

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ヘッドによりデータを記録して再生するディスク媒体と、
ライトキャッシュ領域が配置される不揮発メモリと、
上位装置のライト要求により前記ディスク媒体に記録するライトデータを前記ライトキャッシュ領域に一時的に格納するキャッシュ制御部と、
前記不揮発メモリにおける前記ライトキャッシュ領域の配置位置を示すメモリ管理情報を前記ディスク媒体に格納して管理するメモリ配置管理部と、
前記不揮発メモリに配置したライトキャッシュ領域のライトキャッシュデータを全て前記ディスク媒体に書き込んで空にする毎に、前記不揮発メモリの消去単位より小さい所定のアドレスサイズ単位ずつ前記ライトキャッシュ領域を巡回させるように前記メモリ管理情報を変更するメモリ配置変更部と、
を備えたことを特徴とする記憶装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 記載の記憶装置に於いて、
前記メモリ配置管理部は前記メモリ管理情報に前記ライトキャッシュ領域の領域先頭アドレスを登録して管理し、
前記メモリ配置変更部は、前記メモリ管理情報に登録している前記領域先頭アドレスを前記所定のアドレス単位だけずらすことを特徴とする記憶装置。

20

【請求項 3】

ヘッドによりデータを記録して再生するディスク媒体と、
リードキャッシュ領域が配置される不揮発メモリと、
上位装置のリード要求により前記ディスク媒体から再生したリードデータを前記リードキャッシュ領域に一時的に格納するキャッシュ制御部と、
前記不揮発メモリにおける前記リードキャッシュ領域の配置位置を示すメモリ管理情報を前記ディスク媒体に格納して管理するメモリ配置管理部と、
前記不揮発メモリに配置したリードキャッシュ領域のリードキャッシュデータの一部または全て無効化して空にする毎に、前記不揮発メモリの消去単位より小さい所定のアドレスサイズ単位だけ前記リードキャッシュ領域を巡回させるように前記メモリ管理情報を変更するメモリ配置変更部と、
を備えたことを特徴とする記憶装置。

30

【請求項 4】

請求項 3 記載の記憶装置に於いて、
前記メモリ配置管理部は前記メモリ管理情報に前記リードキャッシュ領域の領域先頭アドレスを登録して管理し、
前記メモリ配置変更部は、前記メモリ管理情報に登録している前記領域先頭アドレスを前記所定のアドレス単位だけずらすことを特徴とするディスク装置。

【請求項 5】

ヘッドによりデータを記録して再生するディスク媒体と、ライトキャッシュ領域及びリードキャッシュ領域が配置される不揮発メモリとを備えた記憶装置の制御回路に於いて、
上位装置のライト要求により前記ディスク媒体に記録するライトデータを前記ライトキャッシュ領域に一時的に格納すると共に、上位装置のリード要求により前記ディスク媒体から再生したリードデータを前記リードキャッシュ領域に一時的に格納するキャッシュ制御部と、
前記不揮発メモリにおける前記ライトキャッシュ領域及びリードキャッシュ領域の配置位置を示すメモリ管理情報を前記ディスク媒体に格納して管理するメモリ配置管理部と、
前記不揮発メモリに配置したライトキャッシュ領域のライトキャッシュデータを全て前記ディスク媒体に書き込んで空にする毎に、前記不揮発メモリの消去単位より小さい所定のアドレスサイズ単位だけ前記ライトキャッシュ領域を巡回させるように前記メモリ管理情報を変更する第 1 メモリ配置変更部と、

40

50

前記不揮発メモリに配置したリードキャッシュ領域のリードキャッシュデータを全て無効化して空にする毎に、前記不揮発メモリの消去単位より小さい所定のアドレスサイズ単位だけ前記リードキャッシュ領域を巡回させるように前記メモリ管理情報を変更する第2メモリ配置変更部と、
を備えたことを特徴とする制御回路。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、記憶媒体としてディスク媒体と不揮発メモリを使用するハイブリッド型の記憶装置及び制御回路に関し、特に、キャッシュ領域としてフラッシュメモリなどの書き換え回数に制限を持つ不揮発メモリを使用する記憶装置及び制御回路に関する。

10

【背景技術】

【0002】

従来、磁気ディスク装置にあっては、記憶媒体としてヘッドによりデータを記録して再生する磁気ディスクを使用しているが、これに加え不揮発メモリであるフラッシュメモリを組み合わせたハイブリッド型の磁気ディスク装置が実用化されている。

【0003】

ハイブリッド型の磁気ディスク装置は、例えばホストからのライトコマンドにより受領したライトデータをフラッシュメモリに一時的に保存し、フラッシュメモリにライトデータが保持しきれなくなったときに、ディスク媒体上にデータを書き込むようにするライトキャッシュ機能を持つようにしている。

20

【0004】

また、ホストからリードコマンドを受領した時は、その対象データがフラッシュメモリ内に存在する場合には、フラッシュメモリからデータを読み出してホストに対して転送するリードキャッシュ機能を持つようにしている。

【0005】

このようにフラッシュメモリに対しデータを書き込んだり読み出したりしている間、磁気ディスクを回転させるスピンドルモータを停止させておくことが可能であり、これにより磁気ディスク装置の消費電力を抑えることができ、主にモバイル型のパーソナルコンピュータなどで有効となる。

30

【0006】

一方、ハイブリッド型の磁気ディスク装置に不揮発メモリとして使用しているフラッシュメモリは、書き換え動作より素子劣化が進行する特徴があり、書き換えおよび消去回数に制限がある。現状では、約十万回程度までの書き換えが可能とされている。

【0007】

このような状況において、フラッシュメモリをメモリ全域に渡って、均等に満遍なく使用するようになれば、その結果、それぞれのセルあたりの使用頻度としては下がるため、フラッシュメモリの書き換え寿命は結果的に数十倍以上に延びると言われている。

【0008】

この手法は、一般的にウエアレベリングと呼ばれており、フラッシュメモリなどの書き換え回数に制限を持つ不揮発メモリを用いた装置では、フラッシュメモリ上で特定のメモリエリアに偏らずに均等に書き込みアクセスが生じるように工夫を施すようにしている。

40

【0009】

例えばソリッドステートドライブ(SSD)と呼ばれる記憶媒体に、不揮発メモリのみを使用したディスク媒体を使用していないメモリディスク装置では、不揮発メモリ内のデータの配置を変更し、均等に使用するためのウエアレベリングの手法として、フラッシュメモリを16キロバイト、32キロバイト或いは64キロバイトといった消去サイズ毎に区分し、使用頻度のもっとも少ない区分から使用するようにしている。さらに、不揮発メモリのデータ領域の割り当てを示すメモリ管理情報も不揮発メモリ内に配置しておく必要があり、メモリ管理情報自身の更新回数も考慮して均等に使用する必要がある。

50

【 0 0 1 0 】

しかしながら、メモリ管理情報の位置を変更することは難しい。なぜなら、不揮発メモリ内の情報の配置を示すメモリ管理情報そのものが移動してしまえば、その情報を取得することができなくなってしまうからである。

【 0 0 1 1 】

そのため、メモリ管理情報の持ち方については、さまざまな工夫が行われている。例えば、メモリ管理情報の領域を多重に用意して、ある程度の使用回数に達すると、使用領域を切り替えるといった手法である。これにより、メモリ管理情報の位置を把握できるようにすることができる。

【 0 0 1 2 】

このようなウエアレベリングの手法はハイブリッド型の磁気ディスク装置に組み込むことも可能であるが、磁気ディスク装置は機械的な動作を伴うために、フラッシュメモリの書き換え寿命と磁気ディスク装置の寿命はほぼ同等といわれており、現在のところウエアレベリングについては重要視されていない。

【 0 0 1 3 】

しかし、磁気ディスク装置にあっても、機械的な改良に伴って年々寿命が延びる傾向にあり、フラッシュメモリの書き換え寿命を越える場合には、フラッシュメモリの書き換え寿命により制約されることとなり、ハイブリッド型の磁気ディスク装置についても、フラッシュメモリに対するウエアレベリングの手法が重要になる。

【特許文献 1】特開平 1 1 - 0 8 6 4 1 8 号公報

【特許文献 2】特表 2 0 0 5 - 5 2 8 6 9 6 号公報

【特許文献 3】特開平 0 9 - 2 9 7 6 5 9 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 4 】

しかしながら、従来のハイブリッド型の磁気ディスク装置に搭載しているフラッシュメモリにウエアレベリングの手法を適用した場合には次の問題がある。

【 0 0 1 5 】

不揮発メモリにキャッシュ領域を配置して使用する場合、一般に、キャッシュデータは、一定のサイズ毎に区分してキャッシュ領域に保管される。例えば、ホストから受け取るライトデータは、32セクタあるいは16セクタ毎に区分されたページと名付けられたキャッシュ領域に格納される。

【 0 0 1 6 】

このようなページ区分は、キャッシュデータの取り扱いによるCPUの時間的なオーバヘッド削減を考慮したものである。即ち、キャッシュデータの取り扱いのアルゴリズム上、キャッシュ領域を一定のサイズ毎に区分して取り扱うようにすると、アルゴリズム構成を比較的簡易に出来るため、アルゴリズム処理時間のオーバヘッド削減分がホストに対する応答の性能向上として見込めるからである。

【 0 0 1 7 】

しかしながら、ページ区分したキャッシュデータの取扱いは、フラッシュメモリの使用回数の平均化の観点から考えると、ページ内で使用回数を平均化ができない箇所を生じさせている。

【 0 0 1 8 】

例えば、キャッシュ領域のページサイズが16セクタであり、ライトコマンドによるライトデータが1セクタサイズ程度であり、このサイズのライトデータがいくつも続けて発行された場合、キャッシュ領域のページ区分内では、先頭の1セクタ分の領域しか使用されないことになる。これは残りの15セクタ分が使用されないことを意味する。

