要点

- USB規約
  - USB DFUｸﾗｽ基準
  - 自動通信速度(8/16MHzｸﾘｽﾀﾙ)
- 実装書き込み
  - ﾁｯﾌﾟ上ﾒﾓﾘのﾌﾗｯｼｭ ﾒﾓﾘとEEPROMの読み書き
  - ﾃﾞﾊﾞｲｽIDの読み込み
  - 完全なﾁｯﾌﾟ消去
  - 応用開始命令
- 応用内ﾌﾟﾛｸﾞﾗﾐﾝｸﾞ
  - ﾁｯﾌﾟ上ﾌﾗｼｭﾄﾞﾗｲﾊﾞ用ｿﾌﾄｳｪｱ入口

1. 叙述

USBｲﾝﾀｰﾌｪｰｽを持つ8ﾋﾞｯﾄmegaﾃﾞﾊﾞｲｽは工場で制御器のﾁｯﾌﾟ上ﾌﾗｯｼｭ ﾌﾞｰﾄ領域に配置されたUSBﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞと共に形態付けされます。

USBﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞは系からﾃﾞﾊﾞｲｽを取り外すことなく、または予め書かれた応用なしに、そして外部のどんなﾌﾟﾛｸﾞﾗﾐﾝｸﾞ ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽもなしに、USBﾎｽﾄ制御器からの実装ﾌﾟﾛｸﾞﾗﾐﾝｸﾞの実行を許します。

この資料はﾁｯﾌﾟ上のﾌﾗｯｼｭ ﾒﾓﾘ(ﾌﾗｯｼｭ ﾒﾓﾘとEEPROM)での効率的な操作実行のための直列規約だけでなくUSBﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞの機能も記述します。

2. ﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞ環境

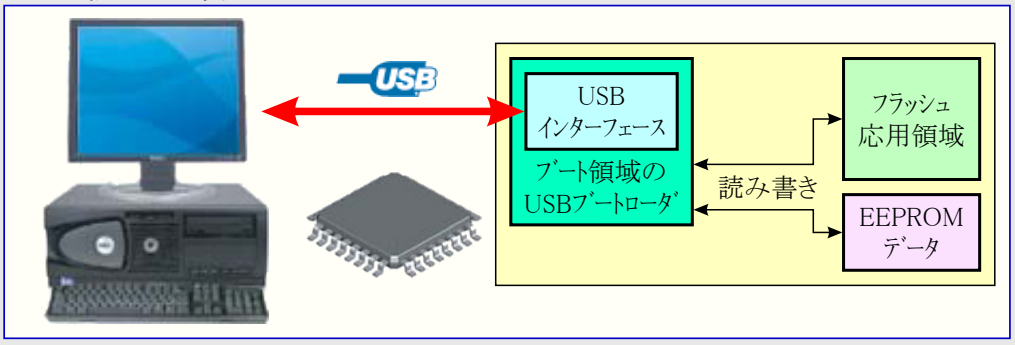
ﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞはﾁｯﾌﾟ上のﾌﾗｯｼｭ ﾒﾓﾘのﾌﾞｰﾄ領域に配置され、USB通信規約を管理してﾁｯﾌﾟ上のﾒﾓﾘ(ﾌﾗｯｼｭ ﾒﾓﾘ/EEPROM)への読み書き操作を実行します。

USBﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞはﾁｯﾌﾟ上のﾌﾗｯｼｭ ﾒﾓﾘの"ﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞ ﾌﾗｯｼｭ領域"に配置されます。ﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞ ﾌﾗｯｼｭ領域の大きさはﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞ容量よりも大きくなければなりません。USB製品は既定のﾁｯﾌﾟ上USBﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞとﾌﾞｰﾄ領域構成設定が工場で構成設定されています。

表2-1. USBﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞ ﾊﾟﾗﾒｰﾀ

製品	ﾌﾗｯｼｭ ﾒﾓﾘのﾌﾞｰﾄ領域容量構成設定	VID/PID	ﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞ開始ｱﾄﾞﾚｽ(語ｱﾄﾞﾚｽ)
AT90USB1287	4K語	$03EB/$2FFB	$F000
AT90USB1286			
AT90USB647	2K語	$03EB/$2FF9	$7800
AT90USB646			
AT90USB162		$03EB/$2FFA	$1800
AT90USB82		$03EB/$2FF7	$0800
ATmega32U4		$03EB/$2FF4	$3800
ATmega16U4		$03EB/$2FF3	$1800

図2-1. 物理的な環境



USB DFU ﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞ ﾃﾞｰﾀｼｰﾄ

AT90USB128x
AT90USB64x
AT90USB162
AT90USB82
ATmega32U4
ATmega16U4

Rev. 7618C-07/08, 7618CJ2-05/21

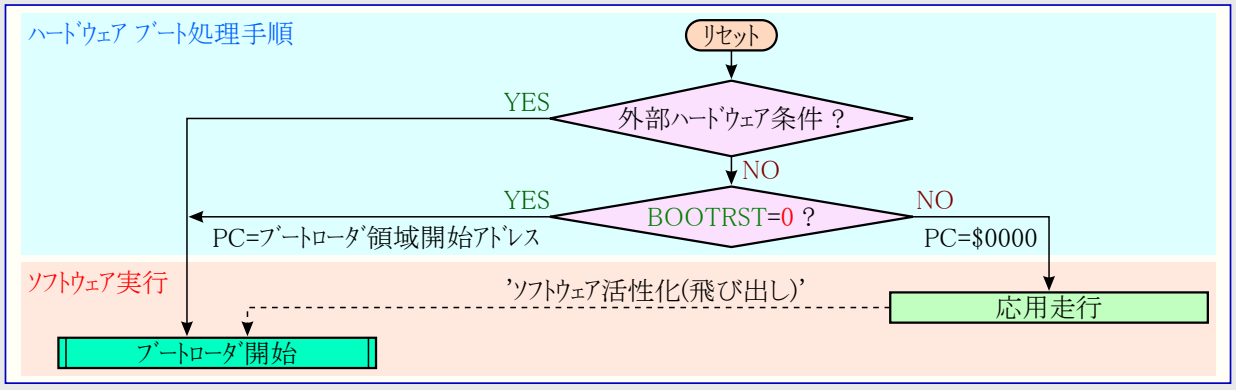
3. ﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞの活性化

AT90USBﾃﾞｰﾀｼｰﾄで詳述されるように、ﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞは以下の条件の1つによって活性化することができます。

- **通常の応用実行**：使用者応用ﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑからの飛び出しまたは呼び出し。これはUSB、USARTまたはSPI経由で受信された命令と応用による復号のような起動によって始められます。
- **ﾌﾞｰﾄ ﾘｾｯﾄ ﾋｭｰｽﾞ**：ﾌﾞｰﾄ ﾘｾｯﾄ(BOOTRST)ﾋｭｰｽﾞはﾘｾｯﾄ後にﾘｾｯﾄ ﾍﾞｸﾀがﾌﾞｰﾄ ﾌﾗｯｼｭ領域開始ｱﾄﾞﾚｽを指示するようにﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑ(0)することができます。一旦使用者ｺｰﾄﾞが格納されたなら、ﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞ命令(″応用開始″)は応用ｺｰﾄﾞの実行を開始することができます。ﾋｭｰｽﾞがMCU自身によって変更できないことに注意してください。これは一旦ﾌﾞｰﾄ ﾘｾｯﾄ ﾋｭｰｽﾞがﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑ(0)されると、ﾘｾｯﾄ ﾍﾞｸﾀが常にﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞ ﾘｾｯﾄを指示し、そしてﾋｭｰｽﾞが直列または並列のﾌﾟﾛｸﾞﾗﾐﾝｸﾞ ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽを通してだけ変更することができることを意味します。BOOTRSTﾋｭｰｽﾞは既定工場設定に於いて活性ではありません。
- **外部ﾊｰﾄﾞｳｪｱ条件**：ﾊｰﾄﾞｳｪｱ ﾌﾞｰﾄ許可(HWBE)ﾋｭｰｽﾞはﾘｾｯﾄ下で特別なﾊｰﾄﾞｳｪｱ条件になり、ﾘｾｯﾄ後にﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞが強制されるようにﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑ(0)することができます。

