

AVR273 : USB大容量記憶装置実装

要点

- 大量(バルク)のみ転送規約
- Windows 98とそれ以降からのMicrosoft全OSによる支援
- Linuxカーネル2.4とMac OS 9/xまたはそれ以降による支援
- DataFlashメモリに基づく完全な解決策
- 適合ドライバでの各種メモリ(NF,SDMMCなど)支援可能
- 何れのAVR USBマイクロコントローラでも動作

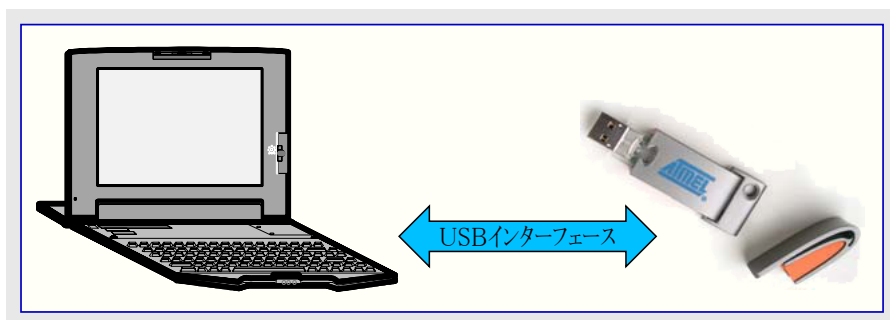
1. 序説

フロッピーディスクは余りに遅すぎ、壊れ易すぎ、そして小容量です。CD-ROMはデータ交換に不便(一般的に再書き込み不可)で、旅行には不便です。USB Keyは柔軟性とフロッピーディスクの小型とCD-ROMの大容量を提供します。

Atmelは目的対象としてAtmelのDataFlashで大容量記憶クラスに基づく完全な解決策を提供します。これは装置とPC間の全二重ファイル転送を保証します。

本資料の目的はPCと使用者装置間でデータを転送するために大容量記憶(大量(バルク)転送のみ)クラスに基づくUSB応用を開始して実装する方法を記述することです。

(CD-ROMとAtmelのウェブサイトに含まれるdoc7603)USBファームウェア基本設計と大容量記憶仕様(<http://www.usb.org>)の熟知が仮定されています。



2. ハードウェアの必要条件

大容量記憶応用は以下のハードウェアが必要です。

1. AVR USB評価基板(STK525またはAT90USBKey実演基板)
2. (USBポートラダーを含む)既定工場構成設定のAT90USBマイクロコントローラ
3. USBケーブル(標準A-ミニB)
4. USB1.1または2.0ホストを持つWindows(98SE,ME,2000,XP)で走行するPC

3. ソフトウェアの必要条件

本応用に関して必要とされるソフトウェアには以下を含みます。

1. FLIPソフトウェア(デバイスファームウェア更新(Device Firmware Upgrade)ツール)
2. (USB CD-ROMに含まれる)ms_df_stk525.a90またはms_df_usbkey.a90



8ビット **AVR**[®]
マイクロコントローラ

応用記述

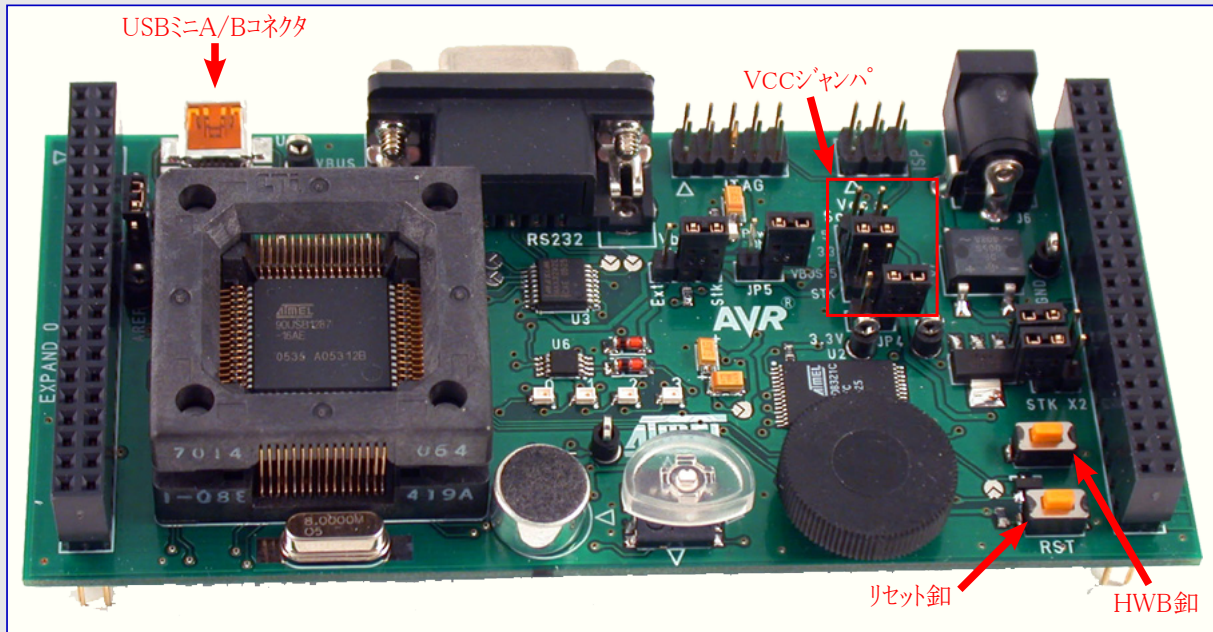
本書は一般の方々の便宜のため有志により作成されたもので、Atmel社とは無関係であることを御承知ください。しおりのはじめにでの内容にご注意ください。

Rev. 7631A-03/06, 7631AJ3-05/21

4. ハードウェア既定設定

応用はバス給電で外部電源は全く必要とされません。STK525基板は下のように構成設定されなければなりません。

図4-1. STK525基板



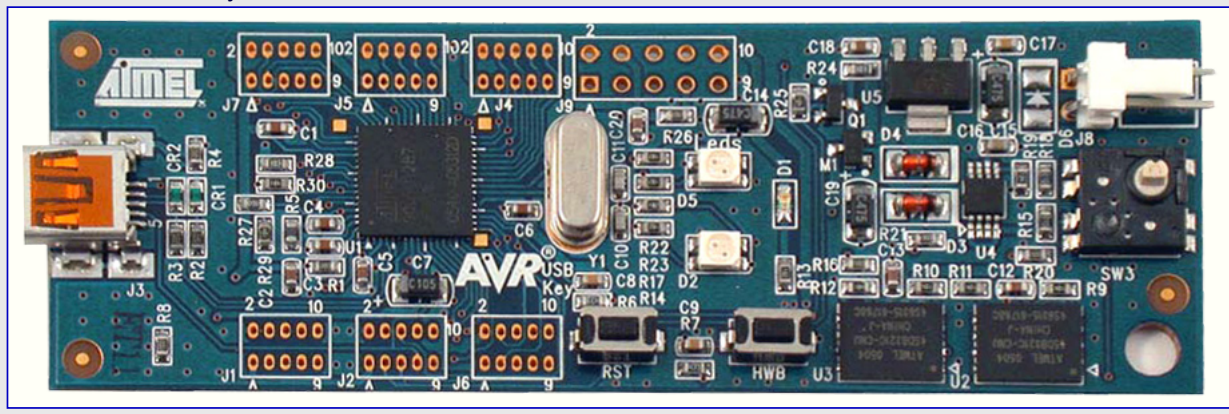
全ジャンパが開放されるべきですが、**VCC Source**ジャンパだけは右のようにVBUS 5が設定されるべきです。マイクロ コントローラはそのソケット上に正しく配置されなければなりません。STK525ハードウェア使用者の手引きを参照してください。

