

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-276026

(P2005-276026A)

(43) 公開日 平成17年10月6日(2005.10.6)

(51) Int. Cl.⁷

G06F 3/06
G11B 20/18

F I

G06F 3/06 305K
G11B 20/18 512C
G11B 20/18 520E
G11B 20/18 550E
G11B 20/18 552Z

テーマコード(参考)

5B065

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2004-91151(P2004-91151)

(22) 出願日 平成16年3月26日(2004.3.26)

(71) 出願人 503116280
ヒタチグローバルストレージテクノロジーズ
ネザーランドビービー
オランダ国 アムステルダム 1076
エイズィ パルナスストレーン ロカテリ
ケード 1

(74) 代理人 100103894

弁理士 家入 健

(74) 代理人 100113697

弁理士 新藤 善信

(72) 発明者 斎藤 博史

神奈川県小田原市国府津2880番地 株
式会社日立グローバルストレージテクノ
ロジーズ内

Fターム(参考) 5B065 BA01 CA12 EA04

(54) 【発明の名称】 データ記憶装置におけるエラー回復処理方法、データ記憶装置及び磁気ディスク記憶装置

(57) 【要約】

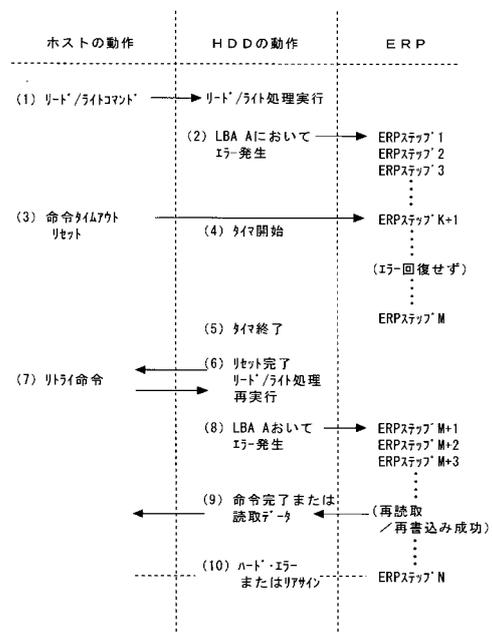
【課題】

エラー回復処理におけるエラー回復の確率を高める。

【解決手段】

ERP処理中にリセット・コマンドを取得すると、リセット・コマンドにตอบสนองしてタイマが起動される。リセット・コマンドを受信してから、タイマによって規定される予め定められた時間が経過するまでの間、ERPステップが続行される。タイマが終了すると、ERPステップMの終了時点でERP処理が停止する。また、HDD120はホスト110に対してリセットの完了を表すリセット・レディを返す。リセット・コマンド受信後もERP処理を続行するので、エラー回復の確率を高めることができる。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

データ記憶装置におけるエラー回復方法であって、
ホストから取得した第 1 のコマンドに関するエラー発生にตอบสนองして、複数のエラー回復ステップを含むエラー回復処理を開始するステップと、
前記エラー回復処理中に、前記ホストから第 2 のコマンドを取得するステップと、
前記第 2 のコマンドを取得した後に、前記エラー回復処理を続行するステップと、
前記第 2 のコマンドを取得してから予め定められた時間が経過した後に、前記第 2 のコマンドに対する完了通知を前記ホストに送信するステップと、
を有する、データ記憶装置におけるエラー回復処理方法。

10

【請求項 2】

前記第 2 のコマンドはリセット・コマンドである、請求項 1 に記載のデータ記憶装置におけるエラー回復処理方法。

【請求項 3】

前記第 1 のコマンドは、リード・コマンドもしくはライト・コマンドである、請求項 2 に記載のデータ記憶装置におけるエラー回復処理方法。

【請求項 4】

前記第 2 のコマンドを取得してから予め定められた時間が経過した後に、前記続行していたエラー回復処理を停止するステップをさらに有する、請求項 1 に記載のデータ記憶装置におけるエラー回復処理方法。

20

【請求項 5】

前記第 2 のコマンドの取得にตอบสนองしてタイマを起動するステップをさらに備え、
前記続行していたエラー回復処理を停止するステップは、前記タイマの終了にตอบสนองして前記続行していたエラー回復処理を停止し、
前記第 2 のコマンドに対する完了通知を送信するステップは、前記タイマの終了にตอบสนองして前記第 2 のコマンドに対する完了通知を送信する、
請求項 4 に記載のデータ記憶装置におけるエラー回復処理方法。

【請求項 6】

前記第 2 のコマンドに対する完了通知を送信するステップの後に、前記第 1 のコマンドのリトライ・コマンドを前記ホストから取得するステップと、
前記リトライ・コマンドにตอบสนองした処理において、同一エラー発生にตอบสนองして前記停止されたエラー回復処理を再開するステップと、
をさらに有する、
請求項 4 に記載のデータ記憶装置におけるエラー回復処理方法。

30

【請求項 7】

前記停止されたエラー回復処理を再開するステップは、前記停止されたエラー回復処理において終了したエラー回復ステップの次のエラー回復ステップから再開する、請求項 6 に記載のデータ記憶装置におけるエラー回復処理方法。

【請求項 8】

ホストとの間における通信データをインターフェースする、インターフェース部と、
前記ホストから取得した第 1 のコマンドに関するエラー発生にตอบสนองして、複数のエラー回復ステップを含むエラー回復処理を実行する、エラー回復処理実行部と、を備え、
前記エラー回復処理実行部は、第 2 のコマンドを取得した後に前記エラー回復処理を続行し、
前記インターフェース部は、前記第 2 のコマンドを取得してから予め定められた時間が経過した後に、前記第 2 のコマンドに対する完了通知を前記ホストに送信する、
データ記憶装置。

40

【請求項 9】

前記エラー回復処理実行部は、前記第 2 のコマンドを取得してから予め定められた時間が経過した後に前記エラー回復処理を停止する、請求項 8 に記載のデータ記憶装置。

50

【請求項 10】

前記第 2 のコマンドは前記第 1 のコマンドを取り消すコマンドである、請求項 8 に記載のデータ記憶装置。

【請求項 11】

前記第 1 のコマンドは、リード・コマンドもしくはライト・コマンドである、請求項 8 にデータ記憶装置。

【請求項 12】

前記第 2 コマンドの取得に応答して時間を計測する時間計測部をさらに備え、

前記エラー回復処理実行部は、前記時間計測部の計測時間に応じて前記エラー回復処理を停止し、

前記インターフェース部は、前記時間計測部の計測時間に応じて前記第 2 のコマンドに対する完了通知を前記ホストに送信する、

請求項 9 に記載のデータ記憶装置。

【請求項 13】

前記エラー回復処理実行部は、前記第 1 のコマンドに対するリトライ・コマンドに対するエラー回復処理において、前記停止されたエラー回復処理を再開する、請求項 8 に記載のデータ記憶装置。

【請求項 14】

前記エラー回復処理実行部は、前記停止されたエラー回復処理の最後に終了したエラー回復ステップを特定可能なデータを登録し、前記登録されたデータに基づいて決定されたエラー回復ステップから、前記停止されたエラー回復処理を再開する、請求項 13 に記載のデータ記憶装置。

