AVR329：USBﾌｧｰﾑｳｪｱ基本設計

要点

- 低速(1.5Mbps)と全速(12Mbps)のﾃﾞｰﾀ速度
- 制御、大量(ﾊﾞﾙｸ)、等時(ｱｲｿｸﾛﾉｽ)、割り込みの転送形式
- AVR USBｿﾌﾄｳｪｱ ﾗｲﾌﾞﾗﾘでの標準または独自のUSB装置ｸﾗｽ
- 6つまでのﾃﾞｰﾀ ｴﾝﾄﾞﾎﾟｲﾝﾄ
- 単一または2重の緩衝

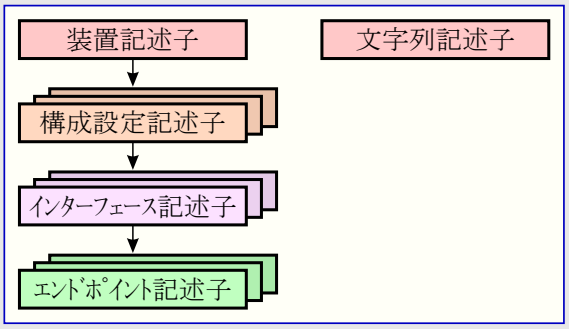
1. 序説

この資料の狙いはUSBﾌｧｰﾑｳｪｱを記述して基本設計の概要を与えることです。主要なﾌｧｲﾙはﾌｧｰﾑｳｪｱの独自設定とあなた自身の応用を構築する最も簡単な方法を使用者に与えるために記述されています。本資料の内容を理解するために少なくてもUSB仕様2.0(www.usb.org)の9章の知識が必要とされます。

2. USB記述子

列挙(接続認識)処理中、ﾎｽﾄはそれを識別して正しいﾄﾞﾗｲﾊﾞを設定するために多数の記述子を装置に問います。各USB装置はﾎｽﾄによって認証されるために少なくても右図で示される記述子を持つでしょう。

図2-1. USB記述子



2.1. 装置記述子

USB装置は1つの装置記述子だけを持てます。この記述子は装置全体を表明します。それはUSB版、ｴﾝﾄﾞﾎﾟｲﾝﾄ0の最大ﾊﾟｹｯﾄ容量、供給者ID、製品ID、装置が持ち得る可能な構成設定数などについての情報を与えます。

この下の表はこの記述子の形式を示します。

表2-1. 装置記述子

領域名	説明
bLength	記述子の大きさ
bDescriptorType	装置記述子
bcdUSB	USB版番号
bDeviceClass	ｸﾗｽ符号(0の場合はｸﾗｽが各ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽによって指定されます、$FFの場合は供給者によって指定されます。)
bDeviceSubClass	(USB協会により割り当てられた)補助ｸﾗｽ符号
bDeviceProtocol	(USB協会により割り当てられた)規約符号
bMaxPacketSize	ｴﾝﾄﾞﾎﾟｲﾝﾄ0のﾊﾞｲﾄでの最大ﾊﾟｹｯﾄ容量。それは8(低速)、16,32,64(全速)でなければなりません。
idVendor	(USB協会により割り当てられた)供給者識別
idProduct	(製造(供給)者により割り当てられた)製品識別
bcdDevice	(製造(供給)者により割り当てられた)装置版番号
iManufacturer	製造(供給)者記述子の文字列配列への指標
iProduct	製品記述子の文字列配列への指標
iSerialNumber	通番記述子の文字列配列への指標
bNumConfigurations	構成設定数

8ﾋﾞｯﾄ AVR® マイクロ コントローラ

応用記述

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、Atmel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。

Rev. 7603A-02/06, 7603AJ2-05/21

2.2. 構成設定記述子

USB装置は1つよりも多くの構成設定記述子を持てますが、装置の大多数は単一の構成設定を使います。この記述子は電力供給形態(自己給電またはﾊﾞｽ給電)、装置によって消費され得る最大電力、装置に付属するｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ、全てのﾃﾞｰﾀ記述子の総容量などを指定します。

例えば1つの装置は、それがﾊﾞｽによって給電される時の一方と、それが自己給電にされる時の他方の、2つの構成設定を持つことができます。異なる転送形態を使う構成設定も考えられます。

