(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3674227号

(P3674227)

(45)発行日　平成17年7月20日(2005.7.20)　(24)登録日　平成17年5月13日(2005.5.13)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
G06F 3/06	G06F	3/06	540
G06F 12/16	G06F	3/06	305C
G11B 17/22	G06F	12/16	320L
G11B 27/00	G11B	17/22	
	G11B	27/00	A

請求項の数 18　(全 22 頁)

(21)出願番号　特願平9-60513
(22)出願日　平成9年3月14日(1997.3.14)
(65)公開番号　特開平10-254648
(43)公開日　平成10年9月25日(1998.9.25)
審査請求日　平成15年1月17日(2003.1.17)

(73)特許権者　000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区丸の内一丁目６番６号
(74)代理人　100075096
弁理士　作田　康夫
(72)発明者　松並　直人
神奈川県川崎市麻生区王禅寺１０９９番地　株式会社日立製作所　システム開発研究所内
(72)発明者　山本　彰
神奈川県川崎市麻生区王禅寺１０９９番地　株式会社日立製作所　システム開発研究所内

審査官　奥村　元宏

最終頁に続く

(54)【発明の名称】可搬メディアを収納する記憶装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

複数の記憶媒体を収納するための複数の収納倉庫と、前記記憶媒体に読み書きするための複数の記録再生装置を備えた記憶装置システムにおいて、

前記記憶装置システムは、前記記憶装置システムを制御する記憶制御装置を更に備え、

前記記憶制御装置は、前記記憶媒体から、前記記憶媒体を収納する前記収納倉庫の中の位置を示す収納位置情報を、前記記録再生装置を用いて読み取り、

前記記憶制御装置は、前記収納位置情報を用いて、前記記憶媒体を前記収納倉庫の所定の位置に収納する、記憶装置システム。

【請求項２】

前記記憶制御装置は、投入された記憶媒体が、前記記憶装置システムに投入されるべきものでない場合、前記記憶媒体を排出する、請求項１記載の記憶装置システム。

【請求項３】

各々複数の記憶媒体を収納するための収納倉庫及び前記記録媒体に読み書きするための記録再生装置を備えた、複数のライブラリ装置を備えた記憶装置システムにおいて、

前記記憶装置システムを制御する記憶制御装置を有しており、

各々異なる収納庫に収納される複数の記憶媒体でメディアグループを構成し、データと該データから生成されるパリティデータとは、各々、同じメディアグループに属する異なる記憶媒体に格納されており、

前記記憶制御装置は、第一のライブラリ装置に障害が発生した場合、前記第一のライブ

ラリ装置の記憶媒体に対するデータの読み書き処理を、障害が発生していないライブラリ装置の記憶媒体の内、データの読み書き対象となっている記憶媒体と同じメディアグループに属する記憶媒体を用いて行い、

前記第一のライブラリ装置に替えて第二のライブラリ装置に前記第一のライブラリ装置の記録媒体が投入された場合に、前記記憶制御装置は、投入された記録媒体に記録されている該記録媒体の収納倉庫内の収納位置を示す収納位置情報を、記録再生装置を用いて読み取り、

前記記憶制御装置は、前記収納位置情報を用いて、前記記憶媒体を前記第二のライブラリ装置の収納倉庫の所定の位置に収納する、記憶装置システム。

【請求項４】

前記記憶制御装置は、前記第二のライブラリ装置に投入された記憶媒体が前記第一のライブラリ装置の記録媒体ではない場合、該記録媒体を排出する、請求項３記載の記憶装置システム。

【請求項５】

前記記憶制御装置は、前記第二のライブラリ装置に投入された記憶媒体に対する処理を終了したら、次に投入されるべき記憶媒体を受け付ける、請求項３又は４記載の記憶装置システム。

【請求項６】

前記記憶制御装置は、前記第二のライブラリ装置に投入された記憶媒体を、前記第二のライブラリ装置の収納倉庫に仮収納し、

前記収納位置情報を用いて、仮収納した記憶媒体の正しい収納位置を検査し、前記正しい収納位置に該記憶媒体を収納しなおす、請求項３又は４記載の記憶装置システム。

【請求項７】

前記記憶制御装置は、前記第二のライブラリ装置に投入された記憶媒体を、前記第二のライブラリ装置の収納倉庫に仮収納し、

データの読み書きの対象となっているメディアグループのメディアグループ番号を検査し、

前記第二のライブラリ装置に投入された記録媒体のうち、前記メディアグループに属する記録媒体を、前記メディアグループ番号を用いて検索し、

検索の結果見つけられた記録媒体と該記録媒体と同じメディアグループに属する他の記録媒体とを用いて、データの読み書きの処理を実行する請求項３又は請求項４記載の記憶装置システム。

