

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4411953号  
(P4411953)

(45) 発行日 平成22年2月10日(2010.2.10)

(24) 登録日 平成21年11月27日(2009.11.27)

(51) Int.Cl.

G06F 12/00 (2006.01)

F 1

G06F 12/00 550E  
G06F 12/00 597U

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2003-409771 (P2003-409771)  
 (22) 出願日 平成15年12月9日 (2003.12.9)  
 (65) 公開番号 特開2005-173747 (P2005-173747A)  
 (43) 公開日 平成17年6月30日 (2005.6.30)  
 審査請求日 平成18年8月9日 (2006.8.9)

(73) 特許権者 000006507  
 横河電機株式会社  
 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号  
 (72) 発明者 齋藤 洋二  
 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内  
 (72) 発明者 高橋 誠一郎  
 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内  
 (72) 発明者 落合 覚  
 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内  
 (72) 発明者 新国 雅章  
 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】フィールド機器のメモリ更新システム

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

フィールドバスと、

不揮発性メモリが内蔵され、前記フィールドバスに接続された、少なくとも一台以上のフィールド機器と、

前記フィールドバスに接続され、前記フィールド機器の1つに更新命令を送信し、更新データを転送して、このフィールド機器の不揮発性メモリを更新させるホストシステムとを有し、

前記フィールド機器は、

前記不揮発性メモリの内容を消去する際に、前記フィールドバスから吸い込む電流を定常時の値よりも増加させ、前記電流の増加または減少のときに、前記電流の変化率を制限する電流増減制限手段を設け、

前記不揮発性メモリの消去が終了したら前記電流を前記定常時の値に戻すことを特徴とするフィールド機器のメモリ更新システム。

## 【請求項 2】

前記フィールド機器は電流制御回路を内蔵し、

この電流制御回路はこのフィールド機器内のCPU若しくは他の論理回路によって、前記フィールドバスから供給される電流を増加、あるいは減少するようにしたことを特徴とする請求項1記載のフィールド機器のメモリ更新システム。

## 【請求項 3】

10

20

前記電流が増加する期間は Fieldbus Foundation の Software Download 規格の DWNLD\_PUBLISHING の状態である

ことを特徴とする請求項 2 記載のフィールド機器のメモリ更新システム。

【請求項 4】

前記フィールド機器は、前記不揮発性メモリの更新の準備中かどうかを示すステータスを出力し、

前記ホストシステムは、前記ステータスを確認し、前記不揮発性メモリを更新するフィールド機器を選択することを特徴とする請求項 1 記載のフィールド機器のメモリ更新システム。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、プロセス現場で使用されるフィールド機器内の不揮発性メモリに格納されているファームウェアあるいはコンフィギュレーション情報などのデータを書き替えるフィールド機器のメモリ更新システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

このようなフィールド機器のメモリ更新システムの先行技術としては次のようなものがある。

【0003】

20

【特許文献 1】特開 2001-350504 号公報

【0004】

【特許文献 2】特表 2003-510710 号公報

【0005】

上記特許文献 1 に記載された技術の概要は、第 1 のメモリ領域に計算プロセスを実行するステップと、この第 1 のメモリを不活性化するステップと、第 2 のメモリ領域を活性化するステップを有し、オンラインモードでリコンフィギュレーションを可能としたものである。

【0006】

また、上記特許文献 2 に記載された技術の概要は、標準通信プロトコルを利用してホストからフィールド機器に対しプログラムインストラクションをダウンロードするステップと、それを記憶するステップと実行するステップを設け、プロセス制御ネットワーク内のフィールドデバイスを再プログラミングするものである。

30

【0007】

図 5 にプロセス制御システムの一般的な構成を示す。FOUNDATION Fieldbus やシリアル伝送などのフィールドバス 8 には複数のフィールド機器 9 が接続されている。これらフィールド機器 9 にはアナログインプットファンクションブロック A/I、あるいは P/I/D ファンクションブロック P/I/D 等が内蔵されている。

