

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3951918号
(P3951918)

(45) 発行日 平成19年8月1日(2007.8.1)

(24) 登録日 平成19年5月11日(2007.5.11)

(51) Int.C1.

F 1

GO6F 12/08	(2006.01)	GO6F 12/08	557
GO6F 3/06	(2006.01)	GO6F 12/08	551Z
		GO6F 12/08	541Z
		GO6F 3/06	302A

請求項の数 22 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2002-506434 (P2002-506434)
(86) (22) 出願日	平成13年6月1日(2001.6.1)
(65) 公表番号	特表2004-506256 (P2004-506256A)
(43) 公表日	平成16年2月26日(2004.2.26)
(86) 國際出願番号	PCT/US2001/017851
(87) 國際公開番号	W02002/001365
(87) 國際公開日	平成14年1月3日(2002.1.3)
審査請求日	平成16年1月5日(2004.1.5)
(31) 優先権主張番号	09/602,010
(32) 優先日	平成12年6月23日(2000.6.23)
(33) 優先権主張国	米国(US)

(73) 特許権者	591003943 インテル・コーポレーション アメリカ合衆国 95052 カリフォルニア州・サンタクララ・ミッション・カレッジ・ブーレバード・2200
(74) 代理人	100091915 弁理士 本城 雅則
(74) 代理人	100099106 弁理士 本城 吉子
(72) 発明者	コールソン, リチャード アメリカ合衆国 オレゴン州 97229 ポートランド ノース・ウエスト・ギルバート・レーン17454

審査官 清木 泰

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】不揮発性キャッシュ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

マザーボードと、
前記マザーボードに結合されるチップセットと、
前記チップセットに結合されるディスク・ストレージ装置と、
前記ディスク・ストレージ装置に格納されたデータをキャッシュするために前記チップセット上に積載された不揮発性メモリと、
から構成されることを特徴とするコンピュータ。

【請求項 2】

前記ディスク・ストレージ装置にデータを格納し、前記ディスク・ストレージ装置からデータを読み取るデバイス・ドライバ命令をさらに含み、前記デバイス・ドライバ命令が前記不揮発性メモリ中のデータのキャッシュを管理するキャッシュ管理命令を含むことを特徴とする請求項1記載のコンピュータ。

【請求項 3】

前記デバイス・ドライバ命令は、前記データが不揮発性メモリに存在するかどうかを、前記不揮発性メモリに格納されたキャッシュ・ディレクトリ・テーブルをチェックすることによって判断する命令を含むことを特徴とする請求項2記載のコンピュータ。

【請求項 4】

前記不揮発性メモリは、ブロック・オリエンティドであることを特徴とする請求項1記載のコンピュータ。

10

20

【請求項 5】

前記チップセットは、前記不揮発性メモリへのアクセスを制御するためのディスク・キャッシュ・インターフェイス・ロジックを含み、

前記ディスク・キャッシュ・インターフェイス・ロジックは前記不揮発性メモリから読み取られるブロック・データに関連するエラー訂正コードをチェックすることを特徴とする請求項4記載のコンピュータ。

【請求項 6】

ディスク・メモリ中のロケーションに関連するデータを獲得する方法において、

前記ディスク・メモリ中のロケーションに関連するデータが不揮発性メモリにキャッシュされるかどうかをディスク・メモリのためのデバイス・ドライバで判断する段階であって、前記不揮発性メモリはチップセット上に積載され、前記チップセットは前記ディスク・メモリに結合される、段階と、

前記不揮発性メモリにデータがキャッシュされる場合、前記ロケーションに関連する前記データを前記不揮発性メモリから読み取る段階と、

から構成されることを特徴とする方法。

【請求項 7】

前記不揮発性メモリに前記データがキャッシュされない場合、前記ロケーションに関連する前記データを前記ディスク・メモリから読み取る段階をさらに含むことを特徴とする請求項6記載の方法。

【請求項 8】

前記判断する段階は、前記不揮発性メモリに格納されたキャッシュ・ディレクトリ・テーブルをチェックする段階を含むことを特徴とする請求項6記載の方法。

【請求項 9】

データを前記不揮発性メモリから読み取る段階は、前記チップセット内に位置するキャッシュ・インターフェイス・ロジックへ命令を送る段階を含み、前記命令は前記不揮発性メモリからのデータの読み取りをランダム・アクセス・メモリ(RAM)へ直接指図することを特徴とする請求項8記載の方法。

【請求項 10】

前記不揮発性メモリはブロック・オリエンティドであり、ここに前記不揮発性メモリからデータを読み取る段階は、前記不揮発性メモリから読み取られる各ブロックに関連するエラー訂正コードをチェックする段階をさらに含むことを特徴とする請求項9記載の方法。

【請求項 11】

前記ディスク・メモリから前記ロケーションに関連するデータを読み取る前記段階は、前記データをランダム・アクセス・メモリ(RAM)へ格納するとともに前記データを前記不揮発性メモリへ格納することを特徴とする請求項7記載の方法。

【請求項 12】

コンピュータ・システム中のプロセッサによって実行される命令を格納したコンピュータの読み取り可能な媒体において、前記命令は、前記プロセッサがディスク・ドライブにデータを書き込みまたは前記ディスク・ドライブからデータを読み取るために、オペレーティング・システムからの要求を処理するためのデバイス・ドライバを含み、前記デバイス・ドライバは、前記ディスク・ドライブへ書き込まれるべきどのデータが前記コンピュータ・システムのチップセット上に積載される不揮発性メモリにキャッシュされるべきかを判断するための命令を含み、さらに前記デバイス・ドライバは前記ディスク・ドライブから読み取られるデータが前記不揮発性メモリにキャッシュされているかどうかを判断するための命令を含む、ことを特徴とする媒体。

【請求項 13】

前記デバイス・ドライバは、前記データが前記不揮発性メモリにキャッシュされるべきかどうかの判断に基づいて前記不揮発性メモリにデータを書き込むための命令を含み、そして前記デバイス・ドライバは、前記データが前記不揮発性メモリにキャッシュされているかどうかの判断に基づいて前記不揮発性メモリからデータを読み取るための命令を含む

10

20

30

40

50

、ことを特徴とする請求項 1 2 記載の媒体。

【請求項 1 4】

前記不揮発性メモリからデータを読み取るための命令は、ディスク・キャッシュ中の前記不揮発性メモリからデータを読み取り、各ディスク・ロックの読み取りに対するエラー訂正コードをチェックするための命令であることを特徴とする請求項 1 3 記載の媒体。

【請求項 1 5】

前記ディスク・ドライブから読み取られるべきデータが不揮発性メモリにキャッシュされているかどうかの判断は、前記不揮発性メモリに格納されるキャッシュ・ディレクトリ・テーブルに基づくことを特徴とする請求項 1 2 記載の媒体。

【請求項 1 6】

前記ディスク・ドライブに書き込まれるべきデータが前記不揮発性メモリにキャッシュされるべきかどうかを判断し、かつ前記ディスク・ドライブから読み取られるべきデータが前記不揮発性メモリにキャッシュされているかどうかを判断する、前記デバイス・ドライバ中の命令は、前記デバイス・ドライバへ要求を送るオペレーティング・システムには見えない命令であることを特徴とする請求項 1 2 記載の媒体。