【請求項８】

前記記憶制御装置は、前記第二のライブラリ装置に連続的に投入された記憶媒体に対して処理を行う、請求項３乃至７の１に記載の記憶装置システム。

【請求項９】

前記記憶制御装置は、前記第二のライブラリ装置にまとめて投入された記憶媒体に対して処理を行う、請求項３、４、６、又は７に記載の記憶装置システム。

【請求項１０】

記憶制御装置と複数の記憶装置を備えた記憶装置システムにおいて、

前記記憶装置は、複数の記憶媒体を収納するための収納倉庫と、前記記憶媒体に読み書きするための記録再生装置を備え、

前記記憶制御装置は、前記記憶媒体から、該記憶媒体を収納する前記収納倉庫の中の収納位置を示す収納位置情報を、前記記録再生装置を用いて読み取り、

前記記憶制御装置は、前記収納位置情報を用いて、前記記憶媒体を前記収納倉庫の所定の位置に収納する、記憶装置システム。

【請求項１１】

前記記憶制御装置は、前記記憶媒体から、前記記憶媒体を投入すべき記憶装置を示す記憶装置情報を、前記記録再生装置を用いて読み取り、

前記記憶装置情報を用いて、前記記憶装置に投入された記憶媒体が、前記記憶装置に投

入されるべきものであるか否かの検査を行い、
前記記憶制御装置は、前記投入された記憶媒体が、前記記憶装置に投入されるべきものでない場合、前記記憶媒体を排出する、請求項１０記載の記憶装置システム。
【請求項１２】
記憶制御装置と複数の記憶装置を備えた記憶装置システムにおいて、
前記記憶装置は、複数の記憶媒体を収納するための収納倉庫と、前記記憶媒体に読み書きするための記録再生装置を備え、
おのおの異なる記憶装置に備えられた複数の記憶媒体は、記憶装置に障害が発生した場合に障害が発生した記憶装置の記録媒体に格納されたデータを再現するためのメディアグループを構成し、
前記記憶制御装置は、第一の記憶装置に障害が発生した場合、該第一の記憶装置の記憶媒体に対するデータの読み書き処理を、該記憶媒体と同じメディアグループに属する障害が発生していない記憶装置の記憶媒体を用いて実行し、
前記記憶制御装置は、前記第一の記憶装置と交換された新規記憶装置に投入された記憶媒体から、記憶媒体が収納される収納倉庫の中の収納位置を示す収納位置情報を、記録再生装置を用いて読み取り、
前記記憶制御装置は、前記収納位置情報を用いて、前記記憶媒体を収納倉庫の所定の位置に収納する、記憶装置システム。
【請求項１３】
前記記憶制御装置は、前記記憶媒体から、前記記憶媒体を投入すべき記憶装置を示す記憶装置情報を、前記記録再生装置を用いて読み取り、
前記記憶装置情報を用いて、前記記憶装置に投入された記憶媒体が、前記新規記憶装置に投入されるべきものであるか否かの検査を行い、
前記記憶制御装置は、前記新規記憶装置に投入された記憶媒体が、前記新規記憶装置に投入されるべきものでない場合、前記記憶媒体を排出する、請求項１２記載の記憶装置システム。
【請求項１４】
前記記憶制御装置は、前記新規記憶装置に投入された前記記憶媒体に対する処理を終了したら、次に投入されるべき記憶媒体を受け付ける、請求項１２又は１３記載の記憶装置システム。
【請求項１５】
前記記憶制御装置は、前記新規記憶装置に投入された記憶媒体を、前記収納倉庫に仮収納し、
前記収納位置情報を用いて、仮収納した記憶媒体の正しい収納位置を検査し、前記正しい収納位置に前記記憶媒体を収納する、請求項１２又は１３記載の記憶装置システム。
【請求項１６】
前記記憶制御装置は、前記新規記憶装置に投入された記憶媒体を、前記収納倉庫に仮収納し、
データの読み書きの対象となっているメディアグループの番号を検査し、
前記新規記憶装置内の記憶媒体で、前記メディアグループに属する記憶媒体を検索し、
検索した記憶媒体を前記記録再生装置に装填する、請求項１２、１３、又は１５に記載の記憶装置システム。
【請求項１７】
前記記憶制御装置は、前記記憶装置に連続的に投入された記憶媒体に対して処理を行う、請求項１２乃至１６の１に記載の記憶装置システム。
【請求項１８】
前記記憶制御装置は、前記記憶装置にまとめて投入された記憶媒体に対して処理を行う、請求項１２、１３、１５、又は１６の１に記載の記憶装置システム。
【発明の詳細な説明】
【０００１】