【0008】

40

フィールドバス 8 は I/O ユニット 7、バス 6 を介してホストシステム 5 に接続されている。このようなプロセス制御システムにおいて、センサ(図示省略)からの信号を入力し、フィールド機器 9 相互間あるいはフィールド機器 9 とホストシステム 5との間でデータのやりとりをして制御を実行していく。

【0009】

このようなフィールド機器では、センサからの信号を出力信号に変換するための演算部分のプログラムやネットワーク情報を構成するコンフィギュレーション情報は、通常 EEPROM、Flash ROM、EEPROM などの不揮発性メモリに保存されている。

【0010】

50

近年、プロセスの改善等を目的とした機能分散を進める上で、フィールド機器 9 にも自己診断機能の拡張などの付加機能が求められるようになってきた。また、機能が豊富にな

ったために、バグが発生する可能性も大きくなっている。そのため、フィールドバス8の通信機能を用いてフィールド機器9内部のファームウェアを更新することも行われている。

#### 【0011】

このような場合、ホストシステム5にファームウェアのバイナリイメージを入力し、バス6、I/Oユニット7、フィールドバス8を介してこのバイナリイメージをフィールド機器9に伝送して書き換えを行う。ファームウェアのバイナリイメージは、ウェブサイトからインターネットを経由して取得することもある。

#### 【0012】

図6にFOUNDATION FieldbusのSoftware Download仕様の一部を示す。この仕様はフィールドバス通信を介してフィールド機器9内部のファームウェアを更新することを想定しており、REPAIRE\_FOR\_DWNLD、CANCEL\_DWNLDなどのコマンドが用意されている。10

#### 【発明の開示】

##### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0013】

しかしながら、このようなフィールド機器では、ファームウェアを更新するためには次のような課題があった。

#### 【0014】

不揮発性メモリとしてFlash ROMやEEPROMを使用しているフィールド機器では、フィールドバスを介してファームウェアの更新を行うことができる。しかし、更新時にはフィールド機器の消費電流が一時的に大きく増加するという課題があった。20

#### 【0015】

図7にFlash ROMを書き替えるときの消費電流の実測値例を示す。Flash ROMを書き替えるときは、まずセクタ単位で消去した後、書き込みを行う。セクタ消去時の消費電流の増加量IDLは最大20mA、実測10mAであった。また、書き込み時の消費電流の増加は最大20mAであるが、実測では1mAであった。このことから、主としてセクタ消去時に消費電流が大きく増加することがわかる。

#### 【0016】

このため、ホストシステム5が任意にフィールド機器9のファームウェアを書き替えるとすると、フィールド機器1台あたり20mAの消費電流の増加を見込んで電源などの設計を行わなければならず、コストが増大してしまうという課題があった。30

#### 【0017】

ホストシステム5が1台ずつ順番にフィールド機器9のファームウェアを更新するとすると、消費電流は最大20mAに抑えることができる。しかしながら、フィールドバスの伝送レート(31.25kbps)の制限により、更新のために例えば30分/台程度の時間が必要であるために、セグメント内に10台のフィールド機器が接続されると最大300分の時間が必要になり、実用的でないという課題もあった。

#### 【0018】

例えば、ファームウェアのサイズを約300kBイトとする。通信間隔を1秒、通信間隔毎の転送バイト数を200バイトとすると、書き替えには40

$$\begin{aligned} \text{更新時間} &= \text{ROM容量} \times \text{通信間隔(秒)} \div \text{転送バイト数} \\ &= 300\text{ kB} \times 1 \div 200 = 1500\text{秒} = 25\text{分} \end{aligned}$$

の更新時間が必要である。

#### 【0019】

このため、フィールド機器9への供給電流が不足して書き替えることができず、またフィールドバス8に接続することができるフィールド機器9の台数が制限されてしまうという課題もあった。