【請求項 15】

前記エラー回復処理実行部は、前記停止されたエラー回復処理の最後に終了したエラー回復ステップの次のエラー回復ステップから前記停止されたエラー回復処理を再開する、請求項 13 に記載のデータ記憶装置。

【請求項 16】

ホストのデータを記憶する磁気ディスクと、

ホストとの間における通信データをインターフェースする、インターフェース部と、

前記ホストから取得したリードもしくはライト・コマンドに関するエラー発生に回答して、複数のエラー回復ステップを含むエラー回復処理を実行する、エラー回復処理実行部と、を備え、

前記インターフェース部は、前記ホストからリセット・コマンドを取得してから予め定められた時間が経過した後に、前記リセット・コマンドに対する完了通知を前記ホストに送信し、

前記エラー回復処理実行部は、前記リセット・コマンドを取得した後に前記エラー回復処理を続行し、前記リセット・コマンドを取得してから予め定められた時間が経過した後に前記エラー回復処理を停止し、前記リードもしくはライト・コマンドのリトライ・コマンドの処理における同一エラーの発生に回答して前記停止した回復処理において最後に終了したエラー回復ステップの次のステップから前記停止した回復処理を再開する、磁気ディスク記憶装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はデータ記憶装置におけるエラー回復処理に関する。

【背景技術】

【0002】

データ記憶装置として、光ディスクや磁気テープなどの様々な態様のメディアを使用す

10

20

30

40

50

る装置が知られている。その中で、磁気ディスクにデータを記憶するハード・ディスク・ドライブ（HDD）は、コンピュータの記憶装置として広く普及し、現在のコンピュータ・システムにおいて欠かすことができない記憶装置の一つとなっている。さらに、コンピュータにとどまらず、動画像記録再生装置、カーナビゲーション・システム、あるいはデジタルカメラなどで使用されるリムーバブルメモリなど、HDDの用途は、その優れた特性により益々拡大している。

【0003】

HDDで使用される磁気ディスクは、同心円状に形成された複数のトラックを有しており、各トラックにはアドレス情報（サーボ情報）と、ユーザ・データが記憶される。薄膜素子で形成された磁気ヘッドがアドレス情報に従って所望の領域（セクタ）にアクセスすることによって、データ書き込みあるいはデータ読み取りを行うことができる。データ読み取り処理において、磁気ヘッドが磁気ディスクから読み取れた信号は、信号処理回路によって波形整形や復号処理などの所定の信号処理が施され、ホストに送信される。ホストからの転送データは、信号処理回路によって同様に所定処理された後に、磁気ディスクに書き込まれる。

10

【0004】

磁気ディスクのデータ書き込み/データ読み取りにおいてエラーが生じた場合、ERP（Error Recovery Procedure）処理が実行される。ERP処理は、エラーに応じて予め登録されているERPステップを実行することによって、エラー回復を行う。各ERPステップにおいてデータ書き込み/データ読み取りの条件を変化され、ERP処理は、異なる条件におけるデータ書き込み/データ読み取り処理を繰り返すことによってエラー回復を行う。ERP処理については、例えば、特許文献1に開示されている。この特許文献1において、従来技術として、以下のERP処理の実行方法が開示されている。図6を参照して説明する。

20

【0005】

(1) ホスト・システムからHDDに対してリード又はライト・コマンドが伝えられ、HDDはそれに応答してリード又はライト処理を実行する。

(2) 論理ブロック・アドレス（LBA）Aにおいて読取り又は書込みエラーが発生すると、MPUはHDC、チャンネルを介してERP処理のステップ1から順次ERP処理を実行する。

30

(3) タイム・アウトまでの時間がERP処理の全ステップ（Mステップとする）の実行時間より短いシステムにおいては、ERPステップK（ $K < M$ ）まで実行されても依然としてエラーが回復しなかった場合、MPUはホスト・システムからリセット命令を受け取り、ERPステップKでERP処理が停止し、HDDはホストに対してリセット完了信号を伝える。

【0006】

(4) ホスト・システムからHDDに対してリトライ命令が伝えられ、HDDはそれに応答して再読取り又は再書込みを実行する。

(5) LBA「A」において再び読取り又は書込みエラーが発生すると、再度ERPステップ1から順次ERP処理が実行される。

40

(6) タイム・アウトまでの時間は通常システムにおいて一定なので、ERPステップKまで実行されても依然としてエラーが回復しなかった場合、MPUはホスト・システムからリセット命令を受け取り、ERPステップKでERP処理が停止し、HDDはホストに対してリセット完了信号を伝える。

【0007】

上述の従来技術においては、タイム・アウトまでの時間がERP処理の全ステップの実行時間より短く、リトライにおいては再びERPステップ1から実行されるため、ERPステップ（ $K + 1$ ）～Mまでは実行されない。このため、あるエラーに対してERPステップ（ $K + 1$ ）～Mの間に有効なステップがあったとしても、そのステップは実行されないため、エラーが回復する可能性は低い。

50

【0008】

この問題を解決するため、特許文献1は、タイム・アウトによってERP処理の実行が中断された場合、リトライの際には最後に実行されたERPステップの次のERPステップから実行することを提案する。中断されたERPステップからERP処理を再開することによって、より深いERPステップを実行することができるため、エラー回復の確率を高めることができる。

【0009】

【特許文献1】特開平10-161818号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0010】

上記特許文献1に記載のERP処理によれば、リトライにおいてより多くのERPステップを実行することができ、エラー回復の確率を向上することができる。リセット・コマンドに対する応答がない場合にホストはHDDをディスク接続するため、HDDはリセット・コマンドに応答することが必要である。一方、リセット・コマンド発行からディスク接続までは一定の時間が確保されているため、リセット・コマンドに対する応答はこの時間経過(タイム・アウト)前に実行すればよい。しかし、特許文献1に開示されたERP処理は、ホストからのリセット・コマンドの受信に응答して処理を即座に停止し、受信したリセット・コマンドに対する完了通知をホストに送信する。このため、リセット・コマンドの発行からタイム・アウトまでの時間を有効に使用することができず、実行可能なERPステップ数が限定されていた。

20

【0011】

本発明は上記の事情を背景としてなされたものであって、本発明の目的は、ERP処理において実行可能なERPステップ数を増加し、エラー回復の確率を向上することである。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明の第1の態様にかかるデータ記憶装置におけるエラー回復処理方法は、ホストから取得した第1のコマンドに関するエラー発生に응答して、複数のエラー回復ステップを含むエラー回復処理を開始するステップと、前記エラー回復処理中に、前記ホストから第2のコマンドを取得するステップと、前記第2のコマンドを取得した後に、前記エラー回復処理を続行するステップと、前記第2のコマンドを取得してから予め定められた時間が経過した後に、前記第2のコマンドに対する完了通知を前記ホストに送信するステップと、を有する。第2のコマンドを取得後にエラー回復処理を続行することによって、エラー回復の確率を高めることができる。また、予め定められた時間が経過した後に、前記第2のコマンドに対する完了通知を前記ホストに送信することによって、ホストへの응答を確実に行うことができる。

30

【0013】

前記第2のコマンドはリセット・コマンドである場合に、本発明は特に有用である。リセット・コマンドに対して予め定められた時間が経過した後に完了通知を送信するので、ホストによるディスク接続を効果的に回避することができる。あるいは、前記第1のコマンドは、リード・コマンドもしくはライト・コマンドである場合に、本発明は特に有用である。