【発明の属する技術分野】
本発明は、可搬メディアを対象とした可用性の高い記憶装置システムに関する。特に、可用性向上のために、各構成要素に冗長性をもつ記憶装置システムに関する。
【０００２】
【従来技術】
(1)ＲＡＩＤの説明
ディスクアレイは、複数のディスク装置（以下、単にディスクと称する）を並列に動作させることで、単体のディスクに比べ高速化を実現する技術である。しかし、ディスクをｎ台並べた場合、その故障確率はｎ倍に悪化する。そこで、高速化と高信頼化を両立するための技術として、「ＲＡＩＤ（Redundant Arrays of Inexpensive Disks）」が知られている。ＲＡＩＤは、"A Case for Redundant Arrays of Inexpensive Disks (RAID) " In Proc. ACM SIGMOD, June 1988（カリフォルニア大学バークレー校発行）に詳しい。
【０００３】
ＲＡＩＤは、複数のディスクを並列に動作させることで高速制御を実現し、また、パリティと呼ぶ冗長データをパリティディスクと呼ぶ特定のディスクに格納することにより、万一、データを格納する１台のディスクが故障しても、他のディスクとパリティディスクのパリティとから故障したディスクのデータを再現することができ、耐ディスク障害信頼性を高めることができるディスク制御の方法である。
【０００４】
ＲＡＩＤはそのパリティの格納の方法によりレベル１から５がある。図２にこのうちの一例としてレベル４型のＲＡＩＤのデータ配置図を示す。この例では、ディスクが５台あり、４台が実データを格納するディスク（以下、データディスクと称する）０～３、１台がパリティディスクとすると、データをディスク０、ディスク１、ディスク２、ディスク３の順番で、ある一定のデータブロック毎に順に分散して格納する。このデータブロック単位のことをストライプと称し、この分散する制御のことをストライピングと称する。また、パリティを生成するための同一列のデータ、及びパリティの群のことを「パリティグループ」と称する。ディスク０～３に格納した、あるパリティグループのデータＤ０～３の排他的論理和（以下ＸＯＲと称する）を計算することで冗長データであるパリティＰ０を生成する。すなわち、
Ｐ０＝Ｄ０＋Ｄ１＋Ｄ２＋Ｄ３　（式ａ）　ただし、＋はＸＯＲ演算を示す。
また、Ｄ０を格納するディスク０が故障した際には、
Ｄ０＝Ｄ１＋Ｄ２＋Ｄ３＋Ｐ０　（式ｂ）
により、故障したディスク０のＤ０を再現できる。
【０００５】
図２の場合、Ｄ０，Ｄ１，Ｄ２，Ｄ３，Ｐ０が同一パリティグループを形成する。上記ＲＡＩＤ４の他、レベル３、５が上記（式ａ）と同一の方法でパリティを生成する。
【０００６】
図１にＲＡＩＤ装置の構成を示す。1はホスト計算機（以下、ホストと略す）、2はＲＡＩＤ装置であり、両者はホストインターフェース11で接続している。
以下、インターフェースをI／Fと略す。
ＲＡＩＤ装置2は、ＲＡＩＤの制御を行うＲＡＩＤ制御手段3と、複数台のディスク210～214で構成され、ＲＡＩＤ制御手段3が複数のディスク210～214を制御し、図２のようなデータ配置でデータのリードライトを行う。また、ＲＡＩＤ制御手段3は、上記のパリティの生成や、故障したディスクの、データの復元の制御を行う。
(2)可搬メディア(ＤＶＤ)の説明
計算機システムにおいて、ディスク以外にしばしば用いられる記憶装置として、磁気テープ記憶装置、光ディスク記憶装置等がある。これらの記憶装置の特徴は、いずれも記憶メディア（記憶媒体ともいう）と記録再生装置が分離されており、記憶メディアを任意の記録再生装置に装填し、記憶メディア上のデータを読み書きするという点である。一般にこれらのメディアは、「可搬メディア」と呼ばれる。大規模計算機システムにおいては、非

常に多くの枚数の、メディアの管理を容易に実現するために、ライブラリ装置が導入される。ライブラリ装置には、記憶メディア、記録再生装置に加えて、多くの枚数の記憶メディアを収納する収納庫と、収納庫と記録再生装置との間で、記憶メディアを転送する搬送装置などが含まれる。

【０００７】

可搬メディアの一つとして、ＤＶＤ（Ｄｉｇｉｔａｌ　Ｖｉｄｅｏ　Ｄｉｓｋ）がある。ＤＶＤは光ディスクの一種である。大容量、低価格で、かつ書き換え可能といった特徴を備えた可搬メディアであり、主にデジタルビデオ装置への適用を目的に開発されたものである。しかし、ＤＶＤは計算機で使用することも可能であり、プログラムやデータの配布、データのバックアップ、磁気ディスクの代替等、その特徴を生かした様々な計算機への適用が注目されている。

(3)ＲＡＩＬの説明

計算機システムで扱うデータは、ますます大規模化しているため、その可用性の向上に対するニーズも非常に高い。したがって、上記のような可搬メディアで構成される記憶装置システムにおいても、Ｐａｔｔｅｒｓｏｎの論文で提案されているようなコンセプトを適用することにより、高可用性を実現することは有効である。

【０００８】

可搬メディアにこのようなコンセプトを適用した技術として、コムデックス９６：ＤＶＤ　アプリケーション（Alan E. Bell (IBM Research Division): DVD Applications ,COMDEX 96 ,Nov.20,1996）がある。本文献ではＤＶＤ、記録再生手段、搬送手段等から構成される通常のライブラリ装置を複数組み合わせて冗長性を持たせたＲＡＩＬ（Redundant Arrays of Inexpensive Libraries)が提案されている。

【０００９】

ＲＡＩＬは、その構成要素となる１つのライブラリ装置は、通常のライブラリ装置(Inexpensive Library)であるため、冗長性はないものと考えられる。ＲＡＩＬのコンセプトは、ライブラリ装置を構成する個々の手段に冗長性を持たせるという考え方ではなく、ライブラリ装置自体を１つのディスクと考え、冗長性の単位をライブラリ装置としている点にある。すなわち、１台のライブラリ装置が故障しても、他の複数台のライブラリ装置に格納したＤＶＤのデータから、上記(1)における、(式b)と同一の方法で、故障したライブラリ装置に格納したＤＶＤのデータを再現できる。このように、ＲＡＩＬは、可搬メディアを使用したライブラリ装置の高信頼化を実現する技術である。

【００１０】

本明細書では説明を容易にするため、上記のＲＡＩＤ４型のＲＡＩＬを考えることにする。もちろん他のＲＡＩＤレベルでも同様である。ＲＡＩＤ同様、一定のブロックサイズでデータを分割し、異なるライブラリ装置のメディアに分散配置するものとする。この時の分割単位はＲＡＩＤと同様「ストライプ」であり、パリティを生成するための、同一列の実データのストライプとパリティのストライプを総称して「パリティグループ」と称する。ＲＡＩＤ４なので、パリティは同一メディアに集中配置するが、そのパリティを格納するメディアのことを「パリティメディア」と称する。

