

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5552195号
(P5552195)

(45) 発行日 平成26年7月16日(2014.7.16)

(24) 登録日 平成26年5月30日(2014.5.30)

(51) Int.Cl. F I
G 1 1 B 20/10 (2006.01) G 1 1 B 20/10 A
 G 1 1 B 20/10 3 1 1

請求項の数 6 (全 21 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2013-521496 (P2013-521496) (86) (22) 出願日 平成24年4月13日 (2012.4.13) (86) 国際出願番号 PCT/JP2012/060139 (87) 国際公開番号 W02012/176539 (87) 国際公開日 平成24年12月27日 (2012.12.27) 審査請求日 平成25年8月28日 (2013.8.28) (31) 優先権主張番号 特願2011-141259 (P2011-141259) (32) 優先日 平成23年6月24日 (2011.6.24) (33) 優先権主張国 日本国(JP)</p>	<p>(73) 特許権者 390009531 インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION アメリカ合衆国10504 ニューヨーク州 アーモンク ニュー オーチャードロード (74) 代理人 100108501 弁理士 上野 剛史 (74) 代理人 100112690 弁理士 太佐 種一</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 読出し及び書込み命令の混在するコマンド列を受け取った場合の最適な書込みを実行するリニア記録方式の装置、その方法、及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

テープ媒体に対する、位置移動、読出し、書込みの動作が前記テープ媒体の長手方向に往復して行われ、前記テープ媒体を有する1つの(テープ)カートリッジを搭載され、上位装置から(それぞれが移動命令(Position)により指定されたテープ位置に移動して)読出し命令(Read)と、上書き書込み及び追記書込みの命令(Write)を混在させたコマンド列であって、複数の前記Readは(順に第1、第2、・・・第m、第n・・・; m、n = m + 1)を含む前記コマンド列を受取るテープ記録装置であって、

読出し及び書込みに関わるデータを保管するバッファと、

前記バッファに保管されたデータを記録するテープと、

前記テープからデータを前記バッファに読出し、前記バッファからのデータを前記テープに書込みをする、読み書きヘッドと、

読出し命令に応じて前記テープの指定位置からデータを読出して前記バッファに保管し、追記書込み命令に応じて前記バッファに保管されたデータを前記テープの追記データ終端位置(EOD)から書込む制御手段とを備え、

更に、書込み命令により前記バッファ内に保管されたデータを保管する不揮発性メモリを設け、

前記制御手段は、

(a) 前記追記書込み命令を受取った際に、前記バッファ内保管データを前記不揮発性メモリ内の追記データ終端位置(メモリ内EOD)から保管し、

(b) 前記バッファ内データが前記不揮発メモリに書込まれた際に前記上位装置に前記追記書込み命令の完了を返し、

(c) 前記不揮発性メモリに保管されたデータに対して、前記追記書込み命令を受け取った後の第 m の Read の読み込みデータのテープ上の終端位置から第 n の Read の読み込み開始位置まで移動の際に、前記ヘッドに対する前記テープの走行する移動距離が最小になるように所定の判断基準で、前記不揮発性メモリに一時保管されたデータを移動して書込むべきテープ書込み位置 (EOD) に移動して追記書込みを実行し、

(d) 前記混在させたコマンド列の間に、所定のテープの位置にデータの上書き書込み命令を受けた場合に、

前記データの上書き書込みのテープ位置が前記テープの追記データ終端位置 (EOD) より前の場合に、前記上書きデータ位置を追記データ終端位置 (EOD) として更新し、

前記データの上書き書込みのテープ位置が前記テープの追記データ終端位置 (EOD) より後の場合に、前記上書きデータ位置を前記不揮発性メモリ内の追記データ終端位置 (メモリ内 EOD) として更新する、テープ記録装置。

【請求項 2】

前記判断基準は、前記テープの書込むべきデータ終端位置 (EOD) が前記移動距離間 (前記終端位置から前記開始位置の間) に存在する場合である請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記制御手段は、更新された前記データ終端位置 (EOD) を前記不揮発性メモリに保管する請求項 1 に記載の装置。

【請求項 4】

前記制御手段は、更新された前記データ終端位置 (EOD) を前記テープを含むカートリッジが有する不揮発性メモリに保管する請求項 1 に記載の装置。

【請求項 5】

読み出し及び追記書込みに関わるデータを一時保管するバッファと、前記バッファに保管されたデータを記録するテープと、前記テープからデータを前記バッファに読み出し、前記バッファからのデータを前記テープに書込みをする、読み書きヘッドと、読み出し命令に応じて前記テープの指定位置からデータを読み出して前記バッファに保管し、追記書込み命令に応じて前記バッファに保管されたデータを前記テープの追記データ終端位置 (EOD) から書込む制御手段とを備え、前記テープに対する、位置移動、読み出し、書込みの動作が前記テープ媒体の長手方向に往復して行われるテープ記録装置において、前記テープ媒体を有する 1 つのテープカートリッジを搭載され、上位装置から読み出し命令 (Read) と、上書き書込み及び追記書込みの命令 (Write) を混在させたコマンド列であって、複数の前記 Read は順に第 1、第 2、 \dots 第 m 、第 $n \dots (m, n = m + 1)$ を含む前記コマンド列を受取った場合の、書込み方法であって、

前記装置又はカートリッジに書込み命令により前記バッファ内に保管されたデータを保管する不揮発性メモリを設け、

(a) 前記追記書込み命令を受取った際に、前記バッファ内保管データを前記不揮発性メモリ内の追記データ終端位置 (メモリ内 EOD) に保管するステップと、

(b) 前記バッファ内データが前記不揮発性メモリに書き込まれた際に上前記位装置に前記追記書込み命令の完了を返すステップと、

(c) 前記不揮発性メモリに保管されたデータに対して、第 m の Read の読み込みデータのテープ上の終端位置から連続する第 n の Read の読み込み開始位置まで移動の際に、前記ヘッドに対する前記テープの走行する移動距離が最小になるように所定の判断基準で、前記不揮発性メモリに一時保管されたデータを移動して書き込むべきテープ書込み位置 (EOD) に移動して追記書き込むステップと、

(d) 前記混在させたコマンド列の間に、所定のテープの位置にデータの上書き書込み命令を受けた場合に、

前記データの上書き書込みのテープ位置が前記テープの追記データ終端位置 (EOD) より前の場合に、前記上書きデータ終端位置を追記データ終端位置 (EOD) として更新

10

20

30

40

50

するステップと、

前記データの上書き書込みのテープ位置が前記テープの追記データ終端位置（EOD）より後の場合に、前記上書きデータ終端位置を前記不揮発性メモリ内の追記データ終端位置（メモリ内EOD）として更新するステップと、を含むことを特徴とする、追記書込み方法。

【請求項6】

読出し及び追記書込みに関わるデータを一時保管するバッファと、前記バッファに保管されたデータを記録するテープと、前記テープからデータを前記バッファに読出し、前記バッファからのデータを前記テープに書込みをする、読み書きヘッドと、読出し命令に応じて前記テープの指定位置からデータを読出して前記バッファに保管し、書込み命令に応じて前記バッファに保管されたデータを前記テープから書込む制御手段とを備えたテープ記録装置において、テープ媒体に対する、位置移動、読出し、書込みの動作が前記テープ媒体の長手方向に往復して行われ、前記テープ媒体を有する1つのテープカートリッジを搭載され、上位装置から読出し命令（Read）と、上書き書込み及び追記書込みの命令（Write）を混在させたコマンド列であって、複数の前記Readは順に第1、第2、・・・第m、第n・・・（m、n = m + 1）を含む前記コマンド列を受取った場合の、書込みのためのプログラムであって、

前記装置又は前記カートリッジに、書込み命令により前記バッファ内に保管されたデータを保管する不揮発性メモリを設け、

(a) 前記追記書込み命令を受取った際に、前記バッファ内保管データを前記不揮発性メモリ内の追記データ終端位置（メモリ内EOD）に保管するステップと、

(b) 前記バッファ内データが前記不揮発性メモリに書き込まれた際に前記上位装置に前記追記書込み命令の完了を返すステップと、

(c) 前記不揮発性メモリに保管されたデータに対して、第mのReadの読込みデータのテープ上の終端位置から連続する第nのReadの読込み開始位置まで移動の際に、前記ヘッドに対する前記テープの走行する移動距離が最小になるように所定の判断基準で、前記不揮発性メモリに一時保管されたデータを移動して書き込むべきテープ書込み位置（EOD）に移動して追記書き込むステップと、

(d) 前記混在させたコマンド列の間に、所定のテープの位置にデータの上書き書込み命令を受けた場合に、

前記データの上書き書込みのテープ位置が前記テープの追記データ終端位置（EOD）より前の場合に、前記上書きデータ終端位置を追記データ終端位置（EOD）として更新するステップと、

前記データの上書き書込みのテープ位置が前記テープの追記データ終端位置（EOD）より後の場合に、前記上書きデータ終端位置を前記不揮発性メモリ内の追記データ終端位置（メモリ内EOD）として更新するステップと、をコンピュータに実行させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、読出し及び書込み命令（Read及びWrite）の混在するコマンド列を受け取った場合における最適な書込みを実行するリニア記録方式のテープ記憶装置、その方法、及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

テープ記録装置（テープドライブ）は、シーケンシャルアクセスデバイスである。ドライブの動作には、テープカートリッジの取込み/搭載（Mount/Load）と、吐出し（Unmount、Unload）がある。また、テープ動作には、テープ媒体に対する位置移動（Position命令）、書込み（Write命令）、読出し（Read命令）と、同期（Sync命令：Synchronize）がある。

