

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4575346号
(P4575346)

(45) 発行日 平成22年11月4日(2010.11.4)

(24) 登録日 平成22年8月27日(2010.8.27)

(51) Int.Cl.		F I			
G 0 6 F	12/16	(2006.01)	G 0 6 F	12/16	3 3 0 C
G 1 1 C	16/02	(2006.01)	G 0 6 F	12/16	3 3 0 D
			G 1 1 C	17/00	6 0 1 B

請求項の数 5 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2006-322868 (P2006-322868)	(73) 特許権者	000003078
(22) 出願日	平成18年11月30日(2006.11.30)		株式会社東芝
(65) 公開番号	特開2008-139927 (P2008-139927A)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(43) 公開日	平成20年6月19日(2008.6.19)	(74) 代理人	100075812
審査請求日	平成21年3月19日(2009.3.19)		弁理士 吉武 賢次
		(74) 代理人	100088889
			弁理士 橘谷 英俊
		(74) 代理人	100082991
			弁理士 佐藤 泰和
		(74) 代理人	100096921
			弁理士 吉元 弘
		(74) 代理人	100103263
			弁理士 川崎 康

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 メモリシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電氣的にデータの書き込み/消去が可能な第1のメモリと、
前記第1のメモリの消去回数をカウントし、前記消去回数及び前記第1のメモリの最大消去回数を保持する第2のメモリと、

接続インタフェースを介して自己診断コマンドが外部から与えられるように接続され、前記自己診断コマンドに基づいて前記第2のメモリから前記消去回数及び最大消去回数を取り出し、前記接続インタフェースを介して外部へ出力するコントローラと、
を備えることを特徴とするメモリシステム。

【請求項2】

前記第2のメモリは前記消去回数に応じた前記第1のメモリのデータ保証期間情報を保持し、前記コントローラは前記自己診断コマンドに基づき前記消去回数、前記最大消去回数及び前記データ保証期間情報を出力することを特徴とする請求項1記載のメモリシステム。

【請求項3】

通電時間を測定するタイマーをさらに備え、
前記第2のメモリは前記消去回数、前記最大消去回数及び前記通電時間を保持し、前記コントローラは前記自己診断コマンドに基づき前記消去回数、前記最大消去回数及び前記通電時間を出力することを特徴とする請求項1記載のメモリシステム。

【請求項4】

前記第2のメモリは前記第1のメモリの最大通電時間をさらに保持し、前記コントローラは前記自己診断コマンドに基づき前記消去回数、前記最大消去回数、前記通電時間及び前記最大通電時間を出力することを特徴とする請求項3記載のメモリシステム。

【請求項5】

電氣的にデータの書き込み/消去が可能な第1のメモリと、

前記第1のメモリへの書き込み容量及び読み出し容量を監視し、前記書き込み容量と、前記読み出し容量と、前記第1のメモリの容量及び書き込み制限回数に基づく書き込み制限容量と、を保持する第2のメモリと、

接続インタフェースを介して自己診断コマンドが外部から与えられるように接続され、前記自己診断コマンドに基づいて前記第2のメモリから前記書き込み容量、前記読み出し容量及び前記書き込み制限容量を取り出し、前記接続インタフェースを介して外部へ出力するコントローラと、

を備えることを特徴とするメモリシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、メモリシステムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、半導体メモリは大型コンピュータの主記憶から、パーソナルコンピュータ、家電製品、携帯電話等、様々な所で利用されている。特にフラッシュメモリは電源を切ってもデータが消えない、高集積化に適した構造になっている、などの特徴を有し、携帯電話やデジタルカメラ等、多くの情報機器に利用されている。

【0003】

フラッシュEEPROM型の不揮発性メモリは主にNOR型とNAND型がある。NOR型は読み出し速度が高速で、読み出し回数が 10^{13} 程度あり、携帯機器の命令コード記憶として使われているが、書き込みの実効バンド幅が小さく、ファイル記録に適していない。一方NAND型は、NOR型に比べてアクセス時間が遅いが、高集積化が可能で、一度に記憶、消去出来るビット数が多く、バーストで書き込みデータを取り込み、多数のビットページ単位でプログラム出来るため、実効バンド幅が高いメモリであり、メモリカード、USBメモリ、携帯電話、携帯音楽プレーヤーのメモリ等で用いられている。また、最近ではハードディスク(以下HDD)の置き換えとしても考えられている。

【0004】

NAND型フラッシュメモリでHDDの置き換えを考える場合の1つの問題点として、システム寿命の問題がある。HDDにはHDD自体の障害の早期発見、故障の予測を目的とした自己診断機能であるSelf-Monitoring, Analysis and Reporting Technology (通称SMART)が搭載されており、ユーザに故障率を通知することが出来る。現在製造されている多数のHDDにはこのSMARTが搭載されており、温度、稼働時間、スピニング時間、代替セクタ数(データ不良を起こすセクタを配置する予備領域)などの項目から故障率を予測している。

【0005】

NAND型フラッシュメモリにもHDDと同等の信頼性が必要であると考え、SMARTのような自己診断機能が必要となる。但し、NAND型フラッシュメモリの故障原因はHDDと異なる。HDDでは記録媒体の特性から書き込み回数に制限は無いが、熱に弱い。また機械部品であることによる機械動作の経年劣化等が問題になる。一方NAND型フラッシュメモリには機械部品はほとんど無く、考慮すべきは記憶/消去回数超過から生じるデータ不良による故障である。従って、このNAND型フラッシュメモリ特有の記憶/消去回数を考慮したシステム寿命の新たな判断基準が必要となる。

【0006】

NAND型フラッシュメモリの記憶/消去回数制限について説明する。フラッシュメモ

10

20

30

40

50

りの書き込み(記憶/消去)は基板-ゲート間に高電圧をかけることにより、フローティングゲートに電子を注入/放出させる。これを多数回行うとフローティングゲート周りのゲート酸化膜が劣化し、長時間放置するとフローティングゲートに注入した電子が抜けていき、データが破壊されてしまう。つまり書き込み回数が増えると、リテンション特性が低下する。現在フラッシュメモリの書き込み回数は 10^5 回程度と他の不揮発性メモリと比べて少なく、HDDの置き換えとして用いた場合、記憶/消去回数の制限からデータが破壊され、システムに支障をきたすと考えられる。この記憶/消去回数制限への対策として、ブロック毎に消去回数をカウントし、閾値を設けて消去回数の多いブロックと少ないブロックとの物理アドレス変換を行うことで、記憶/消去回数の平均化をはかるウェアレベリングが実施されている。