右の表はこの記述子の形式を示します。

表2-2. 構成設定記述子

領域名	説明
bLength	記述子の大きさ
bDescriptorType	構成設定記述子
wTotalLength	記述子の総容量
bNumInterfaces	ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ数
bConfigurationValue	構成設定番号
bmAttributes	ﾊﾞｽ給電または自己給電、遠隔起動
bMaxPower	2mA単位の最大消費電流

2.3. ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ記述子

1つの装置は1つよりも多くのｲﾝﾀｰﾌｪｰｽを持つことができます。この記述子によって与えられる主な情報はこのｲﾝﾀｰﾌｪｰｽによって使われるｴﾝﾄﾞﾎﾟｲﾝﾄ数とUSBｸﾗｽ、補助ｸﾗｽです。

この下の表はこの記述子の形式を示します。

表2-3. ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ記述子

領域名	説明
bLength	記述子の大きさ
bDescriptorType	ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ記述子
bInterfaceNumber	ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ番号
bAlternateSetting	置き換えるｲﾝﾀｰﾌｪｰｽを選ぶのに使用
bNumEndpoints	(ｴﾝﾄﾞﾎﾟｲﾝﾄ0を除く)ｴﾝﾄﾞﾎﾟｲﾝﾄ数
bInterfaceClass	(USB協会により割り当てられた)ｸﾗｽ符号
bInterfaceSubClass	(USB協会により割り当てられた)補助ｸﾗｽ符号 (0:補助ｸﾗｽなし、1:ﾌﾞｰﾄ ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ補助ｸﾗｽ)
iInterface	使うｲﾝﾀｰﾌｪｰｽを記述するための文字列配列への指標

2.4. ｴﾝﾄﾞﾎﾟｲﾝﾄ記述子

この記述子は、方向(INまたはOUT)、支援する転送形式(割り込み、大量、等時)、ｴﾝﾄﾞﾎﾟｲﾝﾄの容量、割り込み転送形態の場合に於けるﾃﾞｰﾀ転送の間隔などのようなｴﾝﾄﾞﾎﾟｲﾝﾄのﾊﾟﾗﾒｰﾀを記述するために用いられます。