【００１１】

また、ライブラリ装置の冗長性を提供する一群のライブラリ装置群のことを「ＲＡＩＬグループ」と称することにする。また、ＥＣＣグループを構成するメディア群のことを「メディアグループ」と称することにする。

【００１２】

【発明が解決しようとする課題】

■課題

(1)ライブラリ装置交換時のメディアの交換

上記ＲＡＩＬ装置において、ライブラリ装置はメディアを数十枚から数百枚格納できる装置であるが、ひとたびライブラリ装置を交換したならば、障害ライブラリ装置に格納された全てのメディアを、新しいライブラリ装置の適切な位置（障害ライブラリ装置における

格納位置と同じ位置）に収納し直さなくてはならない。もし、メディアの収納位置を間違えてしまうと、他のライブラリ装置に格納されたメディアとの間で構成するＥＣＣグループである「メディアグループ」が正しく構成できない。その結果、メディアグループに格納するデータの整合性が崩れ、正しいリードライトができなくなり、データを喪失してしまうという問題がある。

(2)ＲＡＩＬ装置のオンライン中のメディア交換

ＲＡＩＬ装置が接続されるホストは、一般にサーバと呼ばれる計算機であることが多く、多数のクライアント計算機からの要求を受けライブラリ装置のオンラインサービスを提供する。このようなサーバには、２４時間連続運転のような高い可用性が要求されるので、通常、ＲＡＩＬのライブラリ装置が故障した際にもメディアの復旧のためにＲＡＩＬを停止することはできない。よって、障害ライブラリ装置の新規ライブラリ装置への交換と併せてメディアの交換もＲＡＩＬがオンライン中に実施することが課題になる。

■目的

(1)第一の目的

本発明の第一の目的は、記録再生装置と、複数のメディアを収納する複数の収納手段と、少なくとも１台以上のメディアの搬送手段と、少なくとも１台以上のメディアの投入手段を備えた、ＲＡＩＬ装置に含まれる冗長ライブラリ装置において、

任意の１台の収納手段（ＲＡＩＬ装置においてはライブラリ装置）に障害が発生した際に、その障害収納手段（ＲＡＩＬ装置においては障害ライブラリ装置）の交換と併せて多数のメディアの交換も行う必要があり、その際、メディアの収納位置の確認の方法と、誤収納された場合にはそれを修正する方法を提供し、これにより、誤収納による「メディアグループ」の不整合によるデータ喪失を防止することである。

(2)第二の目的

本発明の第二の目的は、上記第一の目的のメディア交換時の収納位置の確認と修正処理を、冗長ライブラリ装置がリード／ライトサービスを提供している「オンライン中」に実施して、冗長ライブラリ装置のリード／ライトサービスと、障害収納手段の復旧処理を同時並行的に行うことができる方法を提供することである。

【００１３】

【課題を解決するための手段】

ホストに接続する冗長ライブラリ装置において、複数の可搬メディアにデータの記録再生を行うアレイ状に配した複数の記録再生手段と、

複数の可搬メディアを収納できる収納位置を備え交換可能な、アレイ状に配した複数の収納手段と、可搬メディアを収納手段に投入するための少なくとも１台以上の投入手段と、投入手段と収納手段と記録再生手段の間で可搬メディアの搬送を行う少なくとも１台以上の搬送手段と、複数の記録再生装置が並列に動作するよう制御するコントローラとを備え、

複数の異なる収納手段に収納した複数のメディアで、ＥＣＣグループである「メディアグループ」を構成し、同一メディアグループ中の少なくとも１枚のメディアに他のメディアのデータから生成する冗長データを格納する。

【００１４】

また、メディアは、メディアグループを構成するメディアグループの識別番号と、メディアを格納する収納手段番号と、メディアを格納する収納手段の収納位置番号を格納するメディアグループ情報格納部を備える。

【００１５】

コントローラは、ホストと接続するためのホスト接続手段と、複数の記録再生手段を接続しメディアとのデータ転送を行う少なくとも１つ以上の記憶装置接続手段と、搬送手段を制御するための少なくとも１つ以上の搬送装置接続手段と、パリティメディアに格納するパリティを生成し、また、障害メディアのデータや、障害ライブラリ装置に格納するメディアのデータを再生成するための冗長データ演算手段と、コントローラ全体の制御を行う中央制御手段と、任意の１台の収納手段に障害が発生したことを検出する収納手段障害検

出手段と、障害収納手段を新規収納手段に交換する時にあわせてメディアを交換する際に、各々のメディアに格納されたメディアグループ情報のメディア収納位置番号を参照し、この番号の示す収納位置にメディアを収納するよう制御するメディア検査手段を備える。

【００１６】

以上の構成により、冗長ライブラリ装置を構成する任意の収納手段の１台に障害が発生した際には、コントローラは、障害収納手段を検出し、障害収納手段を閉塞し他の正常収納装置のメディアのデータとパリティから障害収納手段のデータを再現しながらリード／ライト処理を行う縮退運転に移行する。ここで、縮退運転とは、１台のライブラリ装置に障害が発生したときに、そのライブラリ装置に格納されたすべてのメディアのデータのリード／ライトを、他のライブラリ装置のメディアのデータとパリティを用いて行う運転のことである。