【 0 0 1 9 】

このようにキャッシュ領域としてフラッシュメモリを使用した場合には、キャッシュの

10

20

30

40

50

ページ区分内で書換えが頻繁に発生する箇所とそうではない箇所の書き換え頻度に大きな差が生じている。

【0020】

しかし、キャッシュ領域における書き換え頻度のばらつきは、従来から行われているようなウエアレベリングでは解決できない。即ち、従来のウエアレベリングの手法は、フラッシュメモリの消去単位、例えば16セクタのページサイズ(1セクタ=1024バイト)に一致する16キロバイトの消去単位ずつ、使用割り当てのアドレスを巡回するようにならしていく。

【0021】

このようなウエアレベリングの場合、キャッシュデータのページサイズと、ウエアレベリングのずらしのサイズが同期してしまい、キャッシュ領域として使用する際のページ区分内の使用されていない後方セクタ部分が、いつまでたっても後方セクタのままになるからである。

10

【0022】

このように、フラッシュメモリの消去サイズ単位でキャッシュ領域を巡回するようにならず方法は、キャッシュのページ区分内部でのよく使われる箇所とあまり使われない箇所の平均化には基本的には役立たないという問題がある。

【0023】

本発明は、ディスク媒体の特徴を活かしてキャッシュ領域として使用する不揮発メモリの書き換えの制限回数を増大させる記憶装置及び制御回路を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0024】

(ライトキャッシュ機能を持つ記憶装置)

本発明はライトキャッシュ機能をもつ記憶装置を提供する。本発明の記憶装置は、ヘッドによりデータを記録して再生するディスク媒体と、ライトキャッシュ領域が配置される不揮発メモリと、上位装置のライト要求によりディスク媒体に記録するライトデータをライトキャッシュ領域に一時的に格納するキャッシュ制御部と、不揮発メモリにおけるライトキャッシュ領域の配置位置を示すメモリ管理情報をディスク媒体に格納して管理するメモリ配置管理部と、不揮発メモリに配置したライトキャッシュ領域のライトキャッシュデータを全てディスク媒体に書き込んで空にする毎に、不揮発メモリの消去単位より小さい所定のアドレスサイズ単位ずつライトキャッシュ領域を巡回させるようにメモリ管理情報を変更するメモリ配置変更部と、を備えたことを特徴とする。

30

【0025】

ここで、メモリ配置管理部は、メモリ管理情報にライトキャッシュ領域の領域先頭アドレスを登録して管理し、メモリ配置変更部は、メモリ管理情報に登録している領域先頭アドレスを所定のアドレス単位だけずらす。

【0026】

メモリ配置管理部は、電源投入時にメモリ管理情報をディスク媒体上から読み出して揮発メモリに配置する。

40

【0027】

メモリ配置管理部は、揮発メモリ上でメモリ管理情報を変更した時、変更したメモリ管理情報をディスク媒体に書き込み、ディスク媒体への書き込み成功を条件に、変更後のメモリ管理情報を使用して管理する。

【0028】

メモリ配置変更部は、メモリ管理情報をディスク媒体の1セクタサイズ単位ずつ巡回させるように変更する。

【0029】

50

メモリ配置変更部は、メモリ管理情報をディスク媒体の1ワード単位ずつ巡回させる。

【0030】

キャッシュ制御部は、上位装置から所定のコマンドの受信時、及び、ライトキャッシュ領域がライトキャッシュデータで一杯となった時または空き容量が所定値以下となった時、ライトキャッシュ領域の全てのライトキャッシュデータをディスク媒体に書き込んで空とすることを特徴とする記憶装置。

【0031】

メモリ配置変更部は、不揮発メモリに配置したライトキャッシュ領域のライトキャッシュデータが所定時間を経過しても空にならない時、及び所定のライト要求発行回数に達しても空にならない時、強制的に、ライトキャッシュ領域の全てのライトキャッシュデータをディスク媒体に書き込んで空とする。

10

(リードキャッシュ機能を持つ記憶装置)

本発明はリードキャッシュ機能を持つ記憶装置を提供する。本発明の記憶装置は、ヘッドによりデータを記録して再生するディスク媒体と、リードキャッシュ領域が配置される不揮発メモリと、上位装置のリード要求によりディスク媒体から再生したリードデータをリードキャッシュ領域に一時的に格納するキャッシュ制御部と、

不揮発メモリにおけるリードキャッシュ領域の配置位置を示すメモリ管理情報をディスク媒体に格納して管理するメモリ配置管理部と、

不揮発メモリに配置したリードキャッシュ領域のリードキャッシュデータの一部または全て無効化して空にする毎に、不揮発メモリの消去単位より小さい所定のアドレスサイズ単位だけリードキャッシュ領域を巡回させるようにメモリ管理情報を変更するメモリ配置変更部と、

20

を備えたことを特徴とする。

【0032】

ここで、メモリ配置管理部は、メモリ管理情報にリードキャッシュ領域の領域先頭アドレスを登録して管理し、メモリ配置変更部は、メモリ管理情報に登録している前記領域先頭アドレスを所定のアドレス単位だけずらす。

【0033】

メモリ配置管理部は、電源投入時にメモリ管理情報をディスク媒体上から読み出して揮発メモリに配置する。

30

【0034】

メモリ配置管理部は、揮発メモリ上でメモリ管理情報を変更した時、変更したメモリ管理情報をディスク媒体に書込み、ディスク媒体への書込み成功を条件に、変更後のメモリ管理情報を使用して管理する。

【0035】

メモリ配置変更部は、メモリ管理情報を前記ディスク媒体の1セクタサイズ単位ずつ巡回させるように変更する。メモリ配置変更部は、メモリ管理情報をディスク媒体の1ワード単位ずつ巡回させるように変更する。

【0036】

40

キャッシュ制御部は、上位装置から所定のコマンドの受信時、リードキャッシュ領域の全てのリードキャッシュデータを無効化して空にする。

(記憶装置の制御回路)

本発明は記憶装置の制御回路を提供する。本発明は、ヘッドによりデータを記録して再生するディスク媒体と、ライトキャッシュ領域及びリードキャッシュ領域が配置される不揮発メモリとを備えた記憶装置の制御回路に於いて、

上位装置のライト要求によりディスク媒体に記録するライトデータをライトキャッシュ領域に一時的に格納すると共に、上位装置のリード要求によりディスク媒体から再生したリードデータをリードキャッシュ領域に一時的に格納するキャッシュ制御部と、

不揮発メモリにおけるライトキャッシュ領域及びリードキャッシュ領域の配置位置を示

50

すメモリ管理情報をディスク媒体に格納して管理するメモリ配置管理部と、

不揮発メモリに配置したライトキャッシュ領域のライトキャッシュデータを全てディスク媒体に書き込んで空にする毎に、不揮発メモリの消去単位より小さい所定のアドレスサイズ単位だけライトキャッシュ領域を巡回させるようにメモリ管理情報を変更する第1メモリ配置変更部と、

不揮発メモリに配置したリードキャッシュ領域のリードキャッシュデータを全て無効化して空にする毎に、不揮発メモリの消去単位より小さい所定のアドレスサイズ単位だけリードキャッシュ領域を巡回させるようにメモリ管理情報を変更する第2メモリ配置変更部と、

を備えたことを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0037】

本発明によれば、不揮発メモリ上のキャッシュ領域の配置位置を示すメモリ管理情報を不揮発メモリではなくディスク媒体に保持し、これによって不揮発メモリ上のキャッシュ領域を空にしたタイミングで、不揮発メモリ上のキャッシュ領域全体を、不揮発メモリの消去単位より小さな例えばセクタサイズ単位或いはワード単位といった最小の単位で領域全体の配置を巡回するようにならざることができ、キャッシュのページ区分内部によく使われる箇所とあまり使われない箇所があっても効率よく平均化することができ、書換え回数に制限のあるフラッシュメモリなどの不揮発メモリを使用した場合の書換え回数を延ばすことができる。

20

【0038】

また、不揮発メモリ上のキャッシュ領域の配置位置を示すメモリ管理情報がディスク媒体上に記録されているため、不揮発メモリ上にメモリ管理情報を配置して管理する際のメモリ管理情報自身の書換え回数を考慮したウエアレベリングの難しさが解消され、簡便で効率的なウエアレベリングの手法を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0039】

図1は本発明による記憶装置の一実施形態として磁気ディスクに加えて不揮発メモリを持たせたハイブリッド型の磁気ディスク装置を示したブロック図である。

【0040】

図1において、ハードディスクドライブ(HDD)として知られた磁気ディスク装置10は、ディスクエンクロージャ12と制御ボード14で構成される。ディスクエンクロージャ12にはスピンドルモータ(SPM)16が設けられ、その回転軸に磁気ディスク22-1, 22-2を装着し、例えば4200rpmの一定速度で回転している。

30

【0041】

またディスクエンクロージャ12にはボイスコイルモータ(VCM)18が設けられ、ボイスコイルモータ18は先端にヘッド24-1~24-4を搭載したロータリアクチュエータ20を駆動して、磁気ディスク22-1~22-2の記録面に対するヘッド位置決めを行う。

【0042】

ヘッド24-1~24-4は記録素子と読出素子が一体化された複合型のヘッドである。記録素子には面内磁気記録型の記録素子または垂直磁気記録型の記録素子が使用される。垂直磁気記録型の記録素子の場合、磁気ディスク22-1, 22-2には記録層と軟磁性体裏磁層を備えた垂直記憶媒体を使用する。読出素子にはGMR素子やTMR素子を使用する。

40

【0043】

ヘッド24-1~24-4はヘッドIC26に対し信号線接続されており、ヘッドIC26は上位装置となるホスト11からのライトコマンドまたはリードコマンドに基づくヘッドセレクト信号で1つのヘッドを選択し、書込みまたは読出しを行う。またヘッドIC26には、ライト系についてはライトドライバが設けられ、リード系についてはプリアン