この下の表はこの記述子の形式を示します。

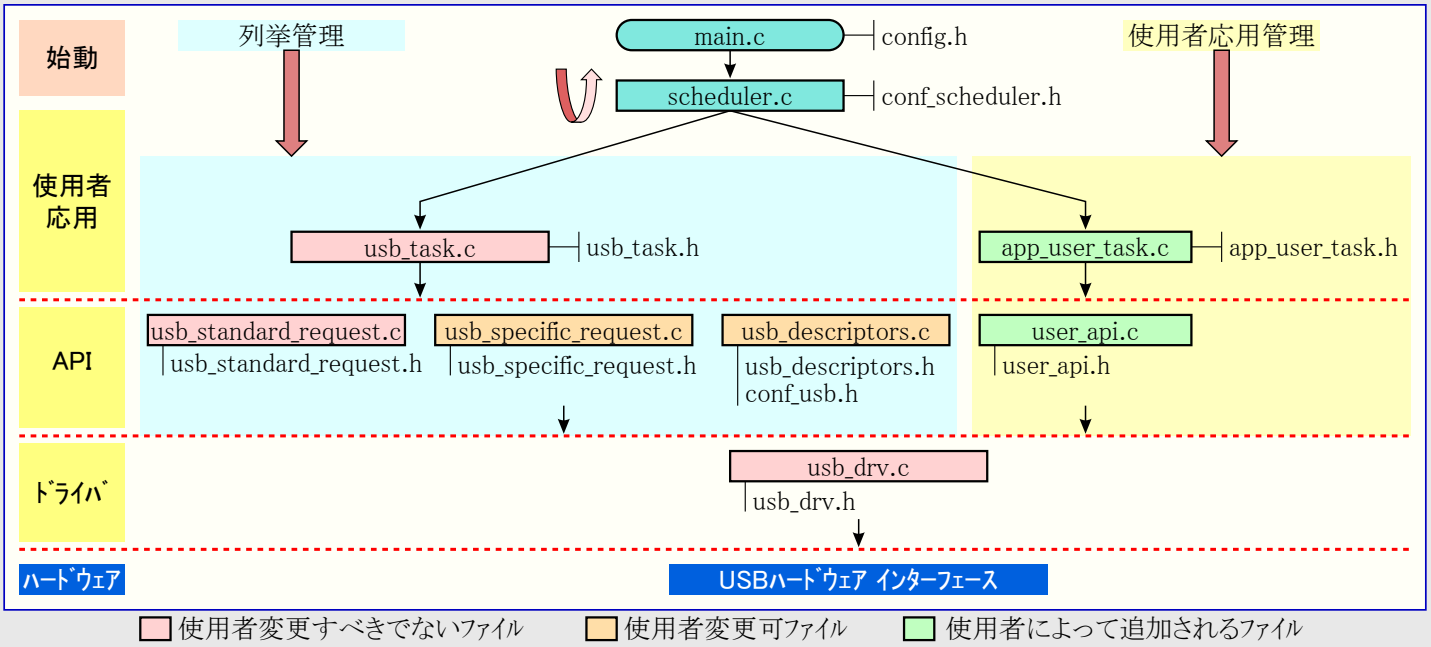
表2-4. ｴﾝﾄﾞﾎﾟｲﾝﾄ記述子

領域名	説明
bLength	記述子の大きさ
bDescriptorType	ｴﾝﾄﾞﾎﾟｲﾝﾄ記述子
bEndpointAddress	ｴﾝﾄﾞﾎﾟｲﾝﾄのｱﾄﾞﾚｽ (ﾋﾞｯﾄ7:方向,0=出力,1=入力、ﾋﾞｯﾄ6～4:予約(0に設定)、ﾋﾞｯﾄ3～0:ｴﾝﾄﾞﾎﾟｲﾝﾄ番号)
bmAttributes	ﾋﾞｯﾄ7～2:等時転送を除いて予約 ﾋﾞｯﾄ1,0:転送形式 (11:割り込み,10:大量,01:等時,00:制御) 低速(Loe-Speed)では制御と割り込みの動作形態だけが許されます。
wMaxPacketSize	このｴﾝﾄﾞﾎﾟｲﾝﾄが支援する最大ﾃﾞｰﾀ容量
bInterval	ｴﾝﾄﾞﾎﾟｲﾝﾄのﾃﾞｰﾀ転送を要求するための時間間隔です。この値はﾌﾚｰﾑ数(ms)で与えられます。 大量と制御の転送では無視されます。 等時に対しては1～16(ms)間の値を設定してください。 全速での割り込み転送に対しては1～255(ms)の値を設定してください。 低速での割り込み転送に対しては10～255(ms)の値を設定してください。

3. ファームウェア基本設計

下図で示されるように、USBファームウェアの基本設計はお客様のどんなハードウェア インターフェースをも避けるように設計されています(ドライバ層は使用者によって変更されるべきではありません)。使用者は自身の応用を構築するために、API(usb_standard_request.cファイルは変更されるべきではありません)と使用者応用層とのインターフェースを行わなければなりません。

図3-1. USBファームウェア基本設計



これより下は以下の主要ファイルの説明です。

main.c, config.h, scheduler.c, conf_scheduler.h, usb_task.c, usb_task.h, usb_standard_request.c, usb_standard_request.h, usb_specific_request.c, usb_specific_request.h, usb_drv.c, usb_drv.h, app_user_task.c, user_api.c

4. 始動

始動はmain.cとsheduler.cの2つファイルを含みます。これらのファイルは作業の始めと進捗を管理します。

4.1. main.c

このファイルは応用に対する主な入口です。計画機構の開始も実行します。

4.2. config.h

このファイルはクロック定義のようなシステム構成設定を含みます。例えば16MHzのクロック周波数を定義するには以下のように宣言しなければなりません。

```
#define FOSC   16000   // 発振器周波数(kHz)
```

4.3. scheduler.c

このファイルは使用者によって変更されるべきではありません。これは作業を呼ぶためのルーチンを管理します。各作業はconf_scheduler.hで指定された順に従って呼び出されます。

4.4. conf_scheduler.h

計画機構によって呼び出される作業はこのファイルで定義されなければなりません。初期化作業は只一度呼び出され、その他は継続的に呼び出されます。自身の作業を追加するため、使用者はこのファイル内でそれらを宣言しなければなりません。