これらの各種条件は図3-1.で要約されます。

図3-1. ﾌﾞｰﾄ処理手順



4. 規約

4.1. ﾃﾞﾊﾞｲｽ ﾌｧｰﾑｳｪｱ更新紹介

ﾃﾞﾊﾞｲｽ ﾌｧｰﾑｳｪｱ更新(DFU)はﾃﾞﾊﾞｲｽ ﾌｧｰﾑｳｪｱ変更を実行するために実装された機構です。どのUSBﾃﾞﾊﾞｲｽもこの資料で指定される必要条件を支援することによってこの能力を利用することができます。

DFU動作とそれの通常走行時活動の両方を同時に実行することがﾃﾞﾊﾞｲｽに対して非実用的なので、それらの通常の活動はDFU動作中の間、中止されなければなりません。それを行うことはそれの動作形態を変更しなければならないことを意味し、換言すると、印刷機はそれがﾌｧｰﾑｳｪｱ更新実行下であると時に印刷機ではなく、それはEPROM書き込み器です。けれども、DFUを支援するﾃﾞﾊﾞｲｽはそれ自身でその動作形態を変更する能力がありません。外部(人またはﾎｽﾄ ｵﾍﾟﾚｰﾃｨﾝｸﾞ ｼｽﾃﾑ)の介在が必要とされます。

4.2. DFU特定要求

USB標準要求に加えて、更新操作を達成するために7つのDFUｸﾗｽ特定要求が使われます。

表4-1. DFUｸﾗｽ特定要求

bmRequestType	bRequest	wValue	wIndex	wLength	ﾃﾞｰﾀ
0 01 00001	DFU_DETACH (0)	wTimeout	ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ (4)	0	なし
0 01 00001	DFU_DNLOAD (1)	wBlock	ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ (4)	ﾃﾞｰﾀ長	ﾌｧｰﾑｳｪｱ
1 01 00001	DFU_UPLOAD (2)	wBlock	ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ (4)	ﾃﾞｰﾀ長	ﾌｧｰﾑｳｪｱ
1 01 00001	DFU_GETSTATUS (3)	0	ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ (4)	6	状況
0 01 00001	DFU_CLRSTATUS (4)	0	ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ (4)	0	なし
1 01 00001	DFU_GETSTATE (5)	0	ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ (4)	1	状態
0 01 00001	DFU_ABORT (6)	0	ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ (4)	0	なし

4.3. DFU記述子1式

装置は以下を含むDFU記述子1式を出します。

- DFU装置記述子
- 1つの構成設定記述子
- (存在するなら、代替設定用の記述子を含む)1つのｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ記述子

4.3.1. DFU装置記述子

この記述子はDFU形態記述子1式にだけ存在します。DFUｸﾗｽ符号がこの記述子のbDeviceClass領域で報告されます。

表4-2. DFU形態装置記述子

変位(ｵﾌｾｯﾄ)	領域	ﾊﾞｲﾄ数	値	説明
0	bLength	1	$12	ﾊﾞｲﾄでのこの記述子の量
1	bDescriptorType	1	$01	DFU機能記述子形式
2	bcdUSB	2	$0100	BCDでのUSB仕様公布版番号
4	bDeviceClass	1	$FE	応用固有ｸﾗｽ符号
5	bDeviceSubClass	1	$01	ﾃﾞﾊﾞｲｽ ﾌｧｰﾑｳｪｱ更新符号
6	bDeviceProtocol	1	$00	装置はこのｲﾝﾀｰﾌｪｰｽでｸﾗｽ固有規約を使いません。
7	bMaxPacketSize0	1	32	(ﾎｽﾄ側ﾄﾞﾗｲﾊﾞのために32に制限される)ｴﾝﾄﾞﾎﾟｲﾝﾄ0の最大ﾊﾟｹｯﾄ容量
8	idVendor	2	$03EB	供給者ID
10	idProduct	2	$2FFB	製品ID
12	bcdDevice	2	$0000	BCDでの装置公開版番号
14	iManufacturer	1	0	(製造業者)文字列記述子の指標
15	iProduct	1	0	(製品)文字列記述子の指標
16	iSerialNumber	1	0	(通番)文字列記述子の指標
17	bNumConfigurations	1	$01	DFUに対して1つ構成設定のみ

4.3.2. DFU構成設定記述子

この記述子はbNumInterfaces領域が値$01を含まなければならない例外を除き、USB DFU仕様1.0版で記述される標準構成設定記述子と同じです。

4.3.2.1. DFUｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ記述子

これはDFU形態での動作時に利用可能なｲﾝﾀｰﾌｪｰｽだけのための記述子です。従って、bInterfaceNumber領域の値は常に0です。

表4-3. DFU形態ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ記述子

変位(ｵﾌｾｯﾄ)	領域	ﾊﾞｲﾄ数	値	説明
0	bLength	1	$09	ﾊﾞｲﾄでのこの記述子の量
1	bDescriptorType	1	$04	ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ記述子形式
2	bInterfaceNumber	1	$00	このｲﾝﾀｰﾌｪｰｽの番号
3	bAlternateSetting	1	$00	代替設定(注)
4	bNumEndpoints	1	$00	制御ﾊﾟｲﾌﾟだけが使われます。
5	bInterfaceClass	1	$FE	応用固有ｸﾗｽ符号
6	bInterfaceSubClass	1	$01	ﾃﾞﾊﾞｲｽ ﾌｧｰﾑｳｪｱ更新符号
7	bInterfaceProtocol	1	$00	装置はこのｲﾝﾀｰﾌｪｰｽでｸﾗｽ固有規約を使いません。
8	iInterface	1	$00	このｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ用の文字列記述子の指標

注: 代替設定は追加のﾒﾓﾘ区分をｱｸｾｽするために応用によって使うことができます。この場合、各代替設定は目的対象ﾒﾓﾘ区分を示すように文字列記述子をう(例えば"EEPROM")することが示唆されます。代替設定の他に可能な使用に関する詳細はこの資料の範囲外です。けれども、著者は実装が代替設定に関して追加の創造的な使用を考案するのを予想するため、それらの使用は意図的に制限されていません。

4.4. 命令説明

AT90USBﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞに実装された規約は以下を許します。

- 通信の開始
- ﾌﾗｯｼｭ ﾒﾓﾘまたはEEPROMのﾃﾞｰﾀ書き込み
- ﾌﾗｯｼｭ ﾒﾓﾘまたはEEPROMのﾃﾞｰﾀ読み込み
- 構成設定情報の書き込み
- 構成設定と製造者の情報の読み込み
- ﾌﾗｯｼｭ ﾒﾓﾘの消去
- 応用の開始

規約の概要は11頁の「追補-A」で詳述されます。

4.5. 装置状況

4.5.1. 状況取得

装置との同期を容易にするため、ﾎｽﾄはDFU_GETSTATUS要求を使います。この状況は直前の要求の実行での情報を進行中/OK/失敗などで与えます。

bmRequestType	bRequest	wValue	wIndex	wLength	ﾃﾞｰﾀ
1 01 00001	DFU_GETSTATUS (3)	0	ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ (4)	6	状況
0 01 00001	DFU_CLRSTATUS (4)	0	ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ (4)	0	なし