【0003】

10

20

30

40

50

テープ上に書かれるデータには、ユーザデータと、ユーザデータの区切りを表すファイルマーク(FM: File Marker)がある。Write動作は、テープ上の最終データの後へ移動してから書込む追記方式か、古いデータの上に新たに書き直す上書き方式のいずれかになる。

【0004】

通常、テープドライブでは、読出し動作と書込み動作は混在できる。その際、移動動作と同期動作(flush)を伴う。同期動作と移動動作はテープの長さ方向の移動を発生させるため、テープドライブのRead/Writeのパフォーマンスを悪くする要因となっている。なお、同期動作は、バッファに一時保管されたデータをテープ媒体に書いたことを確実にする動作である。

10

【0005】

階層ストレージ管理システム(HSM: Hierarchical Storage Management)ではテープドライブに対する読出し/書き込み動作が混在している。テープドライブもHSMの下層のテープライブラリに含まれている。全体の読出し・書込み処理の全体のパフォーマンスの低下を避けるために単一テープドライブに対してRead/Write動作の混在は行っていない。

【0006】

その代わり、テープカートリッジのマウント毎にWriteもしくはRead動作の何れかだけを行っている。または、複数のテープドライブをWrite用とRead用に分けている。これらの方法は、より多くのテープドライブを必要とし、また時間(手間)のかかるマウント動作を増やし処理パフォーマンスを低下させる。

20

【0007】

非特許文献1及び2は、テープカートリッジがRead及びWrite専用で使用される利用環境を例示する。大規模な科学技術計算では特に、1つのテープカートリッジにWrite・Read混在で使用するとパフォーマンスの向上が図れない。この点は通常のテープ記憶装置を含む記憶装置階層化システムにおいても同様である。

【0008】

特許文献1は、テープドライブが1つのカートリッジにおいて、Read/Write動作の混在させた操作(オペレーション)を実現させる発明を提供する。ここで、この発明で考慮されているWrite方式は、追記書込み(Append Write、追記Write)である。テープドライブのシーケンシャルの移動方式より、追記Writeは、テープ上の書込みデータの終端位置(EOD: End of Data)を順次後退させる書込み方式である。

30

【0009】

しかし、テープドライブのWrite方式には、追記Writeの他に上書き書込み(Over Write、上書きWrite)がある。上書きWriteは、追記Writeによりデータが書込み済みのテープ位置(例えばデータセット)に、新たなデータを上書きするコマンドである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】特願2009-294309

40

【非特許文献】

【0011】

【非特許文献1】http://castor.web.cern.ch/castor/presentations/2006/Review/Castor_Monitoring.pdf

【非特許文献2】https://twiki.cern.ch/twiki/pub/FIOgroup/TapeRefCernUsageNov2007/tape_usage_efficiency_v05.pdf

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

従って、一つのテープドライブ及びテープカートリッジにおけるRead/Writeの混在操作

50

において、上書き Write が受けた場合も考慮する必要である。

【0013】

そこで、本発明の目的は、Read/Write動作の混在するオペレーションの最中に上書き Write を受ける場合の、最適な書込み方法を有する（リニア記録方式）テープ記憶装置、その方法、及びプログラムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0014】

上記の目的を達成する本発明は、テープ媒体に対する、位置移動、読出し、書込みの動作が前記テープ媒体の長手方向に往復して行われ、読出し命令（Read）と、上書き書込み及び追記書込みの命令（Write）を混在させたコマンド列であって、上位装置から複数の前記 Read は順に第1、第2、・・・第m、第n・・・（m、n = m + 1）を与える前記コマンド列を受取るテープ記録装置である。

10

この装置は、読出し及び書込みに関わるデータを保管するバッファと、

前記バッファに保管されたデータを記録するテープと、

前記テープからデータを前記バッファに読出し、前記バッファからのデータを前記テープに書込みをする、読み書きヘッドと、

読出し命令に応じて前記テープの指定位置からデータを読出して前記バッファに保管し、追記書込み命令に応じて前記バッファに保管されたデータを前記テープのデータ書込み追記データ終端位置（EOD）から書込む制御手段とを備え、

更に、書込み命令により前記バッファ内に保管されたデータを保管する不揮発性メモリを設け、前記制御手段は、更に

20

（a）前記追記書込み命令を受取った際に、前記バッファ内保管データを前記不揮発性メモリ内の追記データ終端位置（メモリ内EOD）から保管し、

（b）前記バッファ内データが前記不揮発メモリに書込まれた際に前記上位装置に前記追記書込み命令の完了を返し、

（c）前記不揮発性メモリに保管されたデータに対して、前記追記書込み命令を受け取った後の第mの Read の読込みデータのテープ上の終端位置から第nの Read の読込み開始位置まで移動の際に、前記ヘッドに対する前記テープの走行する移動距離が最小になるように所定の判断基準で、前記不揮発性メモリに一時保管されたデータを移動して書込むべきテープ書込み位置（EOD）に移動して書込むことを実行し、

30

（d）前記混在させたコマンド列の間に、所定のテープの位置にデータの上書き書込み（Over Write）命令を受けた場合であって、前記上書き書込み命令は書き込まれたデータの終端がデータ終端位置（EOD）となるコマンドであり、

前記データの上書き書込みのテープ位置が前記テープの追記データ終端位置（EOD）より前（小さな値）の場合に、前記上書きデータ位置を追記データ終端位置（EOD）として更新し、

前記データの上書き書込みのテープ位置が前記テープの追記データ終端位置（EOD）より後（大きな値）の場合に、前記上書きデータ位置を前記不揮発性メモリ内の追記データ終端位置（メモリ内EOD）として更新する、ことを特徴とする。

【0015】

40

この装置は、前記判断基準が前記テープの書込むべきデータ終端位置（EOD）が前記移動距離間（前記終端位置から前記開始位置の間）に存在する場合であることを特徴とする。

【0016】

この装置の制御手段は、更新された前記データ終端位置（EOD）を前記不揮発性メモリに保管することを特徴とする。

【0017】

この装置の制御手段は、更新された前記データ終端位置（EOD）を前記テープを含むカートリッジが有する不揮発性メモリに保管することを特徴とする。

【0018】

50

更に上記の目的を達成する本発明は、読出し及び追記書込みに関わるデータを一時保管するバッファと、前記バッファに保管されたデータを記録するテープと、前記テープからデータを前記バッファに読出し、前記バッファからのデータを前記テープに書込みをする、読み書きヘッドと、読出し命令に応じて前記テープの指定位置からデータを読出して前記バッファに保管し、追記書込み命令に応じて前記バッファに保管されたデータを前記テープから書込む制御手段とを備えたテープ記録装置において、テープ媒体に対する、位置移動、読出し、書込みの動作が前記テープ媒体の長手方向に往復して行われるテープ記録装置において、前記テープ媒体を有する1つのカートリッジを搭載され、上位装置から（それぞれが移動命令（Position）により指定されたテープ位置に移動して）読出し命令（Read）と、上書き書込み及び追記書込みの命令（Write）を混在させたコマンド列であって、複数の前記Readは順に第1、第2、・・・第m、第n・・・（m、n = m + 1）を含む前記コマンド列を受取った場合の、書込みの方法である。

10

この方法は、更に、前記装置又はカートリッジに書込み命令により前記バッファ内に保管されたデータを保管する不揮発性メモリを設け、

（a）前記追記書込み命令を受取った際に、前記バッファ内保管データを前記不揮発性メモリ内の追記データ終端位置（メモリ内EOD）に保管するステップと、

（b）前記バッファ内データが前記不揮発性メモリに書き込まれた際に前記上位装置に前記追記書込み（同期）命令の完了を返すステップと、

（c）前記不揮発性メモリに保管されたデータに対して、第mのReadの読込みデータのテープ上の終端位置から連続する第nのReadの読込み開始位置まで移動の際に、前記ヘッドに対する前記テープの走行する移動距離が最小になるように所定の判断基準で、前記不揮発性メモリに一時保管されたデータを移動して書き込むべきテープ書込み位置（EOD）に移動して書き込むステップとを実行し、

20

（d）前記混在させたコマンド列の間に、所定のテープの位置にデータの上書き書込み（Over Write）命令を受けた場合であって、前記上書き書込み命令は書き込まれたデータの終端がデータ終端位置（EOD）となるコマンドであり、

前記データの上書き書込みのテープ位置が前記テープの追記データ終端位置（EOD）より前（小さな値）の場合に、前記上書きデータ位置を追記データ終端位置（EOD）として更新するステップと、

前記データの上書き書込みのテープ位置が前記テープの追記データ終端位置（EOD）より後（大きな値）の場合に、前記上書きデータ位置を前記不揮発性メモリ内の追記データ終端位置（メモリ内EOD）として更新するステップと、を実行することを特徴とする。

30

【0019】

更に上記の目的を達成する本発明は、読出し及び追記書込みに関わるデータを一時保管するバッファと、前記バッファに保管されたデータを記録するテープと、前記テープからデータを前記バッファに読出し、前記バッファからのデータを前記テープに書込みをする、読み書きヘッドと、読出し命令に応じて前記テープの指定位置からデータを読出して前記バッファに保管し、書込み命令に応じて前記バッファに保管されたデータを前記テープから書込む制御手段とを備えたテープ記録装置において、テープ媒体に対する、位置移動、読出し、書込みの動作が前記テープ媒体の長手方向に往復して行われ、前記テープ媒体を有する1つのテープカートリッジを搭載され、上位装置から（それぞれが移動命令（Position）により指定されたテープ位置に移動して）読出し命令（Read）と、上書き書込み及び追記書込みの命令（Write）を混在させたコマンド列であって、複数の前記Readは順に第1、第2、・・・第m、第n・・・（m、n = m + 1）を含む前記コマンド列を受取った場合の書込みのためのプログラムである。