【請求項 1 7】

プロセッサとインターフェイスするロジックおよびディスク・ドライブとインターフェイスするロジックからなるチップセットと、

前記チップセット上に積載され、前記ディスク・ドライブのためにデータをキャッシュする不揮発性キャッシュと、

から構成されるシステム。

【請求項 1 8】

前記チップセットは、前記プロセッサから前記チップセットへ送られた前記ディスク・ドライブからのデータに対する要求を分析し、そのデータが前記不揮発性キャッシュにキャッシュされているなら前記不揮発性キャッシュから前記プロセッサへ前記要求されたデータを提供する、キャッシュ管理ロジックをさらに含むことを特徴とする請求項 1 7 記載のシステム。

【請求項 1 9】

前記不揮発性キャッシュは、ロック・オリエンテッドであることを特徴とする請求項 1 7 記載のシステム。

【請求項 2 0】

前記チップセットは、前記不揮発性キャッシュから読み取られた各データ・ロックに対するエラー訂正コードをチェックするロジックを含むことを特徴とする請求項 1 9 記載のシステム。

【請求項 2 1】

前記不揮発性キャッシュは、データ・ロックが前記不揮発性キャッシュに存在するかどうかを示すキャッシュ・ディレクトリ・テーブルを格納することを特徴とする請求項 1 9 記載のシステム。

【請求項 2 2】

前記チップセットは、入力／出力制御ハブ・チップおよびメモリ制御ハブ・チップを含み、ここに前記不揮発性キャッシュは前記入力／出力制御ハブ・チップのトップ上に積載されることを特徴とする請求項 1 7 記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明の実施例は、不揮発性キャッシュに関するものである。詳しくは、本発明は、ディスク格納装置のためのデータをキャッシュする不揮発性メモリに関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

コンピュータ・システムは、多くの場合、揮発性メモリおよび不揮発性大容量ストレージ

10

20

30

40

50

装置の双方にデータを格納する。このようなデータは、システムやアプリケーション・プログラムを動作させるためのコンピュータ命令を含む。ディスク・ドライブは、近代のコンピュータ・システムの一部である大容量ストレージ装置の一例である。ディスク・ドライブのような不揮発性大容量ストレージ装置は、コンピュータ・システムへの電力が取り除かれあるいは切断された場合に、その装置上に格納されたデータを基本的に失うことはない。このように、ディスク・ドライブのような不揮発性大容量ストレージ装置は、コンピュータ・システムがほぼ永久的に保持すべきデータを格納することができる。

【0003】

多くのコンピュータ・システムでは、コンピュータ・システムにおけるマイクロコンピュータによって現に用いられている1組のデータは、ディスク・ドライブから揮発性のランダム・アクセス・メモリ(RAM)へコピーされる、その理由は、RAMがディスク・ドライブより極めて速いアクセス時間を有するからである。しかしながら、RAMメモリ(例として、1メガバイト)ユニットは、ディスク・ドライブ中のメモリ総量より高価であるのが典型的であり、さらに、典型的なコンピュータ・システムではRAMのストレージ容量はディスク・ドライブのストレージ容量と比べて極めて少ない。被要求データがRAMメモリに存在しない場合、マイクロコンピュータはディスク・ドライブからRAMへその被要求データを含む情報のブロックを読み取る。もしRAMメモリに十分な容量が存在しない場合、そのマイクロコンピュータはRAMからディスク・ドライブへデータのブロックを書き戻すことによって、RAMに自由スペースを確保することができる。

【0004】

ディスク・ドライブのアクセス時間は、一般的にRAMのアクセス時間より遅いため、ディスク・ドライブはしばしば特性上の障害となる。加えて、ディスク・ドライブからのデータのアクセスは、一般的にRAMからデータをアクセスするよりより多くの電力を消費する、なぜなら、ディスク・ドライブは機械的に動作しなければならないからである。既知のディスク・ドライブは、揮発性キャッシュ(例として、DRAMキャッシュ、SRAMキャッシュ)を含むが、このような揮発性キャッシュは、マイクロコンピュータのメイン・メモリにおけるアドレス空間の一部となり、それ故バイト単位でアドレス指定される。

【0005】

【詳細な説明】

ここに記載された方法および装置は大容量ストレージ装置のためのキャッシュに関するものであり、不揮発性メモリにおいて実施される。特に、本発明の実施例は、メモリ・ストレージの効率および不揮発性メモリ中のデータをキャッシュして行われる検索を改善することができる。

【0006】

図1は、本発明の実施例に従う不揮発性キャッシュを有するコンピュータ・システム(「コンピュータ」)の部分ブロック図を示す。特に、図1は、中央処理装置(CPU)102、またはプロセッサ、およびマザーボード106に搭載されたメモリ装置104を含むコンピュータ・システム100を示す。プロセッサ102は、例えば、カリフォルニア州サンタ・クララのインテル・コーポレーションによって製造されるペンティアムIII、特定用途向け集積回路(ASIC)、マイクロコントローラなどであってよい。コンピュータ・システム100に用いられるメモリ104の例は、128メガバイトのダイナミック・ランダム・アクセス・メモリ装置(DRAM)である。また、メモリ104は、例として、ROMであってもよい。さらに、プロセッサ102およびメモリ104は、マザーボード106に結合される別のプリント基板上に設置してもよい。「結合」という用語は、直接接続、間接接続、間接通信などの意味を包含する。

【0007】

チップセット110は、プロセッサ102と、メモリ104、大容量ストレージ装置130および拡張バス116に取り付けられる周辺コンポーネントのような他のシステム・コンポーネントとに結合されるとともに、それらの内部相互動作を管理する。この応用に用

10

20

30

40

50

いられるように、チップセットの用語は、プロセッサとコンピュータ・システムのコンポーネントとの間のデータ転送のためのハブ（またはコア）として動作する1またはそれ以上の集積回路チップのグループに関するものをいう。図1に示されるように、チップセットは、コンピュータ・システムのマザーボードに結合される。チップセット110は、マザーボード106と集積（例えば、その上にはんだ接続）されてもよい。チップセット110は、例えば、カリフォルニア州サンタ・クララのインテル・コーポレーションによって製造される820および810Eに類似するものでもよい。チップセット110は、単一の集積回路であっても、あるいは2つまたはそれ以上の集積回路チップから構成されていてもよい。図3に示されるように、チップセット110は、「ノースブリッジ機能(northbridge functionality)」として知られることを実行するメモリ制御ハブ(MCH)311、および「サウスブリッジ機能(southbridge functionality)」として知られることを実行する入力/出力制御ハブ(ICH)312を含んでよい。

【0008】

大容量ストレージ装置130は、ディスク・ドライブであってもよく、接続ケーブル170を介してチップセット110に結合されてもよい。大容量ストレージ装置130は、また3.5インチ・ディスクケット、5.25インチ・フロッピーディスクケット、ZIPディスク（例えば、ユタ州ロイのアイオメガ・コーポレーションによる製造）、Jazディスク（例えば、ユタ州ロイのアイオメガ・コーポレーションによる製造）、LS-120 Superdisk（例えば、ミネソタ州オークデールのイメージ・コーポレーションによる製造）、再書き込み可能なデジタル・バーサティル・ディスク(DVD-RAM)、リード/ライト・コンパクト・ディスク(CD-RW)、光学式ストレージ装置、光磁気ストレージ装置、磁気ストレージ装置、ホログラフィックなどであってもよい。便宜上、本出願は、大容量ストレージ装置がディスク装置である実施例を開示する。本発明に用いられるディスク装置の実施例は、図2に示される。

