2.5mA最大休止(サスペンド)電流に比べて大きすぎる消費をしないようにしてください。

## 8. 改訂履歴

資料改訂	日付	注釈
8360A	2010年12月	初版
8360B	2011年4月	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 電力消費に関する全ての項を更新</li> <li>• UDIとUDDのAPI更新。“<code>sof_notify()</code>”と<code>udd_get_microframe_number()</code>記述をご覧ください。</li> </ul>
8360C	2012年8月	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 表7-1.で動的通番実装のための新しい任意選択を追加</li> <li>• ATxmega製品情報を追加</li> <li>• 要点一覧で、高速(High Speed) 48Mビット/秒を480Mビット/秒によって修正</li> </ul>
8360D	201x年xx月	<p>注: 非公開版</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 欠けているATxmega製品除法を追加(§ 4.3.2.の表7-2.)</li> </ul>
8360E	2013年8月	<ul style="list-style-type: none"> <li>• UDC API2更新</li> <li>• 呼び戻しについての説明追加</li> </ul>
A	2018年4月	<p>本資料(Microchip_DS00002681)はAtmel資料8360E-08/13を置き換えます。</p> <p>含む更新: 雛形、言語、誤植、Atmel Studio最新公開への参照、関連の例と応用記述の一覧、更に最新項目に対する点へ更新された参照名と版</p>



## Microchipウェブ サイト

Microchipは<http://www.microchip.com/>で当社のウェブ サイト経由でのオンライン支援を提供します。このウェブ サイトはお客様がファイルや情報を容易に利用可能にする手段として使われます。お気に入りのインターネット ブラウザを用いてアクセスすることができ、ウェブ サイトは以下の情報を含みます。

- **製品支援** – データシートと障害情報、応用記述と試供プログラム、設計資源、使用者の手引きとハードウェア支援資料、最新ソフトウェア配布と保管されたソフトウェア
- **一般的な技術支援** – 良くある質問(FAQ)、技術支援要求、オンライン検討グループ、Microchip相談役プログラム員一覧
- **Microchipの事業** – 製品選択器と注文の手引き、最新Microchip報道発表、セミナーとイベントの一覧、Microchip営業所の一覧、代理店と代表する工場

## お客様への変更通知サービス

Microchipのお客様通知サービスはMicrochip製品を最新に保つのに役立ちます。加入者は指定した製品系統や興味のある開発ツールに関連する変更、更新、改訂、障害情報がある場合に必ず電子メール通知を受け取ります。

登録するには<http://www.microchip.com/>でMicrochipのウェブ サイトをアクセスしてください。”Support”下で”Customer Change Notification”をクリックして登録指示に従ってください。

## お客様支援

Microchip製品の使用者は以下のいくつかのチャネルを通して支援を受け取ることができます。

- 代理店または販売会社
- 最寄りの営業所
- 現場応用技術者(FAE:Field Application Engineer)
- 技術支援

お客様は支援に関してこれらの代理店、販売会社、または現場応用技術者(FAE)に連絡を取るべきです。最寄りの営業所もお客様の手助けに利用できます。営業所と位置の一覧はこの資料の後ろに含まれます。

技術支援は<http://www.microchip.com/support>でのウェブ サイトを通して利用できます。

## Microchipデバイスコード保護機能

Microchipデバイスでの以下のコード保護機能の詳細に注意してください。

- Microchip製品はそれら特定のMicrochipデータシートに含まれる仕様に合致します。
- Microchipは意図した方法と通常条件下で使われる時に、その製品系統が今日の市場でその種類の最も安全な系統の1つであると考えます。
- コード保護機能を破るのに使われる不正でおそらく違法な方法があります。当社の知る限りこれらの方法の全てはMicrochipのデータシートに含まれた動作仕様外の方法でMicrochip製品を使うことが必要です。おそらく、それを行う人は知的財産の窃盗に関与しています。
- Microchipはそれらのコードの完全性について心配されているお客様と共に働きたいと思います。
- Microchipや他のどの半導体製造業者もそれらのコードの安全を保証することはできません。コード保護は当社が製品を”破ることができない”として保証すると言うことを意味しません。

コード保護は常に進化しています。Microchipは当社製品のコード保護機能を継続的に改善することを約束します。Microchipのコード保護機能を破る試みはデジタル ミレニアム著作権法に違反するかもしれません。そのような行為があなたのソフトウェアや他の著作物に不正なアクセスを許す場合、その法律下の救済のために訴権を持つかもしれません。

## 法的通知

デバイス応用などに関してこの刊行物に含まれる情報は皆さまの便宜のためにだけ提供され、更新によって取り換えられるかもしれません。皆さまの応用が皆さまの仕様に合致するのを保証するのは皆さまの責任です。Microchipはその条件、品質、性能、商品性、目的適合性を含め、明示的にも黙示的にもその情報に関連して書面または表記された書面または黙示の如何なる表明や保証もしません。Microchipはこの情報とそれの使用から生じる全責任を否認します。生命維持や安全応用でのMicrochipデバイスの使用は完全に購入者の危険性で、購入者はそのような使用に起因する全ての損害、請求、訴訟、費用からMicrochipを擁護し、補償し、免責にすることに同意します。他に言及されない限り、Microchipのどの知的財産権下でも暗黙的または違う方法で許認可は譲渡されません。