AT90USBKey基板は特別な構成設定を必要とされません。

図4-2. VCCジャンパ

VCC Source	
Reg 5	<input type="checkbox"/>
Reg 3.3	<input type="checkbox"/>
VBUS 5	<input checked="" type="checkbox"/>
STK	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>

図4-3. AT90USBKey



5. デバイス ファームウェア更新

実演を始めるのに先立って最初に行うことはマイクロ コントローラのチップ 上フラッシュ メモリ内にHEXファイルを設定する(書く)ことです。(USB CD-ROMまたはAtmelのウェブサイトから入手可能な)“Flip”ソフトウェアはファームウェア更新に使われるツールです。

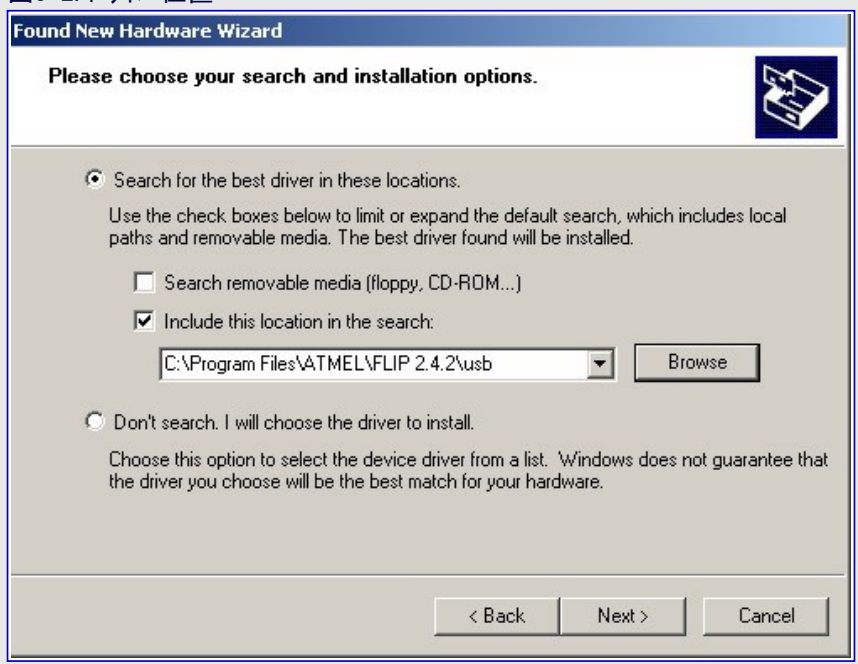
デバイスにDFU(Device Firmware Upgrade)動作形態の開始とHEXファイル設定(書き)を許すため、以下の段階が完了されるべきです。

1. Flipソフトウェアをインストールしてください(Flip 3.0版またはそれ以上が必要とされます)。
2. リセット(RST)釐を押してください。
3. USBケーブル(標準A-ミニB)を用いて基板をPCに接続してください。
4. ハードウェア ブートローダ(HWB)釐を押してください。
5. RST釐を放してください。
6. HWB釐を放してください。
7. 上で説明したハードウェア条件が正しいなら、初回Flip使用の場合に、新しい装置検出ウィザードが表示されるでしょう。(ウィザードの)指示に従ってください(INFファイルはFlipインストール フォルダのUSB副フォルダ(インストール パス¥ATMEL¥FLIP¥FLIPx.x.x¥usb)に配置されています)。