40

【0014】

前記第2のコマンドを取得してから予め定められた時間が経過した後に、前記続行していたエラー回復処理を停止するステップをさらに有することが好ましい。これによって、許容される時間内におけるエラー回復ステップの実行を効果的に進めることができる。

【0015】

さらに、前記第2のコマンドの取得に응答してタイマを起動するステップをさらに備え、前記続行していたエラー回復処理を停止するステップは、前記タイマの終了に응答して

50

前記続行していたエラー回復処理を停止し、前記第2のコマンドに対する完了通知を送信するステップは、前記タイマの終了に回答して前記第2のコマンドに対する完了通知を送信することが好ましい。タイマによってエラー回復処理と完了通知の送信を制御することによって、完了通知の送信に応じて確実にエラー回復処理を進めることができる。

【0016】

前記第2のコマンドに対する完了通知を送信するステップの後に、前記第1のコマンドのリトライ・コマンドを前記ホストから取得するステップと、前記リトライ・コマンドに回答した処理において、同一エラー発生に回答して前記停止されたエラー回復処理を再開するステップと、をさらに有することが好ましい。さらに、前記停止されたエラー回復処理を再開するステップは、前記停止されたエラー回復処理において終了したエラー回復ステップの次のエラー回復ステップから再開することが好ましい。これによって、エラー回復ステップの重複した処理を低減し、より先のエラー回復ステップに進むことができる。

10

【0017】

本発明の第2の態様にかかるデータ記憶装置は、ホストとの間における通信データをインターフェースする、インターフェース部と、前記ホストから取得した第1のコマンドに関するエラー発生に回答して、複数のエラー回復ステップを含むエラー回復処理を実行する、エラー回復処理実行部と、を備える。前記エラー回復処理実行部は、第2のコマンドを取得した後に前記エラー回復処理を続行し、前記インターフェース部は、前記第2のコマンドを取得してから予め定められた時間が経過した後に、前記第2のコマンドに対する完了通知を前記ホストに送信する。第2のコマンドを取得後にエラー回復処理を続行することによって、エラー回復の確率を高めることができる。また、予め定められた時間が経過した後に、前記第2のコマンドに対する完了通知を前記ホストに送信することによって、ホストへの応答を確実に行うことができる。

20

【0018】

前記エラー回復処理実行部は、前記第2のコマンドを取得してから予め定められた時間が経過した後に前記エラー回復処理を停止することが好ましい。前記第2のコマンドは前記第1のコマンドを取り消すコマンドである場合に、あるいは、前記第1のコマンドは、データ・リード・コマンドもしくはデータ・ライト・コマンドである場合に、本発明は特に有用である。

【0019】

前記第2コマンドの取得に回答して時間を計測する時間計測部をさらに備え、前記エラー回復処理実行部は、前記時間計測部の計測時間に応じて前記エラー回復処理を停止し、前記インターフェース部は、前記時間計測部の計測時間に応じて前記第2のコマンドに対する完了通知を前記ホストに送信することが好ましい。

30

【0020】

前記エラー回復処理実行部は、前記第1のコマンドに対するリトライ・コマンドに対するエラー回復処理において、前記停止されたエラー回復処理を再開することが好ましい。さらに、前記エラー回復処理実行部は、前記停止されたエラー回復処理の最後に終了したエラー回復ステップを特定可能なデータを登録し、前記登録されたデータに基づいて決定されたエラー回復ステップから、前記停止されたエラー回復処理を再開することが好ましい。あるいは、前記エラー回復処理実行部は、前記停止されたエラー回復処理の最後に終了したエラー回復ステップの次のエラー回復ステップから前記停止されたエラー回復処理を再開することが好ましい。

40

【0021】

本発明の第3の態様にかかる磁気ディスク記憶装置は、ホストのデータを記憶する磁気ディスクと、ホストとの間における通信データをインターフェースする、インターフェース部と、前記ホストから取得したリードもしくはライト・コマンドに関するエラー発生に回答して、複数のエラー回復ステップを含むエラー回復処理を実行する、エラー回復処理実行部と、を備える。前記インターフェース部は、前記ホストからリセット・コマンドを取得してから予め定められた時間が経過した後に、前記リセット・コマンドに対する完了

50

通知を前記ホストに送信する。前記エラー回復処理実行部は、前記リセット・コマンドを取得した後に前記エラー回復処理を続行し、前記リセット・コマンドを取得してから予め定められた時間が経過した後に前記エラー回復処理を停止し、前記リードもしくはライト・コマンドのリトライ・コマンドの処理における同一エラーの発生にตอบสนองして前記停止した回復処理において最後に終了したエラー回復ステップの次のステップから前記停止した回復処理を再開する。

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、エラー回復処理において実行可能なエラー回復ステップ数を増加し、エラー回復の確率を向上することができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下に、本発明を適用可能な実施の形態が説明される。以下の説明は、本発明の実施形態を説明するものであり、本発明が以下の実施形態に限定されるものではない。説明の明確化のため、以下の記載及び図面は、適宜、省略及び簡略化がなされている。又、当業者であれば、以下の実施形態の各要素を、本発明の範囲において容易に変更、追加、変換することが可能である。尚、各図面において、同一要素には同一の符号が付されており、説明の明確化のため、必要に応じて重複説明は省略されている。

【0024】

まず、本実施形態におけるデータ処理システム及びそれに含まれるHDDの全構成について説明を行う。図1は、本実施形態におけるデータ処理システム100の概略構成を示す構成図である。データ処理システム100は、コンピュータやデジタルカメラなど、データ処理を行うホスト110と、データ記憶装置の一例であるハード・ディスク・ドライブ(HDD)120を有している。HDD120は、1もしくは複数の磁気ディスク121、ヘッド・スタック・アセンブリ123、さらに、磁気ディスク121へのデータの書き込み及び磁気ディスク121からのデータ読み取りのために、これらの要素を制御するコントローラ124を備えている。磁気ディスク121は、ホスト110から伝送されたデータを記憶する記憶メディアの一例である。ヘッド・スタック・アセンブリ123は、各磁気ディスク121の記録面に対応し、薄膜素子で形成された磁気ヘッド122を備えている。磁気ヘッド122は、データ読み取りあるいはデータ書き込みのために、磁気ディスク121の記憶領域にアクセスする。

20

30

【0025】

ホスト110から伝送されたホスト・ユーザ・データは、コントローラ124によって必要な処理がなされライト信号に変換されたあと、ヘッド・スタック・アセンブリ123に送られる。磁気ヘッド122は、取得したライト信号に応じて、磁気ディスク121の記録面にデータを書き込む。一方、磁気ヘッド122によって磁気ディスクから読み出されたリード信号は、コントローラ124によってデジタル信号に変換され必要な処理がなされたあと、ホスト110に伝送される。

【0026】

磁気ディスク121は、磁性層が磁化されることによってデータを記録する不揮発性の記録媒体であり、HDD120が動作しているときに、スピンドル・モータ125のスピンドル軸を中心として所定の速度で回転駆動される。HDD120の非動作時には、磁気ディスク121は静止している。磁気ディスク121の表面には、データを格納するための区画として同心円状に複数のトラックが形成されている。