## 商標

Microchipの名前とロゴ、Microchipロゴ、AnyRate、AVR、AVRロゴ、AVR Freaks、BeaconThings、BitCloud、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、FlashFlex、flexPWR、Heldo、JukeBlox、KeeLoq、KeeLoqロゴ、Kleer、LANCheck、LINK MD、maXStylus、maXTouch、MediaLB、megaAVR、MOST、MOSTロゴ、MPLAB、OptoLyzer、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32ロゴ、Prochip Designer、QTouch、RightTouch、SAM-BA、SpyNIC、SST、SSTロゴ、SuperFlash、tinyAVR、UNI/O、XMEGAは米国と他の国に於けるMicrochip Technology Incorporatedの登録商標です。

ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、Hyper Speed Control、HyperLight Load、IntelliMOS、mTouch、Precision Edge、Quiet-Wireは米国に於けるMicrochip Technology Incorporatedの登録商標です。

Adjacent Key Suppression、AKS、Analog-for-the-Digital Age、Any Capacitor、AnyIn、AnyOut、BodyCom、chipKIT、chipKITロゴ、CodeGuard、CryptoAuthentication、CryptoCompanion、CryptoController、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、DAM、ECAN、EtherGREEN、In-Circuit Serial Programming、ICSP、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、KleerNet、KleerNetロゴ、Mindi、MiWi、motorBench、MPASM、MPF、MPLAB Certifiedロゴ、MPLAB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICtail、PureSilicon、QMatrix、RightTouchロゴ、REAL ICE、Ripple Blocker、SAM-ICE、Serial Quad I/O、SMART-I.S.、SQI、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Total Endurance、TSHARC、USBCheck、VariSense、View Sense、WiperLock、Wireless DNA、ZENAは米国と他の国に於けるMicrochip Technology Incorporatedの商標です。

SQTPは米国に於けるMicrochip Technology Incorporatedの役務標章です。

Silicon Storage Technologyは他の国に於けるMicrochip Technology Inc.の登録商標です。

GestICは他の国に於けるMicrochip Technology Inc.の子会社であるMicrochip Technology Germany II GmbH & Co. KGの登録商標です。

ここで言及した以外の全ての商標はそれら各々の会社の所有物です。

© 2018年、Microchip Technology Incorporated、米国印刷、不許複製

## DNVによって認証された品質管理システム

### ISO/TS 16949

Microchipはその世界的な本社、アリゾナ州のチャンドラーとテンペ、オレゴン州グラシャムの設計とウェハー製造設備とカリフォルニアとインドの設計センターに対してISO/TS-16949:2009認証を取得しました。当社の品質システムの処理と手続きはPIC<sup>®</sup> MCUとdsPIC<sup>®</sup> DSC、KEELOQ符号飛び回りデバイス、直列EEPROM、マイクロ周辺機能、不揮発性メモリ、アナログ製品用です。加えて、開発システムの設計と製造のためのMicrochipの品質システムはISO 9001:2000認証取得です。

日本語© HERO 2021.

本応用記述はMicrochipのAN2468応用記述(DS00002681A-2018年4月)の翻訳日本語版です。日本語では不自然となる重複する形容表現は省略されている場合があります。日本語では難解となる表現は大幅に意識されている部分もあります。必要に応じて一部加筆されています。頁割の変更により、原本より頁数が少なくなっています。