図5-1. 新しい装置検出ウィザード

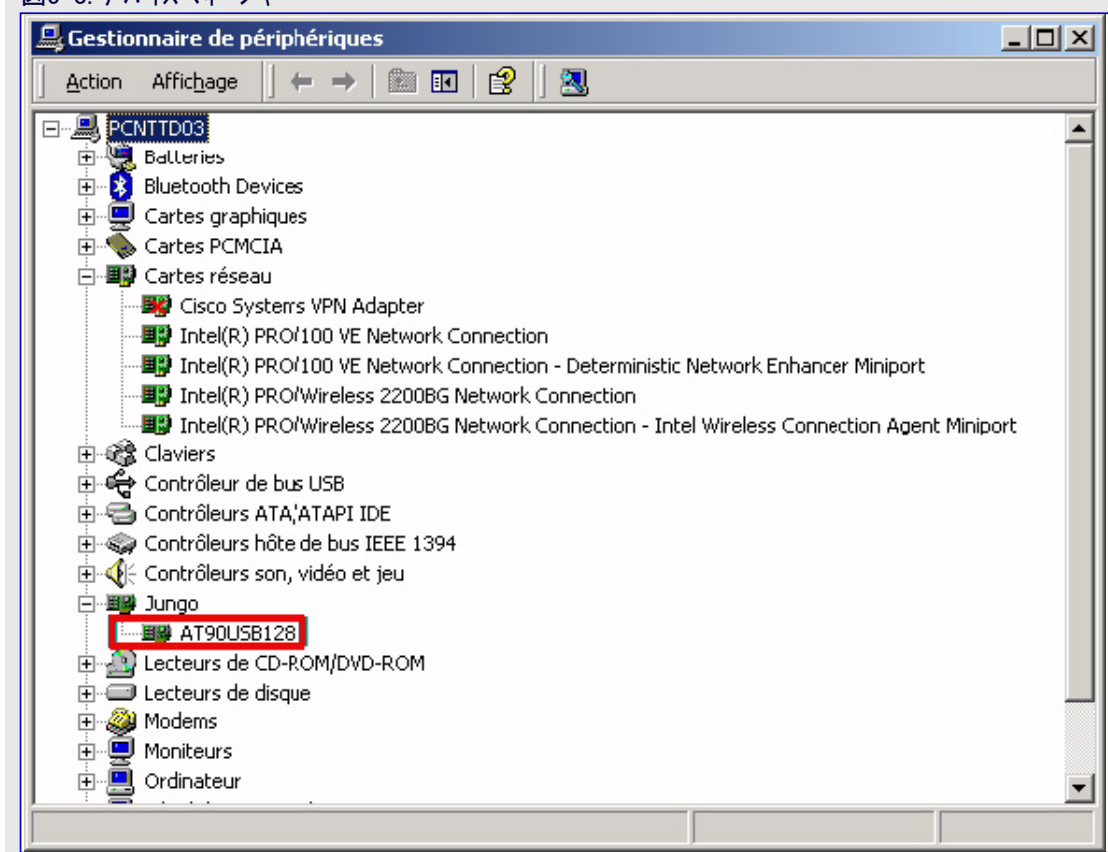


図5-2. ドライバ位置



8. デバイスマネージャを調べてください。下図で示されるのと同じアイコン(Jungo®アイコン)が見えるべきです。見えなければ手順2.から再び開始してください。

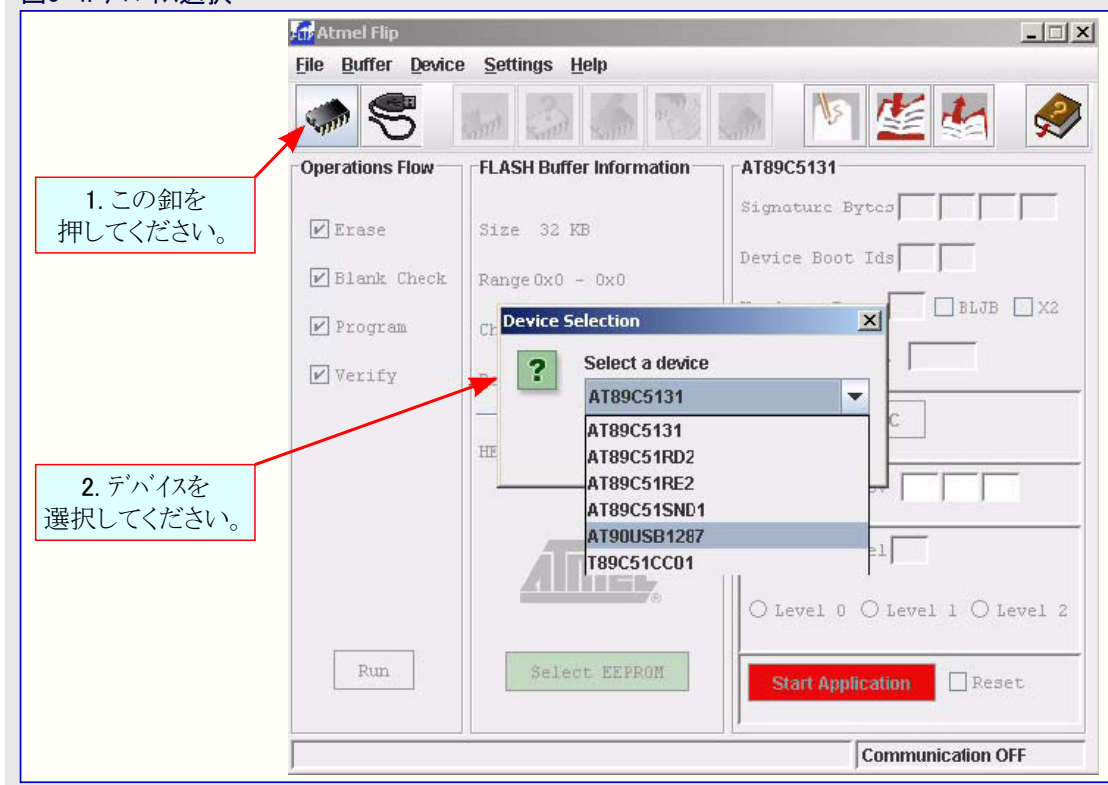
図5-3. デバイスマネージャ



一旦デバイスがDFU動作形態になると、Flipソフトウェアを開始して以下と図5-4.で説明される指示に従ってください。

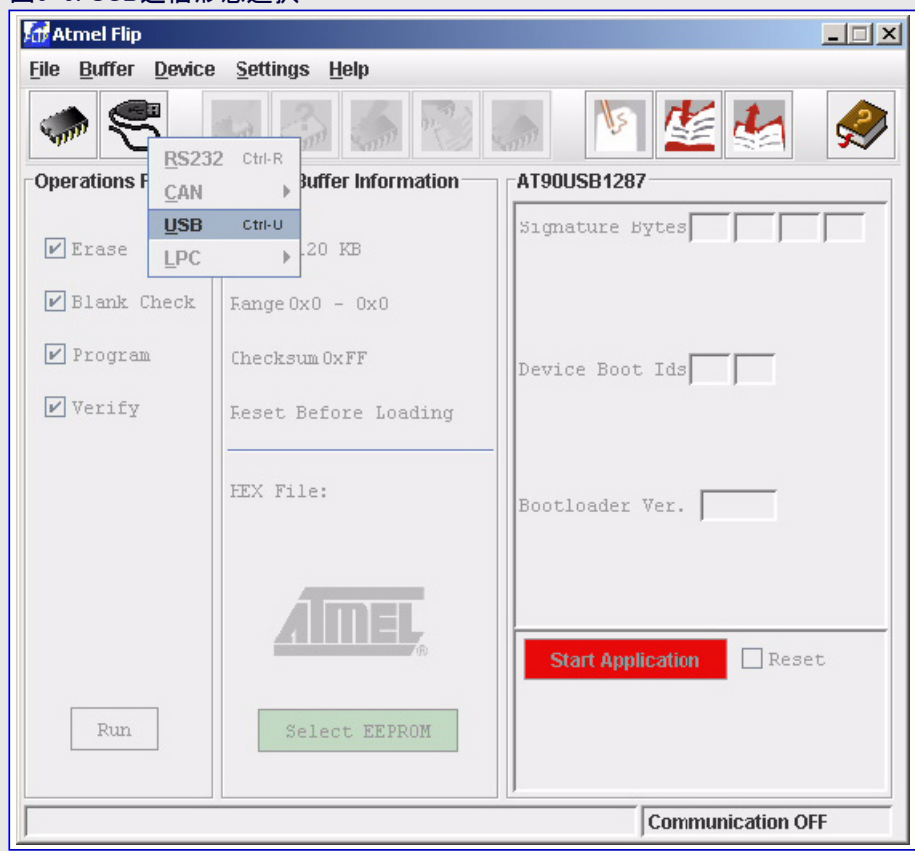