装置は以下のﾃﾞｰﾀを含むﾃﾞｰﾀ本体ﾊﾟｹｯﾄでDFU_GETSTATUS要求に応答します。

表4-4. DFU_GETSTATUS応答

変位(ｵﾌｾｯﾄ)	領域	ﾊﾞｲﾄ数	値	説明
0	bStatus	1	数値	最後の要求の実行からの結果状況の表示
1	bwPollTimeOut	3	数値	DFU_GETSTATUSに続く送信前にﾎｽﾄが待つべきmsでの最小時間。この領域の目的はDFU_GETSTATUS経由での装置状態の継続的な請求と次のDFU_DNLOADの状態段階との間で待つことを装置がﾎｽﾄに期待する時間の量を動的に調整することを装置に許します。
4	bState	1	数値	この応用の送信直後に装置が入る状態の表示
5	iString	1	指標	文字列表内の状態記述子の指標

表4-5. bStatus値

状況	値	説明
OK	$00	異常なし
errTARGET	$01	ﾌｧｲﾙがこのﾃﾞﾊﾞｲｽによって使われるための目的対象ではありません。
errFILE	$02	ﾌｧｲﾙはこのﾃﾞﾊﾞｲｽ用ですが、いくつかの供給者固有照合検査を失敗しました。
errWRITE	$03	ﾒﾓﾘ書き込みできないﾃﾞﾊﾞｲｽID
errERASE	$04	ﾒﾓﾘ消去機能失敗
errCHECK_ERASED	$05	ﾒﾓﾘ消去検査失敗
errPROG	$06	ﾒﾓﾘ書き込み機能失敗
errVERIFY	$07	ﾒﾓﾘ書き込み検査失敗
errADDRESS	$08	受信したｱﾄﾞﾚｽが範囲外のためﾒﾓﾘ書き込み不能
errNOTDONE	$09	wLength=0でのDFU_DNLOAD受信、装置は全てのﾃﾞｰﾀを未だ持っていると思いません。
errFIRMWARE	$0A	装置のﾌｧｰﾑｳｪｱが不正、走行時操作へ戻れません。
errVENDOR	$0B	iStringが供給者固有の異常を指示
errUSBR	$0C	装置が予期せぬUSBﾘｾｯﾄ信号を検出
errPOR	$0D	装置が予期せぬ電源ONﾘｾｯﾄを検出
errUNKNOWN	$0E	何か不正なものが来たけれど、装置はそれが何か判りません。
errSTALLEDPK	$0F	装置が予期せぬ要求で立ち往生

表4-6. bState値

状況	値	説明
appIDLE	0	装置は通常応用で走行中
appDETACH	1	装置は通常応用で走行中、受信したDFU_DETACH要求を持ち、USBﾘｾｯﾄ待機中
dfuIDLE	2	装置はDFU形態で動作中、そして要求待ち
dfuDNLOAD-SYNC	3	装置は受信した塊を持ち、GET_STATUS経由で状況を求めるﾎｽﾄ待ち
dfuDNBUSY	4	装置は不揮発性ﾒﾓﾘに塊書き込み中
dfuDNLOAD-IDLE	5	装置はﾀﾞｳﾝﾛｰﾄﾞ操作処理中、DFU_DNLOAD要求を期待
dfuMANIFEST-SYNC	6	装置はﾎｽﾄから受信したﾌｧｰﾑｳｪｱの最後の塊を持ち、具現段階を始めるためのDFU_GETSTATUS受信待ち、または、装置は具現段階を完了してDFU_GETSTATUSの受信待ち
dfuMANIFEST	7	装置は具現化段階
dfuMANIFEST-WAIT-RESET	8	装置はﾒﾓﾘ書き込みが行われ、USBﾘｾｯﾄまたは電源ONﾘｾｯﾄ待ち
dfuUPLOAD-IDLE	9	装置はｱｯﾌﾟﾛｰﾄﾞ操作処理中、DFU_UPLOAD要求を期待
dfuERROR	10	異常発生、DFU_CLRSTATUS要求待機

4.5.2. 状況解除

DFU_GETSTATUS要求への応答でﾎｽﾄへ異常表示状況を検出して報告する度毎に、dfuERROR状態に入ります。何れかの異常状況報告後、装置はDFU_CLRSTATUS要求が受信されるまでdfuERROR状態を抜け出すことができません。DFU_CLRSTATUSの受信で、装置は状況をOKに設定し、dfuIDLE状況へ移動します。一旦装置がdfuIDLE状況になると、その後に他の状況へ移動できます。

bmRequestType	bRequest	wValue	wIndex	wLength	ﾃﾞｰﾀ
0 01 00001	DFU_CLRSTATUS (4)	0	ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ (4)	0	なし

4.5.3. 装置状態

報告した状態は応答の送信までの装置の現在の状態です。bState領域で指定した値はDFU_GETSTATUSで報告されるそれらと同じです。

bmRequestType	bRequest	wValue	wIndex	wLength	ﾃﾞｰﾀ
1 01 00001	DFU_GETSTATE (5)	0	ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ (4)	1	状態

4.5.4. DFU_ABORT要求

DFU_ABORT要求は他のそんな状態からも抜け出してdfuIDLE状況へ戻ることを装置に強制します。装置はこの要求の受信でOK状況を設定します。より多くの情報については対応する状況遷移要約をご覧ください。

bmRequestType	bRequest	wValue	wIndex	wLength	ﾃﾞｰﾀ
0 01 00001	DFU_ABORT (6)	0	ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ (4)	0	なし

4.6. ﾌﾗｯｼｭ ﾒﾓﾘまたはEEPROMのﾃﾞｰﾀ書き込み

ﾌｧｰﾑｳｪｱ ｲﾒｰｼﾞはDFU_DNLOADｸﾗｽ固有要求によって始められる制御書き込み転送経由でﾀﾞｳﾝﾛｰﾄﾞされます。ﾎｽﾄは制御書き込み転送に於いて装置へbMaxPacketSize0とwTransferSizeの間のﾊﾞｲﾄ数を送ります。各ﾀﾞｳﾝﾛｰﾄﾞする塊に続いて、ﾎｽﾄはDFU_GETSTATUS要求で装置の状況を求めます。

USB DFU仕様で記述されるように、「特定装置に対するﾌｧｰﾑｳｪｱ ｲﾒｰｼﾞは定義によって供給者指定です。従ってそれは目的対象ｱﾄﾞﾚｽ、記録容量、そしてﾌｧｰﾑｳｪｱ ｲﾒｰｼﾞに内包される更新の支援に関連する他の全ての情報が必要とされます。それらの内包されたﾃﾞｰﾀをそれらの装置が処理できることを保証するのは装置製造業者とﾌｧｰﾑｳｪｱ開発業者の責任です。DFUﾌｧｲﾙ接尾子の例外有りでﾌｧｰﾑｳｪｱ ｲﾒｰｼﾞ ﾌｧｲﾙの内容はﾎｽﾄと無関係です。」

ﾌｧｰﾑｳｪｱ ｲﾒｰｼﾞ:

- 32ﾊﾞｲﾄ：命令
- xﾊﾞｲﾄ：xはﾌｧｰﾑｳｪｱの先頭ﾊﾞｲﾄの前に追加される($00値の)ﾊﾞｲﾄ数です。x数はﾌｧｰﾑｳｪｱの先頭をﾌﾗｯｼｭのﾍﾟｰｼﾞに整列するように計算されます。x=開始ｱﾄﾞﾚｽ[32](**訳補**:÷32での剰余)。例えば、開始ｱﾄﾞﾚｽが$00AF(175)の場合、x=175[32]=15。
- ﾌｧｰﾑｳｪｱ
- 16ﾊﾞｲﾄのDFU接尾子