50

ブが設けられている。

【 0 0 4 4 】

制御ボード 1 4 には M P U 2 8 が設けられ、M P U 2 8 のバス 3 0 に対し、R A M を用いた制御プログラム及び制御データを含むファームウェアをロードする揮発メモリ 3 2、フラッシュ R O M と R A M などを用いたファームウェア及び制御に必要なパラメータを格納するプログラムメモリ 3 4 が設けられる。

【 0 0 4 5 】

また M P U 2 8 のバス 3 0 には、モータ駆動制御部 3 6、ホストインタフェース制御部 3 8、バッファメモリ 4 0、フラッシュメモリを用いた不揮発メモリ 4 2、バッファメモリ 4 0 及び不揮発メモリ 4 2 を制御するバッファ制御部 4 4、ハードディスクコントローラとして機能するフォーマット制御部 4 6、ライト変調部、リード変調部として機能するリードチャンネル 4 8 が設けられている。

10

【 0 0 4 6 】

ここで、制御ボード 1 4 に設けた M P U 2 8、揮発メモリ 3 2、プログラムメモリ 3 4、ホストインタフェース制御部 3 8、バッファ制御部 4 4、フォーマット制御部 4 6 及びリードチャンネル 4 8 は、1 つの L S I に実装された記憶制御回路として実現される。

【 0 0 4 7 】

なお記憶制御回路は、これらの回路部を 1 つの L S I にした実施形態以外に、フォーマット制御部 4 6 やリードチャンネル 4 8 などを用いた別の L S I としてもよく、このため制御ユニットとしては、M P U 2 8 などのコントローラを含む制御回路部で構成するようにしてもよい。

20

【 0 0 4 8 】

磁気ディスク装置 1 0 は、ホスト 1 1 からのコマンドに基づき書込処理及び読出処理を行う。ここで磁気ディスク装置 1 0 におけるキャッシュ制御を伴わない通常の動作を説明すると次のようになる。

【 0 0 4 9 】

ホスト 1 1 からのライトコマンドとライトデータをホストインタフェース制御部 3 8 で受信すると、ライトコマンドを M P U 2 8 で解読し、受信したライトデータを必要に応じてバッファメモリ 4 0 に格納した後、フォーマット制御部 4 6 で所定のデータ形式に変換すると共に、E C C 符号化処理により E C C 符号を付加し、リードチャンネル 4 8 におけるライト変調系で、スクランブル R L L 符号変換、更に書込補償を行った後、ライトアンプからヘッド I C 2 6 を介して、選択した例えばヘッド 2 4 - 1 の記録素子から磁気ディスク 2 2 - 1 の記録面に書き込む。

30

【 0 0 5 0 】

このとき M P U 2 8 からモータ駆動制御部 3 6 に対しヘッド位置決め信号が与えられており、ボイスコイルモータ (V C M) 1 8 によりヘッドをコマンドで指示された目標ドライブにシークした後、オントラックして、トラック通常制御を行っている。

【 0 0 5 1 】

一方、ホスト 1 1 からのリードコマンドをホストインタフェース制御部 3 8 で受信すると、リードコマンドを M P U 2 8 で解読し、ヘッド I C 2 6 のヘッドセレクトで選択したヘッドの読出素子から読み出された読出信号をプリアンプで増幅した後、リードチャンネル 4 8 のリード復調系に入力し、自動利得増幅、ローパスフィルタによるノイズカット、A D 変換、F I R フィルタによる自動等化を行った後、パルシャルレスポンス最尤検出 (P R M L) などによりリードデータを復調し、R L L 符号逆変換及びデスクランブルを行ってフォーマット制御部 4 6 へ出力し、フォーマット制御部 4 6 で E C C 復号処理を行ってエラー訂正をした後、バッファメモリ 4 0 にバッファリングし、ホストインタフェース制御部 3 8 からリードデータをホスト 1 1 に転送する。

40

M P U 2 8 にはファームウェアの実行により実現される機能としてキャッシュ制御部 5 0、メモリ配置管理部 5 2 及びメモリ配置変更部 5 4 が設けられている。また揮発メモリ

50

3 2にはメモリ管理情報5 6が配置され、フラッシュメモリを使用した不揮発メモリ4 2にはライトキャッシュ領域5 8とリードキャッシュ領域6 0が割当配置されている。

【0 0 5 2】

キャッシュ制御部5 0はホスト1 1からのライトコマンドを受けたときに磁気ディスク側に記録するライトデータを不揮発メモリ4 2のライトキャッシュ領域5 8に格納する。

【0 0 5 3】

即ち、キャッシュ制御部5 0はホスト1 1からのライトコマンドを受信するとライトデータをホストインタフェース制御部3 8及びバッファ制御部4 4を介してバッファメモリ4 0に格納したあと、ライトキャッシュ領域5 8に該当するキャッシュデータが存在するか否かチェックし、存在してキャッシュヒットとなった場合には、存在したライトキャッシュデータにライトデータを書き込み、存在せずにミスヒットとなった場合にはライトキャッシュ領域5 8に新たなページと呼ばれる領域を確保してライトデータを格納する。

10

【0 0 5 4】

またキャッシュ制御部5 0はホスト1 1からリードコマンドを受けた際には、磁気ディスク側から該当するリードデータを読み出してリードキャッシュ領域6 0に一次的に格納する。

【0 0 5 5】

即ち、キャッシュ制御部5 0は、ホスト1 1からのリードコマンドを受けると、まず不揮発メモリ4 2のリードキャッシュ領域6 0に該当するリードデータが存在するか否か調べ、リードキャッシュ領域6 0に該当するリードデータが存在してキャッシュヒットとなれば、リードキャッシュ領域6 0からリードデータを読み出して、バッファメモリ4 0に格納した後、ホスト1 1に応答する。

20

【0 0 5 6】

リードキャッシュ領域6 0に該当するリードデータが存在しないミスヒットとなった場合には、磁気ディスク側から該当するリードデータを読み出し、リードチャネル4 8、フォーマット制御部4 6を介して復調した後、バッファ制御部4 4からバッファメモリ4 0に格納し、格納後にホストインタフェース制御部3 8からホスト1 1にリードデータを応答する。

【0 0 5 7】

リードデータのホスト1 1に対する応答が済むと、リードキャッシュ領域6 0に新たなページと呼ばれる領域を確保し、バッファメモリ4 0から不揮発メモリ4 2のリードキャッシュ領域6 0にリードデータを格納する。

30

【0 0 5 8】

M P U 2 8に設けたメモリ配置管理部5 2は不揮発メモリ4 2上のライトキャッシュ領域5 8及びリードキャッシュ領域6 0の配置位置を示すメモリ管理情報5 6を管理する。

【0 0 5 9】

揮発メモリ3 2に読み出し配置されているメモリ管理情報5 6は、例えば磁気ディスク2 2 - 1における一方の記録面のシステム領域に保存されている。このため磁気ディスク装置1 0の電源を投入した初期化処理の際に、磁気ディスク2 2 - 1のシステム領域から例えばヘッド2 4 - 1によりメモリ管理情報が読み出され、揮発メモリ3 2にメモリ管理情報5 6として配置され、このメモリ管理情報5 6をメモリ配置管理部5 2が参照し、不揮発メモリ4 2にライトキャッシュ領域5 8とリードキャッシュ領域6 0を配置する。

40

【0 0 6 0】

図2は図1の揮発メモリ3 2に展開されているメモリ管理情報5 6を示した説明図である。図2において、メモリ管理情報5 6にはライトキャッシュ領域先頭アドレスとリードキャッシュ領域先頭アドレスが格納されている。

【0 0 6 1】

このようにライトキャッシュ領域5 8とリードキャッシュ領域6 0の先頭アドレスが決まると、ホスト1 1からのライトコマンドまたはリードコマンドに伴うライトデータ及びリードデータの記憶の際には、予め定めた例えば16セクタのページと呼ばれるキャッシ

50

データ格納領域を確保しながら、ページ区分内にライトデータ又はリードデータをキャッシュデータとして格納する。

【0062】

図1のMPU28に設けたメモリ配置変更部54は、不揮発メモリ42に配置しているライトキャッシュ領域58のライトキャッシュデータを全て磁気ディスク側に書き込んで空にするタイミング毎に、フラッシュメモリを用いた不揮発メモリ42のセクタ単位より小さい所定のアドレスサイズ単位、具体的には本実施形態にあつては磁気ディスクの1セクタサイズ単位または磁気ディスクの1ワード単位(1ワードは例えば8バイト)ずつライトキャッシュ領域58を巡回させるようにメモリ管理情報56を変更する。即ちメモリ管理情報に登録している図2に示すライトキャッシュ領域先頭アドレスを変更する。

10

【0063】

メモリ配置管理部52の処理はリードキャッシュ領域60についても基本的に同様であり、不揮発メモリ42に配置したリードキャッシュ領域60のリードキャッシュデータを全て無効化して空にするタイミング毎に、フラッシュメモリを用いた不揮発メモリ42の消去単位より小さい所定のアドレスサイズ単位、例えば1セクタサイズ単位または1ワード単位ずつリードキャッシュ領域60を巡回させるようにメモリ管理情報56を変更する。即ち、メモリ管理情報に登録している図2に示すリードキャッシュ領域先頭アドレスを変更する。

【0064】

ここでMPU28に設けたメモリ配置変更部54において、ライトキャッシュ領域58を巡回させるようにメモリ管理情報を変更するタイミングは、ライトキャッシュ領域58のライトキャッシュデータを全て磁気ディスク側に書き込んだタイミングとなるが、このタイミングとしては次のものがある。

20

(1) ホスト11からフラッシュキャッシュコマンドを受信してライトキャッシュ領域58のライトキャッシュデータを磁気ディスクに書き込んだタイミング。

(2) ライトキャッシュ領域58が一杯となって全てのライトキャッシュデータを磁気ディスク側に書き込んだタイミング。

(3) 予め定めた一定時間経過時に前記(1)あるいは(2)によりライトキャッシュ領域58を一度も空にすることがなかった時に、強制的にライトキャッシュ領域の全てのライトキャッシュデータを磁気ディスク側に書き込んで空とするタイミング。