10

【0007】

また記憶/消去回数制限は書き込みだけでなく読み出し時も影響を及ぼす。NAND型フラッシュメモリの読み出しの場合は、非選択セル(ブロック単位で見ると、読み出し対象以外の全ページ)に高電圧が繰り返し印加されることになり、電子がゲート酸化膜を通過してフローティングゲートに入り込み、セルの閾値電圧を変化させ、データを破壊してしまうリードディスタurbが生じる。さらに、使用に伴い、記憶/消去によるゲート酸化膜の劣化も加わり、リードディスタurbが起こる頻度は高くなる。現在NAND型フラッシュメモリは1セルで2ビット以上の情報を記憶する多値化が進んでおり、リードディスタurbの影響がさらに問題になると考えられる。このリードディスタurbを防ぐためには、読み出し回数の多いブロックを適宜再書き込み(リフレッシュ)し、閾値電圧を元の状態に戻す必要があり、これが記憶/消去回数に影響を及ぼす。

20

【0008】

フラッシュメモリ等のメモリ状態を判別する記憶装置として、主記憶領域と予備記憶領域を有するメモリと、表示手段と、処理手段とを備え、主記憶領域の各番地の書替回数が設定回数に達したときに、当該番地に記憶されている情報を予備記憶領域に移すとともに、予備記憶領域の残容量が設定残容量に達した時に表示手段を駆動し、オペレータ等にメモリ交換時期を知らせる記憶装置が提案されている(例えば特許文献1参照)。しかしこのような記憶装置では予備記憶領域の書替回数が少ない状態でメモリの書替寿命に達したと判断されメモリを交換することになるため、メモリを効率的に使用することができない。

30

【特許文献1】特開2000-181805号公報

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0009】**

本発明は消耗度等のメモリ状態を判別し、かつメモリを効率良く使用することができるメモリシステムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0010】**

本発明の一態様によるメモリシステムは、電氣的にデータの書き込み/消去が可能な第1のメモリと、前記第1のメモリの消去回数をカウントし、前記消去回数及び前記第1のメモリの最大消去回数を保持する第2のメモリと、接続インタフェースを介して自己診断コマンドが外部から与えられるように接続され、前記自己診断コマンドに基づいて前記第2のメモリから前記消去回数及び最大消去回数を取り出し、前記接続インタフェースを介して外部へ出力するコントローラと、を備えるものである。

40

【0011】

また、本発明の一態様によるメモリシステムは、電氣的にデータの書き込み/消去が可能な第1のメモリと、前記第1のメモリへの書き込み容量及び読み出し容量を監視し、前記書き込み容量と、前記読み出し容量と、前記第1のメモリの容量及び書き込み制限回数に基づく書き込み制限容量と、を保持する第2のメモリと、接続インタフェースを介して自己診断コマンドが外部から与えられるように接続され、前記自己診断コマンドに基づい

50

て前記第2のメモリから前記書き込み容量、前記読み出し容量及び前記書き込み制限容量を取り出し、前記接続インタフェースを介して外部へ出力するコントローラと、を備えるものである。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、消耗度等のメモリ状態を判別し、かつメモリを効率良く使用することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明の実施の形態によるメモリシステムを図面に基づいて説明する。

10

【0014】

(第1の実施形態) 図1に本発明の第1の実施形態に係るメモリシステムの概略構成を示す。メモリシステムはNAND型フラッシュメモリ1、不揮発性メモリ(FeRAM)2、コントローラ3を備える。メモリシステムはコントローラ3が有する接続インタフェース31を介してコンピュータ4に接続される。コンピュータ4には表示部(ディスプレイ)5、スピーカ6が接続される。

【0015】

FeRAM2はカウンタ(図示しない)を有し、ウェアレベリングのためにNAND型フラッシュメモリ1のブロック毎の消去回数をカウントすると同時に、通算消去回数も保持する。また、NAND型フラッシュメモリ1の最大消去回数及び消耗度の閾値も保持する。消耗度については後述する。ここで、最大消去回数はNAND型フラッシュメモリ1のブロック毎の記憶/消去制限回数×NAND型フラッシュメモリ1の総ブロック数から求められるものである。また、FeRAM2はNAND型フラッシュメモリ1の高速読み出し/書き込み用のキャッシュとしての機能も有する。

20

【0016】

コントローラ3は接続インタフェース31、演算処理部(MPU)32、FeRAMコントローラ33、メモリコントローラ34を有する。FeRAMコントローラ33はFeRAM2が保持するデータの転送制御を行い、メモリコントローラ34はNAND型フラッシュメモリ1へのデータ転送制御を行う。また、メモリコントローラ34は誤り訂正回路(ECC)35を含み、NAND型フラッシュメモリ1に誤った値が記憶された際に、その誤りを検出し、正しい値に訂正することができる。NAND型フラッシュメモリ1ではウェアレベリングが実施され、ブロック毎の記憶/消去回数の平均化が図られている。

30

【0017】

図2に示すように、コンピュータ4からこのメモリシステムへ定期的に自己診断コマンドが発行される。演算処理部32は接続インタフェース31を介して自己診断コマンドを受け取り、FeRAM2に保持されている通算消去回数、最大消去回数及び消耗度閾値を接続インタフェース31を介してコンピュータ4へ出力するよう制御を行う。コンピュータ4は通算消去回数及び最大消去回数に基づきNAND型フラッシュメモリ1の消耗度を算出する。消耗度は、最大消去回数に対する通算消去回数の割合である。この消耗度が閾値以上であれば図3(a)に示すように消耗度とバックアップ警告を表示部5に表示させ、ユーザに通知する。ここで、消耗度は%単位で算出、表示されるものとしている。また、スピーカ6から警告音を発するようにし、ユーザに通知を行う。また、ユーザが任意に消耗度を表示部5に表示させることもできる。消耗度が閾値以下の場合は図3(b)に示すような消耗度表示がなされる。無論、ユーザへの警告は様々な表現を使うことが可能である。例えば、円グラフや折れ線グラフ、様々な文言や色彩、その他の表示が可能であることはいうまでも無い。