例:

```
#define Scheduler_task_1_init   usb_task_init
#define Scheduler_task_1        usb_task
#define Scheduler_task_2_init   mouse_task_init
#define Scheduler_task_2        mouse_task
```

上の例の宣言を用いることで、計画機構はusb_task_init、次にmouse_task_initを1度呼び出すことによって始まり、その後はmouse_taskが後続するusb_taskを継続的に呼び出します。

5. 使用者応用

使用者応用層は最終使用者ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽを管理します。使用者は多数の応用作業を追加するでしょう。USB作業(ﾀｽｸ)はAtmelによって提供され、使用者はそれを変更すべきではありません。

5.1. usb_task.c

このﾌｧｲﾙは全てのUSB要求(標準と特定)を実行します。これはUSB列挙(接続認識)処理と全ての非同期事象(休止、再開、ﾘｾｯﾄ、起動など)を管理します。このﾌｧｲﾙは使用者によって変更されるべきではありません。

5.2. app_user_task.c

使用者は1つよりも多くの作業を追加することができ、それはその応用に依存します。これらの作業は使用者応用(最終使用者とのｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ)のﾚﾍﾞﾙより高く管理します。

例えば、ﾏｳｽ応用に関して、使用者はapp_user_task_cとして釦と感知器の管理を追加しなければなりません。

6. API

API層は使用者応用層とﾄﾞﾗｲﾊﾞ層間のｲﾝﾀｰﾌｪｰｽを許します。それは使用者に対してﾄﾞﾗｲﾊﾞ特権を隠します。

6.1. usb_standard_request.c

このﾌｧｲﾙは全てのUSB標準要求を管理します。これらの要求はどのUSBｸﾗｽ列挙(接続認識)とも同じです。使用者はこのﾌｧｲﾙを変更すべきではありません。

6.2. usb_standard_request.h

このﾌｧｲﾙは標準要求ﾊﾟﾗﾒｰﾀの値を定義します。

6.3. usb_specific_request.c

このﾌｧｲﾙは特定要求を管理します。これらの要求は応用に依存し、使用者はそれらを管理するために関連する関数を追加しなければなりません。

6.4. usb_specific_request.h

このﾌｧｲﾙは特定要求のﾊﾟﾗﾒｰﾀに関する値を定義します。応用が特定要求を持つ場合、使用者はこのﾌｧｲﾙにそれらの要求のﾊﾟﾗﾒｰﾀ/値を追加しなければなりません。

6.5. usb_descriptor.c

このﾌｧｲﾙに於いてusb_descriptor.hで定義される列挙記述子構造体の全てのﾊﾟﾗﾒｰﾀ/値を満たします。このﾌｧｲﾙは自身の応用を作る使用者に関して重要です。usb_descriptor.hで追加されるどの記述子の値もこのﾌｧｲﾙで満たされなければなりません。

6.6. usb_descriptor.h

このﾌｧｲﾙは記述子の構造体と全てのﾊﾟﾗﾒｰﾀ/値を含みます。usb_descriptor.cにどんな記述子を追加するのにも先立って、使用者はこのﾌｧｲﾙで関連する構造体型と値の定義を追加しなければなりません。

6.7. conf_usb.h

このﾌｧｲﾙは応用によって使われるｴﾝﾄﾞﾎﾟｲﾝﾄ番号の定義を定義します。

例えば、ﾏｳｽ応用ｴﾝﾄﾞﾎﾟｲﾝﾄとしてｴﾝﾄﾞﾎﾟｲﾝﾄ1の使用を欲したなら、conf_usb.hﾌｧｲﾙで下のように定義すべきです。

```
#define EP_MOUSE_IN   1        //! ﾏｳｽ割り込みINｴﾝﾄﾞﾎﾟｲﾝﾄの番号
```