40

【0027】

磁気ディスク121の表面には磁気ディスク121の半径方向に沿って形成されたサーボ・データ記憶領域が形成されている。磁気ディスク121の表面には複数のサーボ・データ記憶領域が形成され、各サーボ・データ記憶領域の間には、ユーザ・データ記憶領域が形成されている。ユーザ・データ記憶領域は、各トラックにおいて、円周方向に複数のセクタに分割されている。サーボ・データを磁気ヘッド122が読み取ることによって、

50

磁気ヘッド 1 2 2 の位置に関する情報を取得することができる。

【 0 0 2 8 】

ヘッド・スタック・アセンブリ 1 2 3 は、磁気ディスク 1 2 1 の表面に沿って揺動可能にフレーム内に取り付けられており、ボイス・コイル・モータ (V C M) 1 2 6 によって駆動される。ヘッド・スタック・アセンブリ 1 2 3 の先端部にはスライダが固定され、スライダ表面に磁気ヘッド 1 2 2 が固定されている。磁気ヘッド 1 2 2 は、典型的には、再生ヘッドと記録ヘッドを一体的に形成した薄膜素子である。ヘッド・スタック・アセンブリ 1 2 3 が揺動することによって、磁気ヘッド 1 2 2 が磁気ディスク 1 2 1 の表面の半径方向に沿って移動する。これによって、磁気ヘッド 1 2 2 が所望の領域にアクセスすることができる。

10

【 0 0 2 9 】

図 1 の例においては、ヘッド・スタック・アセンブリ 1 2 3 は、一つの磁気ディスク 1 2 1 に対して 2 つの磁気ヘッド 1 2 2 を有しており、磁気ヘッドそれぞれが磁気ディスク 1 2 1 の各表裏面に対応する。尚、HDD 1 2 0 は 1 枚の磁気ディスク 1 2 1 を有すること、あるいは、磁気ディスクの片面のみに対応する磁気ヘッド 1 2 2 を有することも可能である。

【 0 0 3 0 】

図 1 に示すように、コントローラ 1 2 4 は、リード/ライト・チャンネル (R / W チャンネル) 1 2 7 、ハードディスク・コントローラ (H D C) 1 2 8 、マイクロプロセッサ・ユニット (M P U) 1 2 9 、メモリ 1 3 0 、モータ・ドライバ・ユニット 1 3 1 を有している。モータ・ドライバ・ユニット 1 3 1 は、ボイス・コイル・モータ・ドライバ (V C M ドライバ) 1 3 2 及びスピンドル・モータ・ドライバ (S P M ドライバ) 1 3 2 を有している。

20

【 0 0 3 1 】

R / W チャンネル 1 2 7 は、ホスト 1 1 0 から取得したデータについて、ライト処理及びリード処理を実行する。ライト処理において、R / W チャンネル 1 2 7 は H D C 1 2 8 から供給された書き込みデータをコード変調し、さらにコード変調された書き込みデータをライト信号 (電流) に変換して磁気ヘッド 1 2 2 に供給する。磁気ヘッド 1 2 2 は、取得した信号に応じてコイルに電流を流すことによって磁気ディスク 1 2 1 にデータを書き込む。また、R / W チャンネル 1 2 7 はホスト 1 1 0 にデータを供給する際にはリード処理を行う。リード処理において、R / W チャンネル 1 2 7 は磁気ヘッド 1 2 2 から供給されたリード信号からデータを抽出し、フィルタリング処理、デコード処理等を行う。デコード処理された読み取りデータは、HDC 1 2 8 に供給される。

30

【 0 0 3 2 】

M P U 1 2 9 は、メモリ 1 3 0 にロードされたマイクロ・コードに従って動作し、磁気ヘッド 1 2 2 のポジショニング制御、インターフェース制御、ディフェクト管理、E R P (Error Recovery Procedure) 処理など、HDD 1 2 0 の全体の制御及びデータ処理に関する必要な処理を実行する。E R P 処理は、一般に、磁気ディスク 1 2 1 のデータ書き込み / データ読み取りにエラーが生じた場合に、データ書き込み / データ読み取りの条件を変化させて、データ書き込み / データ読み取り処理を繰り返すことによって、エラー回復を行う。特に、本形態において、M P U 1 2 9 は、E R P 処理において特徴的な処理を実行するが、この点については、後に詳述される。HDD 1 2 0 の起動に伴い、メモリ 1 3 0 には、M P U 1 2 9 上で動作するマイクロ・コードの他、制御及びデータ処理に必要とされるデータが磁気ディスク 1 2 1 あるいは R O M (不図示) からロードされる。

40

【 0 0 3 3 】

R / W チャンネル 1 2 7 によって読み出されるデジタル・データは、ホスト 1 1 0 からのユーザ・データの他に、サーボ・データを含んでいる。R / W チャンネル 1 2 7 は、読み取ったリード・データからサーボ・データを抽出する。M P U 1 2 9 は、マイクロ・コードに従って、サーボ・データを使用した磁気ヘッド 1 2 2 の位置決め制御処理を行う。M P U 1 2 9 からの制御データは V C M ドライバ 1 3 2 に出力される。V C M ドライバ 1 3 2

50

は制御信号に応じて駆動電流をVCM126に供給する。また、MPU129は、マイクロ・コードに従って、スピンドル・モータ125の回転制御のために、モータ・ドライバ・ユニット131のレジスタにSPM制御データをセットする。SPMドライバ133は、セットされたSPM制御データに応じて、スピンドル・モータ125の回転制御を実行する。尚、例えば、サーボ制御は、HDC128が実行するようにHDD120を構成することも可能である。

【0034】

HDC128は、ホスト110との間のインターフェース機能を備えており、ホスト110から伝送されるユーザ・データ及び、リード・コマンドやライト・コマンドを含む制御データなどを受信する。受信したユーザ・データは、R/Wチャンネル127に転送される。また、R/Wチャンネル127から取得した磁気ディスク121からの読み取りデータ、あるいは、データ転送のための制御データをホスト110に送信する。HDC128は、この他、ユーザ・データについての誤り訂正処理などを実行する。

10

【0035】

以下において、本形態におけるERP処理について説明する。ホスト110からのコマンドに応じて、データのリード/ライト処理が実行される。リード/ライト処理においては、ホスト110からのアドレス・データに応じて、磁気ディスク121上のサーボ・データを読み取ることによって所望のトラックにヘッドを位置決めした後、データの読み取り、書き込みが実行される。リード/ライト処理において、正確にデータの読み取り/書き込みができず、エラーとなる場合がある。エラーの原因の多くはデータの欠落である。データの欠落は、経時的に発生した磁気ディスク121表面上の傷や磁性体の経時変化等による損傷等が原因であることが多い。

20

【0036】

例えば、リード処理において、磁気ディスク121からのデータ読み取りは、磁気ディスク121、ヘッド122、及びR/Wチャンネルにおいて設定された標準の読み取り条件の下で実行される。標準条件に従った読み取りにおいてエラーが発生した場合に、条件を変化させて読み取りを繰り返す。条件は、例えば、追従性を意図的に変化させたり、読み取り信号を増幅するオート・ゲイン・コントロール(AGC)の増幅率を維持させたり、リード・データのフィルタ係数を変更して再度読み取りを実行する。これらの条件変更によるエラー回復は複数のエラー回復ステップを順次実行するERP処理を起動することによって行われる。