40

【0018】

NAND型フラッシュメモリ1の消耗度の算出及びユーザへの通知の処理フローを図4に示す。

【0019】

50

(ステップS1) コンピュータ4が発行した自己診断コマンドを演算処理部32が受けつける。

【0020】

(ステップS2) FeRAM2から通算消去回数、最大消去回数及び消耗度閾値を取り出し、コンピュータ4へ出力する。

【0021】

(ステップS3) コンピュータ4にて消耗度を算出する。

【0022】

(ステップS4) 算出された消耗度が閾値より大きいかが判定される。閾値以下の場合には処理を終了する。閾値より大きい場合はステップS5へ進む。

10

【0023】

(ステップS5) スピーカ6からバックアップ警告音を出す。

【0024】

(ステップS6) 表示部5に消耗度とバックアップ警告とを表示する。

【0025】

警告音を出すステップS5と警告表示を行うステップS6は入れ替えても良い。

【0026】

上述では、通算消去回数で消耗度を算出することについて説明したが、ウェアレベリングでブロック毎の消去回数が平均化されているのでブロック毎の消去回数と最大消去回数から消耗度を算出するようにしてもよい。

20

【0027】

ウェアレベリングにより各ブロックの書き替え回数を均等に分散させ、記憶領域全体としての書き替え回数を向上させているNAND型フラッシュメモリ1の消耗度をユーザに随時通知することができ、消耗度が所定の閾値を超えてシステム寿命に近づくとバックアップを促すことでデータ損失を未然に防ぐことができる。

【0028】

このように、上記第1の実施形態によるメモリシステムにより消耗度等のメモリ状態を判別し、かつメモリを効率良く使用することができる。

【0029】

(第2の実施形態) 図5に本発明の第2の実施形態に係るメモリシステムの概略構成を示す。図1に示す第1の実施形態によるメモリシステムにさらにタイマー7を備えた構成になっている。タイマー7はこのメモリシステムの通電時間を測定するものである。測定した通電時間はFeRAM2に保持される。

30

【0030】

図6に示すように、コンピュータ4からこのメモリシステムへ定期的に自己診断コマンドが発行される。演算処理部32は接続インタフェース31を介して自己診断コマンドを受け取り、FeRAM2に保持されている通算消去回数、最大消去回数、通電時間及び残り寿命閾値を接続インタフェース31を介してコンピュータ4へ出力するよう制御を行う。残り寿命については後述する。

【0031】

40

コンピュータ4は通算消去回数及び最大消去回数に基づきNAND型フラッシュメモリ1の消耗度を算出する。また、消耗度と通電時間から残り寿命を算出する。消耗度は、最大消去回数に対する通算消去回数の割合である。残り寿命は $(100 - \text{消耗度}) \div \text{消耗度} \times \text{通電時間}$ で表され、例えば最大消去回数 = 1,000,000回、通算消去回数 = 990,000回、通電時間 = 9,900時間であれば、残り寿命 = 100時間となる。

【0032】

残り寿命が所定の閾値未満であれば図7に示すように消耗度、残り寿命及びバックアップ警告を表示部5に表示させ、ユーザに通知する。消耗度は%単位、残り寿命は日単位で算出、表示されるものとしている。また、スピーカ6から警告音を発して、ユーザに通知を行うようにしてもよい。また、ユーザが任意に消耗度及び残り寿命を表示部5に表示さ

50

せることもできる。

【0033】

NAND型フラッシュメモリ1の消耗度及び寿命の算出とユーザへの通知の処理フローを図8に示す。

【0034】

(ステップS11) コンピュータ4が発行した自己診断コマンドを演算処理部32が受けつける。

【0035】

(ステップS12) FeRAM2から通算消去回数、最大消去回数、通電時間及び残り寿命閾値を取り出し、コンピュータ4へ出力する。

10

【0036】

(ステップS13) コンピュータ4にて消耗度及び残り寿命を算出する。

【0037】

(ステップS14) 算出された残り寿命が閾値より小さいか否かが判定される。閾値以上の場合は処理を終了する。閾値未満の場合はステップS15へ進む。

【0038】

(ステップS15) スピーカ6からバックアップ警告音を出す。

【0039】

(ステップS16) 表示部5に消耗度、残り寿命及びバックアップ警告を表示する。

【0040】

20

上述では、通算消去回数で消耗度を算出することについて説明したが、ウェアレベリングでブロック毎の消去回数が平均化されているのでブロック毎の消去回数と最大消去回数から消耗度を算出するようにしてもよい。

【0041】

ウェアレベリングにより各ブロックの書き込み回数を均等に分散させ、記憶領域全体としての書き込み回数を向上させているNAND型フラッシュメモリ1の消耗度をユーザに随時通知することができ、消耗度が所定の閾値を超えてシステム寿命に近づくとバックアップを促すことでデータ損失を未然に防ぐことができる。また残り寿命も表示することでユーザは効率的にメモリシステムの交換を行うことができる。

【0042】

30

このように、上記第2の実施形態によるメモリシステムにより残り寿命等のメモリ状態を判別し、かつメモリを効率良く使用することができる。

【0043】

(第3の実施形態) 図9に本発明の第3の実施形態に係るメモリシステムの概略構成を示す。図1に示す第1の実施形態によるメモリシステムと同様の構成になっている。上記第1の実施形態によるメモリシステムは最大消去回数及び通算消去回数から消耗度を算出していたが、本実施形態ではNAND型フラッシュメモリ1への書き込み容量及び読み出し容量を用いて消耗度を算出する。