表4-7. DFUファイル接尾子

変位(オフセット)	領域	バイト数	値	説明
-0	dwCRC	4	数値	dwCRCを除く、ファイル全体のCRC
-4	bLength	1	16	dwCRCを含む、このDFU接尾子の長さ
-5	ucDfuSignature	3	5:$44 6:$46 7:$55	固有DFU識票領域
-8	bcdDFU	2	BCD($0100)	DFU仕様番号
-10	idVendor	2	ID	このファイルと連携する供給者ID。$FFFFか、または装置の供給者IDと一致しなければなりません。
-12	idProduct	2	ID	このファイルと連携する製品ID。$FFFFか、または装置の製品IDと一致しなければなりません。
-14	bcdDevice	2	BCD	このファイルと連携する装置の公開番号。$FFFFか、またはBCDでのファームウェア公開または版の番号。

4.6.1. ホストからの要求

bmRequestType	bRequest	wValue	wIndex	wLength	データ
0 01 00001	DFU_DNLOAD (1)	wBlock	インターフェース (4)	データ長	ファームウェア

4.6.1.1. 書き込み命令

命令識別子	データ(0)	データ(1)	データ(2)	データ(3)	データ(4)	説明
id_prog_start ($01)	$00	開始アドレス		終了アドレス		フラッシュ メモリ書き込み開始
	$01					EEPROM書き込み開始

書き込み命令は6バイト長です。USB仕様の制御形式転送に合わせるため、この書き込み命令は26(=32-6)の重要でないバイトと共に完了されます。そしてこの命令長は32バイトで、これは既定制御エンドポイントの長さです。

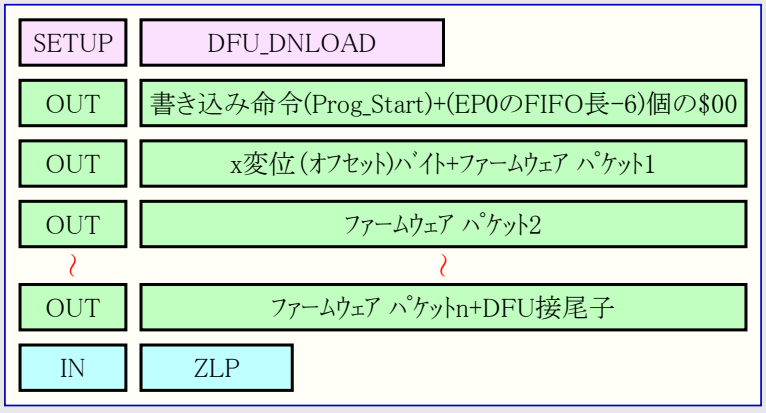
4.6.1.2. ファームウェア

ファームウェアは今や装置へダウンロード(書き込む)ことができます。フラッシュ メモリのページ容量に従うため、書き込む先頭バイトの前にx個の重要でないバイトが追加されます。x数はファームウェアの始めがフラシュ メモリのページで整列するように計算されます。x=開始アドレス[32](訳補:÷32での剰余)。例えば、開始アドレスが$00AF(175)の場合、x=175[32]=15。

4.6.1.3. DFU接尾子

書き込む最終バイト直後に16バイトのDFU接尾子が追加されます。この接尾子は将来の使用のために予約されています。

図4-1. ファームウェア ダウンロード(書き込み)0長DFU_DNLOAD要求の例



ホストはファームウェア イメージ ファイルの転送が完了したことを示すために0長パケット(ZLP)でDFU_DNLOAD要求を送ります。これはダウンロード(書き込み)操作の最後の本体パケットです。

4.6.1.4. ブートローダからの返答

各書き込み要求後、ホストはDFU_GETSTATUSメッセージを送ることによって装置の状態と状況を要求することができます。

装置状況が異常を示す場合、ホストは装置にDFU_CLRSTATUSを送らなければなりません。

4.7. フラッシュ メモリまたはEEPROMのデータ読み込み

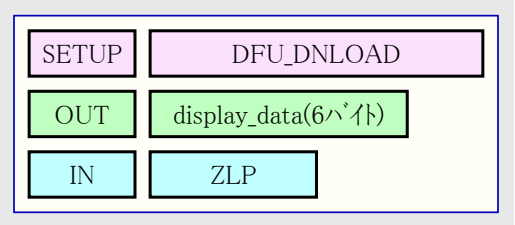
下で記述される流れはフラッシュ メモリまたはEEPROMデータ メモリ内のデータ読み込みを使用者に許します。フラッシュ メモリでの空き検査命令はこの流れで可能です。

この操作は次の2段階で実行されます。

- 読み込み命令のDFU_DNLOAD要求 (6バイト)
- 直前の命令に対応するDFU_UPLOAD要求

4.7.1. ホストからの最初の要求

ホストはデータ領域内に表示(display_data)命令を持つDFUダウンロード(書き込み)命令を送ります。



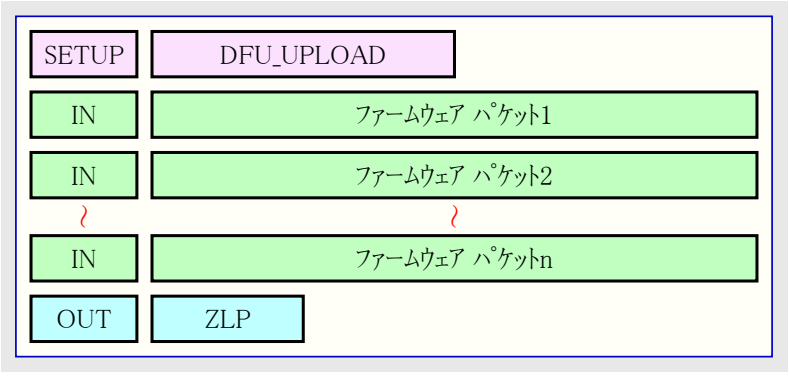
命令識別子	データ(0)	データ(1)	データ(2)	データ(3)	データ(4)	説明
id_display_data ($03)	$00	開始アドレス		終了アドレス		フラッシュ メモリ データ表示(読み)
	$01					フラッシュ メモリ空き検査
	$02					EEPROMデータ表示(読み)

4.7.2. ホストからの2つ目の要求

ホストはDFUアップロード(読み込み)要求を送ります。

4.7.3. 装置からの返答

装置は指定された開始アドレスから指定された終了アドレスまでのファームウェアをホストへ送ります。



4.7.4. 空き検査命令に対する装置からの返答

ホスト制御器は装置にGET_STATUS要求を送ります。一旦内部的な空き検査が完了すると、装置はその状況を送ります。

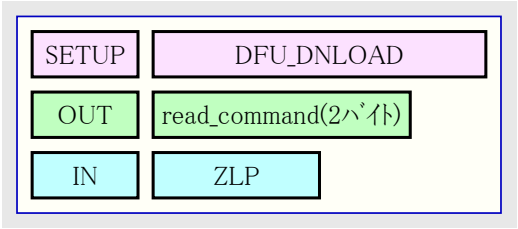
- 装置状況が"OK"なら、装置のメモリは空きで、装置は次のホスト要求を待ちます。
- 装置状況が"errCHECK_ERASED"なら、装置のメモリは空きではありません。装置は$FFでないバイトの先頭アドレスを送るためのDFU_UPLOAD要求を待ちます。