【0009】

拡張バス116は周辺コンポーネント・インターフェイス(PCI)バスであってもよく、コンピュータ・システム100にしばしば見られるデータ・バスの形式で、PCIローカル・バス仕様に合致する。ネットワーク・インターフェイス・カード(NIC)126のような1またはそれ以上のPCI適合の周辺装置は、拡張バス116に接続されてもよい。ネットワーク・インターフェイス・カード126は、ローカルまたはワイド・エリアのコンピュータ・ネットワークにコンピュータ・システム100を結び付ける。

【0010】

本発明の実施例は、大容量ストレージ装置に格納されているデータをキャッシュするための不揮発性メモリから成る不揮発性キャッシュからなる。図1の例に示された実施例では、不揮発性キャッシュ150は、チップセット110に結合される。実施例において、そのチップセットおよび不揮発性メモリは、大容量ストレージ装置130のためのデータをキャッシュする。さらなる実施例では、大容量ストレージ装置は、ディスク・ドライブであり、不揮発性キャッシュ150はディスク・ドライブのためのデータをキャッシュするが、どの場合においてもそのキャッシュはディスク・ドライブを称される。

【0011】

図2は、本発明の実施例に従うディスク・ドライブ230の部分ブロック図である。ディスク・ドライブ230は、図1の大容量ストレージ装置130と同じであってよく、以下に議論される目的に対して大容量ストレージ装置130とみなされる。ディスク・ドライブ230は外部ディスク・ドライブまたは内部ディスク・ドライブであってもよい。ディスク・ドライブ230は、例えば、100ギガバイトを超えるデータを格納することができる。実施例では、ディスク・ドライブは、ハード・ドライブである。さらなる実施例では、ディスク・ドライブ230は、カリフォルニア州スコット・バレイのシーゲート・テクノロジー・インクによって製造されるCheetah 18XLディスク・ドライブである。ディスク・ドライブ130はディスク制御器210および大容量ストレージ220から構成される。ディスク制御器210は、特定用途向け集積回路であってもよく、バッファおよびブ

ログラム・メモリ215、およびECC論理218に結合されたマイクロプロセッサ・ユニット(MPU)を含むことができる。バッファおよびプログラム・メモリ215は、MPU211によって実行されるディスク・ドライブ・オペレーション・プログラム219を格納し、大容量ストレージ220へ書き込まれ、かつ大容量ストレージ220から読み出されるデータを格納するためのバッファとして用いられてもよい。MPU211は、CPU102からの要求を処理し、大容量ストレージ220へデータを書きまたはデータを読む。例えば、MPU211は、いつ要求が成されたかを判断し、論理セクタ・アドレスを物理セクタ・アドレスへ変換する。バッファおよびプログラム・メモリ215は、ホスト・システム(例えば、コンピュータ・システム100)とインターフェイスを行うディスク・スピンドル・インターフェイス論理213に結合される。ディスク制御器210は、またディスク・フォーマット論理を含み、大容量ストレージへ書き込まれるデータ・ブロック(例えば、プリアンブルまたは特別の文字を挿入する)をフォーマットする。この出願で用いられるように、「論理」は、オペレーションを実行するために結線された回路のようなハードウェア論理、あるいはオペレーションを実行するファームウェアのようなプログラム論理を含む。

【0012】

大容量ストレージ220は、特に、コンピュータのオペレーティング・システム(OS)コード231を格納し、それは、立ち上げ時に、プロセッサ102によって実行するためにコンピュータのメモリ104へ転送される。大容量ストレージ220は、またディスク・ドライブ用のデバイス・ドライバ235を格納し、プロセッサ102によって実行するためにコンピュータのメモリ104へ転送され、ディスク・ドライブ230とのデータ変換および通信を達成する。大容量ストレージ220は、特に、これらのプログラムによってアクセスされるアプリケーション・プログラムおよびデータを格納する。大容量ストレージ220はトラックに分割されたプラッタ(platter)を有しており、それはセクタに分けられていてもよい。例えば、フォーマットされたディスクはプラッタ毎に1000個のトラックを有することができる。実施例においては、ディスク制御器210がディスク・ドライブの外からデータの読み出しありは書き込みの要求を受けると、その要求は論理ディスク・セクタの単位でなされ、そのディスク制御器は、マッピング・アルゴリズムを用いて、これらを物理ディスク・セクタに変換することができる。ある数の物理セクタがスペアのために残され、そのマッピングはハードウェアで支援される。

【0013】

動作において、OS231(プロセッサ102によって実行される)がプログラムまたはOSの他の部分からデータに対する要求を受けると、ファイル・システムは、ファイル・アロケーション・テーブル(FAT)をチェックするために用いられ、そのデータがメモリ104に現在あるか否か、もしない場合、その大容量ストレージ上のどこにそのデータが見つけられるかを判断する。もしOS231が、必要とするデータがメモリ104にはないが、ディスク・ドライブ230上に格納されていると判断すると、OS231はチップセット110を介してディスク・ドライブ230へそのデータのための要求を求める。ディスク制御器210は、その後ディスク・セクタに対する要求を受け、大容量ストレージ220からそのディスク・セクタを受け、そしてチップセット110を介してそのディスク・セクタのためのデータをメモリ104へ送る。別の時間に、OS231は、ディスク・セクタにメモリ104からディスク・ドライブ230へのデータを書き込ませ、どの場合においてもディスク制御器210はそのデータを受け取り、それを大容量ストレージ220のディスク・セクタ上に格納させる。

【0014】

実施例において、セクタはディスク・ドライブ230で使用される最小のアドレス可能な物理的なストレージ・ユニットであるが、アドレスする情報や有効性データのような管理情報はより小さなユニットにアクセスされてもよい。さらなる実施例では、各ディスク・セクタは512バイトのデータ・サイズである。実施例において、ブロックは1つまたはそれ以上のディスク・セクタのグループであり、識別コード、エラー検出コード、および

10

20

30

40

50

/またはそのブロックに対するエラー訂正コード(ECC)を含んでいてもよい。実施例において、OSはディスク・セクタまたはセクタのブロックの単位でディスク・ドライブからのデータを要求するが(例えは、それはバイトまたはワードを要求するのではない)、どの場合にも、そのディスク・ドライブはブロック・オリエンテッド(例えは、ブロック・オリエンテッド)と呼ばれる。ブロック・オリエンテッドのディスク・ドライブの実施例において、管理情報はより小さなユニットにアクセスされてもよい。ECCは、最新のエラー検出および訂正プロトコルで、単一ビットおよび複数ビットのエラーを検出するとともに、休む間もなく、いくつものエラーを訂正することができる。実施例では、ブロック中のディスク・セクタは、1つのディスク・プラッタ上に互いに物理的に隣接して配置される。さらなる実施例では、ブロックは、ディスク・ドライブ 230 、不揮発性キャッシュ 150 および関連するコンポーネントによってユニットとして操作される。実施例では、ブロックは 100 ディスク・セクタを収容する。