1. AT90USBデバイスを選択してください。

図5-4. デバイス選択



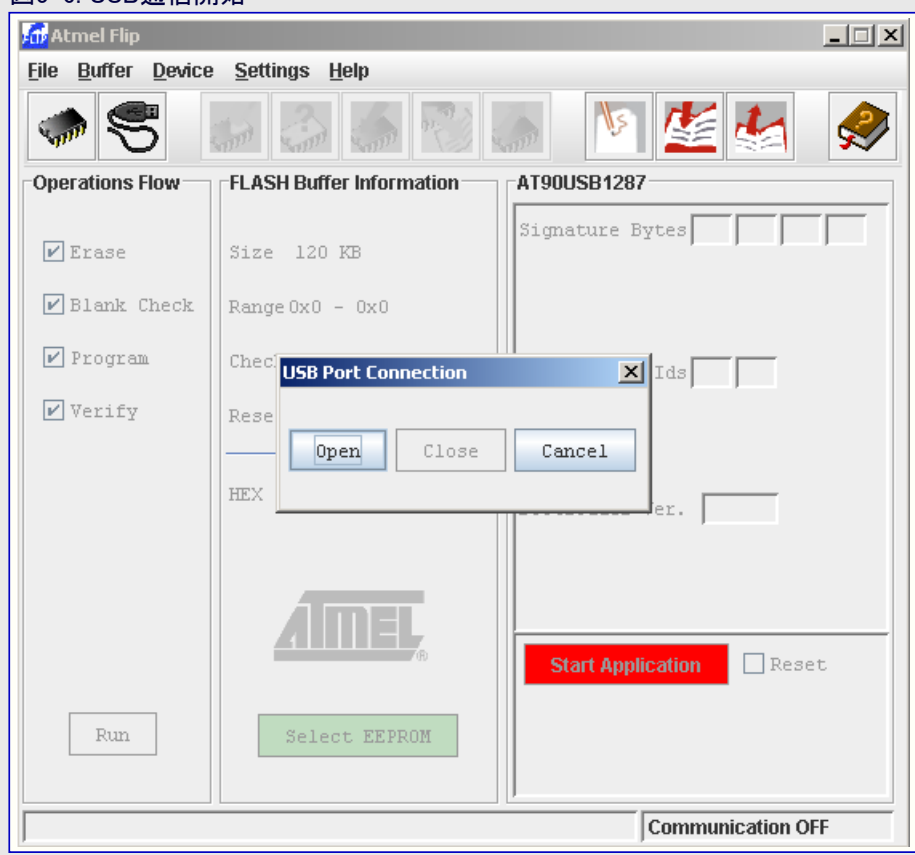
2. 通信形態としてUSBを選択してください。

図5-5. USB通信形態選択



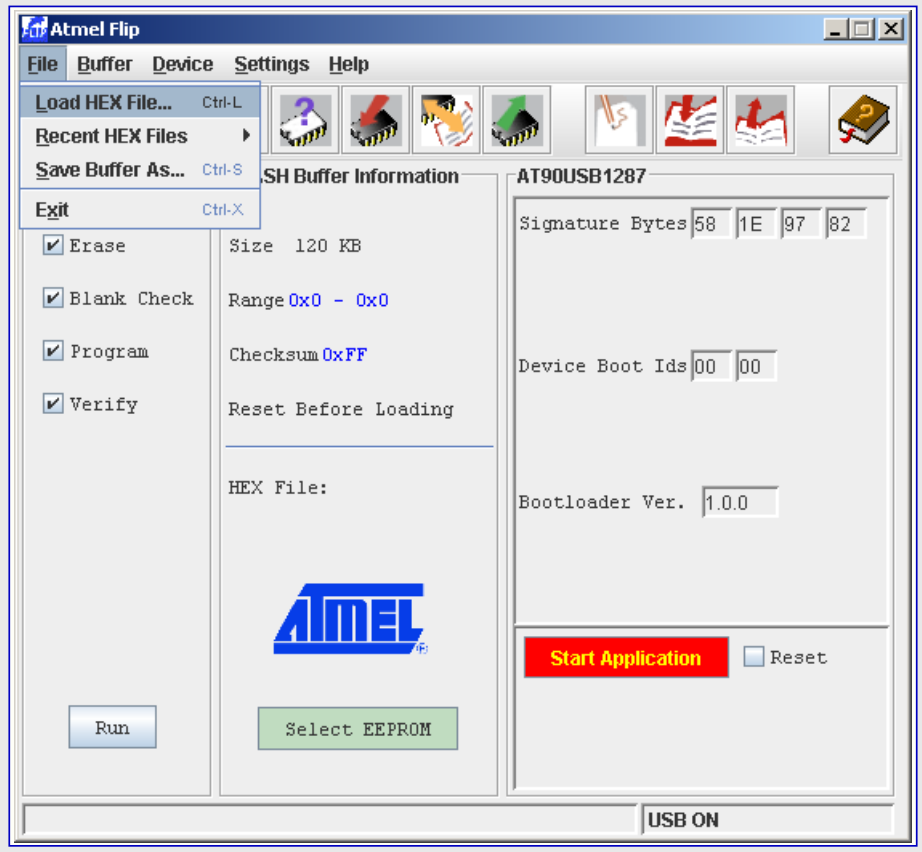
3. 通信を開始してください。

図5-6. USB通信開始



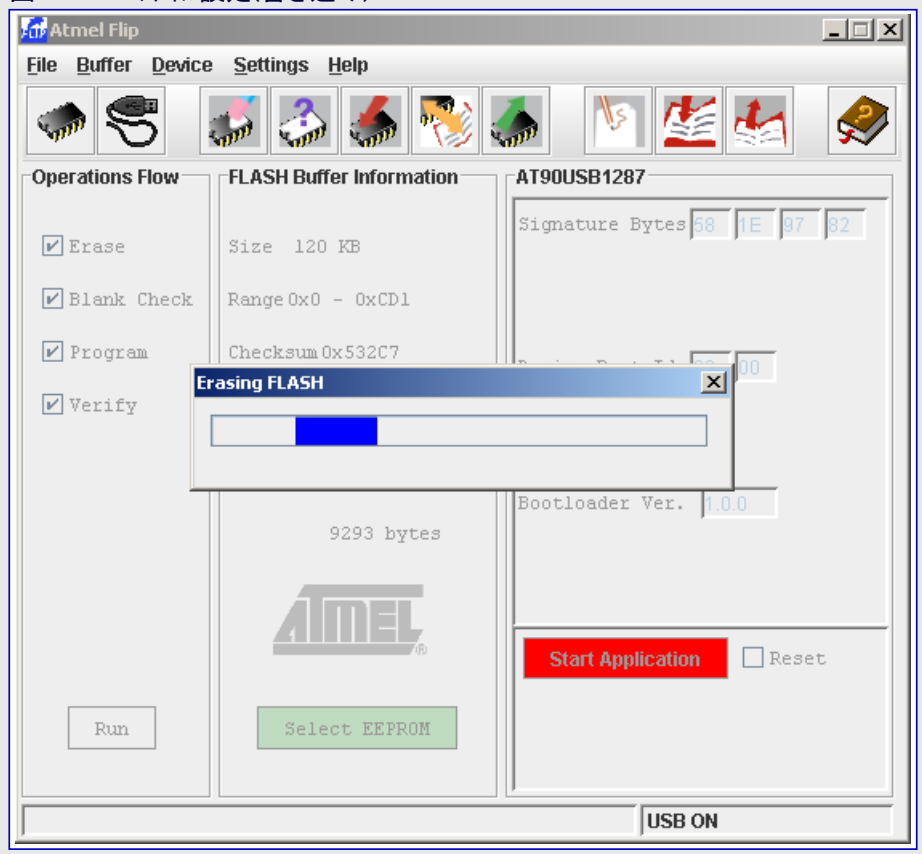
4. 設定するHEXファイル(USB CD-ROMに含まれるHEXファイル:ms_df_stk525.hexまたはms_df_usbkey.hex)を選んでください。