#### 【0020】

従って本発明が解決しようとする課題は、ファームウェア更新時の消費電流の増加を最50

小限に抑えることができ、かつ更新時間を短くすることができるフィールド機器のメモリ更新システムを実現することにある。なお、ここではホストシステムからフィールド機器に対してファームウェア更新を実施することについて記載してあるが、フィールドバス規格における「テンポラリデバイス」、すなわちフィールド機器のメンテナンスやパラメータ設定用に一時的に接続される設定用ツール上からファームウェアを更新する場合も同様である。本発明に記載のホストシステムに、前記テンポラリデバイスも含まれることは言うまでもない。

**【課題を解決するための手段】**

**【0021】**

このような課題を達成するために、本発明は以下の通りである。

(1) フィールドバスと、不揮発性メモリが内蔵され、前記フィールドバスに接続された、少なくとも一台以上のフィールド機器と、前記フィールドバスに接続され、前記フィールド機器の1つに更新命令を送信し、更新データを転送して、このフィールド機器の不揮発性メモリを更新させるホストシステムとを有し、前記フィールド機器は、前記不揮発性メモリの内容を消去する際に、前記フィールドバスから吸い込む電流を定常時の値よりも増加させ、前記電流の増加または減少のときに、前記電流の変化率を制限する電流増減制限手段を設け、前記不揮発性メモリの消去が終了したら前記電流を前記定常時の値に戻すことを特徴とするフィールド機器のメモリ更新システム。

(2) 前記フィールド機器は電流制御回路を内蔵し、この電流制御回路はこのフィールド機器内のCPU若しくは他の論理回路によって、前記フィールドバスから供給される電流を増加、あるいは減少するようにしたことを特徴とする(1)記載のフィールド機器のメモリ更新システム。

(3) 前記電流が増加する期間は Fieldbus Foundation の Software Download 規格の DWNL D\_P\_ R\_E\_P\_A\_R\_I\_N\_G の状態であることを特徴とする(2)記載のフィールド機器のメモリ更新システム。

(4) 前記フィールド機器は、前記不揮発性メモリの更新の準備中かどうかを示すステータスを出力し、前記ホストシステムは、前記ステータスを確認し、前記不揮発性メモリを更新するフィールド機器を選択することを特徴とする(1)記載のフィールド機器のメモリ更新システム。

また、本発明は、フィールドバスと、不揮発性メモリが内蔵され、前記フィールドバスに接続された、少なくとも一台以上のフィールド機器と、前記フィールドバスに直接あるいは間接的に接続され、前記フィールド機器内の不揮発性メモリを更新するために、前記フィールド機器の1つに更新命令を送信し、更新データを転送するホストシステムと、を有し、前記フィールド機器は、フィールド機器内の不揮発性メモリの内容を消去する際に、フィールドバスから吸い込む電流を定常時よりも増加させ、前記電流の増加または減少のときに、前記電流の変化率を制限する電流増減制限手段を設け、メモリの消去が終了したらフィールドバスから吸い込む電流を定常時の値に戻すようにしたものである。メモリ更新時の消費電流の増加を抑えることができ、かつ更新時間を短縮でき、更にフィールドバス上の通信の乱れを防止することができる。

**【0022】**

さらに、本発明は、前記フィールド機器は電流制御回路を内蔵し、この電流制御回路はフィールド機器内のCPU若しくは他の論理回路によって、前記フィールドバスから供給される電流を増加、あるいは減少するようにしたものである。

**【0023】**

また、本発明は、前記電流を増加する期間は Fieldbus Foundation の Software Download 規格の DWNL D\_P\_ R\_E\_P\_A\_R\_I\_N\_G の状態としたものである。

**【0025】**

また、本発明は、前記フィールド機器は、メモリ更新の準備中かどうかを示すステータスを出力し、前記ホストシステムは、前記フィールド機器のステータスを確認し、メモリ

10

20

30

40

50

を更新するフィールド機器を選択するものである。

**【発明の効果】**

**【0026】**

本発明によれば次のような効果がある。

請求項1および2および5の発明によれば、不揮発性メモリを更新すべき全てのフィールド機器がメモリ更新の準備中でないことを検出したときに、不揮発性メモリを更新すべきフィールド機器の1つに更新命令を送信し、更新データを転送する。