6.8. user_api.c

このﾌｧｲﾙは使用者によって追加されます。これはﾄﾞﾗｲﾊﾞ ﾚﾍﾞﾙと使用者応用間のｲﾝﾀｰﾌｪｰｽを行います。

例えば、このﾌｧｲﾙはPCと装置間のﾃﾞｰﾀの転送を管理することができます。

7. ﾄﾞﾗｲﾊﾞ

ﾄﾞﾗｲﾊﾞ層は使用者に対して全てのﾊｰﾄﾞｳｪｱの複雑さを隠すことを許します

7.1. usb_drv.c

このﾌｧｲﾙは使用者とUSBﾊｰﾄﾞｳｪｱ間のｲﾝﾀｰﾌｪｰｽを提供し、それは全てのUSBﾙｰﾁﾝを含みます。使用者はこのﾌｧｲﾙを変更すべきではありません。

7.2. usb_drv.h

このﾌｧｲﾙはUSB低位ﾄﾞﾗｲﾊﾞ定義を含みます。

8. よくある質問

8.1. VIDとPIDを変更する方法は?

VID(供給者ID)とPID(製品ID)はホストによる装置の識別を許します。各製造業者は自身のVIDを持つべきで、これは全ての製品に対して同じです(これはUSB協会によって割り当てられます)。各製品は自身のPIDを持つべきです(これは製造業者によって割り当てられます)。

VIDとPIDの値はusb_descriptor.hで定義されます。それらを変更するには、その値を以下のように変更しなければなりません。

```
// USB装置記述子 (USB Device descriptor)
#define VENDOR_ID      0x03EB          // Atmelの供給者ID = $03EB
#define PRODUCT_ID     0x201C
```

8.2. どうしたら文字列記述子の値を変更できますか?

文字列記述子の値はusb_descriptor.hで定義されます。例えば製品名の値を変更するには、以下のように値を変更しなければなりません。

文字列値の長さ:

```
#define USB_PN_LENGTH          18
```

文字列値:

```
#define USB_PRODUCT_NAME ¥
{ Usb_unicode('A') ¥
 ,Usb_unicode('V') ¥
 ,Usb_unicode('R') ¥
 ,Usb_unicode(' ') ¥
 ,Usb_unicode('U') ¥
 ,Usb_unicode('S') ¥
 ,Usb_unicode('B') ¥
 ,Usb_unicode(' ') ¥
 ,Usb_unicode('M') ¥
 ,Usb_unicode('O') ¥
 ,Usb_unicode('U') ¥
 ,Usb_unicode('S') ¥
 ,Usb_unicode('E') ¥
 ,Usb_unicode(' ') ¥
 ,Usb_unicode('D') ¥
 ,Usb_unicode('E') ¥
 ,Usb_unicode('M') ¥
 ,Usb_unicode('O') ¥
}
```

8.3. どうすれば私の装置を自己給電またはバス給電形態で構成設定できますか?

装置を自己給電またはバス給電の形態に構成設定するためのパラメータはusb_descriptor.hファイルで定義されます。これより下は各形態の定義です。

バス給電形態:

```
// USB構成設定記述子 (USB Configuration descriptor)
#define CONF_ATTRIBUTES     USB_CONFIG_BUSPOWERED
```

自己給電形態:

```
// USB構成設定記述子 (USB Configuration descriptor)
#define CONF_ATTRIBUTES     USB_CONFIG_SELFPOWERED
```

8.4. どうしたら新しい記述子を追加できますか?

あなたの応用に新しい記述子を追加するには、以下の段階に従わなければなりません。

1. usb_descriptor.hファイルに於いて記述子パラメータの値とそれの構造体型を定義してください。
   例えばHID記述子とそれの構造体はusb_descriptor.hファイルで以下で示されるように定義されるべきです。

```
/* ____HID descriptor_____________________________________________________*/
   #define HID                    0x21
   #define REPORT                 0x22
   #define SET_REPORT             0x02
   #define HID_DESCRIPTOR         0x21
   #define HID_BDC                0x1001
   #define HID_COUNTRY_CODE       0x00
   #define HID_CLASS_DESC_NB      0x01
   #define HID_DESCRIPTOR_TYPE    0x22

/*_____ U S B   H I D   D E S C R I P T O R ____________________________*/
   typedef struct {
    U8  bLength;                  /* この記述子のﾊﾞｲﾄでの量 */
    U8  bDescriptorType;          /* HID記述子形式 */
    U16 bscHID;                   /* 2進化10進仕様、公開 */
    U8  bCountryCode;             /* ﾊｰﾄﾞｳｪｱ目的対象国 */
    U8  bNumDescriptors;          /* 伴うHIDｸﾗｽ記述子数 */
    U8  bRDescriptorType;         /* 報告記述子形式 */
    U16 wDescriptorLength;        /* 報告記述子の合計長 */
   } S_usb_hid_descriptor;
```