40

このプログラムは、更に、前記装置又はテープカートリッジに書込み命令により前記バッファ内に保管されたデータを保管する不揮発性メモリを設け、

（a）前記追記書込み命令を受取った際に、前記バッファ内保管データを前記不揮発性メモリ内の追記データ終端位置（メモリ内EOD）に保管するステップと、

50

(b) 前記バッファ内データが前記不揮発性メモリに書き込まれた際に前記上位装置に前記追記書込み(同期)命令の完了を返すステップと、

(c) 前記不揮発性メモリに保管されたデータに対して、第mのReadの読み込みデータのテープ上の終端位置から連続する第nのReadの読み込み開始位置まで移動の際に、前記ヘッドに対する前記テープの走行する移動距離が最小になるように所定の判断基準で、前記不揮発性メモリに一時保管されたデータを移動して書き込むべきテープ書込み位置(EO D)に移動して書き込むステップと、

(d) 前記混在させたコマンド列の間に、所定のテープの位置にデータの上書き書込み(Over Write)命令を受けた場合であって、前記上書き書込み命令は書き込まれたデータの終端がデータ終端位置(EO D)となるコマンドであり、

10

前記データの上書き書込みのテープ位置が前記テープの追記データ終端位置(EO D)より前(小さな値)の場合に、前記上書きデータ位置を追記データ終端位置(EO D)として更新するステップと、

前記データの上書き書込みのテープ位置が前記テープの追記データ終端位置(EO D)より後(大きな値)の場合に、前記上書きデータ位置を前記不揮発性メモリ内の追記データ終端位置(メモリ内EO D)として更新するステップと、をコンピュータに実行させることを特徴とする。

【発明の効果】

【0020】

以上のように本発明によれば、本発明のテープ記録装置は、上位装置から読出しと追記書き込みの混在するコマンド列に上書き書込みが介在した場合でも、全体の混在オペレーティングのパフォーマンスの向上を実現できる。

20

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本実施の形態が適用されるテープドライブを含むテープライブラリ100の構成例を示した図である。

【図2】テープドライブのテープ23上での通常の移動、読み、書き、についての動作について示す。

【図3】従来のRead/Writeの混在動作の例を示す。

【図4】同期動作を省略するとテープの移動距離が短縮できることを示す。

30

【図5】実施例の書き込み・同期動作の省略による移動距離の短縮を示す。

【図6】同期動作省略及びその後の書き直し動作と移動距離増加の増減関係(図5の1-a~4-bケース)をまとめた表を示す。

【図7】1-aのケースにおいて移動の途中において書き込み位置が存在することを示す。

【図8】不揮発性記憶領域に空き領域が無くなった場合テープ上にデータを書く態様を示す。

【図9】データ追記書き出し(Write)動作フローを示す。

【図10】追記Write/Readの混在の際、上書きWrite及び追記Writeの両方を受け付ける場合のフローを示す。

【図11】同期(Sync)の動作フローを示す。

40

【図12】2点間の移動における移動において、書き込み位置が存在する場合の移動(Position)の動作フローを示す。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下において、リニア記録方式であり、1つのテープカートリッジを搭載されホストから読出し及び追記書込み(Append Write)の命令を混在するコマンド列を受取ったテープドライブにおいて、上書き書込み(Over Write)が介在する場合の新規な追記書込みの方法を実施形態(以下「実施例」という)が説明される。これら実施例は、例示であり本発明の追記書込するテープ記録装置、その方法およびプログラムを限定するものではない。

50

【 0 0 2 3 】

テープドライブが搭載された1つのテープカートリッジ(カートリッジ)に対して追記書込みと読出しが混在する動作をする場合に、読み書きヘッドに対する総テープ移動距離及び時間を短くすることを考える。このために本発明の概要は、次の発明特定事項(構成)を実行するように与えられる。

1. バッファに書かれたデータの同期(テープへの書込み)が必要となった際には、同期されるべきデータを一時的な不揮発性記憶領域に書込む。
2. 一時的な記憶領域は、テープの移動が不要となる場所、あるいは、本来の場所に記録する場合と比べてテープの総移動距離・時間が短くなるような場所を使用する。また書き込み時間は、通常書き込み時間と同じか、より速くなるものを使用する。
3. 一時的に記憶されたデータは、後で本来記録されるべき位置に書き直す。通常はバッファにデータを残しておき、書き直しの際に一時的な記憶領域からの読み直しは不要とする。
4. 書き直し動作は、その後の移動動作の一部として行う。
5. 電源が落ちるなどしてバッファのデータが損失した場合には、エラーからの復旧処理として、不揮発性の一時的な記憶領域から読出して、本来の記録位置に書き直す。

10

【 0 0 2 4 】

まず、本実施の形態が適用されるテープドライブ及びそれを含むテープライブラリについて説明する。

図1は、本実施の形態が適用されるテープドライブを含むテープライブラリ100の構成例を示した図である。

20

図示するように、テープライブラリ100は、テープドライブ10と、ライブラリ制御機構30と、アクセッサ40と、カートリッジスロット50とを備える。

このうち、テープドライブ10は、ホストインターフェイス(以下、「ホストI/F」という)11と、バッファ12と、チャンネル13と、書込みヘッド14aと、読出しヘッド14bと、モータ15とを含む。また、コントローラ16と、ヘッド位置制御システム17と、モータドライバ18とを含む。更に、テープドライブ10には、テープカートリッジ(以下、単に「カートリッジ」という)20が挿入されることにより装填可能となっているので、ここでは、カートリッジ20も図示している。このカートリッジ20は、リール21、22に巻かれたテープ23を含む。テープ23は、リール21、22の回転に伴い、リール21からリール22の方向へ、又は、リール22からリール21の方向へ、長手方向に移動する。尚、テープ23としては、磁気テープが例示されるが、磁気テープ以外のテープ媒体でもよい。

30

【 0 0 2 5 】

また、カートリッジ20は、カートリッジメモリ24も含む。このカートリッジメモリ24は、例えば、テープ23上にどのようにデータが書かれたかの情報を記録する。そして、例えばRFインターフェイスを用いて非接触でテープ23に書かれたデータのインデックスやテープ23の使用状況等を調べることにより、データへの高速アクセスを可能としている。尚、図では、このRFインターフェイスのようなカートリッジメモリ24へのアクセスを行うためのインターフェイスを、カートリッジメモリインターフェイス(以下、「CMI/F」という)19として示している。

40

【 0 0 2 6 】

ここで、ホストI/F11は、ホスト200との通信を行う。例えば、ホスト200から、テープ23へのデータの書込みを指示するコマンド、テープ23を目的の位置に移動させるコマンド、テープ23からのデータの読出しを指示するコマンドを受け取る。尚、このホストI/F11で用いる通信規格としては、SCSIが例示される。SCSIの場合、1つ目のコマンドは、Writeコマンドに相当する。2つ目のコマンドはテープの移動動作のためとして、LocateコマンドやSpaceコマンドに相当する。3つ目のコマンドは、Readコマンドに相当する。また、ホストI/F11は、ホスト200に対し、これらのコマンドに応じた処理が成功したのか失敗したのかの応答を返す。

50

【 0 0 2 7 】

バッファ 1 2 にバッファリングされたデータは、同期動作 (F l u s h) によりテープ 2 3 に書き込まれる。 W r i t e 後の同期は、命令で明示される場合 (Write Filemark コマンドなど) と、暗示される場合 (位置移動のコマンド Locate、Space、Rewind、Unload など) がある。また、 Write コマンド自身のオプションで同期が完了するまで、 Write コマンドそのものが完了しない場合もある。

【 0 0 2 8 】

バッファ 1 2 は、テープ 2 3 に書き込むべきデータやテープ 2 3 から読出されたデータを蓄積するメモリである。例えば、 D R A M (Dynamic Random Access Memory) によって構成される。また、バッファ 1 2 は、複数のバッファセグメントからなり、各バッファセグメントが、テープ 2 3 に対する読み書きの単位であるデータセットを格納している。

10

チャンネル 1 3 は、テープ 2 3 に書き込むべきデータを書込みヘッド 1 4 a に送ったり、テープ 2 3 から読出されたデータを読出しヘッド 1 4 b から受け取ったりするために用いられる通信経路である。

書込みヘッド 1 4 a は、テープ 2 3 が長手方向に移動するとき、テープ 2 3 に対して情報を書き込み、読出しヘッド 1 4 b は、テープ 2 3 が長手方向に移動するとき、テープ 2 3 から情報を読出す。

モータ 1 5 は、リール 2 1、2 2 を回転させる。尚、図では、1つの矩形でモータ 1 5 を表しているが、モータ 1 5 としては、リール 2 1、2 2 の各々に1つずつ、合計 2 個設けるのが好ましい。

20

【 0 0 2 9 】

コントローラ 1 6 は、テープドライブ 1 0 の全体を制御する。例えば、ホスト I / F 1 1 で受け付けたコマンドに従って、データのテープ 2 3 への書込みやテープ 2 3 からの読出しを制御する。また、ヘッド位置制御システム 1 7 やモータドライバ 1 8 の制御も行う。ヘッド位置制御システム 1 7 は、書込みヘッド 1 4 a 及び読出しヘッド 1 4 b が所望のラップを追跡するよう制御するシステムである。ここで、ラップとは、テープ 2 3 上の複数のトラックのグループである。ラップを切り換える必要が生じると、書込みヘッド 1 4 a 及び読出しヘッド 1 4 b を電氣的に切り換える必要も生じるので、このような切り換えの制御を、このヘッド位置制御システム 1 7 で行う。