**【0027】**

メモリ更新の準備中には、消費電力が大きいメモリ消去が行われる。この発明の一つの実施形態として、全てのフィールド機器がメモリ更新の準備中でない場合にのみ更新命令を送信し、1度に1台のフィード機器しかメモリ消去を行わないようにする。フィールド機器は電流加算制御信号を変化させてメモリ消去のときのみフィールドバスから吸い込む電流を定常時よりも増加させ、メモリの消去が終了したら電流加算制御信号を元に戻してフィールドバスから吸い込む電流を定常時に戻すようにしているので、フィールドバス全体の消費電流の増加を最小限に抑えることができるという効果がある。そのため、メモリ更新時に電流不足になることがなくなり、1つのセグメント内に接続できるフィールド機器の台数が制限されることもないという効果もある。また、短時間でメモリ更新を行うことができるという効果もある。

**【0028】**

請求項3の発明によれば、電流を増加する期間は Fieldbus Foundation規格のDWNL D\_PREAMPINGの期間としたので、規格に沿った更新が可能となる。

**【発明を実施するための最良の形態】**

**【0030】**

以下本発明を図面を用いて詳細に説明する。プロセス制御システムの構成は図5と同じなので、説明を省略する。フィールド機器9はシステムの構成に応じてセグメントに分割され管理されている。1つのセグメントには複数のフィールド機器9が含まれている。また、フィールド機器9内部の不揮発性メモリの内容を更新するときは、このセグメントを単位として行われる。

**【0031】**

図1は本発明に係るフィールド機器の一実施例を示す構成図である。図1において、11はMAU(Media Attachment Unit)であり、図示しないフィールドバスに接続される。このMAU11はデジタル信号とアナログ信号の相互変換、送受信回路、内部電源電圧生成などを行う。また、電流制御回路としての働きもある。

**【0032】**

FBモジュール12は信号をフィールドバスに出力する形式に変換し、フィールドバス上の信号を逆変換する。TxD、TxSはフィールドバスに出力する信号、RxD、RxSはフィールドバスから入力する信号である。

**【0033】**

FlashROM2には、ファームウェアやコンフィギュレーション情報などのデータが格納される。CPU31はこのフィールド機器全体の制御を行う。SRAM32はCPU31の作業領域などに使用される。

**【0034】**

ゲートアレイ33には、必要なデジタル回路が格納されている。EEPROM34にはCPU31が使用するパラメータなどが保管される。CPU31、SRAM32、ゲートアレイ33、FBモジュール12およびFlashROM2はバス35で相互に接続されている。プロセス量を測定するセンサ4の出力はCPU31に入力される。

**【0035】**

CPU31はFlashROM2に内蔵されているプログラムに従ってセンサ4の出力

10

20

30

40

50

およびフィールドバス上のデータを取りこんで制御出力を演算し、フィールドバスに出力する。

#### 【0036】

前述したように、Flash ROM 2に代表される不揮発性メモリでは、メモリの内容を書き換える前に消去しなければならない。フィールド機器が更新命令を受信するとメモリ更新の準備中に移行し、CPU31からICTRL（電流加算制御信号・・・正論理）が発信され、フィールドバスから吸い込む電流を定常時よりも増加させ、メモリの消去が終了したら電流加算制御信号を発信してフィールドバスから吸い込む電流を定常時に戻す。

#### 【0037】

一般にメモリの消去のときはDWNLDPREPARING状態にする。すなわち、DWNLDPREPARING状態であるかを監視することにより、メモリが消去中であるかどうかを判断することができる。

#### 【0038】

このため、DWNLDPREPARING状態を監視して、フィールド機器の1つがメモリ更新の準備中のときは他のフィールド機器に更新命令を送信しないようにすることにより、2つ以上のフィールド機器が消費電力の大きい消去動作を同時にを行うことを避けることができる。