2. usb_descriptor.hファイルに於いてs_usb_user_configuration_descriptor構造体のための記述子を追加してください。

```
typedef struct
{
 S_usb_configuration_descriptor   cfg_mouse;
 S_usb_interface_descriptor       ifc_mouse;
 S_usb_hid_descriptor             hid_mouse;
 S_usb_endpoint_descriptor        ep1_mouse;
} S_usb_user_configuration_descriptor;
```

3. usb_descriptor.Cファイルに於いて構成設定記述子のwTotalLengthパラメータに新しい記述子の量を追加し、記述子の値を追加してください(下の例をご覧ください)。

```
code S_usb_user_configuration_descriptor usb_conf_desc = {
 { sizeof(S_usb_configuration_descriptor)
 , CONFIGURATION_DESCRIPTOR
 , Usb_write_word_enum_struc(sizeof(S_usb_configuration_descriptor)¥
   +sizeof(S_usb_interface_descriptor) ¥
   +sizeof(S_usb_hid_descriptor)       ¥
   +sizeof(S_usb_endpoint_descriptor)  ¥
   )
 , NB_INTERFACE
 , CONF_NB
 , CONF_INDEX
 , CONF_ATTRIBUTES
 , MAX_POWER
 }
 ,
 { sizeof(S_usb_interface_descriptor)
 , INTERFACE_DESCRIPTOR
 , INTERFACE_NB_MOUSE
 , ALTERNATE_MOUSE
 , NB_ENDPOINT_MOUSE
 , INTERFACE_CLASS_MOUSE
 , INTERFACE_SUB_CLASS_MOUSE
 , INTERFACE_PROTOCOL_MOUSE
```

```
 , INTERFACE_INDEX_MOUSE
 }
 ,
 { sizeof(S_usb_hid_descriptor)
 , HID_DESCRIPTOR
 , HID_BDC
 , HID_COUNTRY_CODE
 , HID_CLASS_DESC_NB
 , HID_DESCRIPTOR_TYPE
 , Usb_write_word_enum_struc(sizeof(S_usb_hid_report_descriptor_mouse))
 }
 ,
 { sizeof(S_usb_endpoint_descriptor)
 , ENDPOINT_DESCRIPTOR
 , ENDPOINT_NB_1
 , EP_ATTRIBUTES_1
 , Usb_write_word_enum_struc(EP_SIZE_1)
 , EP_INTERVAL_1
 }
};
```

4. 新しい記述子の管理に関連する全ての関数の追加を忘れないでください。

8.5. どうしたら新しいｴﾝﾄﾞﾎﾟｲﾝﾄを追加できますか?

新しいｴﾝﾄﾞﾎﾟｲﾝﾄを追加するには、以下の段階に従わなければなりません。

1. 「USB記述子」章で説明されたように、ｴﾝﾄﾞﾎﾟｲﾝﾄはｲﾝﾀｰﾌｪｰｽに属します。新しいｴﾝﾄﾞﾎﾟｲﾝﾄを追加するために最初に行うことはNB_ ENDPOINTﾊﾟﾗﾒｰﾀ値を1つ増やすことです。この値はusb_descriptor.hﾌｧｲﾙで定義され、ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ記述子ﾊﾟﾗﾒｰﾀに属します。

```
// USBｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ記述子(Interface descriptor)
#define INTERFACE_NB              xx
#define ALTERNATE                 xx
#define NB_ENDPOINT               xx                    // このﾊﾟﾗﾒｰﾀ=ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽのｴﾝﾄﾞﾎﾟｲﾝﾄ数
#define INTERFACE_CLASS           xx
#define INTERFACE_SUB_CLASS       xx
#define INTERFACE_PROTOCOL        xx
#define INTERFACE_INDEX           xx
```

2. 次の段階はｴﾝﾄﾞﾎﾟｲﾝﾄ記述子の値を定義することです。これらの値はusb_descriptor.hで定義されなければなりません。

```
// USBｴﾝﾄﾞﾎﾟｲﾝﾄ1記述子(Endpoint 1 descriptor) FS
#define ENDPOINT_NB_1        (EP_MOUSE_IN | 0x80)
#define EP_ATTRIBUTES_1      0x03    // 大量(ﾊﾞﾙｸ)=0x02,割り込み=0x03
#define EP_IN_LENGTH_1       8
#define EP_SIZE_1            EP_IN_LENGTH_1
#define EP_INTERVAL_1        0x02    // ﾎｽﾄからの割り込みﾎﾟｰﾘﾝｸﾞ間隔
```