モータドライバ 1 8 は、モータ 1 5 を駆動する。尚、上述したように、モータ 1 5 を 2 個使用する場合は、モータドライバ 1 8 も 2 個設けられる。

30

【 0 0 3 0 】

また、ライブラリ制御機構 3 0 は、ホスト 2 0 0 からの指示に応じて、アクセッサ 4 0 及びテープドライブ 1 0 を制御する機構である。即ち、アクセッサ 4 0 に対しては、ホスト 2 0 0 から指示されたデータを読出したり書き込んだりできるように、カートリッジ 2 0 をテープドライブ 1 0 に装填するように指示し、テープドライブ 1 0 に対しては、ホスト 2 0 0 から指示されたデータをアクセッサ 4 0 によって装填されたカートリッジ 2 0 から読出すように又はカートリッジ 2 0 に書き込むように指示する。

アクセッサ 4 0 は、ライブラリ制御機構 3 0 の制御により、カートリッジ 2 0 をカートリッジスロット 5 0 から取り出してテープドライブ 1 0 に装填する。

40

カートリッジスロット 5 0 は、読み書きが行われていないカートリッジ 2 0 を保管しておくための場所である。ここでは、カートリッジスロット 5 0 を 1 つの矩形で示したが、実際には、複数のカートリッジをそれぞれ格納する複数のスロットである。

【 0 0 3 1 】

尚、図では、1台のテープドライブ 1 0 しか示していないが、複数台のテープドライブ 1 0 を設けてもよい。その場合、ライブラリ制御機構 3 0 は、読出し命令又は書込み命令の送り先であるテープドライブ 1 0 の識別情報をアクセッサ 4 0 に伝えることで、そのテープドライブ 1 0 へのカートリッジ 2 0 の装填を指示することになる。

【 0 0 3 2 】

図 2 に、テープドライブのテープ 2 3 上での通常のデータの位置移動 (p o s i t i o

50

n命令)、読み(Read命令)、追記書込み(Write命令)、についての動作について示す。テープドライブは、リニア記録方式のエンタープライズ・テープ製品(IBM T Sxx シリーズ)またはLTO(Linear Tape Open)規格に準拠したものである。まず、矢印201で示すようにラップ#0に右方向にデータの読み書きを行った後、矢印202で示すようにテープ23の走行方向を逆転する。次に、ラップ#1に左方向にデータの読み書きを行った後、矢印203で示すようにテープ23の走行方向を逆転する。更に、ラップ#2に右方向にデータの読み書きを行った後、矢印204で示すようにテープ23の走行方向を逆転する。そして、最後は矢印205で示すようにラップ#55に左方向にデータの読み書きを行う。

【0033】

このように、リニア記録方式のテープドライブでは、テープ23上に複数定義されているラップと呼ばれるデータ記憶域をテープ23の先頭(BOT: Beginning of Tape)から終端(EOT: End of Tape)まで往復しながら、データの読み書きを行う。ラップはテープの幅方向に離間して並行配置された複数トラックの集合である。1つの読み書きヘッド14a、14bは複数のチャンネル(8または16の読み書き素子)を含んでもよい。このヘッドにより、同一ラップ内の複数トラックを並列して移動、Read、Writeできる。順次読み書きを行う場合は、このようにラップ上を往復する。ここで、テープ23の先頭は第1の端部の一例であり、テープ23の終端は第2の端部の一例である。

【0034】

ところで、ホスト200から、階層ストレージ管理(HSM)システムを介して最下層のライブラリ100には読出し/書き込み動作が混在するコマンド列を受取る。このようなコマンド列を、1つのテープドライブが受取る場合において、コマンド列全体の動作処理をパフォーマンス性能の向上を高める実施例を与える。本実施の形態では、テープドライブが、搭載された1つのテープカートリッジに対して追記書込みと読出しが混在する動作をする場合に、テープの総移動距離・時間を短くすることを実現する。

【0035】

実施例を説明する前にReadとWriteの混在動作において、同期動作がいかなる移動距離の増分を与えるか説明する。そして、同期動作の移動距離を実質的に省略することにより、全パフォーマンスの向上を発揮する実施例を与える。まず、実施例の説明の前提として従来のRead及びWriteの混在の動作における無駄な移動距離が発生する例を理解する。

【0036】

図3は、従来のRead/Writeの混在動作の例を示す。

トラックに対してリニアに右から左、左から右というようにテープを走行させた場合にReadとWriteが混在するコマンド列を受取る例を説明する。

上記のコマンド列(1)-(9)に示した様に、Write(追記書込み)の後に移動してReadを行い、さらにWriteを行う。

Write data9 (2)Write FM9 w/Sync (FileMarker9の書込みと同時に同期(Flush)が行われる)(3)Position toC(位置Cへの移動命令) (4)Read data3 data3 (5)Position toB (6)Write data10 (7)Write FM10 w/Sync (8)Position toF (9)Read data7である。

【0037】

テープドライブの動作は次の様になる。ユーザデータをdata1~10、データの区切りとしてファイルマーカ(FM: FileMarker)をFM1~10としている。

1. 位置Aでdata9をバッファリングする((1))。
2. 同期動作としてバッファからdata9を書き込んだ後、FM9を書き込む((2))。data9、FM9の書込みの結果、位置AからBへ移動
3. 位置BからCへ移動((3))

10

20

30

40

50

4. data 3の読出し((4))。data 3の読出しの結果位置Cから位置Dへ移動
5. 位置Dより位置Bへ移動(5)
6. data 10をバッファリング((6))
7. 同期動作としてdata 10を書き込んだ後、FM10を書き込む((7))。位置Bから位置Eへ移動
8. 位置Eより位置Fへの移動(8)
9. data 7の読出し。位置FからGへ移動(9)

上記動作によりテープ全長のモードの図3(下図)に示した様に、一連の動作におけるテープの移動距離は、位置A B C D B E F Gとなる。書込み動作と読出し動作の間には必ず同期動作(例えばSync命令によるFlush)と移動動作(Position命令)が発生している。

この混在動作では、テープの移動距離が長くなる。このケースで混在動作とは、同期動作とその後の目標位置Fの途中の移動の重複部分(B E)とが増加分となる。すなわち、従来の動作では、この増加分だけ移動動作に要する時間が長くなる問題が発生する。よって、同期動作とその後の移動重複分を省略できるか検討する。

【0038】

図4は、同期動作を省略するとテープの移動距離が短縮できることを示す。従来の動作(図3)に対して、同じコマンド列((1)~(9))に対して、同期命令によるテープメディアへの書き込みを省略すると、移動距離を短縮できる。前頁と同じコマンド列でのテープドライブの動作は次のようになる。

1. 位置Aで、data 9のバッファリング((1))。
2. 同期動作としてバッファからdata 9を書き込んだ後、FM9を書き込む(2)。位置AからBへ移動。
3. 位置BからCへ移動((3))。
4. data 3の読出し((4))。位置Cから位置Dへ移動。
5. 位置Dより位置Bへの移動((5))を省略し、
6. data 10のバッファリング((6))
7. data 10およびFM10に対する同期動作((7))を省略して、バッファリングしたままにする。
8. 位置Dより位置F((8))へ移動
9. data 7の読出し((9))。位置FからGへ移動

移動距離は位置A B C D F Gとなる。同期動作を含む前述の例では3つの移動動作(D B E F)が、位置D Fへの移動動作1つになり、移動距離が短縮される。具体的には、次の3つの動作において図3の場合より移動距離が短縮される。

- ・5番目の命令による、位置DからBへの移動動作
- ・7番目の命令による、位置BからEへの移動を伴うdata 10とFM10の同期書込み動作
- ・8番目の命令による、位置EからFへの移動動作

【0039】

しかしながら、同期命令に対する完了報告時には、メディアへの書き込みが正しくなされ、将来のアクセスが保証されていることが必要である。本発明では、ホストに対して同期動作を実質的に保証することを担保する。同時に、次の実施例においてWriteの介在のよりRead・Writeの混在するコマンド列の移動距離の増加を抑える追記書込み方法を開示する。

【0040】

本発明では、バッファに保管されたデータに対してホストに対して同期動作を保証するために以下の構成を考える。

1. テープカートリッジまたはテープドライブに新たに一時的な不揮発性記憶領域を持たせる。この不揮発性記憶領域を設けることにより、同期動作を短縮させる、アクセス特性を持つ。不揮発性記憶域として、カートリッジやドライブに付随したフラッシュメモリ等

10

20

30

40

50

の不揮発性メモリ、テープ媒体上の特殊記憶領域などである。

2. テープドライブは、一時的に追記データを不揮発性記憶域に保管して、本来のテープの書込みデータの終端位置(物理EOD: End of Data)に、テープの追記書込み動作を行うことを遅延させる。別途都合のよいときに本来のテープ上のデータ終端位置(EOD)からの書き直し動作を行う。