#### 【0039】

図2は本発明に用いるMAUの一実施例を示すブロック構成図である。図において、ICTRLからのトリガ信号が電流制限回路40に入力するとフィールドバスから吸い込む電流Isetを増加させる。

即ち、図3に示すように、CPU内にあるプログラムによりFLASHROMの消去前にICTRLをハイ(H)にしてFLASHROMの消去が終了したらICTRLをロー(L)にする。

#### 【0040】

電流Isetを増加、減少させる場合、急激に電流の変化があるとフィールドバスの通信に悪影響を及ぼす。そのため、フィールドバスの物理層規格(IEC1158-2)に従い、電流変化の傾きを一定値以下にする必要がある。そのため、適切な時定数回路を電流制御回路40内部に設けてIsetの電流変化率を抑える処置を行う。

#### 【0041】

また、FOUNDATION FieldbusのSoftware Download規格により定義される状態(State)のうち、FLASHROMの消去を行うべき状態は、一般にDWNLDPREPARINGの場合である。DWNLDPREPARINGへの状態の遷移は、ホストシステムからDOMAIN\_DESCRIPTORパラメータにPREPARFOR\_DWNLD(ダウンロードの準備指示)を書き込まれた場合であり、この書き込みをトリガにしてFLASHROMを消去すればよい。

#### 【0042】

FLASHROM消去のために必要なIset増加期間は、FLASHROMの特性にもよるが、数秒から数十秒である。同一フィールドバスセグメント内で、FLASHROM消去の期間を重ならないようにすれば、バス全体の電流増加分はIsetだけになる。これにより、フィールドバスに接続する機器の制限を最小限に抑えることができる。

#### 【0043】

図4にFlash ROM 2を更新するときのフローチャートを示す。最初にA-1でセグメント内の全機種の情報、例えば製造業者、対象機種、ノードアドレス、タグ、レビジョンを取得する。これはプログラムの起動時でもよく、あるいは事前に何らかの方法で取得してもよい。

#### 【0044】

次に、A-2でファームウェアを更新する機種の情報を取得する。この情報にはメモリ更新を行うフィールド機器の台数が含まれ、この台数をNとする。次に、A-3で更新す

10

20

30

40

50

るバイナリイメージが格納されているファイルを選択する。

**【0045】**

次に、A-4で更新完了台数mを0とし、A-5でnを1とする。そして、A-6でセグメント内の全フィールド機器の更新が終了したかどうかを判定する。これは、更新完了台数mが更新機器台数Nよりも1小さい値になったかどうかで判定する。

**【0046】**

次に、A-7でメモリ更新する全てのフィールド機器が更新作業の準備中でないかどうかを判定する。どれかのフィールド機器が準備中のときはこのA-7の入り口に戻るので、メモリ更新する全てのフィールド機器が更新準備を完了するまで、このA-7で待機することになる。

10

**【0047】**

メモリ更新する全フィールド機器がメモリ更新の準備中でなくなると、A-8でn番目のフィールド機器に更新命令を送信し、続いて更新するデータの送信を開始する。そして、A-9でnに1を加算する。

**【0048】**

そして、A-10でセグメント内の任意のフィールド機器に対する更新が終了した、すなわちセグメント内の全てのフィールド機器が更新中でないと更新完了台数mに1を加算してA-6の先頭に戻り、セグメント内のどれかのフィールド機器が更新中であると、なにもしないでA-6の先頭に戻る。

20

**【0049】**

すなわち、A-7でメモリ更新すべき全フィールド機器がメモリ更新の準備ができていることを確認してから、順番にフィールド機器に更新命令を送信して、更新データの転送を開始するようにする。そのため、1度に1台のフィールド機器しかメモリ更新を行わないでの、消費電流の増加を最小限に抑えることができる。