【0044】

40

FeRAM2はNAND型フラッシュメモリ1へのアクセス容量管理テーブルを有し、書き込み容量、読み出し容量及び消耗度閾値を保持する。また、NAND型フラッシュメモリ1の書き込み制限容量も保持する。ここで、書き込み制限容量はNAND型フラッシュメモリ1のブロック毎の記憶/消去制限回数×NAND型フラッシュメモリ1の総容量に、コンピュータ4からの書き込み容量に対するNAND型フラッシュメモリ1の消去容量であるデータ退避効率をシミュレーションから予測し、これを重みとしてかけたものとして定義する。この書き込み制限容量は最低限のバックアップ、起動、シャットダウン等が出来るようにマージンをとるようにしてもよい。

【0045】

図10に示すように、コンピュータ4からこのメモリシステムへ定期的に自己診断コマンドが発行される。演算処理部32は接続インタフェース31を介して自己診断コマンド

50

を受け取り、FeRAM2に保持されている書き込み容量、読み出し容量、書き込み制限容量及び消耗度閾値を接続インタフェース31を介してコンピュータ4へ出力するよう制御を行う。コンピュータ4は書き込み容量、読み出し容量及び書き込み制限容量に基づきNAND型フラッシュメモリ1の消耗度を算出する。

【0046】

消耗度(%)は、(書き込み容量+読み出し容量×x)÷書き込み制限容量×100で算出することができる。ここでxはリードディスタブが生じる読み出し回数から割り出す。例えば 10^4 回の読み出しでリードディスタブが生じる場合、ブロック容量× 10^4 の読み出し容量で1回のリフレッシュが起こると考えられ、 $x=10^{-4}$ とすることができる。

10

【0047】

この消耗度が閾値以上であれば図11に示すように消耗度とバックアップ警告を表示部5に表示させ、ユーザに通知する。また、スピーカ6から警告音を発し、ユーザに通知を行うようにしてもよい。また、ユーザが任意に消耗度を表示部5に表示させることもできる。

【0048】

NAND型フラッシュメモリ1の消耗度の算出及びユーザへの通知の処理フローを図12に示す。

【0049】

(ステップS21)コンピュータ4が発行した自己診断コマンドを演算処理部32が受けつける。

20

【0050】

(ステップS22)FeRAM2から書き込み制限容量、読み出し容量、書き込み容量及び消耗度閾値を取り出し、コンピュータ4へ出力する。

【0051】

(ステップS23)コンピュータ4にて消耗度を算出する。

【0052】

(ステップS24)算出された消耗度が所定の閾値より大きいかが判定される。閾値以下の場合には処理を終了する。閾値より大きい場合はステップS25へ進む。

【0053】

(ステップS25)表示部5に消耗度とバックアップ警告とを表示する。

30

【0054】

ウェアレベリングにより各ブロックの書き替え回数を均等に分散させ、記憶領域全体としての書き替え回数を向上させているNAND型フラッシュメモリ1の消耗度をユーザに随時通知することができ、消耗度が所定の閾値を超えてシステム寿命に近づくとバックアップを促すことでデータ損失を未然に防ぐことができる。また、リフレッシュも考慮しているため、消耗度をより正確に求めることができる。

【0055】

このように、上記第3の実施形態によるメモリシステムにより消耗度等のメモリ状態を判別し、かつメモリを効率良く使用することができる。

40

【0056】

本実施形態では書き込み容量及び読み出し容量を用いて消耗度を算出していたが、読み出し容量を用いず書き込み容量から消耗度を求めるようにしてもよい。

【0057】

(第4の実施形態)図13に本発明の第4の実施形態に係るメモリシステムの概略構成を示す。図1に示す第1の実施形態によるメモリシステムと同様の構成になっている。上記第1の実施形態によるメモリシステムは最大消去回数及び通算消去回数から消耗度を算出し、この消耗度に基づいて警告表示をするかどうか判定していたが、本実施形態は消耗度に加えて誤りビット数をも考慮するものである。

【0058】

50

F e R A M 2はカウンタ(図示しない)を有し、N A N D型フラッシュメモリ1の消去回数をカウントし、通算消去回数を保持する。また、N A N D型フラッシュメモリ1の最大消去回数、消耗度閾値も保持する。ここで、最大消去回数はN A N D型フラッシュメモリ1のブロック毎の記憶/消去制限回数×N A N D型フラッシュメモリ1の総ブロック数から求められるものである。また、ブロック毎の誤りビット数を管理し、誤りビット数が最大のブロックの誤りビット数及び誤りビット数閾値を保持する。N A N D型フラッシュメモリ1ではウェアレベリングが実施され、各ブロックの書き込み回数が均等に分散されるため、任意のブロックの誤りビット数を保持するようによい。

【0059】

コンピュータ4からこのメモリシステムへ定期的に自己診断コマンドが発行される。演算処理部32は接続インタフェース31を介して自己診断コマンドを受け取り、F e R A M 2に保持されている通算消去回数、最大消去回数、誤りビット数、及び各閾値を接続インタフェース31を介してコンピュータ4へ出力するよう制御を行う。コンピュータ4は通算消去回数及び最大消去回数に基づきN A N D型フラッシュメモリ1の消耗度を算出する。

10

【0060】

この消耗度が所定の閾値以上であり、かつ誤りビット数が所定の閾値以上であれば図14(a)に示すように消耗度とバックアップ警告とエラーが多く発生している旨を表示部5に表示させ、ユーザに通知する。図14(b)に示すように、消耗度とバックアップ警告のみの表示にしてもよい。また、「消耗度>閾値」の場合と「消耗度>閾値&&誤りビット数>閾値」の場合とで表示するバックアップ警告の強制度を段階的に強くするようによい。また、さらにスピーカ6から警告音を発し、ユーザに通知を行うようによい。

20

【0061】

N A N D型フラッシュメモリ1の消耗度の算出及びユーザへの通知の処理フローを図15に示す。

【0062】

(ステップS31)コンピュータ4が発行した自己診断コマンドを演算処理部32が受けつける。

【0063】

(ステップS32)F e R A M 2から通算消去回数、最大消去回数、誤りビット数及び閾値を取り出し、コンピュータ4へ出力する。

30

【0064】

(ステップS33)コンピュータ4にて消耗度を算出する。

【0065】

(ステップS34)算出された消耗度が所定の閾値より大きいか否か、誤りビット数が所定の閾値より大きいか否かが判定される。消耗度及び誤りビット数が共に閾値より大きい場合はステップS35へ進む。少なくとも一方が閾値以下の場合は処理を終了する。