(1) ホストからの同期要求に対する完了報告以後、必ずテープカートリッジ(または、テープドライブ)から読めることを保証するために使う。

(2) ホストからは隠蔽されたものとする。つまり、書込み後に読出し動作が発生した場合は、あたかも本来の位置に書かれているものとしてこの不揮発性記憶域から読出す。

【0041】

テープドライブは、不揮発性領域を新たに設けることにより、ホストから送られるReadとWriteとが混在するコマンド列を受取る。一般的にはReadは読出し位置が指定された後に読むケースが多い。同様に、追記の場合のWriteは書込み位置がEODと指定された後に書くことになるが、読出し位置と書込み位置は、関連しないことが多い。追記Write動作をテープの目標位置(物理EOD)への書込み動作(実質同期動作)を、Read間の移動の途中でできる場合を実行できれば、余計なテープ移動距離を抑えることができる。不揮発性領域に保管された書込みデータをそれ以後の複数のReadの移動地点間に、テープ書込み位置(物理EOD)が存在すれば、その移動の際に同時にテープ書込むことによりコマンド列の全体としてのパフォーマンスの向上になる。

【0042】

1. 実施例では、追記書込み命令(Write)に続く同期動作により、バッファ保管データは不揮発性記憶領域に保管される。

2. 不揮発記憶領域に一時保管されたデータを、本来のテープの書込み位置(EOD: End of data)に書き込む動作が必要である。

書き直し動作での移動距離は、書き込み・同期動作時の移動距離と逆関係の関係である。つまり同期動作の省略により距離短縮と書き直し動作による移動距離の増加は同じである。従来動作より移動距離・時間を短縮できるときに書き直す。例えば、複数のRead間の移動動作中に、書き直すべき(追記)位置(EOD)を通過する場合には、書き直し動作のための移動をせずに書き直せる。

【0043】

本発明の同期動作のためのデータ保管を確実にするために、一時的な記憶領域に空きがなくなる状態を防ぐ必要がある。同期命令を受けたときに、書き直しのための移動距離と一時的に記憶されているデータ量により不揮発性記憶領域の空き領域(未使用率)が低下する場合がある。最終的には完全に、不揮発性記憶領域が一杯になっている場合には、無条件で不揮発性記憶領域のデータをテープのEODから書き直しを行う。書き直し動作後、継続して通常のテープ書込み動作を行う。また、カートリッジの頭出し(Rewind)、排出(Unload)命令を受け取ったときRewind/Unloadはテープカートリッジの使用終了を意味するため、無条件で書き直し動作を行う。

【0044】

図5は、不揮発性記憶領域を用いて実質的な同期動作を保証する追記書き直し動作時の移動距離を示す。図5は、実施例の同期動作の省略及び書き直し動作による移動距離の増減を示す。

- ・テープの長さ方向の距離を考える。
- ・現在位置Aから移動目標位置B(,C, D, E)への移動の際に、書き直しを行うものとする。
- ・現在位置Aから見た、書き直し開始位置X、完了位置Yと移動目標位置B(, C,D, E)の関係を分類する。

1. 移動目標位置Bは、書き直し開始位置Xと完了位置Yと同方向にあり、位置X, Yよりも遠い。

2. 移動目標位置Cは、書き直し開始位置Xと完了位置Yと同方向にあり、位置Xと位置Yの中間にある。

10

20

30

40

50

3 . 移動目標位置Dは、書き直し開始位置Xと完了位置Yと同方向にあり、位置X,Yよりも近い。

4 . 移動目標位置Eは、書き直し開始位置Xと完了位置Yと逆方向にある。

・さらに位置A->B (, C, D, E)への移動方向に対して書込み方向の違いが影響する。書込み方向は移動方向と同方向(上図)と書込み方向が移動方向と逆方向(下図)である。

・上記それぞれで、移動動作での距離：位置A->B(, C, D, E)と、書き直し動作の追加による移動距離：位置A->X->Y->B(,C, D, E)の関係は次の通りである。

1 . 同方向の場合、書き直しによる移動距離は増加しない(1 - a)。逆方向のときは、位置A->Bの移動はA->X->Bと同じなので、位置X->Y間の1往復分増加する(1 - b)。

2 . 同方向の場合、位置X->Y->Cから位置X->Cの差分だけ増加する(2 - a)。逆方向の場合、位置A->Cの移動はA->Y->Cと同じ。よって位置Y->X間の1往復分増加する(2 - b)。

3 . 同方向の場合、位置A->Xの移動は位置A->D->Xと同じなので、位置D->X->Y->Dの距離が増加する(3- a)。逆方向の場合、位置A->Xの移動は、位置A->D->Y->Xと同じ。よって、位置D->Y->X->Y->Dの距離が増加する(3- b)。

4 . どちらの方向も、位置A->X->Y->Aの距離が増加する(4 - a, 4 - b)。

書き込み・同期動作を省略することにより、書込み後の移動目標に寄らず移動距離は等しいか、短縮できる。書き直し動作で移動距離を短縮できるのは、同期動作とは逆関係にある。

【 0 0 4 5 】

図6は、同期動作省略及びその後の書き直し動作と移動距離増加の増減関係(図5の1 - a ~ 4 - bケース)をまとめた表を示す。

1 . テープ媒体への同期動作の省略による移動距離の短縮量と、書き直し動作による移動距離は逆関係にあることは図5のところで説明した通りであることがわかる。

2 . 同期動作の省略と書き直し動作の発生が1 : 1の時、総移動距離は変わらない。本発明では、同期動作に対して全てのバッファ保管データは不揮発性記憶領域(不揮発性メモリ)に保管する。不揮発性メモリにデータ保管することにより、テープ移動を伴う書き直しを省略できる。次に、書き直しのための移動を省略できれば、全体の総移動距離を短縮できる。完全に書き直し動作のための移動距離を省略できる場合が1 - aのケースである。1 - aのケースは、テープの書き直し位置(物理EOD)が2つのReadの移動距離間(第1のRead(読出し)テープのデータ終端位置から第2のRead(読出し)テープのデータ先端位置の間の移動)の間に存在する場合である。1 - aのケースでは、同期動作により不揮発性メモリに保管されたデータを、後続の移動の途中においてテープに書き直す動作である。

3 . 複数の同期動作が複数回省略され、かつ、不揮発性メモリに保管されたデータの書き直し動作が後続の複数のRead動作の移動途中で実行できる場合には、混在したコマンド列の総移動距離は必ず短縮される。

【 0 0 4 6 】

本発明の実施例において、移動動作での書き直し処理が次のように判定される。

・移動パターン：1 - aケースの時

移動動作の開始前において、書き直し動作の実施を判定は、移動パターンが1- aの時は、書き直し動作のために移動距離が増加することが無い。つまり、移動距離の増加がゼロとなるので、後続のReadのため移動において必ず書き直しを行う。図5を参照すると、書込みテープ位置(X Y)がテープの2つのテープ位置間(A B)の移動途中に存在する場合である。

・移動パターン：1- bと2- a, 2 - bケースの時

書き直し動作により移動距離の増加が発生する。

増加率は、本来の移動距離：位置A B(, C, D, E)、書き直し開始位置Xと書き直すデータ量(X Y)に依存する位置Yに依存する。

後述する、一時的に記憶しているデータ量と書き直しによる移動量の関係より実施を判断する。不揮発性メモリ保管データ(X Y)の書き直しは、X Yの書込み途中までは増

10

20

30

40

50

分無しで出来る。しかし、2点間(A-C, D, E)移動の際に、その移動距離間にX-Yが重ならない場合がある場合には、書き直し動作による増分がある。この増分が小さい場合には、ほとんど移動距離間で書き直せることになる。ただし、一部のテープの書込みのための移動の増分が生じることから、このケースでは場合ではRead途中で書き込む利益が余り得られない。

・移動パターン：3-a、3-bと4-a、4-bのケース時

書き直し動作による移動動作により、本来の移動距離が大幅に増加するため、書き直しは行わない。明らかに後続の複数のReadでの移動途中において書き込むべきデータ位置(X-Y)が重ならない場合であるので、コマンド列全体での利益は得られない。

【0047】

追記書込み命令及び同期命令を受け取った場合、次の2つの動作が考えられる。

1. 移動動作を行わず、一時的な記憶領域に新たなユーザデータを書き込む。

(利点) 書込み処理のために移動はしないので、移動距離を短縮できる。

(欠点) 書き込み途中で、一時的な記憶領域が不足する可能性がある。

2. 一時的な記憶領域には書き込まず、書き直し動作を行ったうえで、本来の位置に書き込む

(利点) 一時的な記憶領域を空けることができる。

(欠点) 書き直し開始位置Xへ移動して書き直しを行う必要がある。

上記2つの動作の利点・欠点は、次の2つと相関関係にある。

一時的な不揮発性記憶領域に保管されているデータ量(使用率)と、現在位置から書き直し開始位置までの移動距離によって判定される。

例えば移動パターン1-bと2-a, 2-bの場合は、読出しの為に2点間の移動の対する増分が大きい場合はテープへの書き直し動作を行わないことを選択することを原則とする。また、読出し動作の間の途中の書き直し動作により多少の移動距離の増加が発生したとしても、一時的な記憶領域への書き込みによる距離の短縮量が上回る場合がある。かかる場合には、Readのための移動の途中において書き直し動作を実行する選択も可能である。

【0048】

図7は、1-aのケースにおいて移動の途中において追記書込み位置であるEODが存在する場合を示す。バッファに保管されたデータをテープへの追記書込みせず不揮発性記憶領域に保管する。Readの移動がA-Bの場合には、その移動の途中において、通常同期動作のための追記書込みテープ位置(物理EOD)及び書込み距離(間隔X-Y)が含まれる。テープへのデータの書込み方向(X-Y)もReadの移動方向(A-B)と同方向である。このように同期命令の後の後続の移動において追記書込み位置(物理EOD)とテープ書込み長さ(データ量)が移動距離間に含まれる。また、Read方向が書き直し方向が一致する場合にはその移動の際に不揮発性記憶領域に保管されたデータの書き直し動作を行う利益がある。