4.8. 構成設定情報または製造業者情報の読み込み

これより後で記述される流れは構成設定または製造業者の情報読み込みを使用者に許します。

4.8.1. ホストからの要求

ﾌﾟﾛｸﾞﾗﾐﾝｸﾞ操作を開始するために、ホストはﾃﾞｰﾀ領域(2ﾊﾞｲﾄ)内に読み込み命令を持つDFU_DNLOAD要求を送ります。

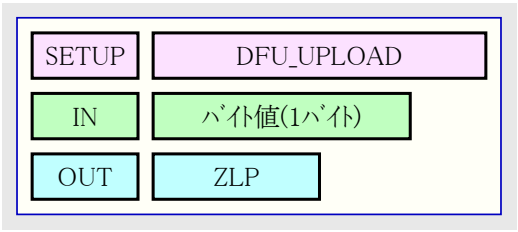


命令識別子	ﾃﾞｰﾀ(0)	ﾃﾞｰﾀ(1)	ﾃﾞｰﾀ(2)	ﾃﾞｰﾀ(3)	ﾃﾞｰﾀ(4)	説明
id_read_command ($05)	$00	$00				ﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞ版番号読み込み
		$01				装置ﾌﾞｰﾄID1読み込み
		$02				装置ﾌﾞｰﾄID2読み込み
	$01	$30				製造業者符号読み込み
		$31				系列符号読み込み
		$60				製品名読み込み
		$61				製品改訂番号読み込み

4.8.2. ﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞからの返答

装置はDFU_GETSTATUS要求に対して2つの可能な返答を持ちます。

- ﾁｯﾌﾟがﾌﾟﾛｸﾞﾗﾐﾝｸﾞ ｱｸｾｽから保護されている場合、ホストへ"err_VENDOR"状況が返されます。
- さもなければ、装置状況は"OK"です。ホストは要求した領域の値を得るために装置へDFU_UPLOAD要求を送ることができます。



4.9. フラッシュ メモリの消去

下で記述される流れはﾌﾗｯｼｭ ﾒﾓﾘの消去を使用者に許します。

4.9.1. ホストからの要求

消去操作を開始するために、ホストはﾃﾞｰﾀ領域(2ﾊﾞｲﾄ)内に書き込み命令を持つDFU_DNLOAD要求を送ります。

命令識別子	ﾃﾞｰﾀ(0)	ﾃﾞｰﾀ(1)	ﾃﾞｰﾀ(2)	ﾃﾞｰﾀ(3)	ﾃﾞｰﾀ(4)	説明
id_write_command ($04)	$00	$FF				ﾁｯﾌﾟ全消去($FFでのﾋﾞｯﾄ)

4.9.2. ﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞからの返答

装置はDFU_GETSTATUS要求に対して2つの可能な返答を持ちます。

- ﾁｯﾌﾟがﾌﾟﾛｸﾞﾗﾐﾝｸﾞ ｱｸｾｽから保護されている場合、ホストへ"err_WRITE"状況が返されます。
- さもなければ、装置状況は"OK"です。

4.10. 応用の開始

下で記述される流れは特定命令受信でﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞからの直接的な応用の開始を許します。

以下のように2つの任意選択が可能です。

- ｳｫｯﾁﾄﾞｯｸﾞを使って内部的なﾊｰﾄﾞｳｪｱ ﾘｾｯﾄで応用を開始します。装置がこの命令を受信すると、ｳｫｯﾁﾄﾞｯｸﾞが許可されてﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞはｳｫｯﾁﾄﾞｯｸﾞがﾃﾞﾊﾞｲｽをﾘｾｯﾄするまで待機繰り返しへ移行します。
- ﾘｾｯﾄなしで応用を開始します。ﾘｾｯﾄなしで応用を開始するのにｱﾄﾞﾚｽ$0000へ飛ぶことが用いられます。

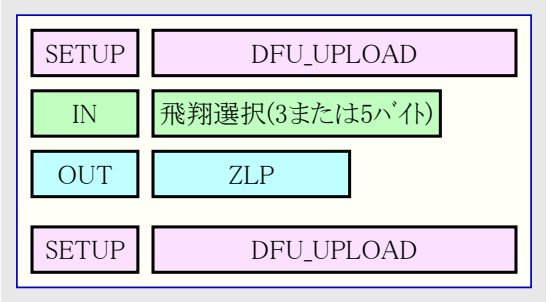
応用を開始するために、ﾎｽﾄはﾃﾞｰﾀ領域(3または5ﾊﾞｲﾄ)内に特定の応用開始形式でDFU_UPLOAD要求を送ります。

この要求は2つの任意選択の1つで応用を開始するためのﾃﾞｰﾀ領域なしの2つ目のDFU_UPLOAD要求が直ちに後続します。

重要注意:

ﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞは応用領域の実行を許す"ﾊｰﾄﾞｳｪｱ ﾘｾｯﾄ"を生成するためにｳｫｯﾁﾄﾞｯｸﾞ ﾘｾｯﾄを実行します。ｳｫｯﾁﾄﾞｯｸﾞ ﾘｾｯﾄ発生後、AVRのｳｫｯﾁﾄﾞｯｸﾞは未だ走行中で、従って応用はﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑ始動でｳｫｯﾁﾄﾞｯｸﾞを禁止するように取り計らうべきです(さもなければﾊｰﾄﾞｳｪｱｳｫｯﾁﾄﾞｯｸﾞを管理しない応用は無限のﾘｾｯﾄ繰り返しで走行するでしょう)。

4.10.1. ﾎｽﾄからの要求



命令識別子	ﾃﾞｰﾀ(0)	ﾃﾞｰﾀ(1)	ﾃﾞｰﾀ(2)	ﾃﾞｰﾀ(3)	ﾃﾞｰﾀ(4)	説明
id_write_data ($04)	$03	$00				ﾊｰﾄﾞｳｪｱ ﾘｾｯﾄ
		$01	ｱﾄﾞﾚｽ			ｱﾄﾞﾚｽへの無条件分岐

4.10.2. ﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞからの返答

装置によって返答は全く返されません。

5. 安全性

USBﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞ接続開始時、ﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞは(製品の施錠ﾋﾞｯﾄ設定に拘らず)自動的にｿﾌﾄｳｪｱ読み書き安全動作形態へ移行します。これはUSBｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ上の読み書きｱｸｾｽからﾁｯﾌﾟ上のﾌﾗｯｼｭ ﾒﾓﾘ内容の保護を許します。従ってUSBﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞ接続後に許されるDFU命令は"ﾁｯﾌﾟ全消去"だけです。

この"ﾁｯﾌﾟ全消去"が受信されて正しく実行された後で、DFU命令が許され、従ってﾁｯﾌﾟ上のﾌﾗｯｼｭ ﾒﾓﾘは書き換えと照合を行うことができます。

6. 低位ﾌﾗｯｼｭ ﾄﾞﾗｲﾊﾞのｱｸｾｽ

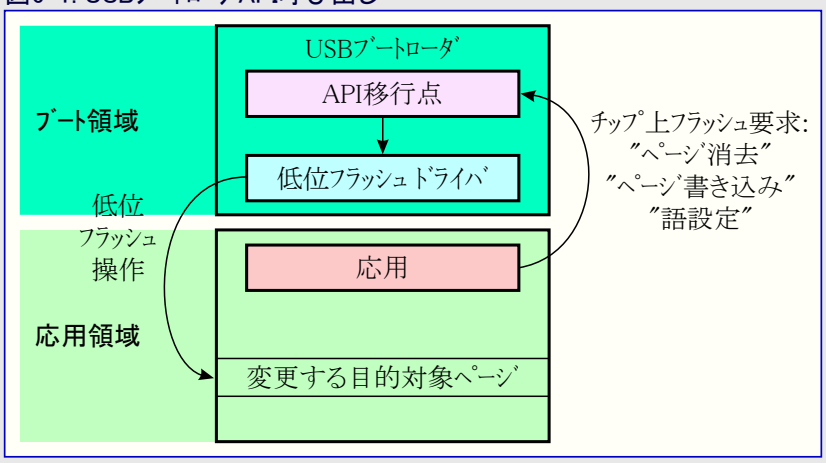
AT90USB USBﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞはﾁｯﾌﾟ上のﾌﾗｯｼｭ ﾒﾓﾘのﾌﾞｰﾄ領域に配置され、同時にこのﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞ領域はﾁｯﾌﾟ上のﾌﾗｯｼｭ ﾒﾓﾘ書き込み操作の実行が許された固有のﾒﾓﾘ位置です(SPM命令はこの領域でだけ復号されます)。