【００１７】

その後、使用者は、障害収納手段を新規収納手段に交換する。

【００１８】

その後、使用者は、障害収納手段に格納されていたメディアのうちの１枚を投入手段に投入する。

【００１９】

コントローラは、投入されたメディアを搬送し、複数の記録再生手段のうち、ホストからのオンライン処理に使用していない１台に装填し、メディアに格納されたメディア収納位置番号を検査し、検査したメディア収納位置番号の示す収納位置に該投入されたメディアを搬送し収納し、全てのメディアを新規収納手段に収納が終了したかどうか確認し、もし終了していないならばメディアの投入から収納までのステップを繰り返す。

【００２０】

全てのメディアの収納が終了したならば、コントローラは、新規収納手段に収納した複数のメディアのうち、現在ホストからのオンライン処理に使用中のメディアグループのメディアを新規収納手段から搬送してオンライン処理に未使用の記録再生手段に装填し、縮退運転から正常運転に復帰する。

【００２１】

以上のように、メディア内部にそのメディアを格納すべき収納手段の収納位置情報を格納してあるので、コントローラがそれを検査して適切な位置に収納することができるので、収納位置を間違えることが無い。

【００２２】

また、以上の方法では、多数のメディアを順次人手で投入しなくてはならず、人間の立会時間が長時間化するという問題がある。そこで、連続的に収納手段へ全てのメディアを投入する、もしくは、人間が障害収納手段の全てのメディアを新規収納手段の収納手段に直接移動し、収納してから、後でコントローラが順次全てのメディアの収納位置を確認することが可能である。この場合、確認作業には一切人手を介さないので、省力化することが可能である。

【００２３】

また、このように一度にまとめて投入した場合、人為的ミスにより投入時のメディアの位置に誤りが有る場合がある。この場合、コントローラのメディア検査手段は、メディアに格納したメディアグループ情報の収納位置番号を参照しながら適切な位置にメディアを並び替える。この際、正しい位置に収納しようとした場合、すでに他のメディアが格納されているので、一旦、搬送手段を制御し、他のメディアを一時待避し、その後、正しい位置にメディアを格納する。待避場所には、現メディアが元々収納してあった場所が空いているのでその場所を利用してもよいし、他の一時収納場所を用意してもよい。並び替えの方法には、発見的手法や、「クイックソート」等のよく知られた並び替え手法がある。このように、一度に全てのメディアを交換した場合にはその全てのメディアの格納位置を検査し、もし間違っている場合には修正することができるので、適切な位置にメディアを収納することができる。

【００２４】
また、収納手段の交換処理の間は、縮退運転を行っているので少なくとも１台の記録再生手段はリード／ライト処理には使用しない。そこで、この記録再生装置を上記のような投入メディアの収納位置の検査作業に使用することができ、冗長ライブラリ装置がホストからのリード／ライト要求を処理する「オンライン処理」と、障害収納手段の交換及びメディアの交換・確認・収納処理を平行して実行することができる。
【００２５】
【発明の実施の形態】
本発明の実施形態を説明する。本実施形態の冗長ライブラリ装置の構成は、説明を明確にするために、上記従来技術のＲＡＩＬ装置を想定するものとする。すなわち、ＲＡＩＬ装置は複数台の独立したライブラリ装置をアレイ状に配置し、各ライブラリ装置は図４のように記録再生手段と、搬送手段と、収納手段と、投入手段の各々を独立に備えている。しかし、本発明は、このようなＲＡＩＬ装置に適用できるばかりでなく、記録再生手段と、搬送手段と、収納手段と、投入手段の各々が任意の冗長度を有するような一般的な冗長ライブラリ装置においても適用できるものであることを明記しておく。
■第一の実施形態（投入口から１枚ずつ入れる方法）
(1)ＲＡＩＬ装置の構成
第一の実施形態を説明する。図３は本発明のシステム構成図である。
【００２６】
1はホスト、5はＲＡＩＬ装置であり、ホストＩ／Ｆ11で接続する。
【００２７】
ＲＡＩＬ装置5において、6はＲＡＩＬコントローラ、400～404はライブラリ装置である。各ライブラリ装置の記録再生手段（後述）は記録再生Ｉ／Ｆ50～54でＲＡＩＬコントローラ6に接続している。また、各ライブラリ装置400～404の搬送制御手段（後述）は、搬送制御Ｉ／Ｆ55でＲＡＩＬコントローラ6に接続している。
(2)ライブラリ装置の構成
図４は、ライブラリ装置の構成図である。40は、可搬メディアを装填し、このメディアからデータをリード／ライトする記録再生手段、41は、可搬メディアを投入手段43から収納手段42へ収納したり、収納手段42から記録再生手段40に装填したりするための搬送手段、42は、複数の可搬メディアを収納しておく収納手段、43は、可搬メディアを外部からライブラリ装置4に格納するための投入手段、44は、上位システムからの指令により搬送手段41を動作させてメディアを移動させたり、投入手段を動作させたりするための搬送制御手段、45は、ＤＶＤ、ＣＤ－ＲＯＭ、ＣＤ－Ｒ、ＭＯ（光磁気ディスク）等の可搬メディアである。また、収納手段42には、ｎ個（ｎ＞０以上の整数）のメディアの収納位置が設けてあり、その位置には一意に場所を特定できる論理的な位置番号0～(n-1)が付加してある。搬送手段41で特定の収納位置にメディアを移動する際にはこの収納位置の論理番号を使用する。以下、この番号を「収納位置番号」と称する。
【００２８】
上記のように、記録再生手段40は記録再生Ｉ／Ｆ50（もしくは51～54）でＲＡＩＬコントローラ6に接続している。また、搬送制御手段44は搬送制御Ｉ／Ｆ55でＲＡＩＬコントローラ6に接続している。
【００２９】
本実施形態では、図４に示したようにライブラリ装置4内部に記録再生手段40が設けられた例を示したが、記録再生手段40がその他の手段と分離した構成のものもある。以下の説明は図４に基づき行うが、このように分離構成のライブラリ装置でも同様に本発明を用いることができる。
【００３０】
尚、ＲＡＩＬ装置の説明において、複数のライブラリ装置400～404のその各々の構成要素を示すときは、図８に示した記号を用いることにする。
(3)ＲＡＩＬコントローラの構成