図5-7. 設定するHEXファイル



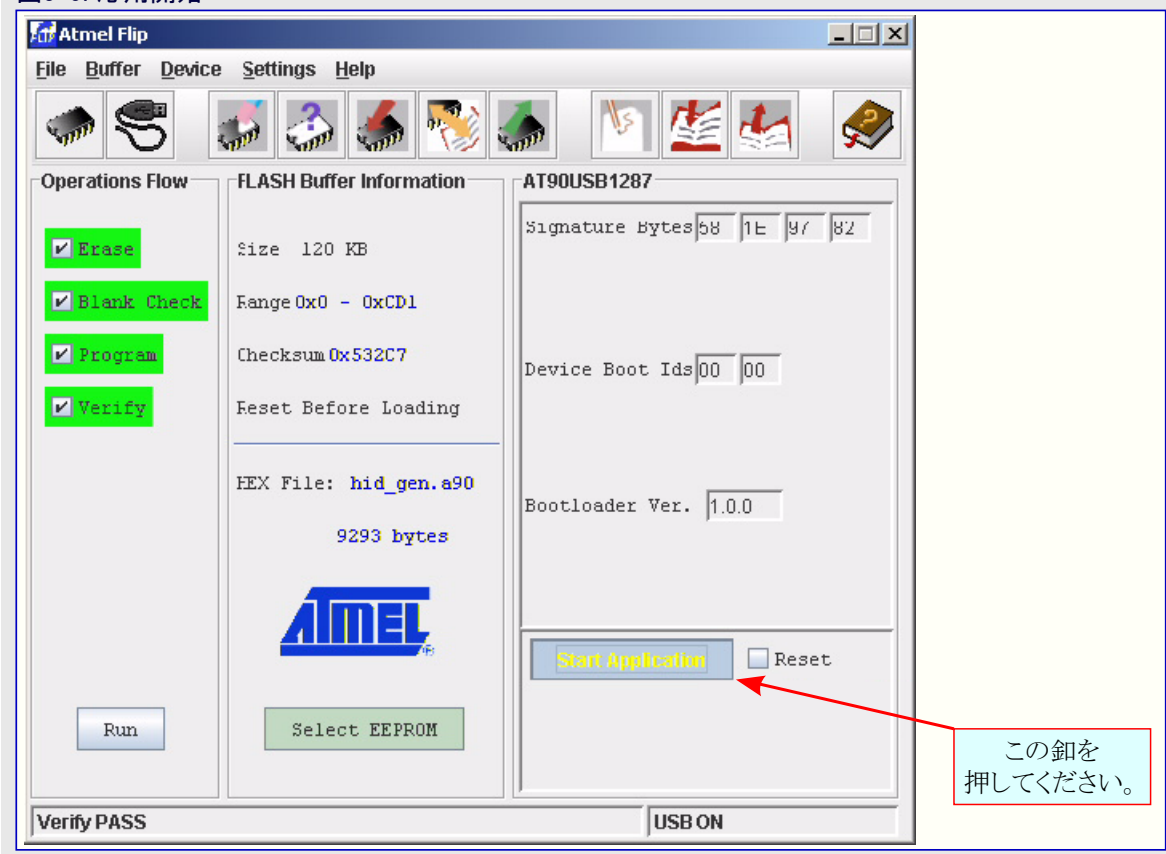
5. HEXファイルを設定して(書いて)ください(Erase,Program,Verifyをチェックし、そしてRun鈕を押してください。

図5-8. HEXファイル設定(書き込み)



6. 応用を開始してください。

図5-9. 応用開始



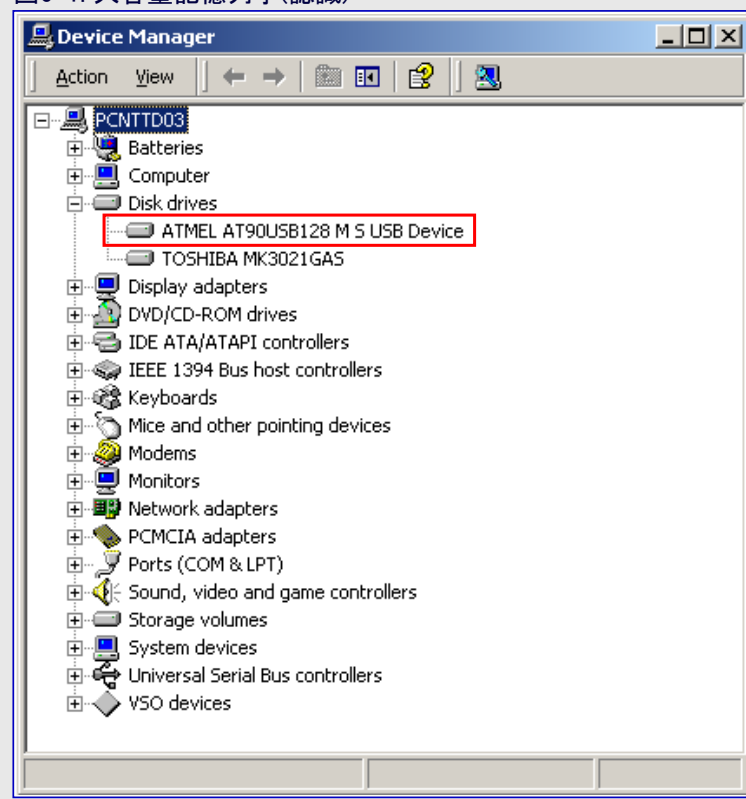
注: "Start Application"釦押下時に、AT90USBブートローダを離れて使用者応用へ飛びます。

6. 即時開始

一旦デバイスが(STK525に対して)ms_df_stk525.a90または(AT90USBKeyに対して)ms_df_usbkey.a90のファイルでプログラムされたなら、USBkeyとしてキットの使用を始めることができます。装置が大容量記憶として列挙(認識)されていることを調べてください(図6-1.をご覧ください)。その後にPCのエクスプローラを開始すると、新しい可搬型ディスクが表れます。今やPCと装置間でファイル転送を始めることができます。

注: 初回使用に対して、PCは可搬型ディスクのフォーマットを使用者に問うでしょう。

図6-1. 大容量記憶列挙(認識)



7. 応用概要

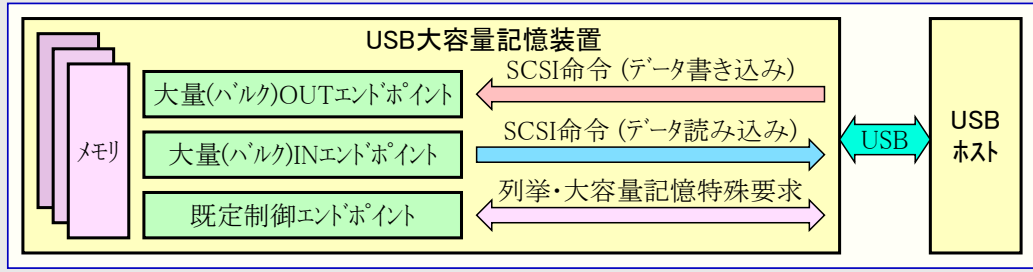
大容量記憶応用はUSBホストと、スタートキットまたは実演基板の間の簡単なファイル転送応用です。

本応用に関するUSBデータ交換は状態とデータの転送を実行するのに2つの大量(バルク)エンドポイント(1つのINと1つのOUT)を使うSCSI (Small Computer System Interface)命令に基づきます。エンドポイント0(制御エンドポイント)は列挙(接続検出)、異常管理、論理装置番号(LUN: Logic Unit Number)値を決めるためだけに使われます。