従ってﾁｯﾌﾟ上のﾌﾗｯｼｭ ﾒﾓﾘ書き込みを必要とする応用はUSBﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞ内に配置された特定の移行点呼び出しを実行することができます。

USBﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞはﾌﾞｰﾄ領域内に配置された低位ﾌﾗｯｼｭ ﾄﾞﾗｲﾊﾞのｱｸｾｽを応用に許す多数の応用ﾌﾟﾛｸﾞﾗﾐﾝｸﾞ ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ(API)を提供します。これらのAPIは以下のような操作を許します。

- ﾍﾟｰｼﾞ消去
- ﾍﾟｰｼﾞ書き込み
- ﾍﾟｰｼﾞ一時緩衝部への語設定

図6-1. USBﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞAPI呼び出し



APIはUSBﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞ ﾌｧｰﾑｳｪｱ内の絶対ｱﾄﾞﾚｽに配置され、ﾊﾟﾗﾒｰﾀとして特定ﾚｼﾞｽﾀを受け入れます。これらのﾊﾟﾗﾒｰﾀはCｺﾝﾊﾟｲﾗの呼び出し規則と互換で、従って下の例でのように宣言された関数ﾎﾟｲﾝﾀで直接呼び出すことができます。

C言語ﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑ例

```
#if (FLASH_END==0x1FFFF)                                    // 128Kﾊﾞｲﾄのﾃﾞﾊﾞｲｽ
    #define  LAST_BOOT_ENTRY   0xFFFE
#elif (FLASH_END==0xFFFF)                                   // 64Kﾊﾞｲﾄのﾃﾞﾊﾞｲｽ
    #define  LAST_BOOT_ENTRY   0x7FFE
#else
    #error ﾊﾞｲﾄでFLASH_ENDを定義しなければなりません。
#endif

// これらの関数ﾎﾟｲﾝﾀはﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞ内の関数移行点呼び出しに使われます。

void (*boot_flash_page_erase_and_write)(unsigned long adr)=(void (*)(unsigned long))(LAST_BOOT_ENTRY-12);
U8 (*boot_flash_read_sig) (unsigned long adr)=(U8 (*)(unsigned long))(LAST_BOOT_ENTRY-10);
U8 (*boot_flash_read_fuse) (unsigned long adr)=(U8 (*)(unsigned long))(LAST_BOOT_ENTRY-8);
void (*boot_flash_fill_temp_buffer) (unsigned int data,unsigned int adr)=(void (*)(unsigned int, unsigned
int))(LAST_BOOT_ENTRY-6);
void (*boot_flash_prg_page) (unsigned long adr)=(void (*)(unsigned long))(LAST_BOOT_ENTRY-4);
void (*boot_flash_page_erase) (unsigned long adr)=(void (*)(unsigned long))(LAST_BOOT_ENTRY-2);
void (*boot_lock_wr_bits) (unsigned char val)=(void (*)(unsigned char))(LAST_BOOT_ENTRY);

// この関数はUSBﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞに配置されたﾌﾗｯｼｭﾄﾞﾗｲﾊﾞを呼び出してﾌﾗｯｼｭ ﾒﾓﾘ上の$1200に$55AAを書きます。
void basic_flash_access(void)
{
    unsigned long address;
    unsigned int temp16;
    temp16=0x55AA;
    address=0x12000;
    (*boot_flash_fill_temp_buffer)(temp16,address);
    (*boot_flash_page_erase)(address);
    (*boot_flash_prg_page)(address);
}
```

ﾌﾗｯｼｭAPIﾄﾞﾗｲﾊﾞ用の完全なｱｾﾝﾌﾞﾘ言語ｺｰﾄﾞは12頁の「追補-B」で与えられます。

7. 実装書き込みに対するUSBﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞの使用

FlipｿﾌﾄｳｪｱはUSBﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞと通信するために使われるPC側の応用です(FlipはAtmelのｳｪﾌﾞｻｲﾄで無料で入手可能です)。

Flipとﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞの使用についての詳細な指示に関しては「AVR282:AT90USBに対するUSBﾌｧｰﾑｳｪｱ更新」(doc7769)を参照してください。

8. ﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞ履歴

以下の表は各種ﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞ改訂と関連する変更を支援します。

表8-1. USBﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞ履歴

製品	ﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞ改訂	変更
AT90USB646 AT90USB647 AT90USB1286 AT90USB1287	1.0.1	初版
AT90USB82 AT90USB162	1.0.0	初版
	1.0.1	3.3V電源での16MHzｸﾘｽﾀﾙとCKDIV8ﾋｭｰｽﾞの使用を許す。
	1.0.5	USB自動速度処理を改善
ATmega16U4 ATmega32U4	1.0.0	初版

9. 追補 – A

表9-1. ﾎｽﾄからのﾌﾚｰﾑの要約

命令識別子	ﾃﾞｰﾀ(0)	ﾃﾞｰﾀ(1)	ﾃﾞｰﾀ(2)	ﾃﾞｰﾀ(3)	ﾃﾞｰﾀ(4)	説明
id_prog_start ($01)	$00	開始ｱﾄﾞﾚｽ		終了ｱﾄﾞﾚｽ		ﾌﾗｯｼｭ ﾒﾓﾘ書き込み開始
	$01					EEPROM書き込み開始
id_display_data ($03)	$00	開始ｱﾄﾞﾚｽ		終了ｱﾄﾞﾚｽ		ﾌﾗｯｼｭ ﾒﾓﾘ ﾃﾞｰﾀ表示
	$01					ﾌﾗｯｼｭ ﾒﾓﾘ空き検査
	$02					EEPROMﾃﾞｰﾀ表示
id_write_command ($04)	$00	$FF				ﾁｯﾌﾟ全消去($FFでのﾋﾞｯﾄ)
	$03	$00				ﾊｰﾄﾞｳｪｱ ﾘｾｯﾄ
		$01	ｱﾄﾞﾚｽ			ｱﾄﾞﾚｽへの無条件分岐
id_read_command ($05)	$00	$00				ﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞ版番号読み込み
		$01				装置ﾌﾞｰﾄID1読み込み
		$02				装置ﾌﾞｰﾄID2読み込み
	$01	$30				製造業者符号読み込み
		$31				系列符号読み込み
		$60				製品名読み込み
		$61				製品改訂番号読み込み
id_change_base _address ($06)	$03	$00	"PP"			"PP"64Kﾊﾞｲﾄ ﾌﾗｯｼｭ ﾍﾟｰｼﾞ番号選択