30

(4) 所定のライトコマンド発行回数に達しても一度もライトキャッシュ領域58を空にすることがなかった時に、強制的にライトキャッシュ領域58の全てのライトキャッシュデータを磁気ディスク側に書き込んで空としたタイミング。

【0065】

このような(1)~(4)に示すタイミングが発生する毎に、メモリ配置変更部54はライトキャッシュ領域58のメモリ管理情報56に登録している領域先頭アドレスを1セクタサイズ単位または1ワード単位にずらすことによって、ライトキャッシュ領域58を巡回させるように変更して再配置する処理を繰り返す。

【0066】

メモリ配置変更部54によるリードキャッシュ領域60を巡回させるようにメモリ管理情報56を変更するタイミングは、本実施形態にあつては、ホスト11からリードキャッシュ入れ替えコマンドを受けたタイミングとする。

40

【0067】

しかし、リードキャッシュ入れ替えコマンドを受けたタイミングで、リードキャッシュ領域60の場合には、リードキャッシュ領域60を空にするためにリードキャッシュ領域60に格納しているリードデータを磁気ディスク側に書き込む必要ななく、リードキャッシュ領域60に格納している全リードデータを無効化するだけでよい。リードデータの無効化は図示しないキャッシュ管理情報における有効データを示す有効フラグをリセットして無効化すればよい。

【0068】

50

図3は本実施形態におけるライトキャッシュ領域のページ区分と不揮発メモリ消去単位のウエアレベリングを示した説明図である。

【0069】

図3(A)においてライトキャッシュ領域58はページP1~Pnという区分に分割されており、ページP1~Pnのページサイズ66は例えば磁気ディスクの16セクタサイズである。ここで磁気ディスクの1セクタを1024バイトとすると、ページサイズ66の16セクタは16KBに相当する。

【0070】

一方、ライトキャッシュ領域58が配置された本実施形態で不揮発メモリ42として使用するフラッシュメモリは、例えばページサイズ66に一致した16KBを消去単位として動作する。即ちライトキャッシュ領域58はページP1~Pn単位に書き換えることができる。

10

【0071】

このようなフラッシュメモリの消去単位に一致するページサイズ66を持つライトキャッシュ領域58の構成について、従来は消去単位に一致するページサイズ66単位にライトキャッシュデータを巡回させるようにずらすウエアレベリングを行っている。

【0072】

図3(B)は図3(A)のライトキャッシュ領域58につきキャッシュデータを消去単位である1ページサイズだけずらした状態の説明図である。図3(B)において、ずらす前の図3(A)のページP1のライトキャッシュデータが次のページP2に移動し、以下残りのページP3~Pnについてもひとつ後ろのページそのままライトキャッシュデータが移動している。

20

【0073】

このためページP1~Pnの区分内をみると、各ページの先頭側のセクタについてキャッシュデータが書き込まれ、ページ区分の後半の空き領域はウエアレベリングを行ってもそのまま空き領域となっている。その結果、ページ区分内において書き込み回数の多い部分と書き込み回数の少ない部分があるまま残存し、ページ区分内で書き込み回数が均一化するためのウエアレベリングの処理効果はほとんど期待できない。

【0074】

このような問題に対し本実施形態にあつては、図4に示すような不揮発メモリの消去単位より小さい単位ずつライトキャッシュ領域を巡回させることで、ページ区分内における書き込み回数の多い部分と少ない部分を均一化する効率的なウエアレベリングを実現することができる。

30

【0075】

図4(A)はウエアレベリング前のライトキャッシュ領域58である。これは図3(A)と同じである。ページP1~Pnのサイズは不揮発メモリ42で使用するフラッシュメモリの消去単位と同じ16KBとなっている。

【0076】

ここで、例えば図4(A)のライトキャッシュ領域58におけるメモリ管理情報56に登録されているライトキャッシュ領域先頭アドレスがページP1の先頭を示す領域先頭アドレス72-1であったとする。

40

【0077】

この状態で本実施形態の磁気ディスクの1セクタサイズ単位だけ領域先頭アドレス72-1を後方にずらすメモリ管理情報56の変更を行うと、変更後のメモリ管理情報56に基づき、図4(B)のように、最後のページPnの後ろ側に領域先頭アドレス72-2が設定され、領域先頭アドレス72-2を起点に図4(A)と同じライトデータがもし格納されたとすると、図示のように1セクタサイズ単位ずつずれてページ区分内に格納する。

【0078】

更に図4(C)のように1セクタサイズずれて領域先頭アドレス72-3となると各ページ内で更に1セクタサイズ分ライトキャッシュデータが後方側にずれることになる。

50

【 0 0 7 9 】

このようなページ区分に分割されたライトキャッシュ領域 5 8 につき、図 3 (B) に示したようなフラッシュメモリのページサイズに位置する消去単位でずらす場合に比べ、消去単位より小さなセクタサイズ単位もしくは更に小さな 1 ワード単位ずつキャッシュ領域先頭アドレスを巡回するにずらすことで、ページ内をライトキャッシュデータが 1 セクタサイズ単位ずつまたは 1 ワード単位ずつ移動しながら巡回的に格納されることになり、ページ区分内における書き込み回数の多い部分と書き込み回数の少ない部分は効率的に均一化され、ウェアレベリングによる十分な効果が得られ、その結果、ライトキャッシュ領域 5 8 を配置している不揮発メモリ 4 2 の書替え処理を大幅にのばすことができる。

【 0 0 8 0 】

このような図 4 に示す 1 セクタサイズ単位もしくは 1 ワード単位に巡回的に領域先頭アドレスをずらすようにメモリ管理情報を変更する処理は、図 1 のリードキャッシュ領域 6 0 についても同様である。

【 0 0 8 1 】

図 5 は本実施形態の不揮発メモリ 4 2 における消去単位のデータの書き込み処理を示して説明図である。

【 0 0 8 2 】

図 5 (A) において、不揮発メモリ 4 2 は消去単位となる領域 7 0 - 1 ~ 7 0 - n に分割されている。消去単位となる 7 0 - 1 ~ 7 0 - n は、図 3 に示したようにページサイズ 6 6 と同じ 1 6 K B である。

【 0 0 8 3 】

ここで領域 7 0 - 2 に含まれるデータを書き変える場合には、領域 7 0 - 2 をバッファメモリ 4 0 に読み出して領域 7 0 - 2 1 として配置する。この状態で領域 7 0 - 2 1 の中に例えばライトコマンドに基づいて受信したライトデータ 7 4 を書き込む。

【 0 0 8 4 】

バッファメモリ 4 0 におけるライトデータ 7 4 の書込みが済むと、書き込みの済んだ領域 7 0 - 2 1 のデータを不揮発メモリ 4 2 の領域 7 0 - 2 に書き込み、これによってライトデータ 7 4 がライトデータ 7 4 - 1 として不揮発メモリ 4 2 に書き込まれることになる。

【 0 0 8 5 】

図 6 は本実施形態によるライトキャッシュ領域に対するウェアレベリング処理の手順を詳細に示した説明図である。図 6 (A) は図 3 または図 4 に示したライトキャッシュ領域 5 8 を直線的に並べたひとつの領域として示しており、上側に示す数値 0 ~ n - 1 がページ番号である。

【 0 0 8 6 】

このライトキャッシュ領域 5 8 - 1 にはライトキャッシュデータ 6 2 - 1 ~ 6 2 - 4 が格納されており、白地の部分が空き領域 6 4 - 1 ~ 6 4 - 3 となっている。

【 0 0 8 7 】

この状態でメモリ管理情報 5 6 - 1 の同期内容はライトキャッシュ領域 5 8 - 1 の先頭位置を示す領域先頭アドレス 6 6 - 1 となっている。

【 0 0 8 8 】

図 6 (A) のようなライトキャッシュデータのライトキャッシュ領域 5 8 - 1 に対する格納領域で、全てのキャッシュデータ 6 2 - 1 ~ 6 2 - 4 は例えばホストからのフラッシュコマンドを受領した際に、全て磁気ディスク 2 2 に書き込まれ、図 6 (B) のライトキャッシュ領域 5 8 - 2 に示すように空になる。

【 0 0 8 9 】

このようにライトキャッシュ領域 5 8 - 2 が空となったタイミングで、図 1 の M P U 2 8 に設けたメモリ配置変更部 5 4 がメモリ管理情報 5 6 - 1 の領域先頭アドレス 6 6 - 1 を例えば 1 セクタサイズ単位だけ後方にずらす管理情報更新処理 6 2 を実行する。

【 0 0 9 0 】

10

20

30

40

50

メモリ管理情報 56 - 1 の更新が行われたならば、この情報はメモリ構成を示す重要な情報であるため、磁気ディスク 22 にメモリ管理情報 56 - 02 として書き込みを行い、磁気ディスク 22 に対する書き込みが成功した後に、図 6 (C) に示すように不揮発メモリに展開しているメモリ管理情報 56 - 1 を管理情報更新処理 64 によって変更した新たなメモリ管理情報 56 - 2 に書き換える。

【0091】

このメモリ管理情報 56 - 2 への書替により、図 6 (C) のライトキャッシュ領域 58 - 3 に示すように、それまで 0 ページの先頭にセットされていた領域先頭アドレス 62 - 1 が、ライトキャッシュ領域 58 - 4 に示すように、1 セクタサイズ単位だけ後方にずれた領域先頭アドレス 62 - 2 となり、ここを起点にページ番号 0 ~ n - 1 で示すページ区分が行われる。

10

【0092】

即ち、ライトキャッシュ領域 58 - 3 の状態からライトキャッシュデータはライトキャッシュ領域 58 - 4 に示すように 1 セクタサイズ単位後方にずれた配置となる。