【 0015 】

本発明の実施例では、ディスク・ドライブ 230 に格納されたデータは、不揮発性キャッシュ 150 にキャッシュされてもよい。この実施例では、不揮発性キャッシュ 150 は特別のメモリ・サブシステムとして作用し、頻繁に使用されるディスク・ドライブ・セクタの複製をより速いアクセスのために格納する。この実施例に従って、ディスク・セクタのデータがディスク・ドライブ 230 からメモリ 104 にコピーされるとき、ディスク・セクタのコピーが不揮発性キャッシュ 150 に格納される。この実施例に従って、OS がメモリ 104 にないデータを必要とし、その要求されたデータが不揮発性キャッシュ 150 に存在すると判断すると、そのときそのデータは(ディスク・ドライブ 230 に代わって)不揮発性キャッシュ 150 からメモリ 104 へ読み込まれる。この実施例では、論理的なディスク・ドライブ・メモリは物理的なディスク・ドライブ 230 および不揮発性キャッシュ 150 から構成される。OS がディスクにデータを格納する必要があると判断するなら、例えは、ワード処理プログラムの利用者がそのプログラムに現在の書類を「格納」するよう指示するとき、そのデータは物理的なディスク・ドライブ 230 または不揮発性キャッシュ 150 に格納される。同様に、OS がメモリ 104 にあるデータを格納し、メモリ 104 に空き空間を作る必要があると判断するとき、そのデータは不揮発性キャッシュ 150 へ書き戻される。なぜなら、不揮発性キャッシュ 150 は不揮発性であり、その上に格納されたそのデータは、電力がそのコンピュータ・システムへ遮断されても、失われることはないからである。

【 0016 】

不揮発性キャッシュ 150 はディスク・ドライブ 230 より速いアクセス時間を有する場合、不揮発性ディスク・キャッシュ 150 の利用者はプロセッサ 102 がプログラムを実行する速度を全体として速めることができる。例えは、ディスク・ドライブ 230 の平均アクセス速度が不揮発性ディスク・キャッシュ 150 に対する平均アクセス速度よりかなり速い場合、その時、不揮発性ディスク・キャッシュ 150 の利用者は、全アクセス速度において顕著な高速化を導くことができる。典型的なコンピュータ・システムにおけるディスク・ドライブへのアクセスは、利用者が使う時間の 80 % までがシステムが応答するために待機していることに起因しているので、不揮発性キャッシュ 150 の利用者は、より大きな顧客満足度を得ることになるであろう。加えて、不揮発性キャッシュ 150 がアクセス当たりディスク・ドライブ 230 より少ない電力で済むので、不揮発性キャッシュ 150 の利用者は、そのシステムによって用いられる電力総量を削減することになるであろう。さらに、不揮発性キャッシュ 150 はディスク・ドライブよりより信頼性が高く、その結果コンピュータ・システムがクラッシュしたりまたは動作不能になったりする時間を最小にする。

【 0017 】

実施例において、ディスク・ドライブのデバイス・ドライバ 235 は、不揮発性キャッシュ 150 のためのキャッシュ管理命令 237 を収容する。このようなキャッシュ管理命令 237 は、どのデータをキャッシュすべきか、どのデータを置換すべきか、およびどのデ

10

20

30

40

50

ータをディスクに書き戻すべきかに関する判断を行うことができる。加えて、キャッシング管理命令 237 は、またいつキャッシング・ヒットが発生したか、およびどのデータをそのキャッシングへ事前に取り込むべきかを判断する。例えば、キャッシング管理命令 237 は、データの所望のディスク・セクタが不揮発性キャッシング 150 (例えば、そのデータが不揮発性キャッシング 150 に存在するかどうか) またはディスク・ドライブ 230 からメモリ 104 へ読み込まれるべきか否かを判断する。データが不揮発性キャッシング 150 にキャッシングされるべきか否かのようなキャッシング管理判断は、既知のキャッシング・アルゴリズムを用いて実行されることができる。例えば、そのアルゴリズムが近い将来再びそのデータを使用することが低いものと判断する場合 (例えばそのデータは MP3 音声ファイルのためのものである)、そのときそのデータはキャッシングされなくてもよいであろう。加えて、不揮発性キャッシング中のデータをディスク・ドライブ 230 に書き戻すことが必要になる場合、キャッシング管理命令は、例えば既知の最低使用頻度 (LRU: least recently used) アルゴリズムまたはランダム置換 (random replacement) アルゴリズムを用いてどのデータを書き戻すべきかを判断することができる。

【0018】

実施例において、ディスク・ドライブのためのデバイス・ドライバ 235 は、たとえそれがキャッシング管理命令 237 であっても、まるで通常のデバイス・ドライバ (例えば、WIN98 環境における ATAPI.SYS) であるように OS 231 に現われる。この実施例において、不揮発性キャッシング 150 の存在は、OS 231 には見えない。さらなる実施例において、キャッシング管理命令は OS 231 の一部である。別の実施例では、キャッシング管理は、チップセット 110 上のロジックによって達成される。さらに別の実施例では、キャッシング管理は、OS 231 のコンビネーション、すなわちディスク・ドライブ 235 のためのデバイス・ドライバおよび / またはチップセット 110 上のキャッシング管理ロジックによって達成される。

【0019】

図 3 は、本発明の実施例に従うチップセット 310 および不揮発性ディスク・キャッシング 350 の部分ブロック図を示す。チップセット 310 および不揮発性ディスク・キャッシング 350 は、図 1 のチップセット 110 および不揮発性ディスク・キャッシング 150 と同じである。この実施例では、不揮発性ディスク・キャッシング 350 は、ディスク・ドライブのためのデータをキャッシングするので、ディスク・キャッシングと呼ばれる。不揮発性ディスク・キャッシング 350 は、読み込みおよび書き込みのできるあらゆるタイプのメモリであってよく、そのメモリの外部にある全ての電源電力が取り除かれまたは切断される場合にもその内容を保持するであろう。不揮発性ディスク・キャッシング 350 は、例えば、フラッシュ・メモリ、バッテリにバックアップされた DRAM、磁気 RAM、ホログラフィック・メモリ、強誘電体 RAM などである。実施例では、不揮発性ディスク・キャッシング 350 は 500 メガバイトのデータを格納することができる。さらなる実施例では、不揮発性ディスク・キャッシング 350 はブロック・オリエンテッドであり、各ブロックはディスク・ドライブの論理ディスク・セクタに応答する 1 つまたはそれ以上の論理ディスク・セクタを含む。この実施例では、不揮発性ディスク・キャッシング 350 の各ディスク・セクタおよびブロックはディスク・ドライブ中において同じサイズである。不揮発性ディスク・キャッシング 350 がブロック・オリエンテッドであるなら、(キャッシング管理情報以外の) データはディスク・セクタまたはセクタのブロックの単位で読み込まれあるいは格納されてもよい。

【0020】

実施例において、不揮発性ディスク・キャッシング 350 はチップセット 310 に結合される。さらなる実施例では、不揮発性ディスク・キャッシング 350 はチップセット 310 に直接付属されてもよいし (結線されていない)、その一部でもよい。実施例では、図 3 に示されるように、不揮発性キャッシング 150 はチップセット 310 内の集積回路の上に積載される。この実施例では、ICH312 は、ディスク・キャッシング・インターフェイス・ロジック 315 を含み、不揮発性ディスク・キャッシング 350 へのアクセスを制御する

10

20

30

40

50

。

【0021】

上述したように、チップセット310は単一の集積回路であっても、あるいは集積回路のグループであってもよく、プロセッサと関連する装置との間の通信を制御する。実施例において、チップセット310は、第1チップセット集積回路および第2チップセット集積回路と呼ばれる複数の集積回路からなり、その不揮発性ディスク・キャッシュはチップセット内の集積回路の1つに結合される。チップセット310は、「ノースブリッジ機能(northbridge functionality)」として知られることを実行するメモリ制御ハブ(MCH)311、および「サウスブリッジ機能(southbridge functionality)」として知られることを実行する入力/出力制御ハブ(ICH)312を含んでよい。図3に示されるように、メモリ制御ハブ311および入力/出力制御ハブ312は、別々のチップであってよい。実施例において、キャッシュ・インターフェイス・ロジック315およびバッファ318は、チップセット上のメモリ制御ハブ311の一部である。不揮発性メモリは、いかなる方法でチップセットに結合されてもよいが、本発明はいかなるタイプのチップセットと用いることができる。図3において、不揮発性メモリは入力/出力制御ハブ312のトップ上に積載される。積載された不揮発性メモリはチップ全体をカバーしてもよく、その上に積載されまたはそのチップの一部に積載される。