**【0050】**

また、消費電力の増加が少ない書き込みは並行して行うようにするので、メモリの更新時間を大幅に短縮することができる。Flash ROMの全セクタを消去するのに15~30秒必要なので、例えば、セグメント内に10台のフィールド機器が接続されている場合は、

$$\begin{aligned} \text{更新時間} &= \text{Flash ROM 2 のデータ消去時間} \times \text{接続台数} + 1 \text{ 台当たりの更新時間} \\ &= 15 \text{ 秒} \times 10 + 30 \text{ 分} = 32.5 \text{ 分} \end{aligned}$$

30

となり、1台ずつ更新した場合の約1/10の時間で更新作業を行うことができる。

**【図面の簡単な説明】**

**【0051】**

【図1】本発明の一実施例を示す構成図である。

【図2】MAUの概略を示すブロック構成図である。

【図3】フィールドバスから電流を吸い出す場合の電流の増加についての説明図である。

【図4】本発明の一実施例の動作を説明するためのフローチャートである。

【図5】プロセス制御システムの構成図である。

【図6】FOUNDATION Fieldbusの仕様の一部を表す図である。

40

【図7】不揮発性メモリの更新時の消費電流を示す特性図である。

**【符号の説明】**

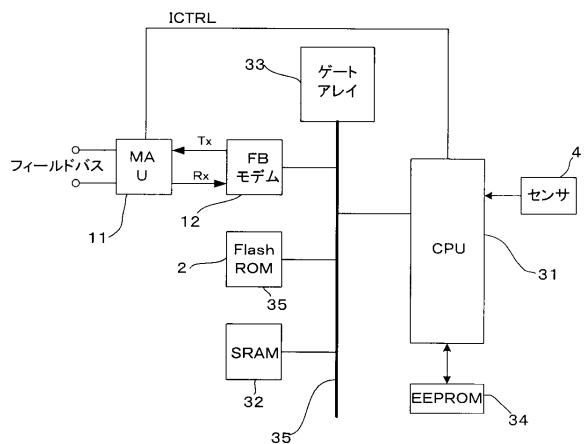
**【0052】**

- 2 Flash ROM
- 4 センサ
- 5 ホストシステム
- 6, 35 バス
- 7 I/O
- 8 フィールドバス
- 9 フィールド機器

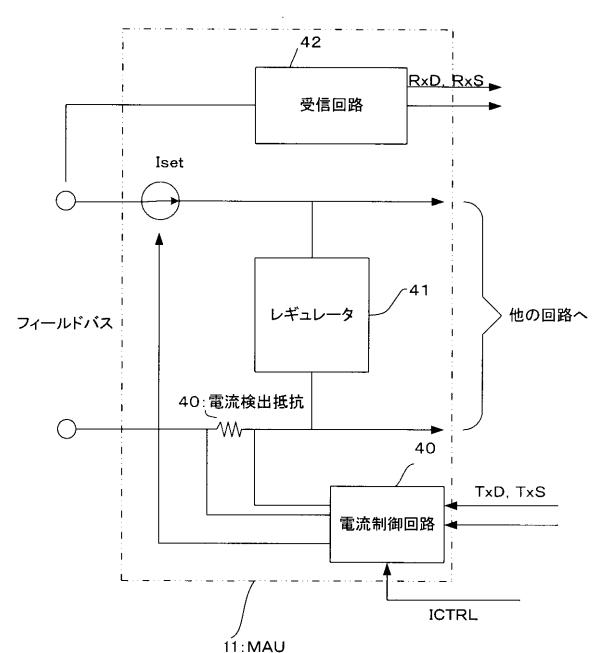
50

- 1 1 MAU  
 1 2 FB モデム  
 3 1 CPU  
 3 2 SRAM  
 3 3 ゲートアレイ  
 3 4 EEPROM  
 4 0 電流制御回路  
 4 1 レギュレータ  
 4 2 受信回路