30

【0037】

ERP処理に含まれるエラー回復のステップとして知られたものは、例えば短時間で処理可能なステップとして、AGCホールド、オフトラックリード、サーボ領域のスキップ・リード、等がある。また、比較的時間を必要とするステップとして、バタフライシーク、低回転パーニッシュなどがある。バタフライシークは、エラーの発生したトラック近傍において、シーク動作を数回繰り返して、ターゲット・トラックに再度ヘッドを位置制御するものである。また、低回転パーニッシュは磁気ヘッド122のフライハイトを上げて、スライダによってディスク上の突起、ごみ等を排除してエラー回復を達成するものである。

40

【0038】

尚、ERP処理によっても書き込みが成功しない場合、ハード・エラーとして認識され、そのセクタのデータをスペア・セクタと呼ばれる磁気ディスク121上の代替のセクタに記録する、データ・リアサインが行われる。また、読み取り時においても、所定のERPステップでデータの読み取りが成功した場合、スペア・セクタにデータを移すための書き込みが行われ、同様にデータ・リアサインが行われる。

【0039】

上記のように、ERP処理は、所定のERPステップによって正確にデータの読み出し/書き込みが実行され、エラーが回復されることによって完了する。あるいは、予め登録されているERPステップが全て実行されエラーが回復されない場合に、ERP処理は完

50

了する。ERP処理の完了前に、ホスト110からリセット・コマンドが発行されることがある。リセット・コマンドは、既に発行されているコマンドを取り消す命令である。

【0040】

ホスト110は、コマンドをHDD120に発行した後、予め定められた時間が経過する(タイム・アウト)と、HDD120にリセット・コマンドを発行する。リセット・コマンドに対する完了応答(リセット・レディ)をHDD120から受信しないと、ホスト110はHDD120との接続をディスクネクトし、HDD120がホスト110から見えない状態とする。このため、HDD120は、リセット・コマンドを受信した場合、ディスクネクトされる前にホスト110にリセット・レディを返すことが必要である。

【0041】

本形態において、ERP処理は、ホスト110からのリセット・コマンドに 응답して中断される。また、受信したリセット・コマンドに対応して、リセット・レディをホスト110に返す。これによって、ERP処理中にホスト110からリセット・コマンドを受信した場合であっても、ホスト110によって接続をディスクネクトされることを避けることができる。

【0042】

また、リセット・コマンドの発行後に、ホスト110のERP処理が起動され、ホスト110からHDD120にリトライ指示がなされることがある。リトライ指示は、リセットされたコマンドと同一のコマンドを発行することによって、HDD120にリセットされた処理と同一の処理を命令する。また、1回のリトライにおいてタイム・アウトすると、リセット命令が、ホスト110によって再発行される。典型的には、ホスト110のERP処理におけるリトライ回数は予め決定されている。予め決定されている回数のリトライによってリード/ライト処理が正常に完了しない場合は、ハード・エラーとして処理、または磁気ディスク121のスペア領域へリアサインされる。

【0043】

上記のように、ERP処理は、コマンドに対応して予め登録されている複数のERPステップを、順に実行することによって進められる。いずれかのERPステップによってエラーが回復されることによってERP処理は完了する。このため、少ないリトライ回数によってエラー回復される確率を高めるためには、1回のリトライにおいてできる限り多くのERPステップを実行することが好ましい。

【0044】

例えば、1回のリトライによって終了可能なERPステップ数を増やすことによって、1回のリトライによって完了可能なERP処理を増やすことができる。あるいは、ERPステップの全てを終了するために、複数回のリトライが必要である場合、早いリトライ段階において、エラー回復することができる可能性を高めることができる。また、ERP処理が多くステップから構成されているため、ホスト110のリトライ規定数以内において全てのERPステップを終了することが難しい場合においても、より多くのERPステップを実行することが可能であるため、エラー回復の確率を飛躍的に高めることができる。

【0045】

本形態において、1回のリトライにおける実行ERPステップ数を増加させるため、リセット・コマンドをホスト110から受信した後すぐにリセット・レディを返すことなく、リセット・コマンド受信後の予め定められた時間が経過した後に、リセット・レディをホスト110に返す。リセット・コマンド受信からリセット・レディを返すまでの間に、ERP処理が実行される。これによって、1回のリトライにおけるERPステップ実行数を増加することができる。リセット・コマンド発行からディスクネクトまでの間には、タイム・アウトとなる時間が存在する。そのため、タイム・アウトの前にリセット・レディを返すことによって、ディスクネクトは避けることができる。

【0046】

また、本形態においては、リセット・コマンドによってERP処理が中断された場合、

10

20

30

40

50

ホスト110からのリトライ指示に回答して、中断されたERPステップから再開される。これによって、重複したERPステップの実行を避けることができるので、効率的なERP処理を実行することができる。上記のように、1回のリトライにおける実行ERPステップ数を増加し、ERPステップの重複的実行を避けることによって、ERP処理におけるエラー回復の確率を大きく向上することができる。

【0047】

図2を参照して、以下に、本形態におけるERP処理の概略を説明する。図2は、ホスト110の動作、HDD120の動作及びHDD120内のERP処理のそれぞれを示すシーケンス図である。ERP処理は、MPU129上で動作するマイクロ・コードによって実行制御される。

10

【0048】

(1) まず、ホスト110からHDD120に対してリード・コマンド又はライト・コマンドが発行される。HDD120はリード・コマンド又はライト・コマンドを受信し、それに回答してリード処理又はライト処理を実行する。

(2) 論理ブロック・アドレス(LBA)「A」において読取り又は書込みエラーが発生すると、ERPプログラムがメモリ130から呼び出され、MPU129はHDC128、R/Wチャンネル127などを介してERP処理のERPステップ1から順次ERPステップを実行する。

【0049】

(3) リセット命令が発行されるタイム・アウトまでの時間がERP処理の全ステップ(Nステップとする)の実行時間より短いシステムにおいては、ERPステップK(<N)まで実行されても依然としてエラーが回復しなかった場合、MPU129はホスト110からリセット・コマンドを受け取る。

20

(4) HDD120は、リセット・コマンドに回答してタイマを起動する。また、MPU129は、リセット・コマンドを受信してから、タイマによって規定される予め定められた時間が経過するまでの間、ERPステップ(K+1)~Mを実行する。

(5) 予め定められた時間が経過しタイマが終了すると、ERPステップMの終了時点でERP処理が停止する。

【0050】

(6) また、HDD120はホスト110に対してリセットの完了を表すリセット・レディを返す。なお、ERP処理がERPステップKまで実行される間にエラーが回復した場合、HDD120はコマンド完了通知(リード・データもコマンド完了通知に含まれるとする)をホスト110に送信する。あるいは、ERPステップK~Mまで実行される間にエラーが回復した場合は、リセット・レディがホスト110に返される。

30

【0051】

(7) ホスト110からHDD120に対してリトライ・コマンド(リセットされたコマンドと同一コマンド)が発行されると、HDD120は、受信したリトライ・コマンドに回答して、再読取り又は再書込みを実行する。リトライの回数は、ホスト110によって異なる。