言い換えれば、大容量記憶応用はファイル転送を管理するためにホストによって送られる一式のSCSI命令です。

大容量記憶クラスはLUNにより、同時に多数の記憶装置の管理を1つの装置に許します。

図7-1. 大容量記憶応用概要



標準列挙(接続確認)手順(USB第9節確認)は既定制御エンドポイントを通して実行されます。この手順は装置クラスの識別と適切なドライバ設定のために、装置によってホストへ送られるパラメータ一式から成ります。これらのパラメータは記述子と呼ばれます。

SCSI命令は(INまたはOUTの)両エンドポイントを通して実行されます。各SCSI命令は復号され、命令一式(Read(読み)、Write(書き)、is memory present(メモリ存在有無)、is memory write Protected(メモリ書き込み保護有無)など)を通して適切な記憶装置部へ送出されます。

メモリの返答はUSB CSW(Command Status Wrapper)に包括される前にSCSI状態に変換され、そしてUSBホスト制御器へ送られます。

USBバスが単一主装置バスなので、各データ転送はUSBホストによって始められ、特定の命令/データ/状態の流れが後続します(下図をご覧ください)。

CBW(Command Block Wrapper)はアドレス指定されたLUN、SCSI命令の長さのようないくつかのUSB情報、そして勿論そのメモリに対するSCSI命令も含みます。

CSW(Command Status Wrapper)はSCSI状態を含みます。状態がGOODなら、ホストは次の後続命令を送るでしょう。状態GOODと異なる(FAILED, PAHSE ERROR, など)なら、ホストはREQUEST SENSE命令を送ることで、異常に関連するより多くの情報について問い合わせるでしょう。

下図はSTK525に対して1つ、AT90USBKeyに対して2つのDataFlashメモリを対象とする、Atmelによって提供される解決策の概要を示します。見掛けの書き込みアクセス時間を減らすため、物理メモリは同じ論理装置部に割り当てて交互連結することができます。論理装置部当たりの最大容量は制限されています。

図7-2. 命令/データ/状態の流れ

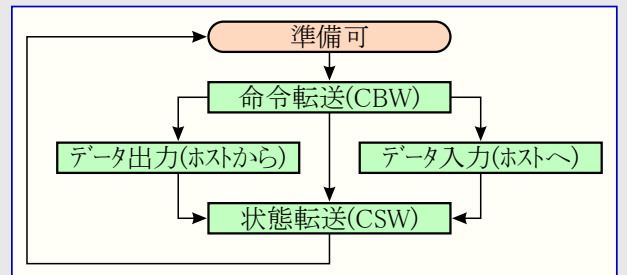
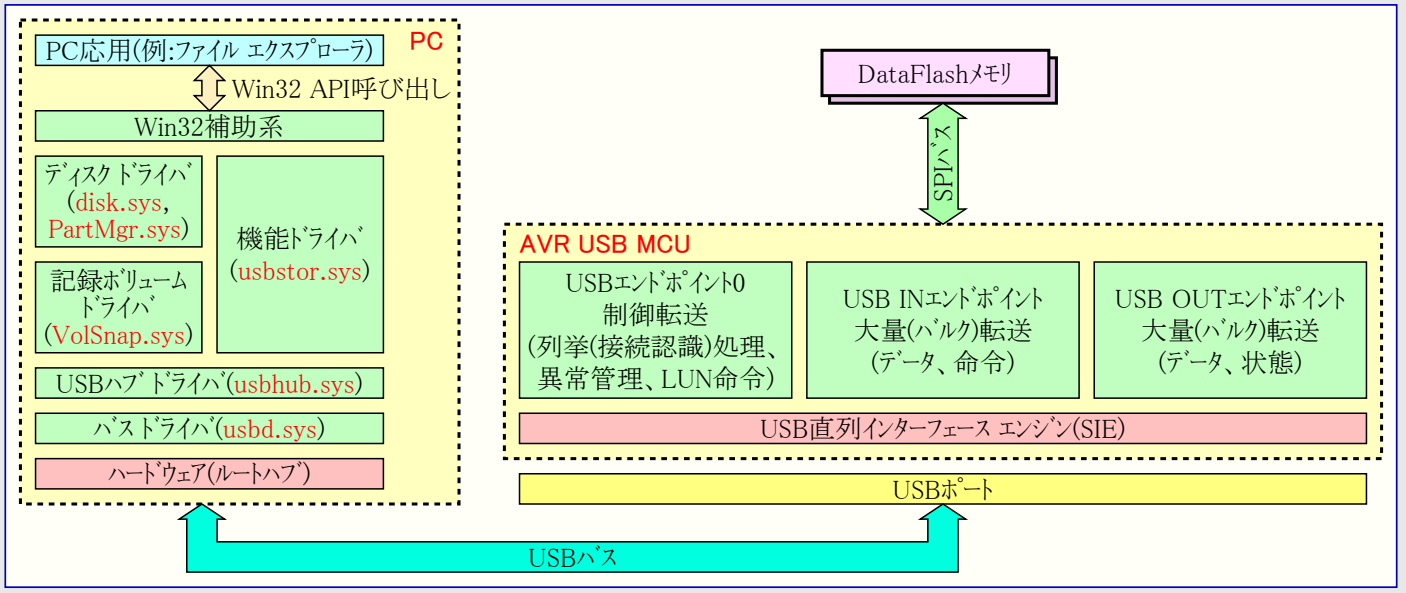