応用によって使われるｴﾝﾄﾞﾎﾟｲﾝﾄ番号を指定するために、conf_usb.hでEP_MOUSE_INが定義されます。

3. 構成設定記述子にｴﾝﾄﾞﾎﾟｲﾝﾄ記述子を追加してください(直前のよくある質問点で説明されるように進めてください)。
4. usb_specific_request.cにﾊｰﾄﾞｳｪｱ初期化呼び出しを追加してください。

```
void usb_user_endpoint_init(U8 conf_nb)
{
 usb_configure_endpoint(EP_MOUSE_IN,    ¥
    TYPE_INTERRUPT,                     ¥
    DIRECTION_IN,                       ¥
    SIZE_8,                             ¥
    ONE_BANK,                           ¥
    NYET_ENABLED);
}
```

9. コーディング様式

これより下で説明されるコーディング様式はファームウェアを理解するのに重要です。

・定義された定数は大文字を使います。

```
#define FOSC 8000
```

・マクロ関数は先頭文字を大文字として使います。

```
#define Is_usb_sof() ((UDINT &   MSK_SOFI)    ? TRUE: FALSE)
```

・使用者応用はusb_conf.hで以下のように定義された引っ掛け(フック)によって各USB事象で自身の特定命令を実行することができます。

```
#define Usb_sof_action()          sof_action();
```

注: 引っ掛け(フック)関数は短時間を必要とする操作だけを実行すべきです。

・Usb_unicode()マクロ関数はUSB規約でユニコード文字が交換される処(文字列記述子など)毎に使われるべきです。

本社

Atmel Corporation
2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131, USA
TEL 1(408) 441-0311
FAX 1(408) 487-2600

国外営業拠点

Atmel Asia
Unit 1-5 & 16, 19/F
BEA Tower, Millennium City 5
418 Kwun Tong Road
Kwun Tong, Kowloon
Hong Kong
TEL (852) 2245-6100
FAX (852) 2722-1369

Atmel Europe
Le Krebs
8, Rue Jean-Pierre Timbaud
BP 309
78054 Saint-Quentin-en-Yvelines
Cedex
France
TEL (33) 1-30-60-70-00
FAX (33) 1-30-60-71-11

Atmel Japan
104-0033 東京都中央区
新川1-24-8
東熱新川ﾋﾞﾙ 9F
ｱﾄﾒﾙ ｼﾞｬﾊﾟﾝ株式会社
TEL (81) 03-3523-3551
FAX (81) 03-3523-7581

製造拠点

Memory
2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131, USA
TEL 1(408) 441-0311
FAX 1(408) 436-4314

Microcontrollers
2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131, USA
TEL 1(408) 441-0311
FAX 1(408) 436-4314

La Chantrerie
BP 70602
44306 Nantes Cedex 3
France
TEL (33) 2-40-18-18-18
FAX (33) 2-40-18-19-60

ASIC/ASSP/Smart Cards
Zone Industrielle
13106 Rousset Cedex
France
TEL (33) 4-42-53-60-00
FAX (33) 4-42-53-60-01

1150 East Cheyenne Mtn. Blvd.
Colorado Springs, CO 80906, USA
TEL 1(719) 576-3300
FAX 1(719) 540-1759

Scottish Enterprise Technology Park
Maxwell Building
East Kilbride G75 0QR
Scotland
TEL (44) 1355-803-000
FAX (44) 1355-242-743

RF/Automotive
Theresienstrasse 2
Postfach 3535
74025 Heilbronn
Germany
TEL (49) 71-31-67-0
FAX (49) 71-31-67-2340

1150 East Cheyenne Mtn. Blvd.
Colorado Springs, CO 80906, USA
TEL 1(719) 576-3300
FAX 1(719) 540-1759

Biometrics
Avenue de Rochepleine
BP 123
38521 Saint-Egreve Cedex
France
TEL (33) 4-76-58-47-50
FAX (33) 4-76-58-47-60

文献請求
www.atmel.com/literature

本応用記述はAtmelのAVR329応用記述(doc7603.pdf Rev.7603A-02/06)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訳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。