図５は、ＲＡＩＬコントローラ6の構成図である。61は、ホスト１からのコマンドの受信やデータ転送をホストＩ／Ｆ11を介して行うホスト接続手段、640～644は、ライブラリ装置400～404の記録再生手段40へのコマンドの送信やデータ転送を記録再生Ｉ／Ｆ50～54を介して行う記憶装置接続手段、62は、ライブラリ装置の記録再生手段40とホスト1との間のデータ転送速度の違いを吸収し、また、最近使用したデータを一時格納しておき、ホスト1から同データに再アクセス要求があった場合には、ライブラリ装置400～404を動作させずにデータ転送を行えるようにしたディスクキャッシュとして構成したデータ記憶手段、63は、パリティメディアに格納する冗長データ（パリティ）を生成したり、障害の発生したライブラリ装置に格納されたメディアや、障害の発生したライブラリ装置やメディアに格納されたデータの再現を行う冗長データ演算手段、65は、ライブラリ装置4の搬送手段41を制御するために、搬送制御手段44に搬送制御Ｉ／Ｆ55を介しコマンドを発行する搬送装置接続手段、60は上記のＲＡＩＬコントローラ6を構成する手段の制御を行う中央制御手段である。

【００３１】

本実施形態では、記憶装置接続手段と各ライブラリ装置を１対１で接続した構成にしたが、１つの記憶装置接続手段に対しｎ台（ｎ＞０の整数）のライブラリ装置を接続しても構わない。また、搬送装置接続手段には５台のライブラリ装置を接続した構成にしたが、この接続台数も任意である。さらに、記憶装置接続手段と搬送装置接続手段を別なものとして記載したが、これらを同一の接続手段で混在させることも可能である。混在させるための好適な接続手段として、ＳＣＳＩ（Small Computer Systems Interface）が用いられることが多い。以下の説明は図５に基づき行うが、接続手段の構成が異なる場合でも同様に本発明を用いることができる。

(4)中央制御手段の構成

中央制御手段60は好適な実施形態として、マイクロプロセッサユニット（ＭＰＵ）とその実行プログラムとプログラム及びデータ格納用のメモリとを用いて実現できる。図６は、中央制御手段60の構成図である。601は、ホスト接続手段61を制御するホスト接続制御部、602は、ホスト1から受信したコマンドを解析し、各ライブラリ装置400～404の記録再生手段40へのコマンドに生成し直すコマンド制御部、603は、データ記憶手段62に同コマンドによりリード／ライトするデータを格納するエリアを決定したり、ディスクキャッシュのヒット／ミス判定を行うデータ記憶手段制御部、604は、ライト時に冗長データ（パリティ）を生成したり、障害メディアや、障害ライブラリに格納されたメディアのデータを再現するときに、冗長データ演算手段63を制御する冗長データ演算制御部、605は、コマンド制御部602が生成した、各記録再生手段40へのコマンドを発行するために記憶装置接続手段640～644を制御する記憶装置接続制御部である。

【００３２】

また、608は、各ライブラリ装置400～404の搬送手段41を操作するためのコマンドを発行するために搬送装置接続手段65を制御する搬送制御部、607は、ライブラリ装置400～404に障害が発生したことを検出するライブラリ障害検出部、609は、正しいメディアが正しい収納位置に収納するようメディアを検査するメディア検査部、610は、ＲＡＩＬ装置5の構成や、メディアの管理情報や、メディアグループの管理情報や、ライブラリ装置の障害情報等、中央制御部60が使用するＲＡＩＬ装置5の様々な管理情報を保持する構成情報保持部、606は、ライブラリ装置や、メディアに障害が発生した際等に、使用者に障害情報を通知したり、使用者から障害復旧の命令を受信したりする障害通信部である。

(5)メディアの構成

図７は本発明のＲＡＩＬ装置で使用するメディア45の構成を示したものである。4500は、メディアの特定の領域にＲＡＩＬコントローラ6が格納するメディアグループ情報格納部である。同部4500は、メディア上の特定の論理アドレス（例えば論理アドレス０）に設けられ、この領域はホスト1から隠蔽されている必要がある。

【００３３】

メディア45に格納されるデータ内容は、メディアグループ情報が格納されていることを示

すメディアグループ情報識別子4501、メディアグループの識別番号を示すメディアグループ番号4502、メディアを格納するライブラリ装置4の番号を示すライブラリ装置番号4503、ライブラリ装置4の収納手段42の収納位置番号を示すライブラリ収納位置番号4504、その他（メディアの初期化日時や、エラー情報等の情報を管理するためのデータ）4505である。