【0066】

(ステップS35)表示部5に消耗度とバックアップ警告とを表示する。

40

【0067】

上述では、通算消去回数で消耗度を算出することについて説明したが、ウェアレベリングでブロック毎の消去回数が平均化されているのでブロック毎の消去回数と最大消去回数から消耗度を算出するようによい。

【0068】

N A N D型フラッシュメモリ1の各ブロックの誤りビット数を監視して、F e R A M 2に保持し、コンピュータ4にて誤りビット数が所定の閾値を越えているブロック数を求め、このブロック数に応じて表示するバックアップ警告の強制度を段階的に強くするようによい。

【0069】

50

ウェアレベリングにより各ブロックの書き替え回数を均等に分散させ、記憶領域全体としての書き替え回数を向上させているNAND型フラッシュメモリ1の消耗度をユーザに随時通知することができ、消耗度が所定の閾値を超えてシステム寿命に近づくとバックアップを促すことでデータ損失を未然に防ぐことができる。また、誤りビット数も考慮しているため、バックアップ時期をより正確に求めることができる。

【0070】

このように、上記第4の実施形態によるメモリシステムにより消耗度等のメモリ状態を判別し、かつメモリを効率良く使用することができる。

【0071】

(第5の実施形態) 図16に本発明の第5の実施形態に係るメモリシステムの概略構成を示す。図1に示す第1の実施形態によるメモリシステムのメモリコントローラ34内にさらにタイムカウンタ36を備えた構成になっている。タイムカウンタ36はNAND型フラッシュメモリ1への記憶/消去に要する時間(それぞれ t_{PROG} 、 t_{ERASE} とする)を測定するものである。測定された t_{PROG} 、 t_{ERASE} はFeRAM2に保持される。

10

【0072】

NAND型フラッシュメモリの記憶(消去)動作では、データを記憶(消去)した後にデータが書き込めているかどうかを確認するベリファイ動作が行われる。データが誤って書き込まれていた場合は、記憶(消去)/ベリファイ動作を繰り返して、正しいデータを書き込む。NAND型フラッシュメモリの疲労度が増加する(消耗度が大きくなる)と、この記憶(消去)/ベリファイ動作の回数が増え、それに伴い t_{PROG} (t_{ERASE})が増加する。本実施形態では消耗度に加え、この t_{PROG} 、 t_{ERASE} を考慮するものである。

20

【0073】

コンピュータ4からこのメモリシステムへ定期的に自己診断コマンドが発行される。演算処理部32は接続インタフェース31を介して自己診断コマンドを受け取り、FeRAM2に保持されている通算消去回数、最大消去回数、記憶時間(t_{PROG})、消去時間(t_{ERASE})及び各閾値を接続インタフェース31を介してコンピュータ4へ出力するよう制御を行う。コンピュータ4は通算消去回数及び最大消去回数に基づきNAND型フラッシュメモリ1の消耗度を算出する。

30

【0074】

この消耗度が所定の閾値以上であり、かつ記憶時間(t_{PROG})、消去時間(t_{ERASE})がそれぞれ所定の閾値以上であれば図17(a)に示すように消耗度とバックアップ警告とエラーを表示部5に表示させ、ユーザに通知する。図17(b)に示すように、消耗度とバックアップ警告のみの表示にしてもよい。また、「消耗度>閾値」の場合と「消耗度>閾値&& $t_{PROG}/t_{ERASE}>閾値$ 」の場合とで表示するバックアップ警告の強制度を段階的に強くするようにしてもよい。また、さらにスピーカ6から警告音を発し、ユーザに通知を行うようにしてもよい。

【0075】

NAND型フラッシュメモリ1の消耗度の算出及びユーザへの通知の処理フローを図18に示す。

40

【0076】

(ステップS41) コンピュータ4が発行した自己診断コマンドを演算処理部32が受け付ける。

【0077】

(ステップS42) FeRAM2から通算消去回数、最大消去回数、記憶/消去時間(t_{PROG}/t_{ERASE})及び閾値を取り出し、コンピュータ4へ出力する。

【0078】

(ステップS43) コンピュータ4にて消耗度を算出する。

【0079】

50

(ステップS44) 算出された消耗度が所定の閾値より大きいか否か、記憶/消去時間 ($t_{\text{PROG}}/t_{\text{ERASE}}$) が所定の閾値より大きいか否かが判定される。消耗度及び記憶/消去時間 ($t_{\text{PROG}}/t_{\text{ERASE}}$) が共に閾値より大きい場合はステップS45へ進む。少なくとも一方が閾値以下の場合は処理を終了する。

【0080】

(ステップS45) 表示部5に消耗度とバックアップ警告とを表示する。

【0081】

上述では、通算消去回数で消耗度を算出することについて説明したが、ウェアレベリングでブロック毎の消去回数が平均化されているのでブロック毎の消去回数と最大消去回数から消耗度を算出するようにしてもよい。

10

【0082】

ウェアレベリングにより各ブロックの書き替え回数を均等に分散させ、記憶領域全体としての書き替え回数を向上させているNAND型フラッシュメモリ1の消耗度をユーザに随時通知することができ、消耗度が所定の閾値を超えてシステム寿命に近づくとバックアップを促すことでデータ損失を未然に防ぐことができる。また、ベリファイ動作に要する時間も考慮しているため、バックアップ時期をより正確に求めることができる。