【0052】

40

(8) エラー回復がされなかった場合、同じLBAにおいて再びエラーとなる確率は一般に高い。LBA「A」において再び読取り又は書込みエラーが発生すると、ERPプログラムがメモリ130から呼び出され、MPU129はHDC128、R/Wチャンネル127などを介して、ERPステップ(M+1)からERP処理を再開する。LBA「A」において読取り又は書込みエラーが発生しなかった場合、(9)のステップに進む。なお、LBA「A」以外のLBAで新たに読取り又は書込みエラーが発生した場合は、通常通り、ERPステップ1から順次実行される。

【0053】

(9) 再読取りが成功したらHDD120は読み取ったデータをホストに送り、再書込みが成功したらHDD120は命令完了通知をホスト110に対して伝える。エラー回復

50

がなされず、全てのERPステップが終了する前に、リセット・コマンドをホスト110から受信した場合、ステップ(3)～ステップ(9)までの処理が繰り返される。

(10) ERP処理の最終ステップであるERPステップNまで実行されてもエラーが回復しない場合、リード・コマンドの場合はハード・エラーと認識し、ライト・コマンドの場合はデータを他の物理ブロック・アドレス(PBA)にリアサインし、リアサイン先のPBAにデータを書き込む。

【0054】

図3は、本形態のERP処理に係わるシステムの論理構成を示すブロック図である。各論理ブロックは、MPU129上でマイクロ・コードが実行されることによって、あるいは、メモリ130に所定のデータを記憶することによって構成することができる。図3において、301はホスト110との間において、HDC128を介して、コマンド/データの通信を行うインターフェース部の一例であるインターフェース・ハンドラ、302は、ホスト110からのコマンドを、各実行ブロックにディスパッチするコマンド・ディスパッチャである。311は、非リード/ライト系のコマンドを実行する非リード/ライト系処理部である。

10

【0055】

321は、リード/ライト・コマンドに応じて、リード/ライト系処理及びその処理を行う各ブロックを制御する、リード/ライト系マネージャである。リード/ライト系マネージャ321は、コマンド及び状況を判断し、次にどのプロセスを実行するかを決定する。322は、リード/ライト系コマンドを実行するリード/ライト系実行部、323はERP処理を実行するERP実行部である。MPU129がマイクロ・コードに従って動作することによって、上記各ブロックとして機能する。324は、ERP処理の内容が登録されたERPテーブルである。ERP実行部323は、このテーブルを参照してERPステップを実行する。ERPテーブル324はメモリ130に記憶され、各エラーに対応する複数のERPステップが登録されている。325は、ERP処理を制御する制御データを記憶するメモリ130領域を示している。

20

【0056】

331は、ホスト110からのコマンドに応じて、HDC128、R/Wチャンネル127、ドライバ・ユニット131など、他のハードウェアを制御するハードウェア・マネージャである。ハードウェア・マネージャ331は、非リード/ライト系処理部311、リード/ライト系実行部322、あるいは、ERP実行部323からの要求に従ってハードウェアを制御する。332はリセット処理部であり、ホスト110からのリセット・コマンドの処理を行う。333は時間計測部の一例であるタイマである。タイマは、時間を測定し、予め定められた時間の経過を知らせる。これらのブロックも、MPU129上で動作するマイクロ・コードによって構成することができる。

30

【0057】

図3に示された論理構成のデータ処理動作について説明する。まず、図4を参照して、実行される処理の全体的概要を説明する。インターフェース・ハンドラ301は、ホスト110からコマンドを受け取ると(S401)、それをコマンド・ディスパッチャ302に渡す。コマンド・ディスパッチャ302は、コマンドの種類に応じてリード/ライト系のコマンドとその他のコマンドに振り分ける(S402)。リード/ライト系コマンドはリード/ライト系マネージャ321にディスパッチされ、その他のコマンドは非リード/ライト系処理部311にディスパッチされる。非リード/ライト系処理部311は、ディスパッチされたコマンドに応じて処理を実行する(S403)。

40

【0058】

リード/ライト系マネージャ321は、ディスパッチされたコマンドを取得すると、コマンド及び状況に応じてR/W系のプロセスを制御する。リード/ライト処理は、LBAから物理アドレスへのアドレス変換、ヘッドを目的トラックに移動するシーク処理、目的アドレスにおけるデータの書き込み/読み取り処理などを実行する。リード/ライト系マネージャ321は、取得したコマンド及び現在の状況に応じて、リード/ライト系実行部

50

3 2 2 に必要な処理を要求する。

【 0 0 5 9 】

リード/ライト系実行部 3 2 2 は、リード/ライト系マネージャ 3 2 1 から要求された処理を実行する (S 4 0 4)。リード/ライト系実行部 3 2 2 は、要求処理に応じて、実際の動作実行要求をハードウェア・マネージャ 3 3 1 に渡す。動作実行要求により、ハードウェア・マネージャ 3 3 1 の制御の下に他にハードウェア構成による実際の動作が実行される。動作実行が終了すると、エラー発生などの実行結果を表すステータス通知が、ハードウェア・マネージャ 3 3 1 からリード/ライト系マネージャ 3 2 1 に通知される。エラーの無い状態で処理が終了したことを通知された場合 (S 4 0 5 の N) は、リード/ライト系マネージャ 3 2 1 は次の処理の実行に移る。各処理が正常に終了しコマンドの実行処理が完了すると、インターフェース・ハンドラ 3 0 1 を介してコマンド完了通知がホストに通知される (S 4 0 6)。

10

【 0 0 6 0 】

コマンド実行における一連の処理中にエラーが発生すると (S 4 0 5 の Y)、リード/ライト系マネージャ 3 2 1 は E R P 実行部 3 2 3 に E R P 処理を要求し、E R P 実行部 3 2 3 による E R P 処理が実行される (S 4 0 7)。E R P 実行部 3 2 3 はリード/ライト系マネージャ 3 2 1 からエラーが発生したアドレスを通知され、そのアドレスについて、所定のエラー回復処理を実行する。

【 0 0 6 1 】

以下において、図 2 を参照して説明された E R P 処理について、図 3 のブロック図及び図 5 のフローチャートを参照して説明する。

20

L B A 「 A 」において読取り又は書込みエラーが発生すると (S 5 0 1)、E R P 実行部 3 2 3 がコールされ、E R P 実行部 3 2 3 はリード/ライト系マネージャ 3 2 1 からエラーが発生した処理及びアドレスを取得する (S 5 0 2)。E R P 実行部 3 2 3 は、E R P 処理の開始により、E R P 処理中であることを示す E R P フラグを立てる (S 5 0 3)。E R P 実行部 3 2 3 は、E R P テーブル 3 2 4 を参照し、エラーが発生した処理に応じた E R P 処理を決定する。E R P テーブル 3 2 4 は、E R P テーブル 3 2 4 に登録された E R P ステップに従って、ハードウェア・マネージャ 3 3 1 に要求を渡し、E R P ステップ 1 から順次 E R P ステップを実行する (S 5 0 4)。