(6)メディアグループの構成

図８はメディアグループの構成を示したものである。メディア450～454が記録再生手段4000～4004に格納されている。このように、データの分散を行う複数のメディアとそのパリティを格納するメディアで構成されるＥＣＣグループを「メディアグループ」と称する。また、ＲＡＩＤ４構成の場合、データを格納するメディア450～453をデータメディア0～4、パリティを格納するメディア454をパリティメディアと称する。

【００３４】

ライブラリ装置400～404の収納手段に収納されたメディアも、上記の記録再生手段4000～4004に収納されたメディアと同様、異なるライブラリ装置400～404間でメディアグループを構成している。各メディアグループにはすべて一連の識別番号が付加され、この情報が上記の通り、各メディアのメディアグループ情報格納部4500に格納されている。このメディアグループ番号は、他のＲＡＩＬ装置で使用されたメディアや、以前このＲＡＩＬ装置で使用された他のメディアグループと混同してしまわないように、唯一絶対の番号で無くてはならない。そこで、番号の生成には、一意性を保証するために、ＲＡＩＬ装置のシリアル番号や、メディアグループの作成日時などのデータを組み合わせて作成することが望ましい。

【００３５】

本実施形態では、メディアグループを構成する複数のメディアは、異なるライブラリ装置の同一収納位置番号に収納するものとする。すなわち、横並びに一列に同一メディアグループのメディアを収納する。これにより、マウントするメディアグループを交換するときに、搬送手段を動作させてメディアグループを交換する平均時間（平均メディアグループ交換時間）が最小になるという効果がある。ここで、マウントとは、指定されたメディアグループのメディアを各ライブラリ装置の収納手段から取り出し、記録再生装置に装填する動作のことである。もし、任意の位置にメディアグループが格納されていると、それらのメディアのうち搬送に最も時間がかかるものによりメディアグループの交換時間が律速されてしまうので、平均メディアグループ交換時間は悪化する。また、この収納方法では、ＲＡＩＬコントローラ6によるメディアの管理が容易になるという効果もある。もちろん、お互いの収納位置を任意にして、ＲＡＩＬコントローラ6がその関連を管理して対応つけることも可能である。

(7)メディアの初期化（メディアグループ情報の登録）

本実施形態の動作を説明する。はじめに、新規のメディアをライブラリ装置に収納する動作を説明する。使用者は、新規メディアを各ライブラリ装置400～404の投入手段430～434に投入する。使用者はホスト１を操作し、同メディアの初期化指示のコマンドを発行する。ＲＡＩＬコントローラ6のホスト接続手段61はこのコマンドを受信し、中央処理手段60に通知する。中央処理手段60のホスト接続制御部601はこのコマンドを受信し、コマンド制御部602はコマンドを解析する。引き続き搬送制御部608に処理を渡し、同部608は各ライブラリ装置400～404の搬送制御手段440～444に対し投入手段430～434からメディアを記録再生手段4000～4004に移動するようコマンドを発行する。各ライブラリ装置400～404は、コマンドを受信し、メディアを記録再生装置4000～4004に装填する。

【００３６】

続けて中央制御手段60のメディア検査部609は、記憶装置接続制御部605を介し、各記録再生装置4000～4004にメディアグループ情報格納部のあるべきメディアのアドレスからメディアグループ情報をリードするようコマンドを発行する。リードしたデータは記録再生手段4000～4004から、記録再生Ｉ／Ｆ50～54、記憶装置接続手段640～644を介しデータ記憶手段62の指定された領域に転送される。メディア検査部609はこのリードしたデータを検

査する。このメディアは新メディアなので、このリードしたデータにはメディアグループ識別情報4501は含まれない。メディア検査部609はこれらのメディアが新メディアであることを認識し、構成情報保持部610を参照し、ライブラリ装置400～404の収納手段420～424における同メディアの収納位置を確定する。この場所は空いていた収納位置であればよい。次に同部609はこれらのメディアでメディアグループを構築し、メディアグループ識別番号4502を上記のような方法で生成し、構成情報保持部610に決定した収納位置とともに同メディアグループ識別番号を格納する。次に、同部609は、記憶装置接続制御部605を介し、メディアグループ情報識別子4501と、メディアグループ番号4502と、ライブラリ装置番号4503と、ライブラリ収納位置番号4504と、その他の情報4505をライトするコマンドを発行し、各メディアそれぞれにメディアグループ情報を格納する。続けて、同部609は全てのメディアのデータ格納部に０を書き込むことにより、メディアグループのデータとパリティの整合性をとる。以上でメディアの初期化が終了し、ホスト1に初期化指示コマンドの終了を通知する。

【００３７】

以降、ホスト1は、このメディアグループを論理ボリュームとして扱うことができ、この論理ボリュームの論理フォーマットを実行する。論理フォーマットが終了すると、ホスト1から同メディアグループを使用することができるようになる。

【００３８】

尚、以下の説明において、中央制御手段60はライブラリ装置4の搬送手段41を制御し記録再生手段40、収納手段42、投入手段43の間をメディアを移動させるが、その方法も上記と同様である。そこで、特別に断らない限り「搬送制御を行う」として同搬送制御の説明を省略する。