必要と思われる部分には( )内に英語表記や略称などを残す形で表記しています。

青字の部分はリンクとなっています。一般的に赤字の0,1は論理0,1を表します。その他の赤字は重要な部分を表します。



## 世界的な販売とサービス

米国	亜細亜/太平洋	亜細亜/太平洋	欧州
<b>本社</b> 2355 West Chandler Blvd. Chandler, AZ 85224-6199 Tel: 480-792-7200 Fax: 480-792-7277 技術支援: <a href="http://www.microchip.com/support">http://www.microchip.com/support</a> ウェブアドレス: <a href="http://www.microchip.com">www.microchip.com</a> <b>アトランタ</b> Duluth, GA Tel: 678-957-9614 Fax: 678-957-1455 <b>オースチン TX</b> Tel: 512-257-3370 <b>ホストン</b> Westborough, MA Tel: 774-760-0087 Fax: 774-760-0088 <b>シカゴ</b> Itasca, IL Tel: 630-285-0071 Fax: 630-285-0075 <b>ダラス</b> Addison, TX Tel: 972-818-7423 Fax: 972-818-2924 <b>デトロイト</b> Novi, MI Tel: 248-848-4000 <b>ヒューストン TX</b> Tel: 281-894-5983 <b>インディアナポリス</b> Noblesville, IN Tel: 317-773-8323 Fax: 317-773-5453 Tel: 317-536-2380 <b>ロサンゼルス</b> Mission Viejo, CA Tel: 949-462-9523 Fax: 949-462-9608 Tel: 951-273-7800 <b>ローリー NC</b> Tel: 919-844-7510 <b>ニューヨーク NY</b> Tel: 631-435-6000 <b>サンホセ CA</b> Tel: 408-735-9110 Tel: 408-436-4270 <b>カナダ - トロント</b> Tel: 905-695-1980 Fax: 905-695-2078	<b>オーストラリア - シドニー</b> Tel: 61-2-9868-6733 <b>中国 - 北京</b> Tel: 86-10-8569-7000 <b>中国 - 成都</b> Tel: 86-28-8665-5511 <b>中国 - 重慶</b> Tel: 86-23-8980-9588 <b>中国 - 東莞</b> Tel: 86-769-8702-9880 <b>中国 - 広州</b> Tel: 86-20-8755-8029 <b>中国 - 杭州</b> Tel: 86-571-8792-8115 <b>中国 - 香港特別行政区</b> Tel: 852-2943-5100 <b>中国 - 南京</b> Tel: 86-25-8473-2460 <b>中国 - 青島</b> Tel: 86-532-8502-7355 <b>中国 - 上海</b> Tel: 86-21-3326-8000 <b>中国 - 瀋陽</b> Tel: 86-24-2334-2829 <b>中国 - 深圳</b> Tel: 86-755-8864-2200 <b>中国 - 蘇州</b> Tel: 86-186-6233-1526 <b>中国 - 武漢</b> Tel: 86-27-5980-5300 <b>中国 - 西安</b> Tel: 86-29-8833-7252 <b>中国 - 廈門</b> Tel: 86-592-2388138 <b>中国 - 珠海</b> Tel: 86-756-3210040	<b>インド - ハンガロール</b> Tel: 91-80-3090-4444 <b>インド - ニューデリー</b> Tel: 91-11-4160-8631 <b>インド - フネー</b> Tel: 91-20-4121-0141 <b>日本 - 大阪</b> Tel: 81-6-6152-7160 <b>日本 - 東京</b> Tel: 81-3-6880-3770 <b>韓国 - 大邱</b> Tel: 82-53-744-4301 <b>韓国 - ソウル</b> Tel: 82-2-554-7200 <b>マレーシア - クアラルンプール</b> Tel: 60-3-7651-7906 <b>マレーシア - ペナン</b> Tel: 60-4-227-8870 <b>フィリピン - マニラ</b> Tel: 63-2-634-9065 <b>シンガポール</b> Tel: 65-6334-8870 <b>台湾 - 新竹</b> Tel: 886-3-577-8366 <b>台湾 - 高雄</b> Tel: 886-7-213-7830 <b>台湾 - 台北</b> Tel: 886-2-2508-8600 <b>タイ - バンコク</b> Tel: 66-2-694-1351 <b>ベトナム - ホーチミン</b> Tel: 84-28-5448-2100	<b>オーストラリア - ウェルズ</b> Tel: 43-7242-2244-39 Fax: 43-7242-2244-393 <b>デンマーク - コペンハーゲン</b> Tel: 45-4450-2828 Fax: 45-4485-2829 <b>フィンランド - エスポー</b> Tel: 358-9-4520-820 <b>フランス - パリ</b> Tel: 33-1-69-53-63-20 Fax: 33-1-69-30-90-79 <b>ドイツ - ガルピング</b> Tel: 49-8931-9700 <b>ドイツ - ハーン</b> Tel: 49-2129-3766400 <b>ドイツ - ハイムブロン</b> Tel: 49-7131-67-3636 <b>ドイツ - カールスルーエ</b> Tel: 49-721-625370 <b>ドイツ - ミュンヘン</b> Tel: 49-89-627-144-0 Fax: 49-89-627-144-44 <b>ドイツ - ローゼンハイム</b> Tel: 49-8031-354-560 <b>イスラエル - ラーナナ</b> Tel: 972-9-744-7705 <b>イタリア - ミラノ</b> Tel: 39-0331-742611 Fax: 39-0331-466781 <b>イタリア - ハドバ</b> Tel: 39-049-7625286 <b>オランダ - デルネン</b> Tel: 31-416-690399 Fax: 31-416-690340 <b>ノルウェー - トロンハイム</b> Tel: 47-7289-7561 <b>ポーランド - ワルシャワ</b> Tel: 48-22-3325737 <b>ルーマニア - ブカレスト</b> Tel: 40-21-407-87-50 <b>スペイン - マドリード</b> Tel: 34-91-708-08-90 Fax: 34-91-708-08-91 <b>スウェーデン - イェテボリ</b> Tel: 46-31-704-60-40 <b>スウェーデン - ストックホルム</b> Tel: 46-8-5090-4654 <b>イギリス - ウォーキングム</b> Tel: 44-118-921-5800 Fax: 44-118-921-5820