【0093】

続いて図 6 (D) に示すように、変更後のメモリ管理情報 56 - 2 に基づくライトキャッシュ領域 58 - 5 に配置について、図 6 (A) に示すと同じライトキャッシュデータ 62 - 1 ~ 62 - 4 の格納が仮に行われたとすると、図 6 (A) の先頭ページとなる 0 ページ側のライトキャッシュデータ 62 - 1 は、図 6 (D) の変更後には、後方側のライトキャッシュデータ 62 - 31 と前方側のライトキャッシュデータ 62 - 32 に分かれ、またその間のライトキャッシュデータについては後方に 1 セクタサイズ単位ずれた位置にライトキャッシュデータ 62 - 1 ~ 62 - 4 として格納されている。

20

【0094】

このようにして本発明はライトキャッシュ領域のライトキャッシュデータが全て磁気ディスク装置に格納されて空となるタイミング毎に、例えば 1 セクタサイズ後方に領域先頭アドレスを巡回的にずらすメモリ管理情報の変更が行われ、ライトキャッシュ領域に格納されているライトキャッシュデータはもしライトキャッシュデータに変更がなければ、順次キャッシュ領域をセクタサイズずつずれながら巡回することになり、領域内にランダムに空き領域を生じていても 1 セクタサイズ単位の巡回を繰り返すことで、書き込み回数の多い部分と少ない部分が均一化され、不揮発メモリ 42 として使用しているフラッシュメモリの寿命を延ばすことができる。

30

【0095】

図 7 及び図 8 はウエアレベリングを含む本実施形態のハードウェア型磁気装置の制御処理を示したフローチャートである。図 7 において、ホスト 11 の起動に伴って磁気ディスク装置 10 に電源が投入されるとステップ S1 で初期化起動処理が行われる。

【0096】

初期化自動処理は不揮発メモリ 34 のフラッシュ ROM などに格納されているブートプログラムの実行により OS として機能するファームウェアを例えば磁気ディスク 22 - 1、22 - 2 側の記録面のシステム領域から揮発メモリ 32 に読み出し配置し、MPU 28 により実行する。

40

【0097】

続いてステップ S2 で磁気ディスクの例えばシステム領域に格納しているメモリ管理情報を読み出し、揮発メモリ 32 に図 1 に示すようにメモリ管理情報 56 として配置する。

【0098】

続いてステップ S3 でホスト 11 からのコマンド受信を判別すると、ステップ S4 でライトコマンドが否か判別する。ライトコマンドであった場合にはホスト 11 側から転送されたライトデータはホストインタフェース制御部 38、バッファ制御部 44 を介して、一端バッファメモリ 40 に保持する。

【0099】

この状態でキャッシュ制御部 50 は不揮発メモリ 42 のライトキャッシュ領域 58 に該

50

当するデータが存在するか否かのライトキャッシュヒットの有無をチェックする。ライトキャッシュヒットとなった場合には、ステップ S 6 でライトキャッシュ領域 5 8 のデータを更新し、磁気ディスク側にライトキャッシュデータを書き込むことなくホスト 1 1 に対しライトコマンドの正常終了を応答する。

【 0 1 0 0 】

ステップ S 5 でライトキャッシュがミスヒットとなった場合には、ステップ S 7 でライトキャッシュ領域に新たにページを確保し、このページ内にライトデータを格納し、この場合にも磁気ディスク側にライトデータを書き込むことなくホスト 1 1 に対しライトコマンドの正常終了を応答する。

【 0 1 0 1 】

一方、ステップ S 8 でリードコマンドであることが判別されると、ステップ S 9 で不揮発メモリ 4 2 のリードキャッシュ領域 6 0 を調べ、該当するリードデータが存在するか否かのリードキャッシュヒットの有無を判別する。

【 0 1 0 2 】

リードキャッシュヒットとなった場合にはステップ S 1 0 でリードキャッシュ領域 6 0 から該当するデータをバッファメモリ 4 0 に読出した後にホスト 1 1 にリードデータを転送する。

【 0 1 0 3 】

ステップ S 9 でリードキャッシュがミスヒットとなった場合には、ステップ S 1 1 で磁気ディスク側からヘッド IC 2 6、リードチャネル 4 8、フォーマット制御部 4 6 を介してデータを読み出し、バッファ制御部 4 4 でバッファメモリ 4 0 に格納した後、ホストインタフェース制御部 3 8 を介してリードデータをホスト 1 1 に転送する。続いてステップ S 1 2 でバッファメモリ 4 0 に格納しているリードデータをリードキャッシュ領域 6 0 に格納する。

【 0 1 0 4 】

次に図 8 のステップ S 1 3 でホスト 1 1 からのフラッシュキャッシュコマンドの受信の有無をチェックしており、フラッシュキャッシュコマンドを判別するとステップ S 1 4 に進み、不揮発メモリ 4 2 上のライトキャッシュ領域 5 8 の全てのキャッシュデータを磁気ディスク側書き込んで空にする。

【 0 1 0 5 】

続いてステップ S 1 5 でホスト 1 1 からのリードキャッシュ入れ替えコマンドの受信の有無をチェックしており、リードキャッシュ入れ替えコマンドの受信を判別するとステップ S 1 6 に進み、不揮発メモリ 4 2 上のリードキャッシュ領域 6 0 の全てのリードキャッシュデータを無効化して空にする。

【 0 1 0 6 】

次にステップ S 1 7 に進み、ライトキャッシュ領域 5 8 が空か否か判別し、空であった場合にはステップ S 1 8 に進み、ライトキャッシュのウエアレベリングを実行する。

【 0 1 0 7 】

続いてステップ S 1 9 でリードキャッシュ領域 6 0 が空であることが判別されるとステップ S 2 0 に進み、リードキャッシュ領域 6 0 のウエアレベリングを実行する。

【 0 1 0 8 】

続いてステップ S 2 1 で停止指示の有無をチェックしており、停止指示があるまでステップ S 1 3 からの指示を繰り返し、停止指示を判別するとステップ S 2 2 で揮発メモリ 3 2 上のメモリ管理情報 5 6 を磁気ディスク側に格納した後に処理を終了する。

【 0 1 0 9 】

一方、図 7 のステップ S 3 でホスト 1 1 からのコマンド受信のないアイドル状態にあってはステップ S 2 3 においてアイドルでのウエアレベリングを実行する。

【 0 1 1 0 】

図 9 は図 8 のステップ S 1 8 に示したライトキャッシュウエアレベリングの詳細を示したフローチャートである。図 9 において、ライトキャッシュウエアレベリングは、ステッ

10

20

30

40

50

ブ S 1 で揮発メモリ 3 2 上のメモリ管理情報 5 6 における図 2 に示したライトキャッシュ先頭アドレスを例えば磁気ディスクの 1 セクタサイズ分だけ減少させることにより、磁気ディスク装置上におけるライトキャッシュ領域を 1 セクタサイズだけずらした新配置に更新する。

【 0 1 1 1 】

続いてステップ S 2 で更新済みメモリ管理情報 5 6 を磁気ディスク装置側のシステム領域に書き込む。即ちメモリ管理情報は不揮発メモリ 4 2 におけるメモリ構成を示す重要な情報であるため、揮発メモリ 3 2 上で更新したメモリ管理情報 5 6 を一端磁気ディスク側に入れて保存し、障害などによる磁気ディスク装置の電源遮断などにより揮発メモリ 3 2 上の更新済みのメモリ管理情報 5 6 が失われないようにしている。

10

【 0 1 1 2 】

続いてステップ S 3 で更新済みメモリ管理情報の磁気ディスク側の書き込みの成功を判別するとステップ S 4 に進み、新配置となる更新済みメモリ管理情報を有効化し、更新済みメモリ管理情報を使用して現在空となっているライトキャッシュ領域 5 8 に対するライトコマンドに伴うライトデータの書き込みを開始することになる。

【 0 1 1 3 】

一方、ステップ S 3 で磁気ディスク側の書き込みが不成功であった場合には、ステップ S 5 でメモリ管理情報の更新を無効化し、更新前メモリ管理情報によるライトキャッシュ領域 5 8 の配置を維持する。

【 0 1 1 4 】

図 1 0 は図 8 のステップ S 2 0 に示したリードキャッシュウエアレベリングの詳細を示したフローチャートである。図 1 0 において、リードキャッシュウエアレベリングはステップ S 1 でリードキャッシュ領域 6 0 が空となっていることが条件に揮発メモリ 3 2 上のメモリ管理情報 5 6 における図 2 に示したリードキャッシュ先頭アドレスを例えば磁気ディスクの 1 セクタサイズだけ減少させることによりずらし、これにより不揮発メモリ 4 2 上のリードキャッシュ領域 6 0 を新配置に更新する。

20

【 0 1 1 5 】

続いてステップ S 2 で更新済みメモリ管理情報 5 6 を揮発メモリ 3 2 から磁気ディスクのシステム領域に書き込んで保存し、ステップ S 3 で磁気ディスク側の書き込み成功が判別されるとステップ S 4 で新配置となった更新済みメモリ管理情報を有効化する。

30

【 0 1 1 6 】

これにより不揮発メモリ 4 2 上のリードキャッシュ領域 6 0 はウエアレベリング前に対し 1 セクタサイズだけアドレスを減少する方向にずれた位置を領域先頭位置として配置されてホストからのリードコマンドに伴うリードデータを格納する。

【 0 1 1 7 】

またステップ S 3 で磁気ディスクに対する書き込みが不成功であった場合にはステップ S 5 でメモリ管理情報の更新を無効化し、ウエアレベリング前のメモリ管理情報を維持する。

【 0 1 1 8 】

図 1 1 は図 7 のステップ S 2 3 に示したアイドルウエアレベリング処理の詳細を示したフローチャートである。図 1 1 において、アイドルウエアレベリング処理は、ステップ S 1 で不揮発メモリ 4 2 上のライトキャッシュ領域 5 6 が一杯か否か判別し、一杯であればステップ S 4 に進み、全ライトキャッシュデータを磁気ディスク側に入れてライトキャッシュ領域 5 8 をウエアレベリングのために空にする。