【0022】

実施例において、不揮発性キャッシュは完全な連想キャッシュ(associative cache)である。別の実施例では、不揮発性キャッシュは1組の連想キャッシュである。

【0023】

図4は、本発明の実施例に従う不揮発性ディスク・キャッシュ350のより詳細な部分ブロック図である。不揮発性ディスク・キャッシュ350は、複数のディスク・キャッシュ・エントリ400および管理情報を格納することができる。実施例において、不揮発性ディスク・キャッシュ350に格納されたディスク・キャッシュ・エントリの各々は、大容量ストレージ220上のディスク・セクタのサイズである。さらなる実施例においては、各ディスク・キャッシュ・エントリは、1つまたはそれ以上のディスク・セクタ(例として、100ディスク・セクタ)のブロックに対応する。

【0024】

不揮発性ディスク・キャッシュ350は、またキャッシュ・ディレクトリ・テーブル410を収容し、全てのディスク・キャッシュ・エントリに対するテーブル・エントリを有する。キャッシュ・ディレクトリ・テーブル410は、特定のディスク・セクタまたはデータのブロックが不揮発性ディスク・キャッシュ350に存在するかどうかを判断するため用いられる。ある実施例では、キャッシュ・ディレクトリ・テーブルは、ディスク・ドライブ・セクタに対応するデータがディスク・キャッシュに格納されたかどうかを示す。キャッシュ・ディレクトリ・テーブル410には、各有効なディスク・キャッシュ・エントリのための1つのテーブル・エントリがあり、例えば、データの論理ディスク・セクタを収容する。キャッシュ・ディレクトリ・テーブル410中の各テーブル・エントリは、不揮発性ディスク・キャッシュ350に格納された論理ディスク・セクタのためのセクタ・アドレスを有してもよい。ディスク・セクタが不揮発性ディスク・キャッシュ350に存在するかどうかを判断するために、キャッシュ・ディレクトリ・テーブル410は、例えば、既知の検索アルゴリズムを用いてサーチされる。代わりに、キャッシュ・ディレクトリ・テーブル410中のテーブル・エントリは、ハッシュ・アルゴリズム(hashing algorithm)を用いて分類分けされてもよい。実施例では、不揮発性ディスク・キャッシュ350中のディスク・セクタの存在は、所望のセクタ・アドレスをキャッシュ・ディレクトリ・テーブル・エントリに格納されたセクタ・アドレスと比較することにより確認される。キャッシュ・ディレクトリ・テーブル410は不揮発性メモリ中に格納されるので、キャッシュ(キャッシュにあるもの)の状態は、たとえコンピュータ・システムへの電力が取り除かれあるいは遮断されても保存される。不揮発性ディスク・キャッシュ350中に2,000,000ディスク・キャッシュを有する実施例では、キャッシュ・ディレクトリ・テー

10

20

40

50

ブル410に2,000,000テーブル・エントリがある。この実施例では、各テーブル・エントリは4バイト長であり、キャッシュ・ディレクトリ・テーブルは不揮発性メモリの8メガバイトを使用できる。実施例では、キャッシュ・ディレクトリ・テーブルのサイズは、各ディスク・キャッシュ・エントリ中における複数のディスク・セクタのロックを含むことにより低減させることができる（平均キャッシュ・アクセス速度は増加する）。

【0025】

不揮発性ディスク・キャッシュ350は、また命令レジスタ401、アドレス・レジスタ402、および宛先ポインタ・レジスタ403のような制御レジスタを収容することができる。命令レジスタ401は、例えばプロセッサ102からの命令のような他の装置から受信した命令を格納し、不揮発性ディスク・キャッシュ350に格納されるディスク・セクタを検索する。アドレス・レジスタ402は、不揮発性ディスク・キャッシュ350から読み出され、または不揮発性ディスク・キャッシュ350に書き込まれるディスク・セクタに対するセクタ・アドレスを格納してもよい。宛先ポインタ・レジスタ403は、例えばディスク・セクタが書き込まれるRAMのような装置のロケーションを格納する。

【0026】

図5は、本発明の実施例に従う不揮発性ディスク・キャッシュ・エントリ500のブロック図である。不揮発性ディスク・キャッシュ・エントリ500は、図4に示された複数のディスク・キャッシュ・エントリの1つであり、ディスク・セクタまたはディスク・セクタのロックのためのデータを収容してもよい。不揮発性ディスク・キャッシュ・エントリ500は、有効フィールド501、修正フィールド502、セクタ・アドレス505、データ・フィールド510およびECCフィールド520を有する。有効フィールド502は、キャッシュ・エントリ500が有効データを収容するとき「有効」と設定され、キャッシュ・エントリ500が有効データを収容していないとき「無効」に設定される。例えば、キャッシュ・エントリ500中のデータがディスク・ドライブ230に書き戻されると、有効フィールド501は「有効」から「無効」に変更され、キャッシュ・エントリがもはや論理ディスク・セクタを格納していないことを示す。修正フィールド502は、キャッシュ・エントリ500中のデータがディスク・ドライブ230上の対応するディスク・セクタ中のデータに一致していないなら、「修正」に設定される。例えば、データのディスク・セクタがメモリ104から不揮発性キャッシュ150に書き戻され、そのディスク・セクタがメモリ104中にある間に修正されたデータを有していると、そのときそのデータに対応するディスク・キャッシュ・エントリのための修正フィールドは「修正」に設定されるであろう。修正フィールド502は、「ダーティ・ビット」と称されてもよい。セクタ・アドレス505はキャッシュ・エントリに格納されたデータに対する論理ディスク・セクタ・アドレス（またはエントリが1つ以上のセクタを有しているならアドレス）を有し、「セクタ識別」と呼ばれてもよい。実施例では、セクタ・アドレス505は、ブロックに対する開始アドレスを含み、各ブロックは既知の固定サイズを有する。データ・フィールド510はキャッシュ・エントリのためのデータを格納する。ECCフィールド520は、キャッシュ・エントリのためのエラー訂正コードを格納する。実施例では、各ブロックは、エラー訂正コードと関連付けられる。

【0027】

動作において、プロセッサ102は、あるデータ・ブロックがメモリ104にないことを判断して、チップセット110に信号を送りそのデータが不揮発性ディスク・キャッシュにあるかどうかを判断することができる。ディスク・キャッシュ・インターフェイス・ロジック315は、キャッシュ・ディレクトリ・テーブル410に基づいて、そのデータ・ブロックが不揮発性ディスク・キャッシュにあることを判断するために用いられ得る。不揮発性ディスク・キャッシュ350からデータ・ブロックを読むために、プロセッサ102は、「読み取り」命令を命令レジスタ401へ、そのブロックのためのディスク・セクタ・アドレスをアドレス・レジスタ402へ、そしてメモリ104中の宛先アドレスを宛先ポインタ・レジスタ403へ送ることができる。この命令に基づいて、ディスク・インターフェイス・ロジック315は、対応するキャッシュ・エントリに見つけられるデータ