【0083】

このように、上記第5の実施形態によるメモリシステムにより消耗度等のメモリ状態を判別し、かつメモリを効率良く使用することができる。

【0084】

20

上述した実施の形態はいずれも一例であって制限的なものではないと考えられるべきである。例えば、NAND型フラッシュメモリ1の消去回数が消去制限回数を越えた場合にユーザにデータリテンション期間(データ保証期間)を通知するようにしてもよい。図19に示すようにNAND型フラッシュメモリの特性から消去回数に基づくデータリテンション期間を決定し、これをFeRAM2に保持する。FeRAM2により監視されているNAND型フラッシュメモリ1のブロック毎の消去回数が400回になるとデータ保証期間が5年のラインを跨ぐので、コンピュータ4は図20(a)に示すようにデータ保証期間とバックアップ警告を表示部5に表示し、ユーザに通知する。さらに書き込みが行われ消去回数が450回になった場合には、データ保証期間が4年のラインを跨ぐので、図20(b)に示すようにデータ保証期間を4年と短く表示してユーザに通知する。これにより、ユーザにデータ損失の可能性が高まっていることを通知し、メモリシステムの信頼性を高めることができる。ブロック毎の消去回数に応じたデータ保証期間を表示することについて説明したが、通算消去回数に基づいてデータ保証期間を表示するようにしてもよい。

30

【0085】

また、上記第2の実施形態では、図21に示すような最大通電時間及び記憶/消去制限回数から求まる理想的な使用頻度とユーザの使用頻度を比較し、ユーザの使用頻度が理想使用頻度を越えた場合に、ユーザにメモリを過度に使用していることを通知するようにしてもよい。ブロック毎の消去回数、最大消去回数、現在の通電時間及び最大通電時間がFeRAM2に保持され、自己診断コマンドを受け付けると、コンピュータ4へ出力される。使用初期段階では初期設定等で書き込み容量が多くなる、あるいはウェアレベリングによる各ブロックの書き込み回数の均等分散が実施しきれておらず、ブロックにより書き込み回数にばらつきがあるため、通算消去回数が少ないときは理想使用頻度を越えていても警告を表示せず、例えば記憶/消去制限回数の1/2以上になったら警告を表示するようにする。

40

【0086】

上記第4及び第5の実施形態では通算消去回数に基づく消耗度を算出していたが、上記第3の実施形態で説明しているような書き込み容量及び読み出し容量に基づく消耗度を算出するようにしてもよい。

【0087】

50

上記実施形態によるメモリシステム内の不揮発性メモリ 2 は F e R A M でなく、M R A M、P R A M、R R A M でもよい。また、揮発性メモリである D R A M 又は S R A M で構成してもよい。但し、揮発性メモリで構成する場合には、メモリシステムの電源遮断毎に管理情報を不揮発性メモリである N A N D 型フラッシュメモリ 1 に退避する必要がある。

【0088】

コンピュータ 4 の起動時には必ず自己診断コマンドを発行するようにしてもよい。

【0089】

本発明の技術的範囲は特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【図面の簡単な説明】

10

【0090】

【図1】本発明の第1の実施形態によるメモリシステムの概略構成図である。

【図2】消耗度算出及び警告通知に伴う各部の動作を説明する図である。

【図3】バックアップ警告表示の一例を示す図である。

【図4】消耗度の算出及びユーザへの通知のフローを示す図である。

【図5】本発明の第2の実施形態によるメモリシステムの概略構成図である。

【図6】消耗度算出及び警告通知に伴う各部の動作を説明する図である。

【図7】バックアップ警告表示の一例を示す図である。

【図8】消耗度の算出及びユーザへの通知のフローを示す図である。

【図9】本発明の第3の実施形態によるメモリシステムの概略構成図である。

20

【図10】消耗度算出及び警告通知に伴う各部の動作を説明する図である。

【図11】バックアップ警告表示の一例を示す図である。

【図12】消耗度の算出及びユーザへの通知のフローを示す図である。

【図13】本発明の第4の実施形態によるメモリシステムの概略構成図である。

【図14】バックアップ警告表示の一例を示す図である。

【図15】消耗度の算出及びユーザへの通知のフローを示す図である。

【図16】本発明の第5の実施形態によるメモリシステムの概略構成図である。

【図17】バックアップ警告表示の一例を示す図である。

【図18】消耗度の算出及びユーザへの通知のフローを示す図である。

【図19】消去回数とデータリテンション期間の関係を示すグラフである。

30

【図20】バックアップ警告表示の一例を示す図である。

【図21】理想使用頻度を示すグラフである。

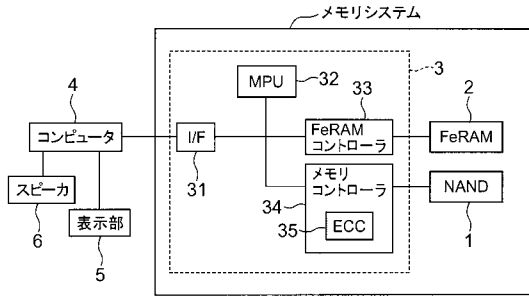
【符号の説明】

【0091】

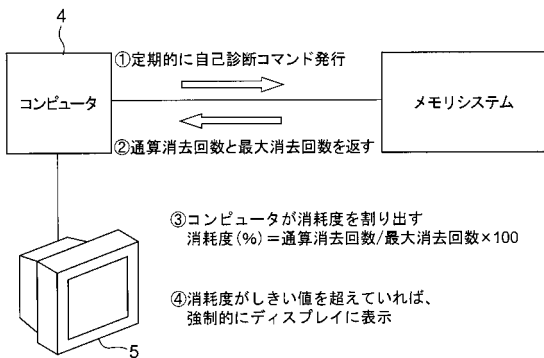
- 1 NAND型フラッシュメモリ
- 2 不揮発性メモリ
- 3 コントローラ
- 4 コンピュータ
- 5 表示部
- 6 スピーカ