40

【 0 1 1 9 】

ステップ S 1 でライトキャッシュが一杯でなかった場合にはステップ S 2 に進み、前回のライトキャッシュデータが空となってウエアレベリングした時から一定時間経過したか否かチェックする。一定時間を経過した場合にはステップ S 3 に進み、ライトキャッシュ領域が一回でも空になったことがあるか否かチェックし、空になったことがなければステップ S 5 でライトキャッシュ領域 5 8 の全ライトキャッシュデータを磁気ディスク装置に

50

強制的に書き込んで空にする。

【0120】

ステップS1で一定時間を経過していない場合にはステップS4に進み、前回のライトキャッシュ領域を空にしてウエアレベリングした時から現在までのライトコマンド発行数を取得し、ライトコマンド発行数が閾値に達成したか否か判別する。

【0121】

ライトコマンド発行数が閾値に達成していた場合にはステップS3に進み、ライトキャッシュ領域が一回でも空になったことがあるか否か判別し、空になったことがなければステップS5でライトキャッシュ領域58の全ライトキャッシュデータを磁気ディスク側に強制的に書き込んで空にする。

10

【0122】

続いてステップS6でライトキャッシュ領域58が空であるか否かチェックし、空であった場合にはステップS7でライトキャッシュのウエアレベリングを実行する。このステップS7のライトキャッシュのウエアレベリングは図9のフローチャートに示した内容と同じになる。

【0123】

またステップS8でリードキャッシュ領域60が空であることが判別されると図9に進み、図10に示したと同じリードキャッシュ領域のウエアレベリングを実行する。

【0124】

このように本実施形態の磁気ディスクにおける不揮発メモリ42上に配置したライトキャッシュ領域58とリードキャッシュ領域60の場所による書き込み回数を平均化するウエアレベリングは、図7のステップS13、S15に示したホスト11からのフラッシュキャッシュコマンドやリードキャッシュ入れ替えコマンドに基づくライトキャッシュ領域58を空としたタイミングで行う以外に、図11のアイドルウエアレベリングに示したように、ホスト11からのコマンドに依存せず、磁気ディスク装置10側における装置自身の処理として例えばライトキャッシュについてはライトキャッシュ領域58が一杯になったとき、前回のウエアレベリングから一定時間を経過した後にも一回もライトキャッシュが空にならなかったとき、あるいはライトコマンド発行数が閾値に達した時に同じくライトキャッシュが一回も空にならなかったとき、強制的にライトキャッシュ領域58の全ライトキャッシュデータを磁気ディスク側に書きこんで空として、このタイミングでライトキャッシュ領域のウエアレベリングを行えるようにしている。

20

30

【0125】

また本発明は図1の磁気ディスク10に設けたMPU28により実行するプログラムを提供するものであり、このプログラムは図7～図11のフローチャートに示した内容を持つ。

【0126】

尚、上記の実施形態にあつてはホストからフラッシュキャッシュコマンドを受けた際に、ライトキャッシュ領域58の全てのライトキャッシュデータを磁気ディスク側に書き込んで空にするようにしているが、ライトキャッシュ領域58を複数領域に分割し、フラッシュキャッシュコマンドを受ける事に順次分割したライトキャッシュ領域のライトキャッシュデータを磁気ディスク装置に書き込んで空とし、分割したライトキャッシュ領域ごとにウエアレベリングを実行するようにしてもよい。

40

【0127】

この点はリードキャッシュ領域60についても同様であり、リードキャッシュ領域60を複数領域に分割してホストからのリードキャッシュ入れ替えコマンドを受けた際に順次分割したリードキャッシュ領域を無効化して空にすることで、リードキャッシュのウエアレベリングを実行するようにしてもよい。

【0128】

このようにライトキャッシュ領域58及びリードキャッシュ領域60を複数領域に分割してキャッシュ領域を空にした状態でウエアレベリングを行うことで、ウエアレベリング

50

の際にも対象外となる領域のキャッシュデータを残すことができ、全てのキャッシュデータを除いて空にした場合と比べ、キャッシュデータが一部残ることでホスト 1 1 に対するキャッシュ利用による入出力性能の低下を最小限に抑えることができる。

【0129】

また上記の実施形態にあつては図 3 (A) のように、ページサイズ 6 6 とフラッシュメモリの消去単位を同じとした場合を例にとっているが、フラッシュメモリの消去単位としてはそれ以外にページサイズの整数倍となる 3 2 K B 、 6 4 K B など適宜の消去単位をもつフラッシュメモリが使用できる。

【0130】

また、不揮発メモリの書き換えにおいて、消去処理が不要となった場合であっても、書き換え回数に制限がある限り、本方式は有効である。なぜなら、キャッシュの管理をページ単位でおこなうことによる使用頻度の偏りを解消する必要があるからである。

【0131】

また本発明はその目的と利点を損なうことのない適宜の変形を含み、また上記の実施形態に示した数値による限定は受けない。

【0132】

ここで本発明の特徴をまとめて列挙すると次の付記のようになる。

(付記)

(付記 1) (装置 : ライトキャッシュ)

ヘッドによりデータを記録して再生するディスク媒体と、
ライトキャッシュ領域が配置される不揮発メモリと、
上位装置のライト要求により前記ディスク媒体に記録するライトデータを前記ライトキャッシュ領域に一時的に格納するキャッシュ制御部と、
前記不揮発メモリにおける前記ライトキャッシュ領域の配置位置を示すメモリ管理情報を前記ディスク媒体に格納して管理するメモリ配置管理部と、

前記不揮発メモリに配置したライトキャッシュ領域のライトキャッシュデータを全て前記ディスク媒体に書き込んで空にする毎に、前記不揮発メモリの消去単位より小さい所定のアドレスサイズ単位ずつ前記ライトキャッシュ領域を巡回させるように前記メモリ管理情報を変更するメモリ配置変更部と、
を備えたことを特徴とする記憶装置。(1)

(付記 2) (追加 : 先頭アドレス)

付記 1 記載の記憶装置に於いて、
前記メモリ配置管理部は前記メモリ管理情報に前記ライトキャッシュ領域の領域先頭アドレスを登録して管理し、
前記メモリ配置変更部は、前記メモリ管理情報に登録している前記領域先頭アドレスを前記所定のアドレス単位だけずらすことを特徴とする記憶装置。(2)

(付記 3) (オリジナル 2 : 電源投入時の読出配置)

付記 1 記載の記憶装置に於いて、前記メモリ配置管理部は、電源投入時に前記メモリ管理情報を前記ディスク媒体上から読み出して揮発メモリに配置することを特徴とする記憶装置。

【0133】

(付記 4) (追加 : メモリ管理情報の媒体書込)

付記 3 記載の記憶装置に於いて、前記メモリ配置管理部は、前記揮発メモリ上で前記メモリ管理情報を変更した時、変更したメモリ管理情報を前記ディスク媒体に書込み、前記ディスク媒体への書込み成功を条件に、変更後のメモリ管理情報を使用して管理することを特徴とする記憶装置。

【0134】

(付記 5) (オリジナル 3 : 1 セクタ巡回)

付記 1 記載の記憶装置に於いて、前記メモリ配置変更部は、前記メモリ管理情報を前記

10

20

30

40

50

ディスク媒体の1セクタサイズ単位ずつ巡回させるように変更することを特徴とする記憶装置。

【0135】

(付記6)(オリジナル4:1ワード巡回)

付記1記載の記憶装置に於いて、前記メモリ配置変更部は、前記メモリ管理情報を前記ディスク媒体の1ワード単位ずつ巡回させるように変更することを特徴とする記憶装置。

【0136】

(付記7)(追加:コマンド等による書込み)

付記1記載の記憶装置に於いて、前記キャッシュ制御部は、前記上位装置から所定のコマンドを受信した時、及び、前記ライトキャッシュ領域がライトキャッシュデータで一杯となった時または空き容量が所定値以下となった時に、前記ライトキャッシュ領域の全てのライトキャッシュデータを前記ディスク媒体に書き込んで空とすることを特徴とする記憶装置。

10

【0137】

(付記8)(オリジナル5、6:強制書込み)

付記1記載の記憶装置に於いて、前記メモリ配置変更部は、前記不揮発メモリに配置したライトキャッシュ領域のライトキャッシュデータが所定時間を経過しても空にならない時、及び所定のライト要求発行回数に達しても空にならない時、強制的に、前記ライトキャッシュ領域の全てのライトキャッシュデータを前記ディスク媒体に書き込んで空にすることを特徴とする記憶装置。

20

【0138】

(付記9)(装置:リードキャッシュ)

ヘッドによりデータを記録して再生するディスク媒体と、
リードキャッシュ領域が配置される不揮発メモリと、
上位装置のリード要求により前記ディスク媒体から再生したリードデータを前記リードキャッシュ領域に一時的に格納するキャッシュ制御部と、
前記不揮発メモリにおける前記リードキャッシュ領域の配置位置を示すメモリ管理情報を前記ディスク媒体に格納して管理するメモリ配置管理部と、
前記不揮発メモリに配置したリードキャッシュ領域のリードキャッシュデータの一部または全て無効化して空にする毎に、前記不揮発メモリの消去単位より小さい所定のアドレスサイズ単位だけ前記リードキャッシュ領域を巡回させるように前記メモリ管理情報を変更するメモリ配置変更部と、
を備えたことを特徴とする記憶装置。(3)

30

(付記10)(追加:先頭アドレス)

付記9記載の記憶装置に於いて、
前記メモリ配置管理部は前記メモリ管理情報に前記リードキャッシュ領域の領域先頭アドレスを登録して管理し、
前記メモリ配置変更部は、前記メモリ管理情報に登録している前記領域先頭アドレスを前記所定のアドレス単位だけずらすことを特徴とするディスク装置。(4)