10

20

30

40

50

(例えは、キャッシュ・エントリ 500 のデータ・フィールド 510 中のデータ) をバッファ 318 へ書き込む。その後、バッファ中のそのデータは宛先ポインタ・レジスタ 403 によって特定されるメモリ 104 中のアドレスへ転送される。別の実施例では、メモリの速度のため、バッファ 318 は、使用されないかもしれない。実施例において、ディスク・インターフェイス・ロジック 315 は、不揮発性メモリ(例えは、ECC コード 520)に格納されたデータと関連を有するエラー訂正コードをチェックし、不揮発性ディスク・キャッシュ・メモリからバッファ 318 へのデータを読む際に発生するエラーを訂正することができる。実施例において、不揮発性メモリは、ロック・オリエンテッドであり、そのチップセットは不揮発性メモリから読まれる各データ・ロックに対するエラー訂正コードをチェックする。

10

【0028】

実施例において、不揮発性ディスク・キャッシュ・メモリからの読み取りは破壊的な読み取りであり、読み取る行為によってそのエントリに格納されたデータが失われ、あるいは予期せず変更される。例えは、もし不揮発性ディスク・キャッシュがコア・ロジック中で実行されるなら、このようなことが発生するかもしれない。この実施例では、ディスク・インターフェイス・ロジック 315 は、破壊的読み取りの書き戻しをサポートすることができる。すなわち、ディスク・インターフェイス・ロジック 315 によって、読み取られたデータが書き戻され、それによってエントリ中のデータを前の状態に戻す。

【0029】

代わって、プロセッサ 102 によって所望されるデータが不揮発性ディスク・キャッシュに存在しないなら、必要なデータ・ロックを求める要求がディスク・ドライブ 230 へ送られる。ディスク・ドライブ 130 はそのデータ・ロックをメモリ 104 へ書き込む。加えて、そのロックをバッファ 318 へ書き込み、またその適切な命令を命令レジスタ 401 に書き込むことによって、同じデータ・ロックを不揮発性ディスク・キャッシュへ書き込むことができる。キャッシュ・インターフェイス・ロジック 315 は、その後新しいディスク・キャッシュ・エントリ 500 を生成し、その新しいディスク・キャッシュ・エントリにそのロックをコピーする。加えて、キャッシュ・インターフェイス・ロジック 315 は、その新しいディスク・キャッシュ・エントリに対応する新しいエントリをキャッシュ・ディレクトリ・テーブル 410 に生成する。その新しいディスク・キャッシュ・エントリのための有効フィールド 501 が「有効」に設定され、修正フィールドが「未修正」に設定されるであろう。実施例において、不揮発性ディスク・キャッシュ中のロックは、ディスク・ドライブと同じサイズと構造を有し、その結果、ロックは修正なしにあるいは僅かな修正だけでそのディスク・キャッシュにコピーされる。データ・ロックが不揮発性ディスク・キャッシュに一度格納されると、プロセッサ 102 はディスク・ドライブからではなく不揮発性ディスク・キャッシュからデータ・ロックを読み取ることができる。

20

【0030】

図 6 は、本発明の実施例に関するディスク・ドライブ中のセクタと関連するデータを得る方法のフローチャートである。明確さの目的のため、図示された方法は、上述した典型的な実施例に関連して説明される。プロセッサ 102 は、データのアイテムを必要とし、そのデータがディスク・ドライブ(601)中のロケーションに、または関連して格納されていることを判断する。そのディスク・ドライブ中のロケーションと関連する最新データのバージョンが RAM またはそのディスク・キャッシュに格納されていてもよい。もし他のデータが RAM に格納されていないなら、そのプロセッサはキャッシュ・ディレクトリ・テーブルのチェックを行い、そのディスク・ドライブ・ロケーションに関連するデータが不揮発性ディスク・キャッシュ(602)に格納されているかどうかを判断する。もし他のデータが不揮発性ディスク・キャッシュ(603)に格納されているなら、その時そのデータはその不揮発性ディスク・キャッシュ(604)から読み取られる。エラー訂正コードは、その不揮発性ディスク・キャッシュから読み取られると、その時そのデータに対してチェックされ、エラーが訂正される(605)。そのデータはその後 RAM に書き

30

40

50

込まれる(606)。データが不揮発性ディスク・キャッシング(603)に格納されていないなら、その時要求されたデータはディスク・ドライブ(607)から読まれてもよい。そのデータは、不揮発性ディスク・キャッシング中に新しいエントリを生成して、その後RAMおよび不揮発性ディスク・キャッシングに書き込まれる。次に、キャッシング・ディレクトリ・テーブル中の新しいエントリは、不揮発性ディスク・キャッシング中の新しいエントリに対応して生成される(609)。

【0031】

図7は、本発明の別の実施例に従う不揮発性キャッシング拡張カードを有するコンピュータ・システムの部分ブロック図である。この実施例では、不揮発性ディスク・キャッシングは、PCIバス拡張カード上に収容される。図7は、図1に示されたコンピュータ・システム100に類似するコンピュータ・システム700を図示する。図7は、CPU702, RAM704, チップセット710およびディスク・ドライブ接続ケーブル770を収容するマザーボード706を示すが、図1のCPU102, メモリ104, チップセット110および接続ケーブル170と同じである。コンピュータ・システム700は、また図1の大容量ストレージ装置130と同じであるディスク・ドライブ730を収容する。しかしながら、図1と異なって、図7の実施例では、不揮発性キャッシングはチップセット710に結合されていない。

【0032】

本発明のこの実施例では、コンピュータ・システム700は、不揮発性キャッシング拡張ボード750を含み、PCIバス716に結合される。またネットワーク・インターフェイス・カード726もPCIバス716に結合される。PCIバス716およびネットワーク・インターフェイス・カード726は、図1の拡張バス116およびネットワーク・インターフェイス・カード126と同じである。別の実施例では、不揮発性キャッシング拡張ボード750は、コンピュータ700中の別の拡張バスに結合される。不揮発性キャッシング拡張ボード750は、コンピュータ700のバスに挿入され、あるいは引き出される。不揮発性キャッシング拡張ボード750は、不揮発性ディスク・キャッシング350中の不揮発性メモリに類似する不揮発性メモリを収容する。拡張ボード750はまたディスク・キャッシング・インターフェイス・ロジックを含んでもよい。コンピュータ700は、コンピュータ・システム100と関連して、上述したのと同様に、ディスク・ドライブ730のためにデータをキャッシングする。コンピュータ700中のオペレーティング・システムがディスク・ドライブ730上に格納されるデータを獲得する必要があるとき、そのデータが不揮発性キャッシング拡張ボード750にキャッシングされるという判断が成される。もしそうであるなら、その時そのデータはディスク・ドライブ730の代わりに不揮発性拡張ボード750からRAM704に書き込んでもよい。このように、この実施例は、ディスク・ドライブに対するデータをキャッシングする方法において図1の実施例に類似するが、この実施例では、キャッシングは図1のようなチップセットに結合されているというよりも拡張カードの一部となっている。

【0033】

図8は、本発明の実施例に従う不揮発性ディスク・キャッシングを有するディスク・ドライブの部分ブロック図である。図8は、図2に示されたディスク・ドライブ230に類似するディスク・ドライブ830を示す。ディスク・ドライブ230のように、ディスク・ドライブ830はディスク制御器810およびディスク・スピンドル820を有する。ディスク・ドライブ830は、また不揮発性キャッシング850を有する。大容量ストレージ220は、オペレーティング・システム831およびディスク・ドライブのデバイス・ドライバ835を格納することができる。しかしながら、ディスク・スピンドル820は、キャッシング管理命令を格納していない。ディスク制御器810は、MPU811, バッファおよびプログラム・メモリ815, インターフェイス・ロジック813およびECCロジック818を有し、それらは図2のMPU211, バッファおよびプログラム・メモリ215, ディスク・スピンドル・インターフェイス・ロジック213およびECCロジック218に類似する。加えて、ディスク制御器810はキャッシング・インターフェイス・ロジック819を有する。