【0049】

図8は、不揮発性記憶領域に空き領域が無くなった場合テープ上にデータを書く態様を示す。

・一時的な記憶領域へ書き込み中に空きが無くなった場合は、無条件で書き直し動作を行う。テープへの書き直し動作を行わないと、不揮発性記憶領域に空きがないため書き込み動作を継続できない。書き直し動作後、継続して通常のテープ書き込み動作を行ってもよい。

・通常の書き込み・同期動作との移動距離の違いは次の通りである。

一時的な記憶領域に、data10とFM10が既にある。

新たにdata11を受け取っている途中に、空きが無くなった場合現在位置Aから書き直し開始位置Xへの移動方向と、書き込み方向が同じ場合(上図、1-aケース)、移動距離は変わらない。現在位置Aから書き直し開始位置Xへの移動方向と、書き込み方向が逆の場合(下図、1-bケース)、位置Y< X間一往復分増加する。この移動距離の増加は

10

20

30

40

50

、一時的な記憶領域への書き込みによる距離の短縮より小さい場合が通常であるので本発明の追記書き込みを実行できる。

【0050】

カートリッジの頭出し(Rewind)、排出(Unload)命令を受け取ったときは、無条件で書き直しを行う。Rewind/Unloadはテープカートリッジの使用終了を意味するためである。このときの移動目標は、位置BまたはEがテープの先頭(BOT)である状態である。位置C、D(図5)が移動目標、すなわちBOTであることはない。該当する移動パターンは、1-a、1-bもしくは4-a、4-bである。書き直し動作により、移動距離が大幅に増加することがある。例えば、移動パターン4-a、bに該当した場合が該当する。データの保全と再度マウントされたときに通常通り使用するためには書き直し動作が必要である。一時的な記憶領域への書き込みによる距離の短縮により相殺される。例外は、現在位置Aが書き直し開始位置XよりBOT側にある状態で移動パターン4-aが連続するときである。

10

【0051】

本発明の実施例は、Read、Writeの為の位置の移動がテープ媒体の長手方向に往復して行われるリニア記録方式である。データがシーケンシャルにRead・Writeをテープに行う場合に、テープドライブ内のテープ移動の追記書き込みの適用がある。本発明の実施例は、テープドライブに1つのカートリッジを搭載された場合において、上位装置(ホスト)からReadとWriteが混在するコマンド列を受け取った場合に適用される。ホストがテープドライブに発行するコマンド列に含まれる混在するRead & Writeを実行する。以下では、追記書き込み命令(Write)、読出し命令(Read)、Readの前提の移動命令(position)についての動作フローチャートを説明する。

20

【0052】

図9は、データ追記書き込み(Write)動作フローを示す。

1. テープドライブはテープ位置A(図5)においてWrite命令をホストから受け取る。ホストから送られた追記書き込みデータはバッファに保管される。テープ上の追記されるべきテープ位置(物理EOD)は位置X(図5)である。追記されると位置Y(X-Y)がEODとなる。位置Xへの移動はPosition命令によりなされる。追記後のEODはYとなる。Yからの例えばBへの移動は移動命令(Position命令)にされる。本発明の場合、Read後においてテープの位置Aに位置している場合、次のReadのため目標位置Bに直接移動する場合を想定する。後述するがこの移動間にX-Yが同一ラップ内に存在するのでテープへの追記書き込みを行うために(図12)、不揮発性メモリにデータを保管する。

30

2. NVキャッシュ(不揮発性記憶メモリ)に書き込めるか確認する。NVキャッシュに空きがなければ通常どおりの書き込みをする。

3. 空きがある場合、NVキャッシュにデータを保管する。

4. 空きがない場合、テープに通常の書き込みを行う。

5. 上記2つのケースにおいてもWrite完了をホストに返す。

【0053】

これまでは、Write命令を追記書き込みのみとして説明されてきた。テープドライブのシーケンシャルの移動方式より、追記Writeは、テープ上の書き込みデータの終端位置(EOD:End of Data)を順次後退させる書き込み方式である。

40

【0054】

テープドライブのWrite方式には、追記Writeの他に上書きWriteがある。上書きWriteは、追記Writeによりデータが書き込み済みのテープ位置(例えば、データセット)に、新たなデータを上書きするコマンドである。上書きWriteがされると、上書きデータ終端がテープのデータ終端位置(EOD)となり、後続の書き込みデータは無いものとして扱われる。

【0055】

50

図10は、追記Write/Readの混在の際、上書きWrite及び追記Writeの両方を受け付ける場合のフローを示す。図10のステップ1～100の各々を説明する。

1. テープドライブは、ReadとWriteの混在オペレーション中において書込み命令(Write)の受け取る。混在オペレーション中に受取るWriteの多くは追記Writeであると思われる。本発明では、この混在オペレーション中に上書きWriteを受け取ることも想定する。

10. テープドライブは受取ったWriteが上書きWriteか追記Writeかを確認する。追記Writeの場合は、ステップ7で追記処理(図9のステップ2～5相当)を行う。

2. 上書きWriteを受け取った場合、ステップ3又は5に行く。

3. 上書きWriteの場合であって、テープ上のデータを上書きする場合である。

上書きWriteによりデータ書込みを指定されたテープ物理位置のデータ終端をテープの追記データ終端位置(EOD)として更新し保管する。この時点では、その指定テープ物理位置にデータを書き込むことはしない。後続のステップ7において、一時的に不揮発性メモリ(NVキャッシュ)にデータを保管する。最終的には、後続の移動動作時の最適なとき(図12のステップ10 11 12)にNVキャッシュに保管されたデータを、指定テープの物理位置に書込む。なお、上書きWrite方式は、このEOD以降のテープ上のデータは無効(即ち、空)として扱う。更に、上書きWrite以前に受けた追記WriteのためのデータであってNVキャッシュに一時保管されているが未だテープに移動していないデータについても無効として扱う。EODの一時保管は、NVキャッシュ、カートリッジメモリ(CM:テープカートリッジが有する不揮発性メモリ)、データセット(テープ上のデータ)などの不揮発性メモリに行く。

5. 上書きWriteの場合であって、NVキャッシュ上のデータを上書きする場合である。

上書きWrite以前に受けた追記WriteのためのデータであってNVキャッシュに一時保管されているが未だテープに移動していないデータが存在する場合がある。このNVキャッシュ上のデータを上書きする。キャッシュ内の上書きデータの終端位置をキャッシュ内の追記データ終端位置(キャッシュ内EOD)として、不揮発性メモリに更新し保管する。NVキャッシュ内EOD以降のデータは無効(即ち、空)として取り扱う。最終的に、更新されたキャッシュ内EODまでのデータを、後続の移動動作時の最適なとき(図12のステップ10 11 12)に、テープの追記データ終端位置(EOD)から書込む。

6. 上書きWriteにより、テープ上の追記データ終端位置(テープ上EOD)と、NVキャッシュ上の追記データ終端位置(キャッシュ内EOD)を、論理EODとして保管する。上位装置(ホスト)は、追記データがNV上またはテープ上にあるかは認識しない。

7. 上書き・追記Writeの共通のステップである。

追記Writeのフロー(図9)において説明したように、図9のステップ2(3または4)5のフローと同等のステップを実行する。本発明の場合、図9のステップ3において、上書きWriteのデータはNVキャッシュに一時保管される場合を考えている。NVキャッシュに保管できない場合は図9のステップ4の場合と同様である。

100: 上書きデータがNVキャッシュに保管されると、Write完了をホストに返す。

【0056】

図11は、同期(Sync)命令の動作フローを示す。

1. テープドライブはホストから同期命令(Sync)を受取る。Write命令が同期動作の伴うものであってもよい。さらに、バッファにWrite命令によるデータが残っている状態における位置移動命令による暗示された同期要求であってもよい。

2. 既にテープに書込み中かを確認する。

3. 書込み中の場合には、通常の同期動作処理によりテープに通常の追記書込みを行う。

4. 書込み中でない場合には、NVキャッシュに書き込めるか確認する。即ち、下記領域があるか無いかで、この確認がされる。

5. NVキャッシュに空きがある場合、同キャッシュにデータを保管し、同期完了をホストに返す(8)。

6. NVキャッシュに空きがない場合、通常の書込みを行い(3)、同期完了をホストに返す(8)。

【 0 0 5 7 】

図 1 2 は、2 点間の移動における移動において、書込み位置が存在する場合の移動動作フローを示す。

- 1 . ホストから移動コマンドを受取る。
- 2 . 論理 E O D であるか。

論理 E O D は、ドライブがホストに報告するデータを書き終わった位置であり、ホストのためのものである。ある。物理 E O D は、ドライブ内部的にデータの終端位置である。物理 E O D は、テープ上の、ドライブがデータを書き終わった位置である。不揮発性メモリ内にデータが書かれている状態では、「テープ上の E O D」「不揮発性メモリ内の E O D」の 2 箇所の物理 E O D がある。不揮発性メモリ内にデータが書かれていない状態では、物理 E O D は「テープ上の E O D」の 1 箇所だけである。この場合の論理 E O D は、テープ上の E O D と一致する。

3 . 現在位置が E O D (テープ上の E O D または N V キャッシュ内の E O D) である場合、移動不要である。移動完了をホストに返す (4) 。 W r i t e フロー (6 , 図 9 又は図 1 0) 同期命令フロー (7 , 図 1 1) を実行する。