40

(付記11)(オリジナル2:電源投入時の読出配置)

付記9記載の記憶装置に於いて、前記メモリ配置管理部は、電源投入時に前記メモリ管理情報を前記ディスク媒体上から読み出して揮発メモリに配置することを特徴とするディスク装置。

【0139】

(付記12)(追加:メモリ管理情報の媒体書込)

付記11記載の記憶装置に於いて、前記メモリ配置管理部は、前記揮発メモリ上で前記メモリ管理情報を変更した時、変更したメモリ管理情報を前記ディスク媒体に書込み、前記ディスク媒体への書込み成功を条件に、変更後のメモリ管理情報を使用して管理することを特徴とするディスク装置。

【0140】

50

(付記 13) (オリジナル 3 : 1 セクタ巡回)

付記 9 記載の記憶装置に於いて、前記メモリ配置変更部は、前記メモリ管理情報を前記ディスク媒体の 1 セクタサイズ単位ずつ巡回させるように変更することを特徴とする記憶装置。

【 0 1 4 1 】

(付記 14) (オリジナル 4 : 1 ワード巡回)

付記 9 記載の記憶装置に於いて、前記メモリ配置変更部は、前記メモリ管理情報を前記ディスク媒体の 1 ワード単位ずつ巡回させるように変更することを特徴とする記憶装置。

【 0 1 4 2 】

(付記 15) (追加 : コマンド等による書込み)

付記 9 記載の記憶装置に於いて、前記キャッシュ制御部は、前記上位装置から所定のコマンドの受信時、前記リードキャッシュ領域の全てのリードキャッシュデータを無効化して空にすることを特徴とする記憶装置。

10

【 0 1 4 3 】

(付記 16) (制御回路 : ライト及びリードキャッシュ)

ヘッドによりデータを記録して再生するディスク媒体と、ライトキャッシュ領域及びリードトキャッシュ領域が配置される不揮発メモリとを備えた記憶装置の制御回路に於いて

、
上位装置のライト要求により前記ディスク媒体に記録するライトデータを前記ライトキャッシュ領域に一時的に格納すると共に、上位装置のリード要求により前記ディスク媒体から再生したリードデータを前記リードキャッシュ領域に一時的に格納するキャッシュ制御部と、

20

前記不揮発メモリにおける前記ライトキャッシュ領域及びリードキャッシュ領域の配置位置を示すメモリ管理情報を前記ディスク媒体に格納して管理するメモリ配置管理部と、前記不揮発メモリに配置したライトキャッシュ領域のライトキャッシュデータを全て前記ディスク媒体に書き込んで空にする毎に、前記不揮発メモリの消去単位より小さい所定のアドレスサイズ単位だけ前記ライトキャッシュ領域を巡回させるように前記メモリ管理情報を変更する第 1 メモリ配置変更部と、

前記不揮発メモリに配置したリードキャッシュ領域のリードキャッシュデータを全て無効化して空にする毎に、前記不揮発メモリの消去単位より小さい所定のアドレスサイズ単位だけ前記リードキャッシュ領域を巡回させるように前記メモリ管理情報を変更する第 2 メモリ配置変更部と、

30

を備えたことを特徴とする制御回路。(5)

(付記 17) (追加 : 先頭アドレス)

付記 16 記載の制御回路に於いて、

前記メモリ配置管理部は前記メモリ管理情報に前記ライトキャッシュ領域及びリードキャッシュ領域の領域先頭アドレスを登録して管理し、

前記メモリ配置変更部は、前記メモリ管理情報に登録して前記領域先頭アドレスを前記所定のアドレス単位だけずらすことを特徴とする制御回路。(4)

(付記 18) (オリジナル 2 : 電源投入時の読出配置)

40

付記 16 記載の制御回路に於いて、前記メモリ配置管理部は、電源投入時に前記メモリ管理情報を前記ディスク媒体上から読み出して揮発メモリに配置することを特徴とする制御回路。

【 0 1 4 4 】

(付記 19) (追加 : メモリ管理情報の媒体書込)

付記 18 記載の制御回路に於いて、前記メモリ配置管理部は、前記揮発メモリ上で前記メモリ管理情報を変更した時、変更したメモリ管理情報を前記ディスク媒体に書込み、前記ディスク媒体への書込み成功を条件に、変更後のメモリ管理情報を使用して管理することを特徴とする制御回路。

【 0 1 4 5 】

50

(付記 20)(オリジナル 3: 1セクタ巡回又は 1ワード巡回)

付記 16 記載の制御回路に於いて、前記第 1メモリ配置変更部及び第 2メモリ歯位置変更部は、前記メモリ管理情報を前記ディスク媒体の 1セクタサイズ単位または 1ワード単位ずつ巡回させるように変更することを特徴とする制御回路。

【図面の簡単な説明】

【0146】

【図 1】本発明による記憶装置の一実施形態としてハイブリッド型の磁気ディスク装置を示したブロック図

【図 2】図 1のメモリ管理情報を示した説明図

【図 3】本実施形態によるライトキャッシュ領域に対するウエアレベリング処理を示した説明図

【図 4】本実施形態によるライトキャッシュ領域のページ区分と消去単位のウエアレベリングを示した説明図

【図 5】本実施形態の不揮発メモリにおける消去単位のデータの書き込み処理を示して説明図

【図 6】本実施形態における消去単位に行う不揮発メモリの書換え処理を示した説明図

【図 7】ウエアレベリングを含む本実施形態の制御処理を示したフローチャート

【図 8】図 7に続く本実施形態の制御処理を示したフローチャート

【図 9】図 8のステップ S 18におけるライトキャッシュウエアレベリングの詳細を示したフローチャート

【図 10】図 8のステップ S 20におけるリードキャッシュウエアレベリングの詳細を示したフローチャート

【図 11】図 7のステップ S 23におけるアイドルでのウエアレベリング処理の詳細を示したフローチャート

【符号の説明】

【0147】

10: 磁気ディスク装置

11: ホスト

12: ディスクエンクロージャ

14: 制御ボード

16: スピンドルモータ

18: ボイスコイルモータ

20: ロータリアクチュエータ

22-1, 22-2: 磁気ディスク

24, 24-1~24-4: ヘッド

26: ヘッド IC

28: MPU

30: バス

32: 揮発メモリ

34: プログラムメモリ

36: モータ駆動制御部

38: ホストインタフェース制御部

40: バッファメモリ

42: 不揮発メモリ

44: バッファ制御部

46: フォーマット制御部

48: リードチャネル

50: キャッシュ制御部

52: メモリ配置管理部

54: メモリ配置変更部

10

20

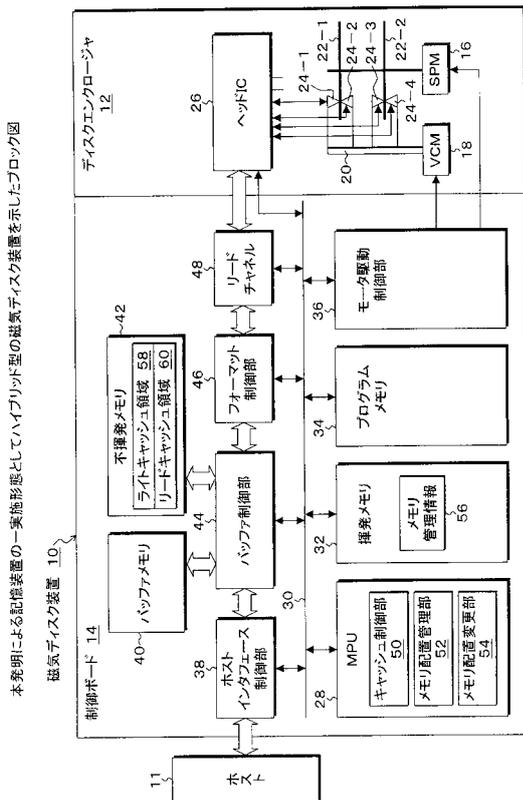
30

40

50

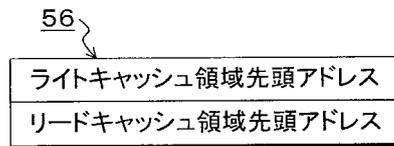
- 56 : メモリ管理情報
- 58 , 58 - 1 ~ 58 - 5 : ライトキャッシュ領域
- 60 : リードキャッシュ領域
- 66 : ページサイズ
- 68 - 1 ~ 68 - m : 消去単位
- 70 - 1 ~ 70 - n : 領域
- 72 - 1 ~ 72 - 3 : 領域先頭アドレス