40

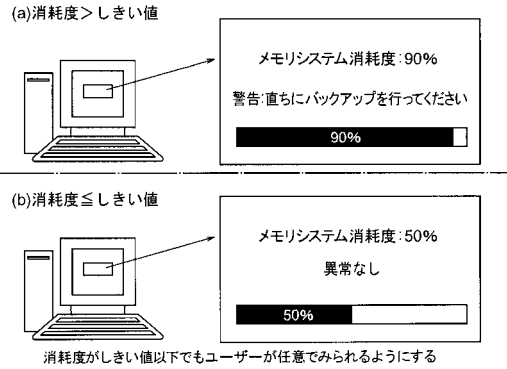
【図1】



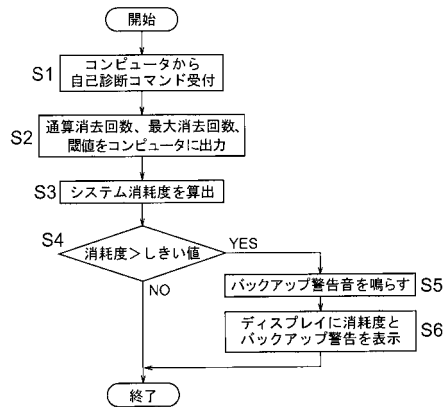
【図2】



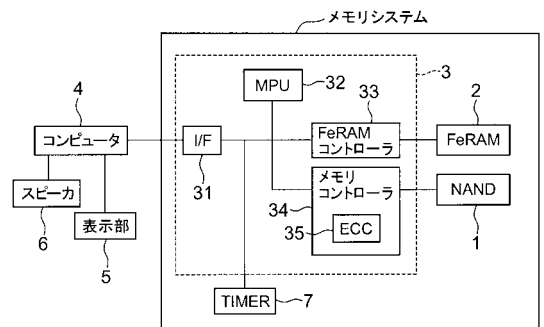
【図3】



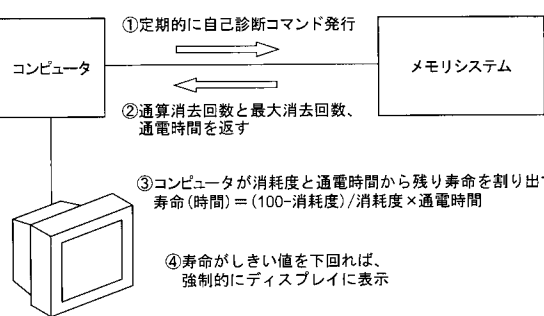
【図4】



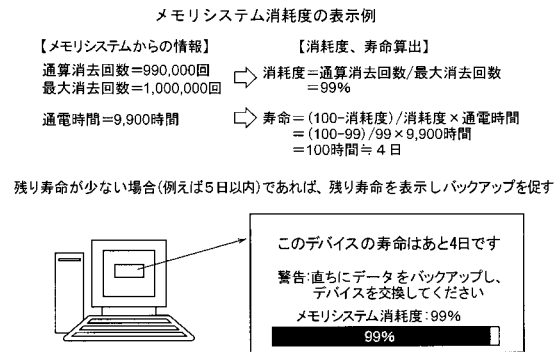
【図5】



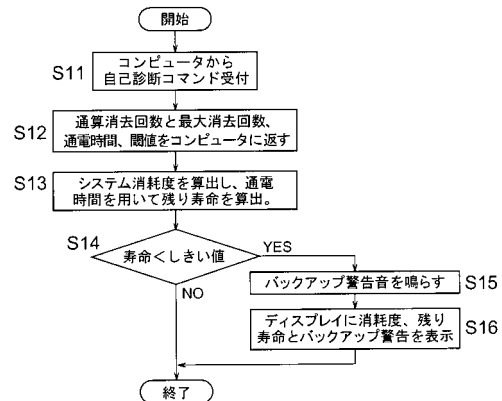
【図6】



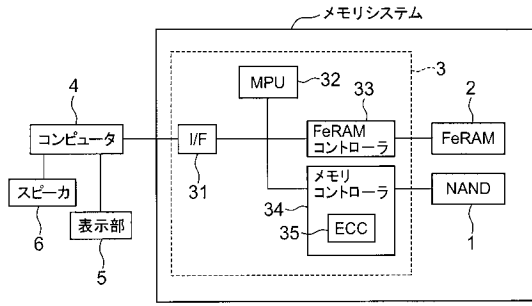
【図7】



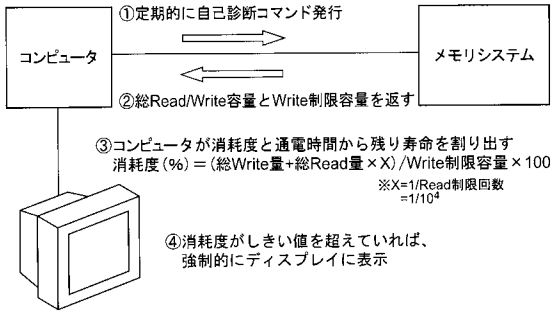
【図8】



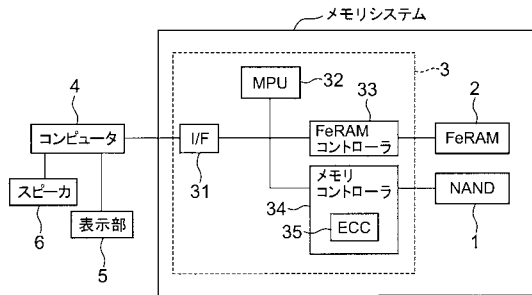
【図9】



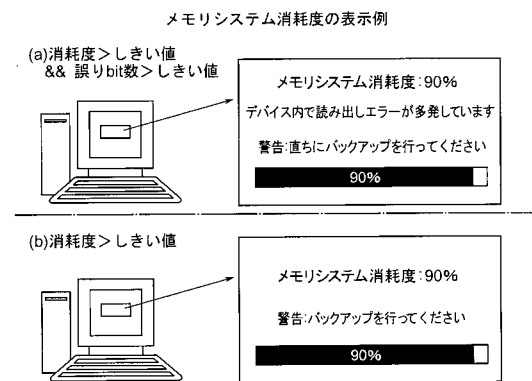
【図10】



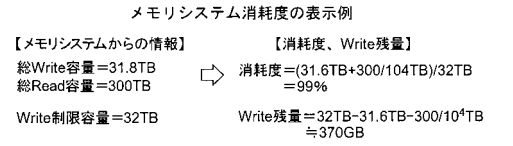
【図13】



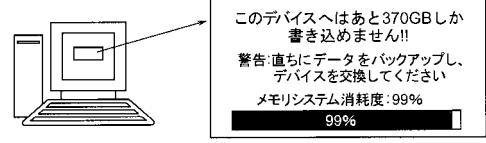
【図14】



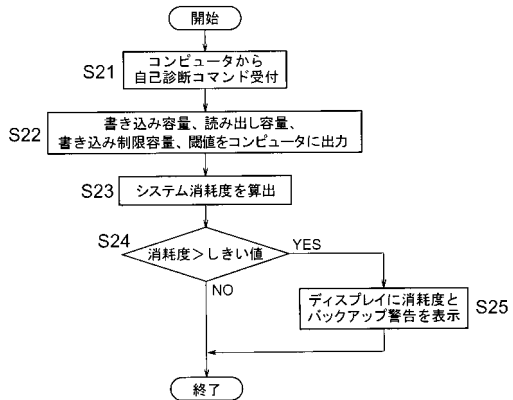
【図11】



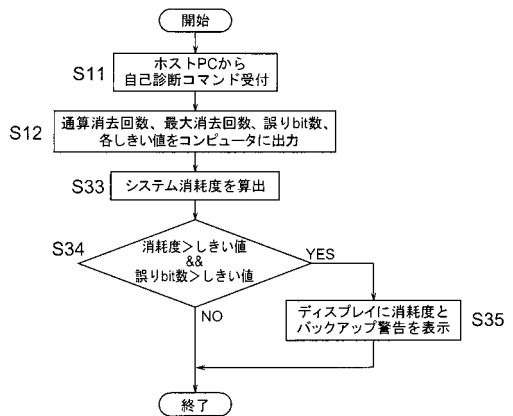
消耗度が99%以上であれば、以下のようにWrite残量を表示しバックアップを促す



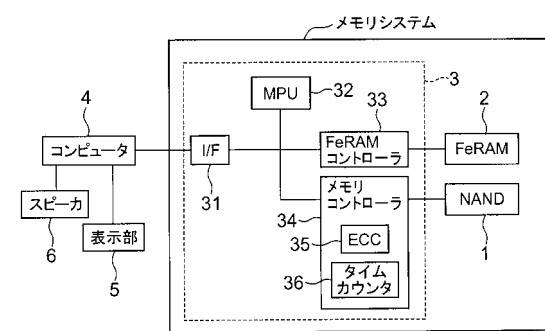
【図12】