8 . 現在位置が論理 E O D でない場合 (2) 、 N V キャッシュにデータが存在するか確認する。

9 . N V キャッシュ内にデータが存在しない場合、ホストからの R e a d のための移動命令 (A B) を行う。移動完了をホストに返す (1 3) 。

1 0 . N V キャッシュ内にデータが存在する場合、移動中に書くことか判定する。例えば移動途中に書込むべき E O D が存在する場合である。

1 1 . 書くべき場合には、テープ上の E O D から N V キャッシュのデータをテープに書き直す (1 2) 。

1 2 . 通常の移動を行う (9) 。また、1 0 の判定で移動中に書くべきでない場合には、単に移動 (A B) (9) する。移動完了をホストに返す (1 3) 。

【 0 0 5 8 】

上述の実施例は、W r i t e 及び R e a d の混在するコマンド列において R e a d 間移動について主に説明されてきた。本発明の範囲はこの実施例に限定されない。不揮発性記憶領域への書込みにおいて同期動作完了を保証することを前提とする。後発的にテープ移動において不揮発性記憶領域に保管されたデータを目的のテープ位置に後で遭遇する機会があれば、実質的にテープ上に書くことが含まれる。階層されたストレージ管理システムにおいて、R e a d 及び W r i t e が混在するコマンド列を最下層のテープライブラリが受取ることが通常である。1 つのカートリッジを搭載したテープドライブは書込み命令及び同期命令のテープ書込み位置が後続の R e a d の為の移動において重なる機会が多い。新たな不揮発性記憶領域を、テープドライブまたはカートリッジに設け、所定の容量 (例えば 1 0 0 M バイト以上) を有する限り、テープへの追記書込みを先延ばしして全体としコマンド列のオペレーティングのパフォーマンスが担保できる。

【 0 0 5 9 】

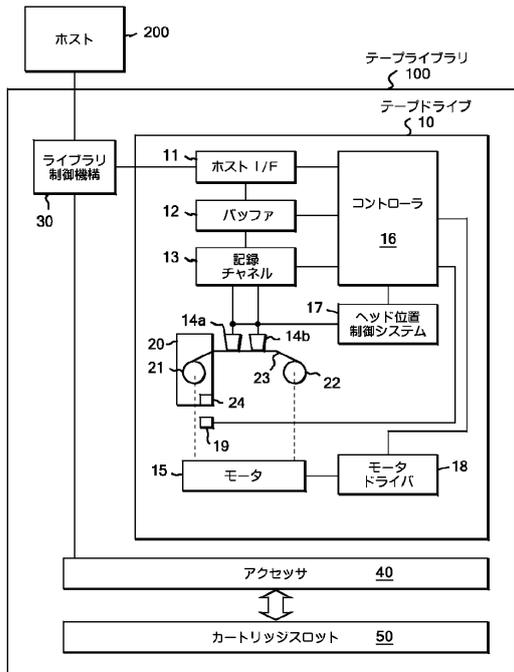
以上のように、本発明のライブラリシステムは、書込み及び読出し専用カートリッジの U n l o a d ・ L o a d による交換を回避できる有利な効果を奏する。本発明のシステムは、書き込みに伴う移動動作を最小化することにより R e a d と W r i t e の混在オペレーティングにおいて上書き W r i t e を含む場合であっても全体として高速化を実現できる有利な効果を有する。

【 符号の説明 】

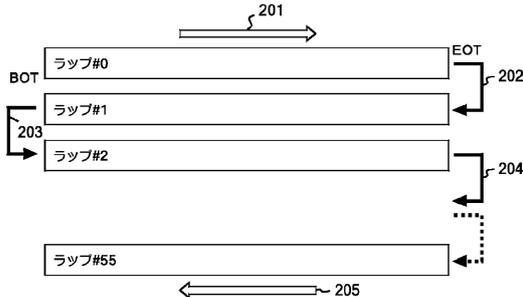
【 0 0 6 0 】

1 0 ... テープドライブ、1 1 ... ホスト I / F、1 2 ... バッファ、1 3 ... チャネル、1 4 a ... 書込みヘッド、1 4 b ... 読出しヘッド、1 5 ... モータ、1 6 ... コントローラ、1 7 ... ヘッド位置制御システム、1 8 ... モータドライバ、1 9 ... C M I / F、2 0 ... カートリッジ、3 0 ... ライブラリ制御機構、4 0 ... アクセッサ、5 0 ... カートリッジスロット、1 0 0 ... テープライブラリ、2 0 0 ... ホスト

【図1】

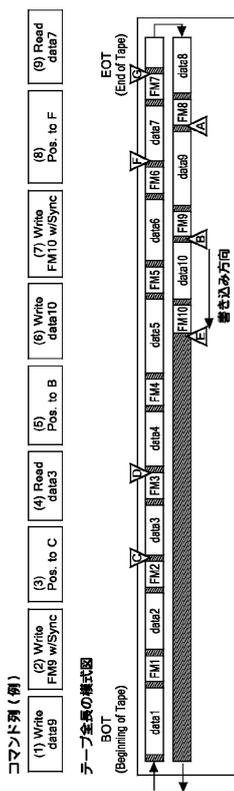


【図2】



【図3】

従来のRead/Writeの現在動作



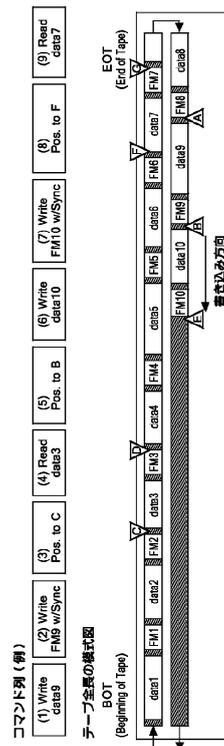
-上記のコマンド列に示した様に、Write (追記) の後に移動してReadを行い、さらに追記を行う。

- ・テープドライブの動作は次の様になる。
 - ・テープ全体の概観に示した様に、前の動作におけるテープの移動距離は、位置A → B → C → D → E → F → G となる。
 - ・書き込み動作と読み出し動作の間には必ず同期動作と移動動作が発生している。
 - ・現在動作では、テープの移動距離が高くなる。すなわち、移動動作に要する時間が長くなる。

(注) ・ Write: 追記書き込み命令、・ Sync: 同期動作、・ Read: 読み出し命令、
 ・ Pos.: 移動命令(Position命令)、
 ・ FMS: 移動命令(FMS命令)の付随データ、
 ・ data1~data10: コマンドデータ、
 ・ FM1~FM10: FileMarker(データの区切り)

【図4】

同期動作を省略した場合

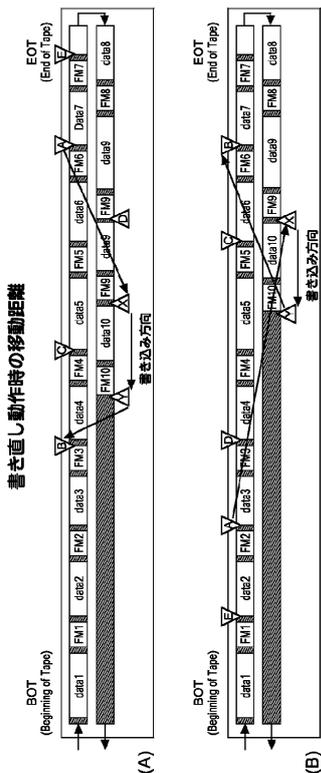


-同期動作によるテープメディアへの書き込みを省略すると、移動距離を短縮できる。

- ・前記と同じコマンド列でのテープドライブの動作は次の様になる。
 - ・移動距離は位置A → B → C → D → E → F となる。図3の次の3つの移動動作が、位置D → Fへの移動動作1つに変わり、移動距離が短縮される。
 - ・同期動作による、位置DからBへの移動動作
 - ・同期動作による、位置BからEへの移動動作
 - ・同期動作による、位置EからFへの移動動作
- ・但し、同期動作に要する動作時間は、メディアへの書き込みが正しく行われ、データのロスが保証されていることが必要である。

(注) ・ Write: 追記書き込み命令、・ Sync: 同期動作、・ Read: 読み出し命令、
 ・ Pos.: 移動命令(Position命令)、
 ・ FMS: 移動命令(FMS命令)の付随データ、
 ・ data1~data10: コマンドデータ、
 ・ FM1~FM10: FileMarker(データの区切り)

【 図 5 】



・現在位置Aから移動目標B、C、D、Eへの移動の際に、書き直しを行うものとする。
 ・現在位置Aから見た、書き直し開始位置X、終了位置Yと移動目標位置B、C、D、Eとの関係は、図5(A)～(E)の移動方向に対して書き込み方向の違いが影響する。
 ・書き込み方向は移動方向と同じ方向(A)。
 ・書き込み方向が移動方向と反対方向(B)。
 ・上記それぞれ、同期動作開始時の移動距離：位置A→B、C、D、Eと、その後の書き直し動作の追加による移動距離：位置A→X→Y→B、C、D、Eとの関係は図6(概)において整理される。

(注) ・Write: 書き込み命令、・Sync: 同期動作、・Read: 読み出し命令、
 ・Pos: 移動先(position命令)
 ・位置のテープ上位置に移動指示
 ・data1～data10: コーダデータ(テープ上のデータ)
 ・FM1～FM10: FileMarker(データの区切り)