表9-2. DFUｸﾗｽ特定要求

bmRequestType	bRequest	wValue	wIndex	wLength	ﾃﾞｰﾀ
0 01 00001	DFU_DETACH (0)	wTimeout	ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ (4)	0	なし
0 01 00001	DFU_DNLOAD (1)	wBlock	ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ (4)	ﾃﾞｰﾀ長	ﾌｧｰﾑｳｪｱ
1 01 00001	DFU_UPLOAD (2)	wBlock	ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ (4)	ﾃﾞｰﾀ長	ﾌｧｰﾑｳｪｱ
1 01 00001	DFU_GETSTATUS (3)	0	ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ (4)	6	状況
0 01 00001	DFU_CLRSTATUS (4)	0	ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ (4)	0	なし
1 01 00001	DFU_GETSTATE (5)	0	ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ (4)	1	状態
0 01 00001	DFU_ABORT (6)	0	ｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ (4)	0	なし

10. 追補 - B

```
;*A****************************************************************************************************************
; $RCSfile: flash_boot_drv.s90,v $
;----------------------------------------------------------------------------------------------------------------
; Copyright (c) Atmel.
;----------------------------------------------------------------------------------------------------------------
; 公開:        $Name:  $
; 改訂:        $Revision: 1.7 $
; FILE_CVSID:  $Id: flash_boot_drv.s90,v 1.7 2005/10/03 15:50:12 $
;----------------------------------------------------------------------------------------------------------------
; 目的:
; このファイルはフラッシュ メモリ アクセス用の低位ドライバを含みます。
;****************************************************************************************************************
NAMEflash_drv(16)

;_____ インクルード _____________________________________________________________________________________________
#define ASM_INCLUDE
#include "config.h"

;****************************************************************************************************************
; これは低位フラッシュ メモリ ドライバ用の絶対移行点表です。この表は以下のようなチップ上のフラッシュ メモリ操作を実行するために、
; 応用領域から呼び出すことができる移行点を定義します。
;
;  entry_flash_page_erase_and_write:
;        R18:17:R16: ページのバイト アドレス
;
;  entry_flash_fill_temp_buffer:
;        data16 :  R16/R17: 一時緩衝部へ設定する語
;        address:  R18/R19: 一時緩衝部内の語のアドレス
;
;  entry_flash_prg_page:
;        R18:17:R16: ページのバイト アドレス
;
;  entry_flash_page_erase:
;        R18:17:R16: ページのバイト アドレス
;
;****************************************************************************************************************
ASEG FLASH_END-0x0001B
entry_flash_page_erase_and_write:
   JMP flash_page_erase_and_write
entry_flash_read_sig:
   JMP  flash_read_sig
entry_flash_read_fuse:
   JMP  flash_read_fuse
entry_flash_fill_temp_buffer:
   JMP  flash_fill_temp_buffer
entry_flash_prg_page:
   JMP  flash_prg_page
entry_flash_page_erase:
   JMP  flash_page_erase_public
entry_lock_wr_bits:
   JMP  lock_wr_bits
```

```
RSEGBOOT

;*F*************************************************************************************************************
; 名前: flash_page_erase_and_write
;-------------------------------------------------------------------------------------------------------------
; 引数:  R18:17:R16: ﾍﾟｰｼﾞのﾊﾞｲﾄ ｱﾄﾞﾚｽ
;-------------------------------------------------------------------------------------------------------------
; 目的: この関数は使用者応用から呼ばれ得ます。この関数は選択した目的対象ﾍﾟｰｼﾞの
; 消去操作を実行して同じ目的対象ﾍﾟｰｼﾞのﾌﾟﾛｸﾞﾗﾐﾝｸﾞ手順を開始します。この関数は応用
; 領域で256ﾊﾞｲﾄのｿﾌﾄｳｪｱ一時緩衝部の保存を許します。
;*************************************************************************************************************
flash_page_erase_and_write:
        PUSH    R18
        RCALL   flash_page_erase
        POP     R18
        RCALL   flash_prg_page
        RET

;*F*************************************************************************************************************
; 名前: flash_prg_page
;-------------------------------------------------------------------------------------------------------------
; 引数: R18:17:R16: ﾍﾟｰｼﾞのﾊﾞｲﾄ ｱﾄﾞﾚｽ
;-------------------------------------------------------------------------------------------------------------
; 目的: 目的対象ﾍﾟｰｼﾞのﾌﾟﾛｸﾞﾗﾐﾝｸﾞ手順開始
;*************************************************************************************************************
flash_prg_page:
        RCALL   WAIT_SPMEN          ;SPMENﾌﾗｸﾞ解除(0)待機
        MOV     R31,R17             ;Z位置指示子にｱﾄﾞﾚｽ複写(R31=ZH,R30=ZL)
        MOV     R30,R16
        OUT     RAMPZ,R18
        LDI     R20,$05             ;(1<<PGWRT) + (1<<SPMEN))
        OUT     SPMCSR,R20          ;ﾍﾟｰｼﾞ書き込み指定
        SPM                         ;ﾍﾟｰｼﾞ書き込み開始
        RCALL   WAIT_SPMEN          ;ﾍﾟｰｼﾞ書き込み完了待機
        RCALL   flash_rww_enable
        RET

;*F*************************************************************************************************************
; 名前: flash_page_erase
;-------------------------------------------------------------------------------------------------------------
; 引数:   R18:17:R16: ﾍﾟｰｼﾞのﾊﾞｲﾄ ｱﾄﾞﾚｽ
;-------------------------------------------------------------------------------------------------------------
; 目的: 目的対象ﾍﾟｰｼﾞの消去手順開始
;-------------------------------------------------------------------------------------------------------------
; 注意: この関数は消去後にRWWSEﾋﾞｯﾄを設定しません。従ってﾊｰﾄﾞｳｪｱ一時緩衝部を消去しません。この関数はﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞが
; 使うためのものです。
;-------------------------------------------------------------------------------------------------------------
; 必要条件:
;*************************************************************************************************************
flash_page_erase:
        RCALL   WAIT_SPMEN          ;SPMENﾌﾗｸﾞ解除(0)待機
        MOV     R31,R17             ;Z位置指示子にｱﾄﾞﾚｽ複写(R31=ZH,R30=ZL)
        MOV     R30,R16
        OUT     RAMPZ,R18
        LDI     R20,$03             ;(1<<PGERS) + (1<<SPMEN)))
        OUT     SPMCSR,R20          ;ﾍﾟｰｼﾞ消去指定
        SPM                         ;ﾍﾟｰｼﾞ消去開始
        RCALL   WAIT_SPMEN          ;ﾍﾟｰｼﾞ消去完了待機
;       RCALL   flash_rww_enable    ;警告:ここを活かさないでください。生かすと、ﾊﾟｰｼﾞ緩衝部の全内容を失います。!!!
        RET
```

```
;*F**************************************************************************************************
; 名前: flash_page_erase_public
;--------------------------------------------------------------------------------------------------
; 引数:  R18:17:R16: ﾍﾟｰｼﾞのﾊﾞｲﾄ ｱﾄﾞﾚｽ
;--------------------------------------------------------------------------------------------------