【 0 0 6 2 】

発行したコマンドについてタイム・アウトとなると、ホスト 1 1 0 は、リセット・コマンドを H D D 1 2 0 に送信する。インターフェース・ハンドラ 3 0 1 は、リセット・コマンドを H D C 1 2 8 を介して取得し、コマンド・ディスパッチャ 3 0 2 にそれを渡す (S 5 0 5)。コマンド・ディスパッチャ 3 0 2 は、取得したコマンドがリセット・コマンドであると判断し、リセット処理部 3 3 2 にリセット・コマンドをディスパッチする。リセット処理部 3 3 2 は、リセット・コマンドを取得すると、E R P フラグを参照して、E R P 処理中であることを判定する (S 5 0 6)。E R P 処理中でなければ通常のリセット処理 (S 5 0 7) を行い、E R P 処理中である場合、E R P タイマ 3 3 3 を起動する (S 5 0 8)。図 2 の例に従えば、E R P 処理中であり、E R P 実行部 3 2 3 は E R P ステップ K まで終了している。

30

40

【 0 0 6 3 】

タイマ 3 3 3 の起動後、E R P 実行部 3 2 3 は E R P 処理を続行し、E R P ステップ (K + 1) から E R P ステップ M まで実行する (S 5 0 9)。このタイミングでタイマ 3 3 3 が終了すると、E R P 実行部 3 2 3 は E R P 処理を停止し、最後に終了した E R P ステップ M をメモリ 1 3 0 に登録する (S 5 1 0)。タイマ 3 3 3 の終了に回答して、リセット処理部 3 3 2 はリセット・レディをホスト 1 1 0 に返すことをインターフェース・ハンドラ 3 0 1 に要求する (S 5 1 1)。

【 0 0 6 4 】

ホスト 1 1 0 のリトライ処理が、リトライ・コマンド (リセットされたコマンドと同一のコマンド) を発行すると、リトライ・コマンドは、インターフェース・ハンドラ 3 0 1

50

からコマンド・ディスパッチャ302に渡される(S512)。コマンド・ディスパッチャ302は、リード/ライト系のコマンドであると判定し、リード/ライト系マネージャ321にコマンドの処理を要求する。リード/ライト系マネージャ321は、リード/ライト系実行部322に処理実行を要求し、リード処理又はライト処理が再実行される(S513)。

【0065】

LBA「A」において再び読取り又は書込みエラーが発生すると(S514)、リード/ライト系マネージャ321は、ERP実行部323をコールする。リード/ライト系マネージャ321は、ERP実行部323にリトライ・コマンドの処理であることを通知する。ERP実行部323は、メモリに登録されているERPステップを参照し、ERPステップ(M+1)からERP処理を再開する(S515)。

【0066】

図2を参照して説明されたように、再読取りが成功した場合に読み取ったデータをホスト110に送信され、再書込みが成功した場合にHDD120はコマンド完了通知がホスト110に送信される。尚、エラー回復がなされず、全てのERPステップが終了する前に、リセット・コマンドをホスト110から受信した場合、上記の処理が繰り返される。ERP処理の最終ステップであるERPステップNまで実行されてもエラーが回復しない場合にリード・コマンドの場合はハード・エラーと認識され、ライト・コマンドの場合にデータはリアサインされる。

【0067】

本実施形態によれば、ERP処理中にリセット・コマンドを受信した後もERP処理を続行するので、実行されるERPステップ数を増加し、エラー回復の確率を高めることができる。尚、ERP処理は、リセット・コマンド受信後に所定時間ERP処理を続行し、さらに、中断されたERPステップからのERP処理を再開することが好ましいが、設計によって、リセット・コマンド受信後のERP処理の続行のみを採用することも可能である。本形態のように、最後に終了したERPステップの次のステップからERP処理を再開することが好ましいが、設計によって、例えば、一部ステップを重複して実行することも可能である。本形態においては最後に終了したERPステップMが登録されるが、最後の終了ステップを特定することが可能であれば、データ内容は問われない。例えば、再開するステップ(M+1)を登録することも可能である。ステップ(M+1)によって、最後の終了ステップを特定することが可能である。

【0068】

ERP各処理と論理構成との関係は上記例に限定されるものではない。設計者は、効率的な機能及び回路構成によって、記憶装置を設計することができる。本実施形態において、HDD120はデータの書き込み及び読み取り処理を行うことができるが、再生のみを行う再生専用装置に本発明を適用することも可能である。尚、本発明は磁気ディスク記憶装置に特に有用であるが、記憶データを光学的に処理する光学記憶装置など、他の態様の記憶装置に適用することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0069】