【 図 6 】

同期動作省略及びその後の書き直し動作と移動距離の増減関係

番号	移動距離(現在位置A→目標位置)と書き直し位置(X→Y)との関係	移動方向と書き込み方向	同期動作の省略時の短縮	後続の移動中の書き直し動作の増加
1-a	移動目標位置Bは書き込み開始位置Xと終了位置Yと同方向完全重なり	同方向	等しい	増加なし
1-b	移動目標位置Bは、書き込み開始位置Xと終了位置Yと同方向完全重なり	逆方向	位置X→Y間の1往復分短縮	位置X→Y間の1往復分増加
2-a	移動目標位置Cは、書き込み開始位置Xと終了位置Yと同方向一部重なり	同方向	位置X→Y→Cから位置X→Cの差分を短縮	位置X→Y→Cから位置X→Cの差分だけ増加
2-b	移動目標位置Cは、書き込み開始位置Xと終了位置Yと同方向一部重なり	逆方向	位置Y→X間の1往復分短縮	位置Y→X間の1往復分増加
3-a	移動目標位置Dは、書き込み開始位置Xと終了位置Yと同方向重なりなし	同方向	位置D→X→Y→Dの距離を短縮	位置D→X→Y→Dの距離が増加
3-b	移動目標位置Dは、書き込み開始位置Xと終了位置Yと同方向重なりなし	逆方向	位置D→Y→X→Y→Dの距離を短縮	位置D→Y→X→Y→Dの距離が増加
4-a	移動目標位置Eは、書き込み開始位置Xと終了位置Yと同方向重なりなし	同方向	位置A→X→Y→Aの距離を短縮	位置A→X→Y→Aの距離が増加
4-b	移動目標位置Eは、書き込み開始位置Xと終了位置Yと同方向重なりなし	逆方向	位置A→X→Y→Aの距離を短縮	位置A→X→Y→Aの距離が増加

【 図 7 】

本発明の典型例("1-a"ケース)

"1-a"ケース
 ・現在位置A→移動目標B
 ・A→Bの後続の移動途中で書き込み(write)の開始位置Xと終了位置Yが存在

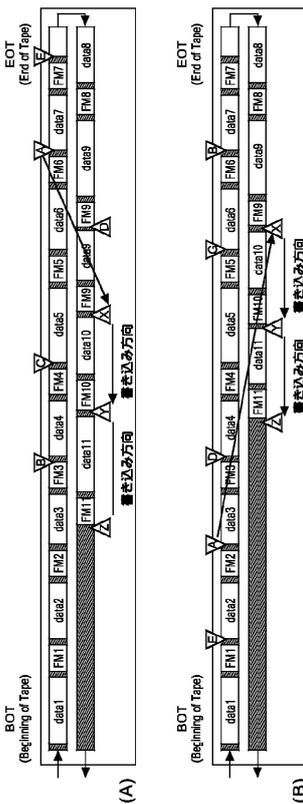
○移動距離
 ・従来: A→X→Y→B
 ・本発明: 後続のA→Bの移動中に揮発性メモリのデータをテープに書く

ホストからのコマンド	従来 ドライブ内操作	本発明 ドライブ内操作
1. 現在位置 A (e.g. Read data6)	1. 現在位置 A	1. 現在位置 A
2. position X (goto X)	2. A→Xに移動	2. Xに移動なし
3. Write data10	3. data10をバッファに保管	3. data10をバッファに保管
4. Sync FM10	4. data10&FM10→テープ→位置 Y	4. data10&FM10→揮発性メモリにコピー
5. position B (go to B) (e.g. Read data4)	5. Y→Bに移動	5. 後続のA→Bへの移動中に data10+FM10→テープ

・sync: 同期コマンド
 ・FM0: テータ(data)の区切り
 ・position: 位置決めコマンド

【 図 8 】

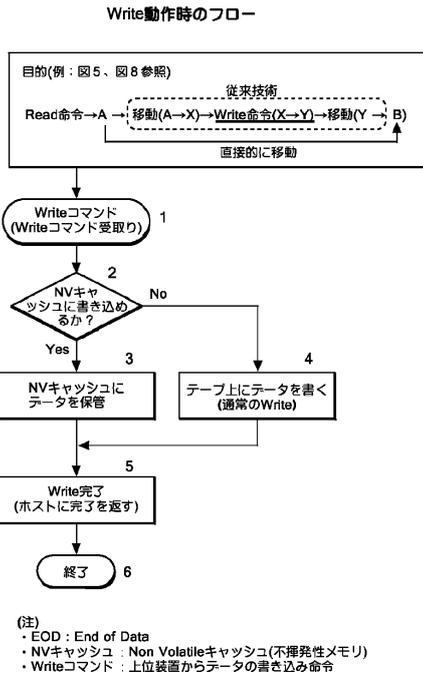
一時的な記憶領域へ書き込み中の書き直し動作



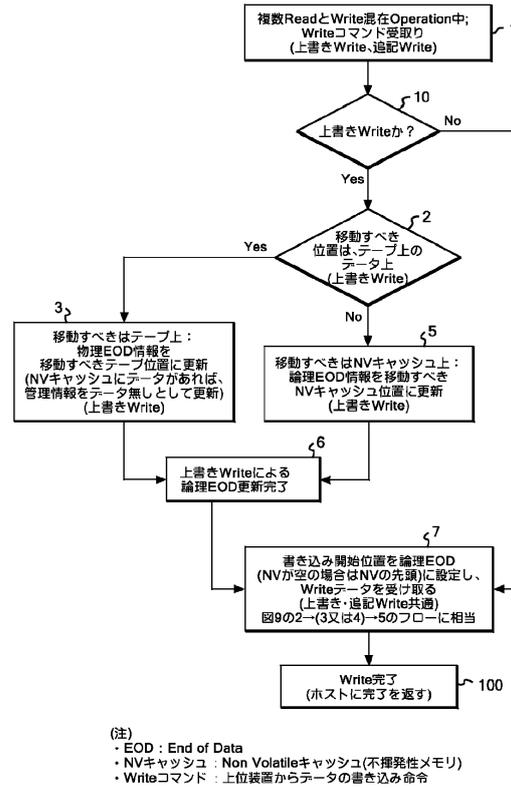
・一時的な記憶領域へ書き込み中に書き直しが行った場合
 ・通常の移動距離に、data10とFM10の距離がある
 ・新たにdata11を追加している途中に、書き直しが行われた場合 (A)。
 ・現在位置Aから書き直し開始位置Xへの移動方向と、書き込み方向が同じ場合 (A)。
 ・移動距離は変わらない。
 ・現在位置Aから書き直し終了位置Yへの移動方向と、書き込み方向が逆の場合 (B)。
 ・位置X→Y間の1往復分増加する。
 ・移動距離の増加は、一時的な記憶領域への書き込みによる距離の短縮より小さい

(注) ・Write: 書き込み命令、・Sync: 同期動作、・Read: 読み出し命令、
 ・Pos: 移動先(position命令)
 ・位置のテープ上位置に移動指示
 ・data1～data11: コーダデータ(テープ上のデータ)
 ・FM1～FM10: FileMarker(データの区切り)

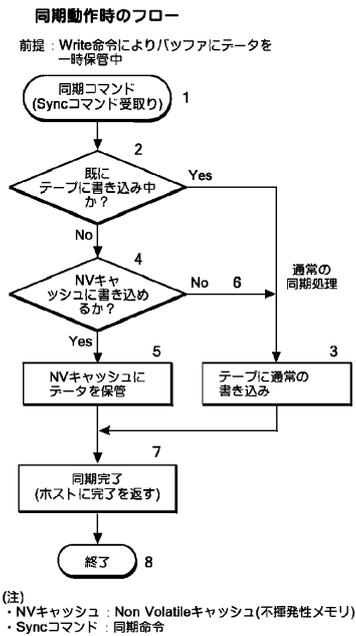
【図9】



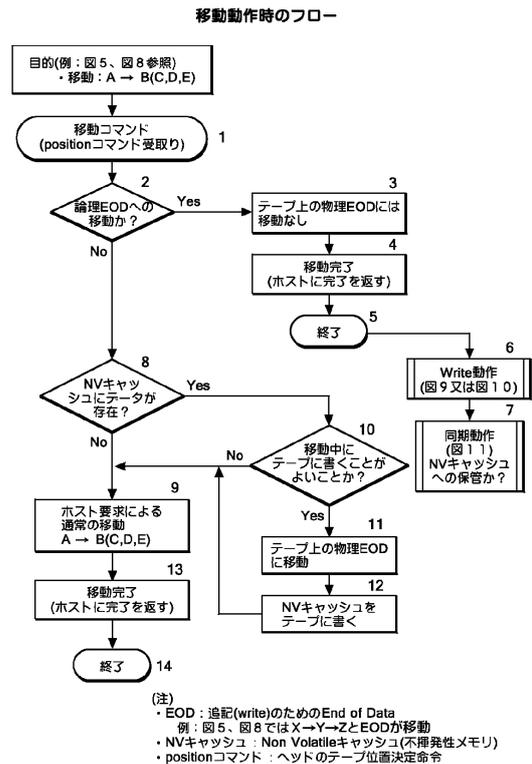
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 田口 浩平

東京都江東区豊洲五丁目6番52号 NBF豊洲チャンネルフロント 日本アイ・ビー・エム株式会社
社 IBM東京ラボラトリー内

(72)発明者 白鳥 敏幸

東京都江東区豊洲五丁目6番52号 NBF豊洲チャンネルフロント 日本アイ・ビー・エム株式会社
社 IBM東京ラボラトリー内

審査官 堀 洋介

(56)参考文献 特開2000-048549(JP,A)

特開2011-113605(JP,A)

特開2008-165881(JP,A)

特開2011-134413(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G11B 20/10