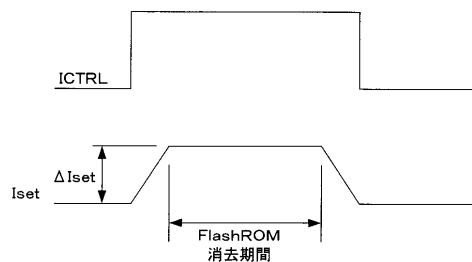
【図1】



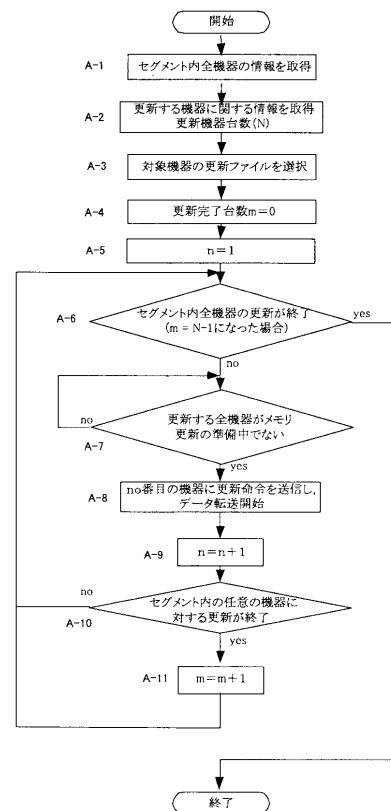
【図2】



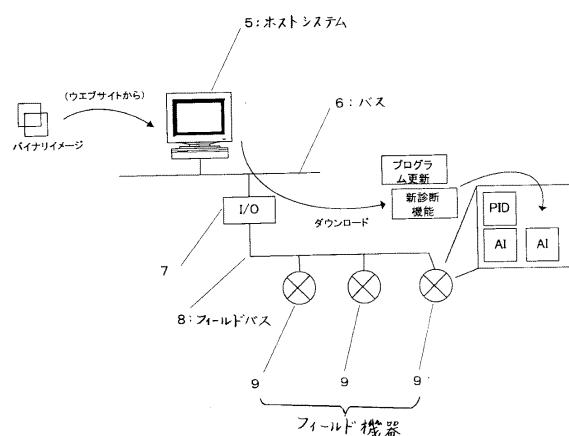
【図3】



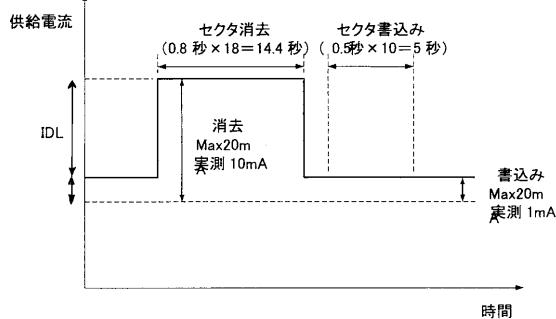
【図4】



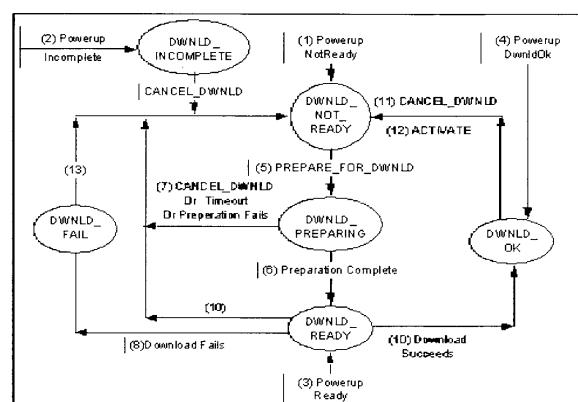
【図5】



【図7】



【図6】



---

フロントページの続き

審査官 堀江 義隆

(56)参考文献 国際公開第03/042800 (WO, A1)

特開2003-331589 (JP, A)

特開2003-036205 (JP, A)

特開2005-135223 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 06 F 12/00 - 12/06

G 06 F 11/00

G 06 F 1/32