【図15】

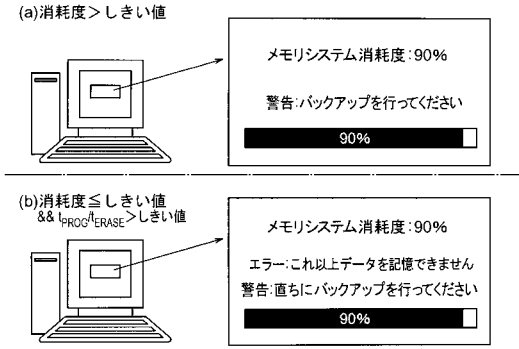


【図16】

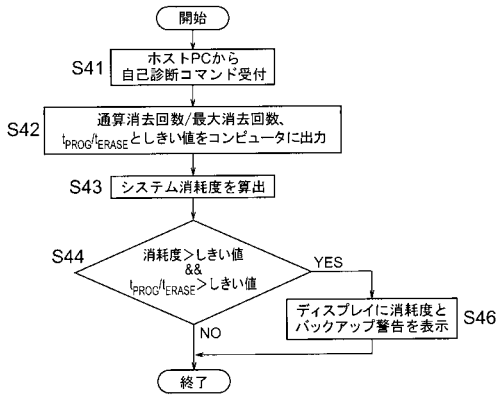


【図17】

メモリスistem消耗度の表示例



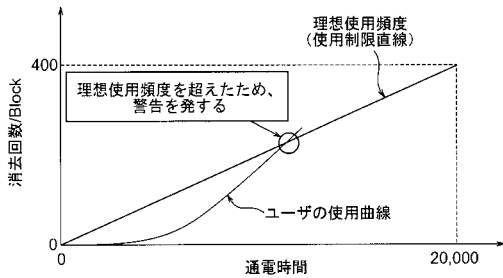
【図18】



【図21】

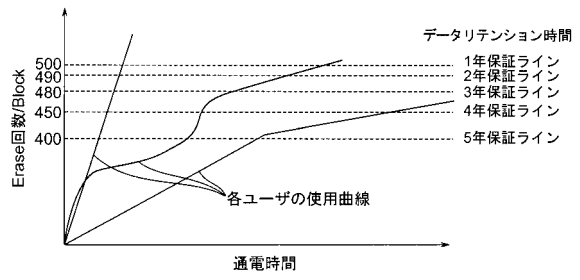
通電時間と消去回数の関係

最大通電時間=20,000時間
 Program/Erase制限回数=400回/Block
 ⇒下記のような使用制限グラフを作成し、ユーザーの使用がこの直線を超えると警告を発する



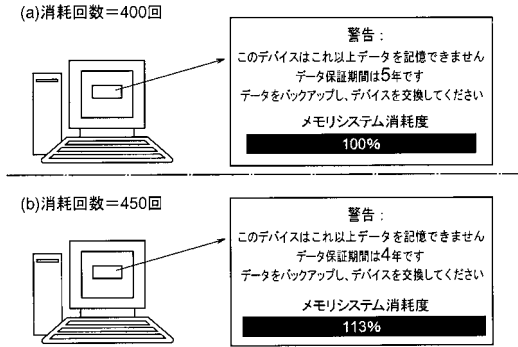
【図19】

NANDデータリテンションと消去回数の関係



【図20】

メモリスistem消耗度の表示例



フロントページの続き

- (72)発明者 長 富 靖
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 高 島 大三郎
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 初 田 幸 輔
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 菅 野 伸 一
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

審査官 堀江 義隆

- (56)参考文献 特開2001-195316(JP,A)
特開2004-234052(JP,A)
特開2003-216506(JP,A)