10

20

30

40

50

ジック 815 を有し、不揮発性キャッシュ 850 に結合される。不揮発性ディスク・キャッシュ 850 は、図 3 の不揮発性キャッシュ 350 に類似し、キャッシュ・インターフェイス・ロジック 815 は図 3 に示されたディスク・キャッシュ・インターフェイス・ロジック 315 に類似する。

【0034】

ディスク・ドライブ 830 は、不揮発性キャッシュ 850 がコンピュータ・システム中の唯一の不揮発性ディスク・キャッシュであることを除いて、図 1 および図 7 に示されるもののようにコンピュータ・システムに用いられてもよい。図 8 に示される実施例は、不揮発性メモリにディスク・ドライブのためのデータをキャッシュすることにおいて図 1 および図 7 の実施例と同様に動作する。しかしながら、この実施例では、ディスク・キャッシュはディスク・ドライブの一部であってもよい。さらなる実施例では、ディスク・キャッシュ管理機能は、プログラム 819 によって達成される。この実施例では、ディスク・キャッシュはディスク制御器 810 によって管理され、コンピュータ・システムの残りには見えなくてもよい。

【0035】

図 9 は、本発明の実施例に従う不揮発性メモリにデータを格納する方法を示す。不揮発性メモリにデータを格納する命令が受け付けられる (901)。例えば、ワード・プロセッシング・プログラムで書類を編集するユーザは、そのプログラムにその書類を「格納」する命令を送る。別の例として、そのプログラムは、編集される書類のバックアップ・コピーを格納すべきことを、例えばタイマーに基づいて、自分自身の判断で行ってもよい。別の実施例として、オペレーティング・システムの一部は、ディスク・ドライブまたは他の不揮発性メモリ、例えば、RAM の空きスペースにデータを格納するための命令を生成してもよい。そのデータを不揮発性キャッシュに格納すべきか否かの判断が成される (902)。このような判断は、既知のキャッシング・アルゴリズムを用いて行われる。近い将来においてそのデータが用いられないようであるなら、そのデータはキャッシュされなくてもよい。加えて、不揮発性キャッシュ拡張ボードが拡張バスに結合されていないなら、データを不揮発性キャッシュに格納しない判断が成されてもよい。データを不揮発性キャッシュに格納する判断がなされると、そのデータは不揮発性キャッシュに書き込まれる (903)。一実施例では、その不揮発性キャッシュにデータを書き込む処理は、その不揮発性キャッシュ上の不揮発性メモリ中にあるキャッシュ・ディレクトリ・テーブルを更新することを含む。不揮発性キャッシュ中にデータを書き込まない判断が成されると、そのデータはディスク・ドライブに書き込まれる (905)。

【0036】

本発明の実施例は、ディスク・ストレージ装置のためにデータをキャッシュするための不揮発性ディスク・キャッシュに関するものである。本発明の幾つかの実施例が、ここに特に図示され説明された。しかしながら、本発明の修正および変化は、上記記述によって、またその思想から逸脱することなく添付の請求項の範囲内にかつ本発明の意図する範囲に含まれるものである。例えば、幾つかのタイプの不揮発性メモリがキャッシュとしての使用のために議論されるが、いかなるタイプの不揮発性メモリも用いることができる。別の実施例として、本発明は不揮発性ディスク・キャッシュのための、またディスク・キャッシュ・エントリのためのデータ構造を開示するが、そのキャッシュおよびキャッシュ・エントリはデータ構造のあらゆる構成を用いて実行される。さらに、ディスク・キャッシュは、ディスク・ドライブ接続ケーブル内のように、チップセットの一部、拡張カード、ディスク・ドライブの一部またはコンピュータ・システムの別の一部として実行されてもよい。加えて、上述した実施例は不揮発性キャッシュを用いてディスク・ドライブのためにデータをキャッシュすることを議論する一方、その不揮発性キャッシュはまた他の大容量ストレージ装置のためにデータをキャッシュするために用いてもよい。このように、図 3, 4, 5 に示されるような実施例では、便宜上、ディスク・ドライブとしてのキャッシュに関するキャッシュを議論するが（例えば、ディスク・キャッシュ）、開示された装置および方法が他のタイプの大容量ストレージ装置に対してもデータをキャッシュするための

10

20

30

40

50

用いられてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施例に従う不揮発性キャッシュを有するコンピュータ・システムの部分ブロック図である。

【図 2】 本発明の実施例に従うディスク・ドライブの部分ブロック図である。

【図 3】 本発明の実施例に従うチップセットおよび不揮発性ディスク・キャッシュの部分ブロック図である。

【図 4】 本発明の実施例に従う不揮発性ディスク・キャッシュの部分ブロック図である。

【図 5】 本発明の実施例に従う不揮発性ディスク・キャッシュにおけるエントリの部分ブロック図である。 10

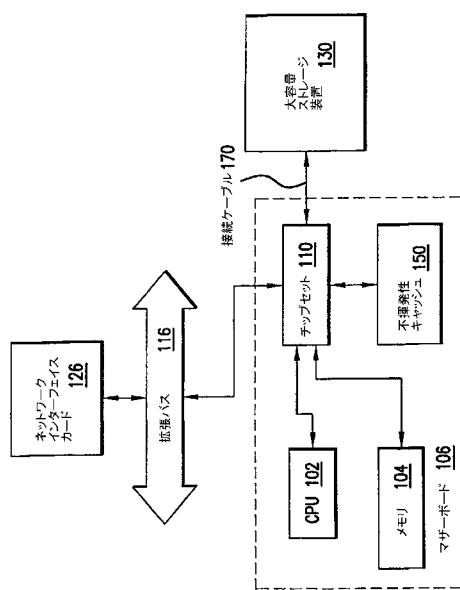
【図 6】 本発明の実施例に従う不揮発性ディスク・ドライブにおけるセクタと関連するデータを獲得する方法のフローチャートである。

【図 7】 本発明の実施例に従う不揮発性ディスク・キャッシュの拡張カードを有するコンピュータ・システムの部分ブロック図である。

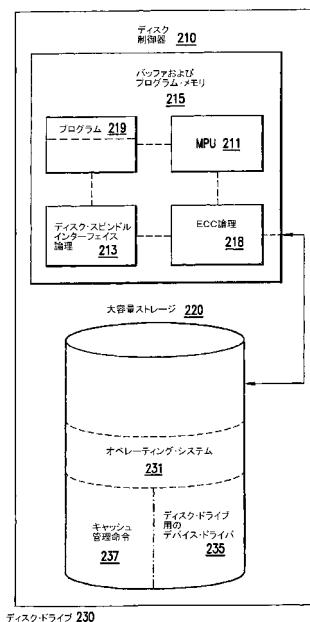
【図 8】 本発明の実施例に従う不揮発性ディスク・キャッシュを有するディスク・ドライブの部分ブロック図である。