【 図 1 】



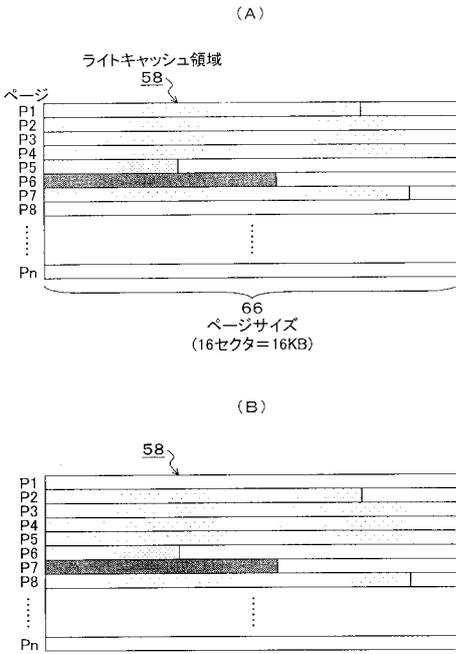
【 図 2 】

図1のメモリ管理情報を示した説明図



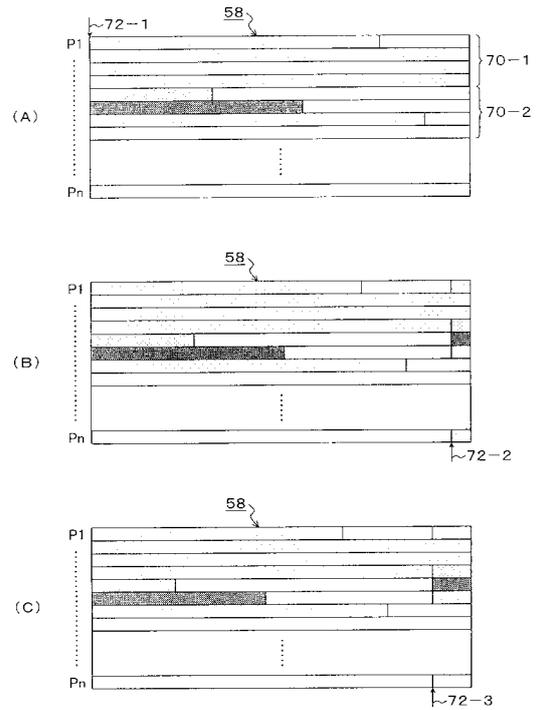
【 図 3 】

本実施形態によるライトキャッシュ領域に対するウェアレベリング処理を示した説明図



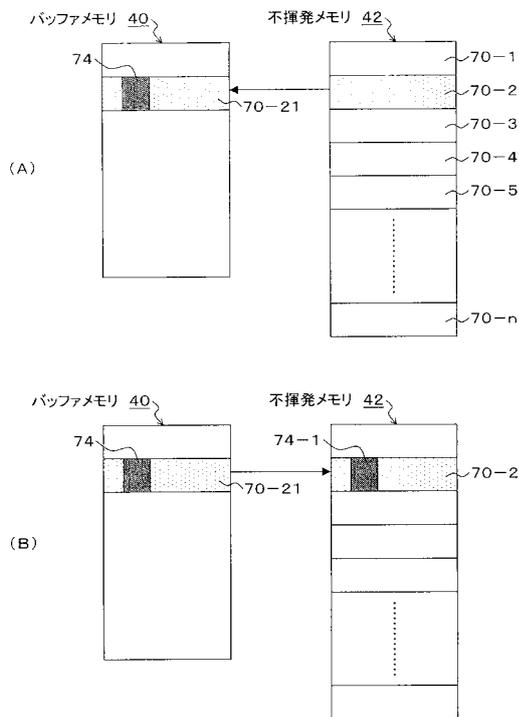
【 図 4 】

本実施形態によるライトキャッシュ領域のページ区分と消去単位のウェアレベリングを示した説明図



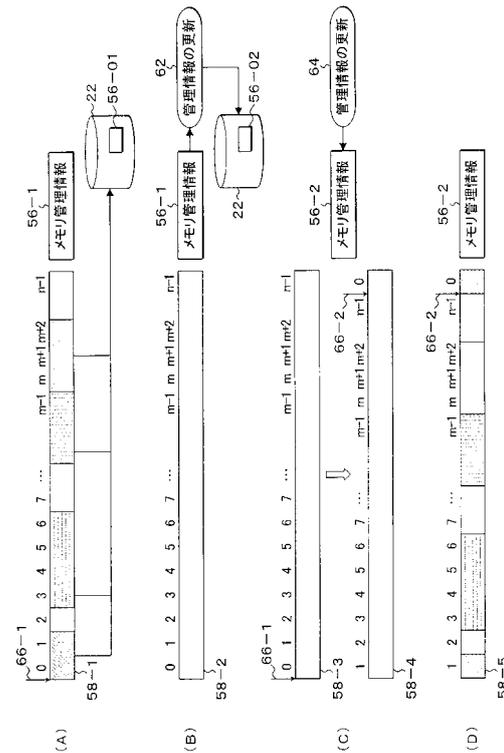
【 図 5 】

本実施形態の不揮発メモリにおける消去単位のデータ書き込み処理を示した説明図

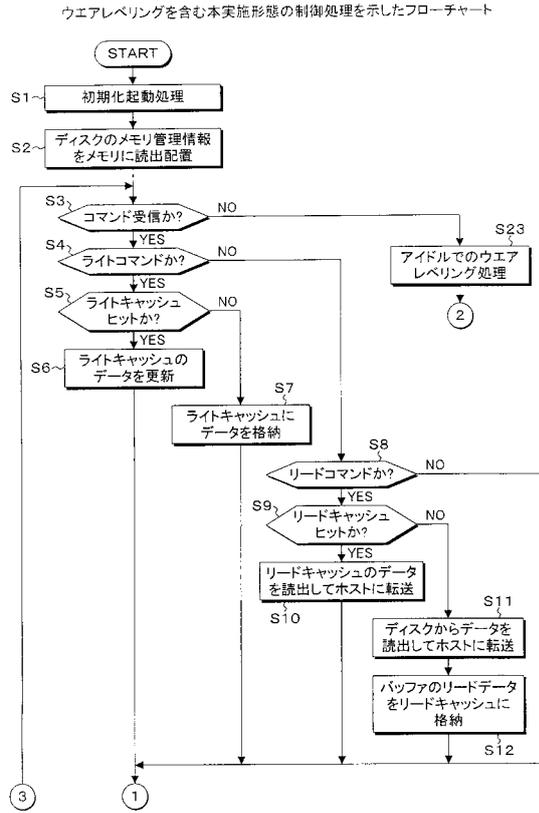


【 図 6 】

本実施形態における消去単位に行う不揮発メモリの書換え処理を示した説明図

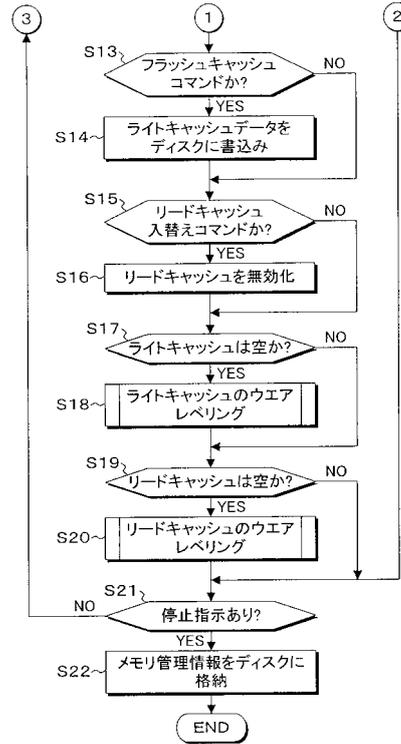


【 図 7 】



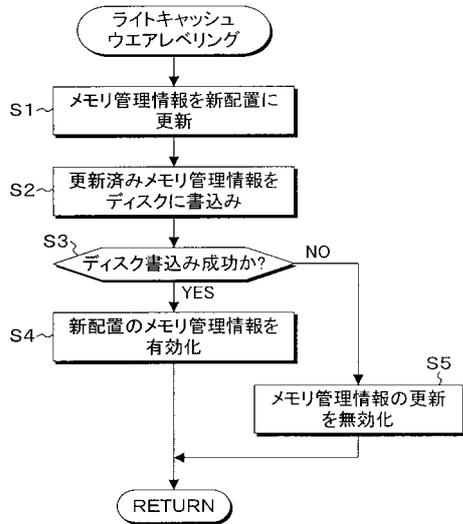
【 図 8 】

図7に続く本実施形態の制御処理を示したフローチャート



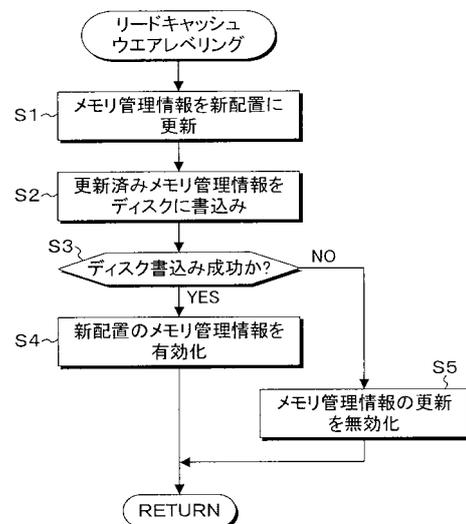
【 図 9 】

図8のステップS18におけるライトキャッシュウェアレベリングの詳細を示したフローチャート



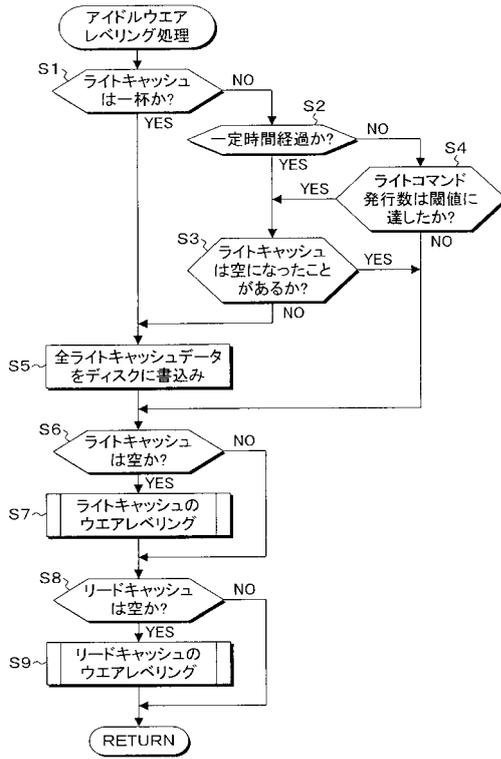
【 図 10 】

図8のステップS20におけるリードキャッシュウェアレベリングの詳細を示したフローチャート



【 図 1 1 】

図7のステップS23におけるアイドルでのウェアレベリング処理の詳細を示したフローチャート



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

G 0 6 F 12/08 5 0 1 E

G 0 6 F 12/08 5 2 3 E

G 0 6 F 3/06 3 0 2 A