; 目的: 目的対象ﾍﾟｰｼﾞの消去手順開始
;--------------------------------------------------------------------------------------------------
; 注意:  !!!!この関数は消去後にRWWSEﾋﾞｯﾄを設定します。従ってﾊｰﾄﾞｳｪｱ一時緩衝部を消去します。
;**************************************************************************************************
flash_page_erase_public:
        RCALL   WAIT_SPMEN          ;SPMENﾌﾗｸﾞ解除(0)待機
        MOV     R31,R17             ;Z位置指示子にｱﾄﾞﾚｽ複写(R31=ZH,R30=ZL)
        MOV     R30,R16
        OUT     RAMPZ,R18
        LDI     R20,$03             ;(1<<PGERS) + (1<<SPMEN)))
        OUT     SPMCSR,R20          ;ﾍﾟｰｼﾞ消去指定
        SPM                         ;ﾍﾟｰｼﾞ消去開始
        RCALL   WAIT_SPMEN          ;ﾍﾟｰｼﾞ消去完了待機
        RCALL   flash_rww_enable
        RET

;*F**************************************************************************************************
; 名前: flash_rww_enable
;--------------------------------------------------------------------------------------------------
; 引数: なし
;--------------------------------------------------------------------------------------------------
; 目的: RWWSEﾋﾞｯﾄ設定。ﾌﾗｯｼｭ ﾒﾓﾘのﾌﾟﾛｸﾞﾗﾐﾝｸﾞ(消去または書き込み)後の応用領域でのｺｰﾄﾞ実行を許します。
;**************************************************************************************************
flash_rww_enable:
        RCALL   WAIT_SPMEN          ;SPMENﾌﾗｸﾞ解除(0)待機
        LDI     R20,$11             ;(1<<WWSRE) + (1<<SPMEN)))
        OUT     SPMCSR,R20          ;RWW(応用)領域許可指定
        SPM                         ;RWW(応用)領域許可実行
        RJMP    WAIT_SPMEN          ;RWW(応用)領域許可完了待機

;*F**************************************************************************************************
; 名前: flash_read_sig
;--------------------------------------------------------------------------------------------------
; 引数: 識票列のﾊﾞｲﾄ ｱﾄﾞﾚｽ
; 戻り値: R16: 識票値
;--------------------------------------------------------------------------------------------------
; 目的: ﾊｰﾄﾞｳｪｱ識票ﾊﾞｲﾄ読み込み。ﾊﾞｲﾄは引数として渡されるｱﾄﾞﾚｽを通して選択されます(製品のﾃﾞｰﾀｼｰﾄをご覧ください)。
;**************************************************************************************************
flash_read_sig:
        RCALL   WAIT_SPMEN          ;SPMENﾌﾗｸﾞ解除(0)待機
        MOV     R31,R17             ;Z位置指示子にｱﾄﾞﾚｽ複写(R31=ZH,R30=ZL)
        MOV     R30,R16
        OUT     RAMPZ,R18
        LDI     R20,$21             ;(1<<SPMEN) | (1<<SIGRD))
        OUT     SPMCSR,R20          ;識票読み込み指定
        LPM                         ;識票読み込み実行
        MOV     R16,R0              ;戻り値格納(1ﾊﾞｲﾄ⇒R16ﾚｼﾞｽﾀ)
        RJMP    WAIT_SPMEN          ;SPMENﾌﾗｸﾞ解除(0)待機
```

```
;*F*************************************************************************************************************
; 名前: flash_read_fuse
;-------------------------------------------------------------------------------------------------------------
; 戻り値: R16: ﾋｭｰｽﾞ値
;-------------------------------------------------------------------------
; 目的: ﾋｭｰｽﾞ ﾊﾞｲﾄ読み込み。ﾋｭｰｽﾞ ﾊﾞｲﾄは引数として渡されるｱﾄﾞﾚｽを通して選択されます(ｱﾄﾞﾚｽ値については製品のﾃﾞｰﾀｼｰ
; ﾄをご覧ください)。
;*************************************************************************************************************
flash_read_fuse:
        RCALL   WAIT_SPMEN          ;SPMENﾌﾗｸﾞ解除(0)待機
        MOV     R31,R17             ;Z位置指示子にｱﾄﾞﾚｽ複写(R31=ZH,R30=ZL)
        MOV     R30,R16
        OUT     RAMPZ,R18
        LDI     R20,$09             ;(1<<SPMEN) | (1<<BLBSET))
        OUT     SPMCSR,R20          ;ﾌﾞｰﾄ施錠ﾋﾞｯﾄ読み込み指定
        LPM                         ;ﾌﾞｰﾄ施錠ﾋﾞｯﾄ読み込み実行
        MOV     R16,R0              ;戻り値格納(1ﾊﾞｲﾄ⇒R16ﾚｼﾞｽﾀ)
        RJMP    WAIT_SPMEN          ;SPMENﾌﾗｸﾞ解除(0)待機
;*F*************************************************************************
; 名前: flash_fill_temp_buffer
;-------------------------------------------------------------------------
; 引数:
; data16 :  R16/R17: 一時緩衝部に設定されるべき語
; address:  R18/R19: 語のｱﾄﾞﾚｽ
; 戻り値: なし
;-------------------------------------------------------------------------
; 目的: この関数はﾌﾗｯｼｭ ﾒﾓﾘ一時緩衝部への語設定を許します。
;-------------------------------------------------------------------------
; 例:* fill_temp_buffer(data16, address);
;-------------------------------------------------------------------------
; 注意: 最初の引数はR17:R16を使います。2つ目の引数はR19:R18を使います。
;*************************************************************************
flash_fill_temp_buffer:
        MOV     R31,R19             ;Z位置指示子にｱﾄﾞﾚｽ複写(R31=ZH,R30=ZL)
        MOV     R30,R18
        MOV     R0,R17              ;R1:R0に語複写
        MOV     R1,R16
        LDI     R20,(1<<SPMEN)
        OUT     SPMCSR,R20          ;一時緩衝部語設定指定
        SPM                         ;一時緩衝部語設定実行
        RJMP    WAIT_SPMEN          ;SPMENﾌﾗｸﾞ解除(0)待機

;*F*************************************************************************
; 名前: lock_wr_bits
;-------------------------------------------------------------------------
; 引数: R16: 書き込み値
;-------------------------------------------------------------------------
; 目的:
;*************************************************************************
lock_wr_bits:
        RCALL   WAIT_SPMEN          ;SPMENﾌﾗｸﾞ解除(0)待機
        MOV     R0,R16
        LDI     R18,((1<<BLBSET)|(1<<SPMEN))
        OUT     SPMCSR,R18          ;ﾌﾞｰﾄ施錠ﾋﾞｯﾄ書き込み指定
        SPM                         ;ﾌﾞｰﾄ施錠ﾋﾞｯﾄ書き込み開始
        RJMP    WAIT_SPMEN          ;ﾌﾞｰﾄ施錠ﾋﾞｯﾄ書き込み完了待機
```

```
;*F**************************************************************************
; 名前: wait_spmen
;-------------------------------------------------------------------------
; 引数: なし
;-------------------------------------------------------------------------
; 目的: 活動完了(SPMEN=0)待機
;**************************************************************************
WAIT_SPMEN:
        MOV     R0,R18
        IN      R18,SPMCSR          ;SPMCSR値取得
        SBRC    R18,SPMEN
        RJMP    WAIT_SPMEN          ;SPMENﾌﾗｸﾞ解除(0)まで待機継続
;
        MOV     R18,R0
        RET

        END
```

11. 文書改訂履歴

11.1. 7618B-03/08

1. 資料を全体を通してDFU機能記述子への参照を削除

11.2. 7618C-07/08

1. AT90USB82/162,AT90USB64x,ATmega16U4/32U4用に更新
2. ﾌﾞｰﾄﾛｰﾀﾞ改訂履歴を更新

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

製品窓口

ｳｪﾌﾞｻｲﾄ
www.atmel.com

技術支援
avr@atmel.com

販売窓口
www.atmel.com/contacts

文献請求
www.atmel.com/literature

本応用記述はAtmelのDFUﾃﾞｰﾀｼｰﾄ(doc7618.pdf Rev.7618C-07/08)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。