【図1】本実施形態における、データ処理システムの概略構成を示すブロック図である。

【図2】本実施形態における、ERP処理の概略を示すシーケンス図である。

【図3】本実施形態における、ERP処理に関連するシステムの論理構成を示すブロック図である。

【図4】本実施形態における、ERP処理に関連するシステムの論理構成の全体的処理動作を示すフローチャートである。

【図5】本実施形態における、ERP処理の手順を示すフローチャートである。

【図6】従来技術におけるERP処理の概略を示すシーケンス図である。

【符号の説明】

【0070】

10

20

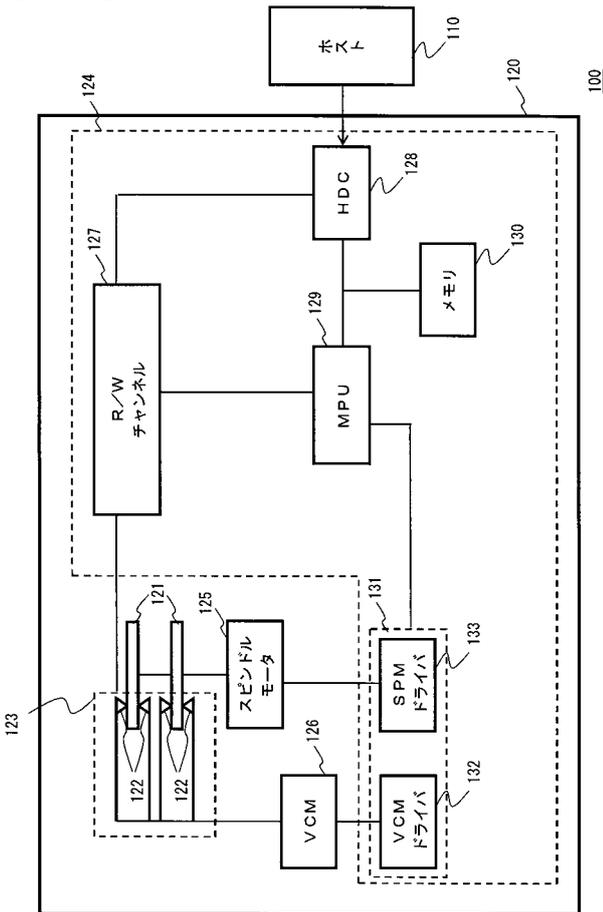
30

40

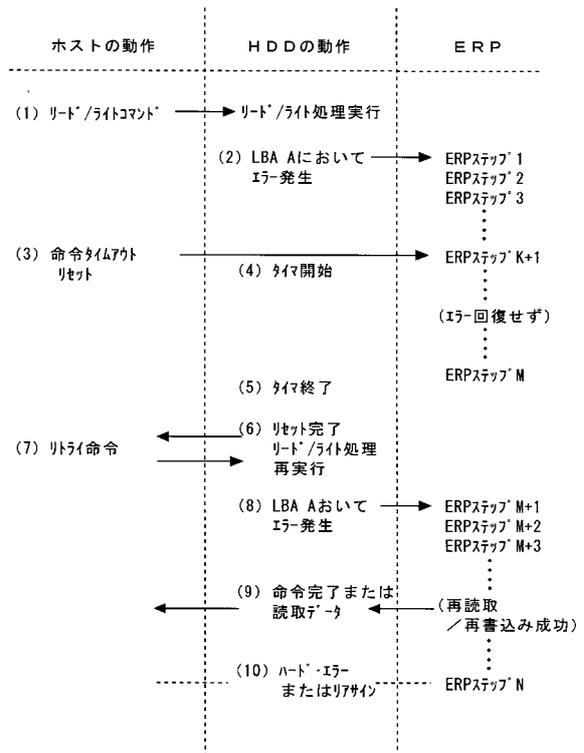
50

- 100 データ処理システム、110 ホスト、110 メモリ、
- 121 磁気ディスク、122 磁気ヘッド、123 ヘッド・スタック・アセンブリ、
- 124 コントローラ、125 スピンドル・モータ、127 R/Wチャンネル、
- 130 メモリ、131 モータ・ドライバ・ユニット、132 VCMドライバ、
- 133 SPMドライバ、301 インターフェース・ハンドラ、
- 302 コマンド・ディスパッチャ、311 非リード/ライト系処理部、
- 321 リード/ライト系マネージャ、322 リード/ライト系実行部、
- 323 ERP実行部、324 ERPテーブル、
- 331 ハードウェア・マネージャ、332 リセット処理部、333 タイマ

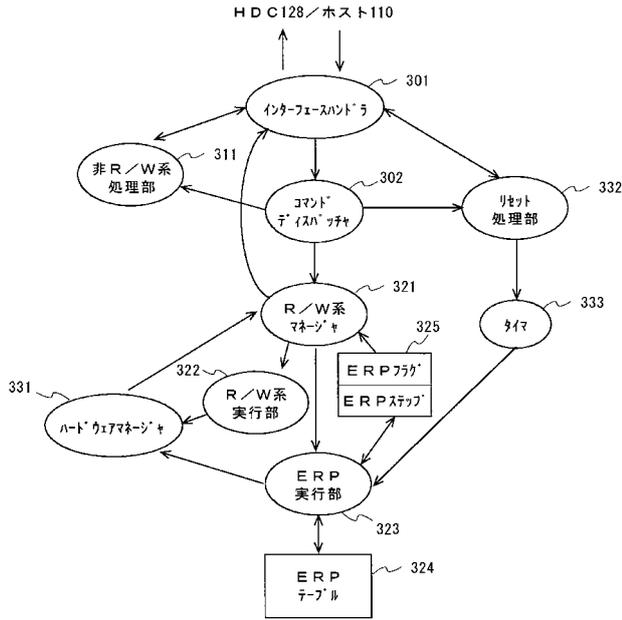
【図1】



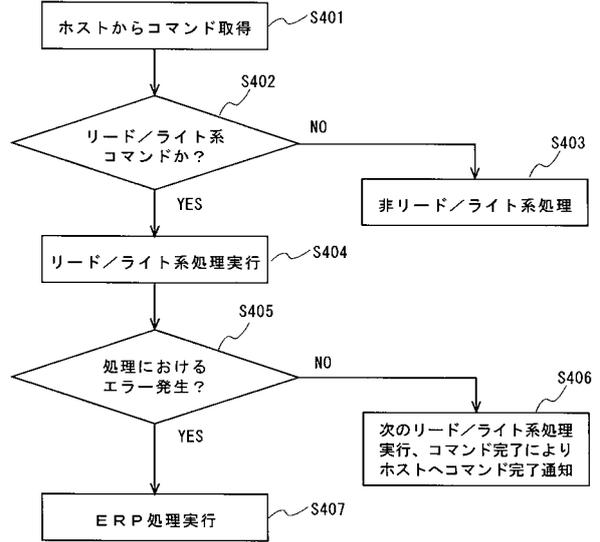
【図2】



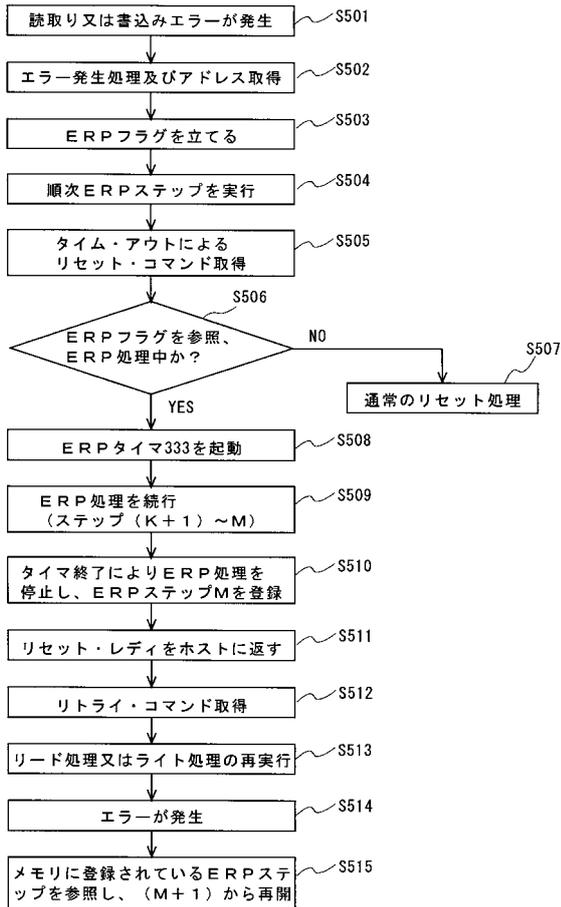
【図3】



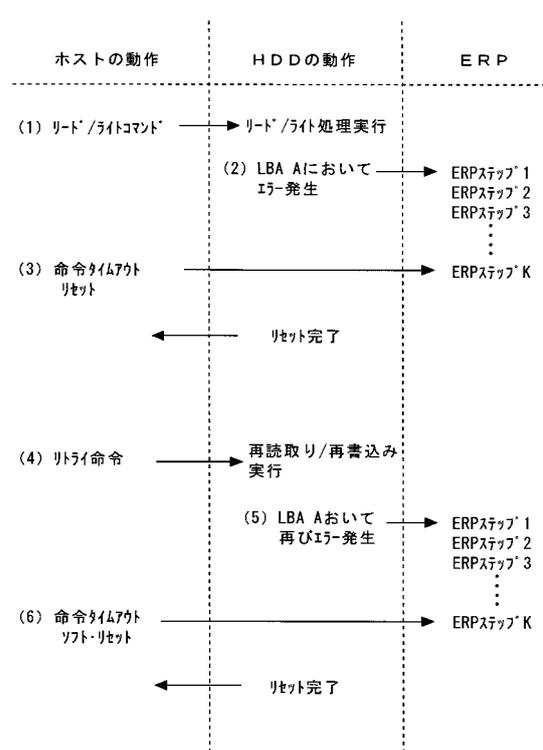
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.⁷

F I

テーマコード(参考)

G 1 1 B 20/18 5 7 2 B

G 1 1 B 20/18 5 7 2 F