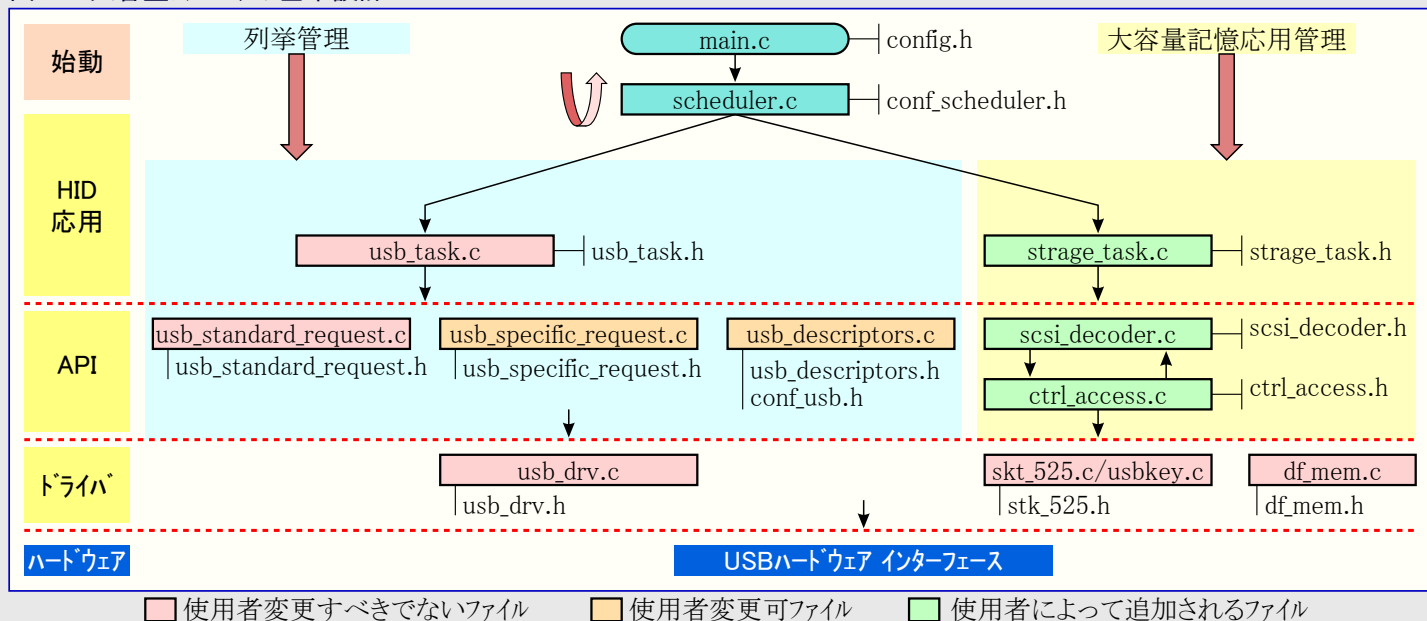
図7-3. Atmel大容量記憶解決策



8. ファームウェア

USBファームウェア基本設計資料(USB CD-ROMに含まれるdoc7603)で説明されるように、全てのUSBファームウェア一式は同じ基本設計に基きます(より多くの詳細については本資料を参照してください)。

図8-1. 大容量ファームウェア基本設計

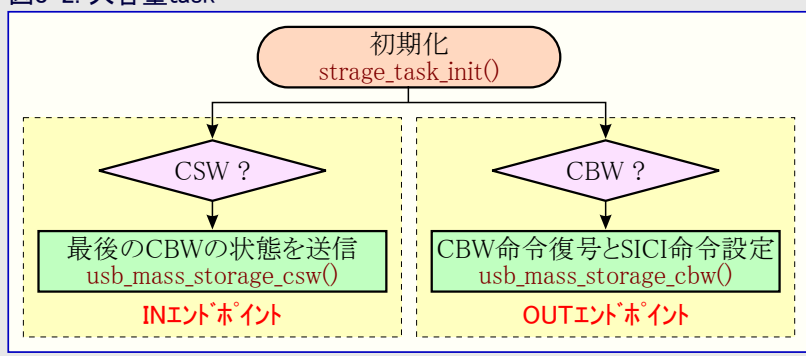


本章は大容量記憶部だけの専用です。このファームウェアを独自設定するには、メモリドライバを修正するだけで、残りはそのまま使えます。大容量記憶装置に関連するファイルの説明はこの下を探してください。

8.1. storage_task.c

このファイルは応用によって使われるハードウェア(SPI、Data Flash、LED)のパラメータを初期化する関数と、ホストによって送られる命令を管理する(CBW:Command Block Wrapper、CSW:Command Status Wrapper)ための関数を含みます。

図8-2. 大容量task



8.1.1. storage_task_init

この関数は装置パラメータとハードウェア資源の初期化を実行します。

8.1.2. usb_mass_storage_cbw

この関数はCBW(Command Block Wrapper)を復号してSCSI命令を格納します。

8.1.3. usb_mass_storage_csw

この関数は最後のCBWの状態(CSW:Command Status Wrapper)を送信します。

8.2. stk_525.c/usbkey.c

このファイルは基板の資源(ジョイスティック、可変抵抗器、温度感知器、LEDなど)を管理するための全ルーチンを含みます。STK525またはAT90USBKey基板使用時に使用者はこのファイルを変更すべきではありません。そうでなければ、自身のハードウェア管理ファイルを構築しなければなりません。

8.3. メモリ管理

各メモリは特有のメモリドライバによってAtmelファームウェアにインターフェースされます。

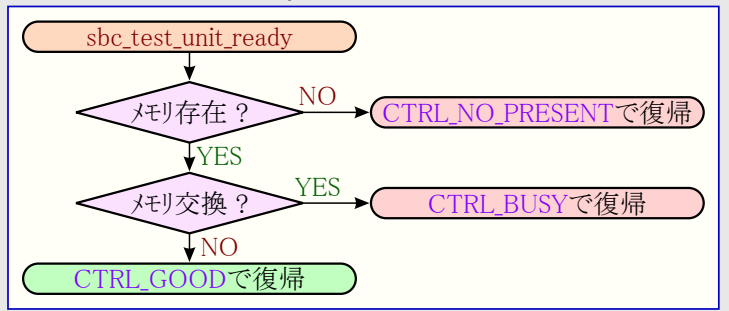
USB大容量記憶装置ファームウェアでメモリを支援するために、以下の関数が実装されなければなりません。開発者はこのメモリインターフェースに対応するメモリドライバを書かなければなりません。いくつかの関数はメモリの状態(存在、書き込み保護、総容量、メモリが取り外し可かどうか)だけを返します。他の関数はメモリの読み書きに用いられます。`read_10`と`write_10`の関数は特定位置でメモリを開きます。`usb_read`と`usb_write`の関数はUSB制御器とメモリ間のデータ転送を管理します。これらの関数の多くは以下になり得る`Ctrl_stats`バイトを返します。

- `CTRL_GOOD` : 関数は(正常に)通過し、別の命令を送ることができます。
- `CTRL_FAIL` : 命令実行に於いて失敗があります。
- `CTRL_NO_PRESENT` : メモリが存在しません。
- `CTRL_BUSY` : 現在のメモリが初期化されていないか、またはその状態が変更(交換)されています。