【図 9】 本発明の実施例に従う不揮発性メモリにデータを格納する方法を示す。

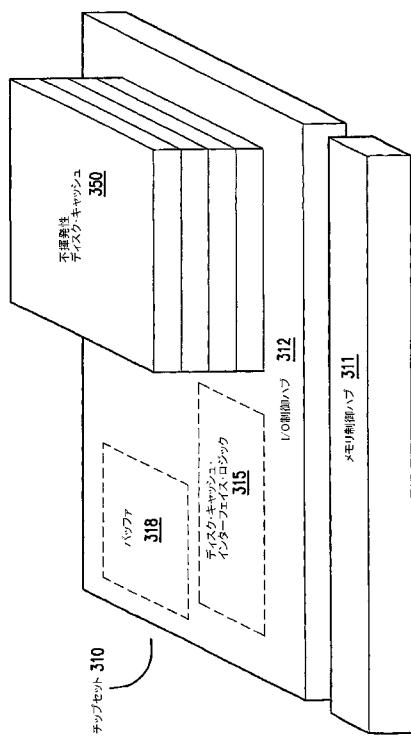
【図 1】



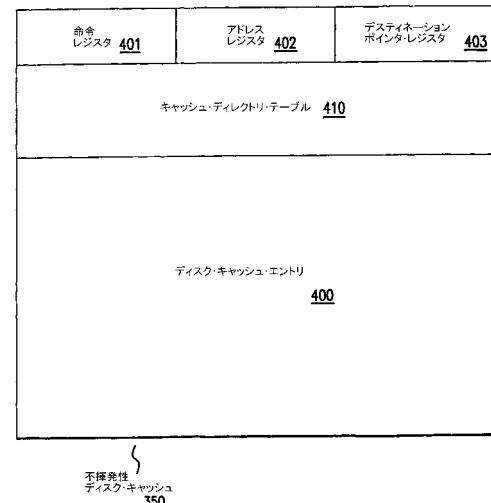
【図 2】



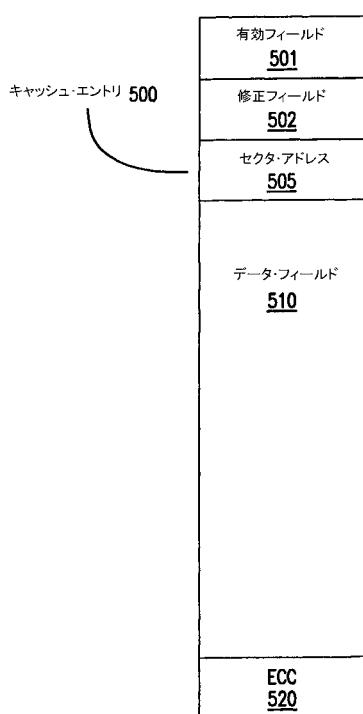
【図3】



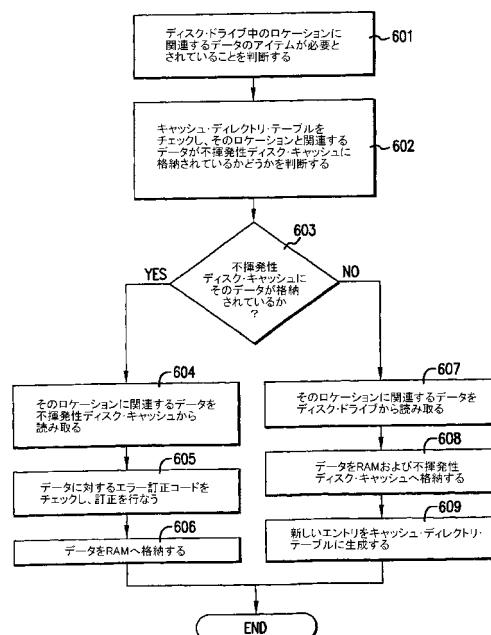
【図4】



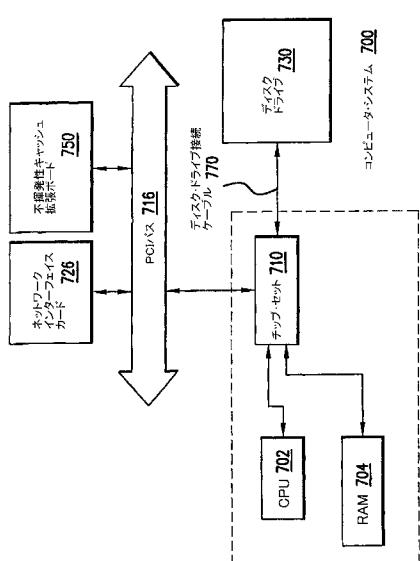
【図5】



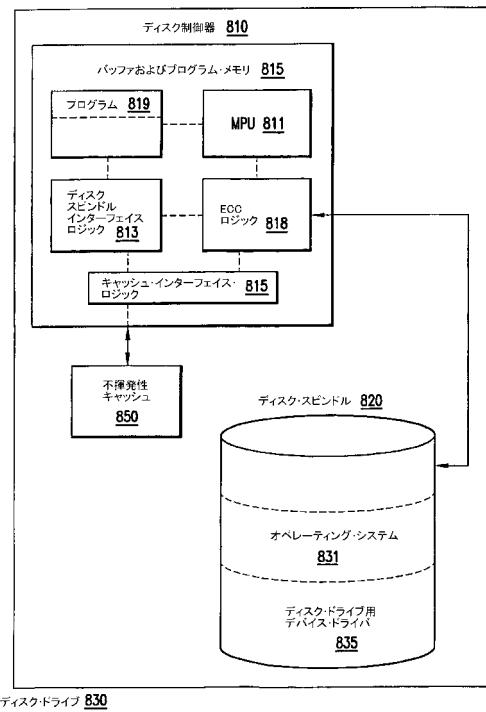
【図6】



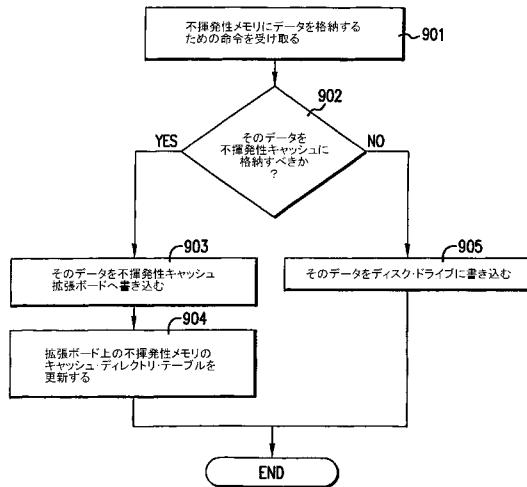
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2000-122968(JP,A)
特開平10-040170(JP,A)
特開平05-225055(JP,A)
特開平02-073439(JP,A)
特開昭63-062056(JP,A)
特開平05-250274(JP,A)
特表2003-523013(JP,A)
特表平11-511872(JP,A)
特開平10-154101(JP,A)
米国特許第05963721(US,A)
特開平07-225714(JP,A)
特表平06-505584(JP,A)
米国特許第05519831(US,A)
Ramakrishna Karedla、外2名、HDDの性能を改善するためのキャッシュ方式を提案、日経エレクトロニクス、日本、日経BP社、1994年9月12日、No:617、Pages:107-121
Toru Tanzawa, et al., A Compact On-Chip ECC for Low Cost Flash Memories, IEEE journal of Solid-State Circuits, IEEE, 1997年5月, Vol:32, No:5, Pages:662-669

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06F12/08-12/12
G06F 3/06- 3/08
G06F13/10-13/14
G06F13/20-13/378