8.3.1. `sbc_test_unit_ready`

この関数はメモリの状態を返します。

図8-3. `sbc_test_unit_ready`

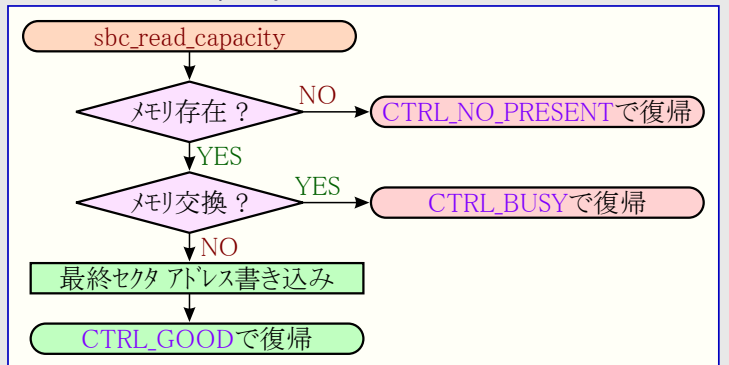


8.3.2. `sbc_read_capacity`

この関数は`u32_nb_sector`内に格納された、有効な最終セクタのアドレスを返します。セクタ容量はOS共通性のため、512バイトに固定されています。

例えば、16Kバイトのメモリは $((16 \times 1024) \div 512) - 1 = 31$ を返します。

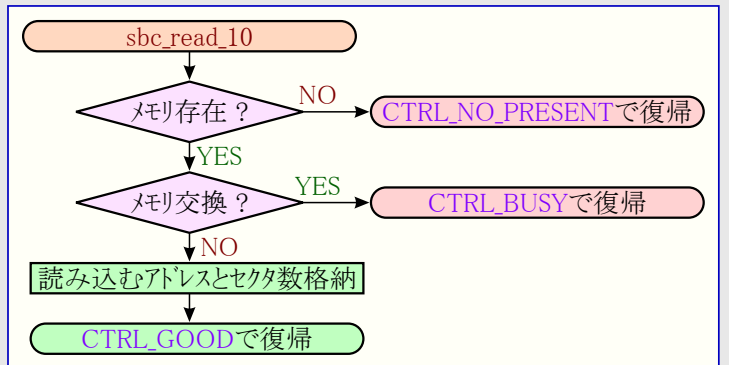
図8-4. `sbc_read_capacity`



8.3.3. `sbc_read_10`

この関数は読み込むためのセクタアドレス(addr)と(各々が512バイトの)連続するセクタ数を設定します。

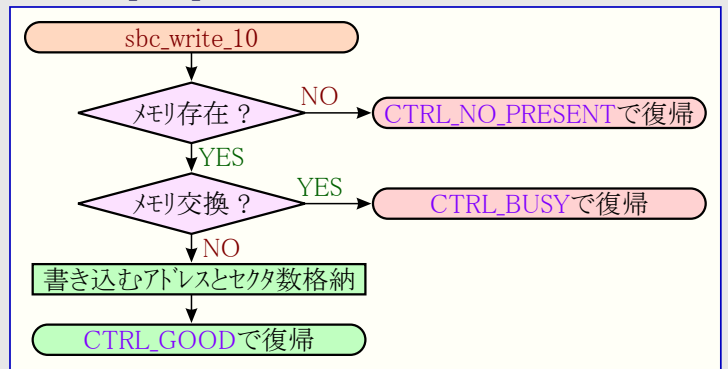
図8-5. `sbc_read_10`



8.3.4. sbc_write_10

この関数は書き込むためのセクタアドレス(addr)と(各々が512バイトの)連続するセクタ数を設定します。

図8-6. sbc_write_10



8.3.5. mem_wr_protect

この関数はメモリが書き込み保護されていない場合にFALSE、メモリが書き込み保護されている場合にTRUEを返します。

図8-7. mem_wr_protect

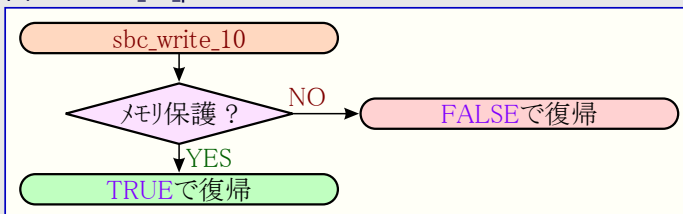
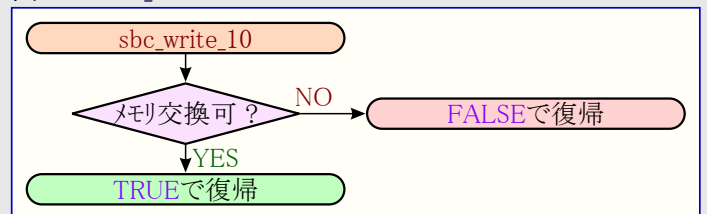


図8-8. mem_removal



8.4. 新規メモリの統合

USB大容量記憶階層に於けるメモリの統合はconf_access.hで実行されます。対応するLUNが最初にENABLEに設定されなければならず、そして対応する関数が定義されなければなりません。

USB大容量記憶階層は最大8つまでの異なるLUNを支援します。

これはLUN_3として設定されたDataFlashの例です。

```

// 論理装置部活性
#define LUN_0      DISABLE      // チップ上フラッシュ仮想メモリ
#define LUN_1      DISABLE      // NF 2Kバイト
#define LUN_2      DISABLE      // NF 512バイト
#define LUN_3      ENABLE       // DataFlash
#define LUN_4      DISABLE
#define LUN_5      DISABLE
#define LUN_6      DISABLE
#define LUN_7      DISABLE
// LUN-3定義
#if (LUN_3 == ENABLE)
#define DF_MEM     ENABLE
#else
#define DF_MEM     DISABLE
#endif
#define LUN_3_INCLUDE      "lib_mem¥df¥df_mem.h"
#define Lun_3_test_unit_ready()  df_test_unit_ready()
#define Lun_3_read_capacity(nb_sect)  df_read_capacity(nb_sect)
#define Lun_3_wr_protect()      df_wr_protect()
#define Lun_3_removal()        df_removal()
#define Lun_3_read_10(ad, sec)  df_read_10(ad, sec)
#define Lun_3_usb_read()        df_usb_read()
#define Lun_3_write_10(ad, sec) df_write_10(ad, sec)
#define Lun_3_usb_write()       df_usb_write()
  
```

9. PCソフトウェア

大容量記憶装置はPCソフトウェアが必要ありません。けれどもWindows98SEに関してはPCドライバが必要とされ、このドライバは大容量記憶一式と共にAtmelによって配給されます。

10. 制限

ありません。

11. 関連文書

- AVR USBデータシート (doc7593)
- USBファームウェア基本設計 (doc7603)
- USB大容量記憶クラス仕様



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
東熱新川ビル 9F
アトメル ジャパン株式会社
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 Chantierie
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

お断り: 本資料内の情報はAtmel製品と関連して提供されています。本資料またはAtmel製品の販売と関連して承諾される何れの知的所有権も禁反言あるいはその逆によって明示的または暗示的に承諾されるものではありません。Atmelのウェブサイト位置する販売の条件とAtmelの定義での詳しい説明を除いて、商品性、特定目的に関する適合性、または適法性の暗黙保証に制限せず、Atmelはそれらを含むその製品に関連する暗示的、明示的または法令による如何なる保証も否認し、何ら責任がないと認識します。たとえAtmelがそのような損害賠償の可能性を進言されたとしても、本資料を使用できない、または使用以外で発生する(情報の損失、事業中断、または利益の損失に関する制限なしの損害賠償を含み)直接、間接、必然、偶然、特別、または付随して起こる如何なる損害賠償に対しても決してAtmelに責任がないでしょう。Atmelは本資料の内容の正確さまたは完全性に関して断言または保証を行わず、予告なしでいつでも製品内容と仕様の変更を行う権利を保留します。Atmelはここに含まれた情報を更新することに対してどんな公約も行いません。特に別の方法で提供されなければ、Atmel製品は車載応用に対して適当ではなく、使用されるべきではありません。Atmel製品は延命または生命維持を意図した応用での部品としての使用に対して意図、認定、または保証されません。

© Atmel Corporation 2006. 不許複製 Atmel®、ロコとそれらの組み合わせ、AVR®とその他はAtmel Corporationの登録商標または商標またはその付属物です。他の用語と製品名は一般的に他の商標です。

© HERO 2021.

本応用記述はAtmelのAVR273応用記述(doc7631.pdf Rev.7631A-03/06)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。