【００３９】

また、以下の説明において、中央制御手段60はライブラリ装置4の記録再生手段40にメディアへのデータのリード／ライトのコマンドを発行するが、その方法も上記と同様である。そこで、特別に断らない限り「リード／ライト制御を行う」として同記録再生制御の説明を省略する。

(8)構成情報保持部の初期化

ＲＡＩＬ装置に電源が投入された時、中央制御手段60の構成情報保持部610には何も記録されていないので、これを初期化する必要がある。さらに、メディアがメディアグループの関係を保って正しい収納位置に収納されていることを確認しなくてはならない。これは、ライブラリ装置間で構成するメディアグループは、以前動作時にはメディアグループが正しい位置関係を保っていたとしても、一旦電源を遮断し、再立ち上げした際にメディアの収納位置が元通りである保証はないためである。ＲＡＩＬ装置のメディアは上記のように可搬であるため、電源遮断時に人間によってメディアの移動がなされているかもしれないのである。

【００４０】

メディア検査部609は、搬送制御部608を制御して搬送制御を行い、さらに記憶装置接続制御部605を制御してリード／ライト制御を行い、各ライブラリ装置400～404の収納手段420～424の全格納メディアを順次マウントし、メディアグループ情報をリードし、構成情報保持部610に情報を格納する。尚、構成情報保持部610に情報を格納する際、同一収納位置に収納されている、異なるライブラリ装置のメディアが正しく同じメディアグループのメディアであることを確認し、お互いを関連づけて情報を格納する。

(9)メディアのマウント

次に、メディアのマウント動作について説明する。ホスト1からメディアのマウント要求が発行されたと仮定する。このマウント要求は、ホスト1がメディアグループを論理ボリュームとして管理していて直接メディアグループ番号で指定されると仮定する。

【００４１】

ＲＡＩＬコントローラ6のホスト接続手段61は、ホスト1からマウント要求コマンドを受信し、中央制御手段60に通知する。中央制御手段60は、コマンドを獲得し、それを解析しメ

ディアグループのマウント要求であることを認識する。中央制御手段60は搬送制御を行い、各ライブラリ装置400～404に対し、現在記録再生手段4000～4004にマウントされているメディアを収納手段420～424の適切な収納位置に収納する。続けて、中央制御手段60は搬送制御を行い、マウント要求のあったメディアグループのメディアを収納手段420～424から取り出し記録再生手段に移動しマウントする。尚、この際、収納位置は、構成情報保持部610を参照することで獲得することができる。

【００４２】

また、もし、ホスト１からＲＡＩＬ装置5のアドレス空間がフラットに見える場合、すなわち、一つの論理ボリュームに見える場合には、マウント要求は発行されない場合がある。この場合、ホスト１から見えるアドレス空間と、各メディアグループの対応関係を構成情報保持部610に格納し、コマンド制御部602でアクセスされたアドレスを認識し、必要に応じ異なるメディアグループをマウントする必要があるかもしれない。この場合は、マウント要求をＲＡＩＬコントローラ6内部で生成することになるが、それ以外は上記と同様である。

(10)リード／ライトコマンド処理

次に、マウントされたメディアグループへのホスト１からのリード／ライト要求が発行された場合の動作を説明する。ホスト1からリードコマンドが発行された場合、中央制御手段60のコマンド制御部602はコマンドを解析する。図２に示すようなデータの分散を行っているので、ホスト１からのリード要求のデータがどのメディアに格納されているのかを計算する。このような計算をアドレス変換と称する。アドレス変換の結果、図２のＤ２がアクセスデータであったとすると、データメディア２が当該データを格納していることになる。そこで、コマンド制御部602はライブラリ装置402の記録再生装置4002へのリードコマンドを生成する。また、データ記憶手段制御部603はリードしたデータを格納する領域をデータ記憶手段62に確保する。記憶装置接続制御部605は、上記のリードコマンドを記憶装置接続手段642に発行し、記憶装置接続手段642は記録再生装置4002から該データをデータ記憶手段62に転送し、終了すると中央制御手段60に通知する。中央制御手段60のホスト接続制御部601はホスト接続手段61にデータ転送命令を発行し、ホスト接続手段61はホスト1にデータ記憶手段62に格納された当該データを転送し、終了すると中央制御手段60に通知する。中央制御手段60のホスト接続制御部601はホスト接続手段61を制御し、ホスト１に終了報告を送信しリードコマンド処理が終了する。

【００４３】

ホスト1からライトコマンドが発行された場合、リードコマンドとの相違点はその転送方向が異なることと、パリティを演算することの２点である。リードと同様、図２のＤ２がライトデータであったとしたとき、その対応するパリティＰ１も更新する必要がある。ここで、パリティの更新には次に示す（式ｃ）（式ｄ）の２つの方法がある。

【００４４】

新Ｐ０＝Ｄ０＋Ｄ１＋新Ｄ２＋Ｄ３（式ｃ）　ただし、＋は排他的論理和演算を示す。

【００４５】

新Ｐ０＝旧Ｄ２＋新Ｄ２＋旧Ｐ０　（式ｄ）

（式ｃ）の方法では、パリティの生成に先立ち、Ｄ０、Ｄ１、Ｄ３のデータをデータ記憶手段62にリードしておく必要がある。また（式ｄ）の方法では、パリティの生成に先立ち、旧Ｄ２と旧Ｐ０を同じくリードしておく必要がある。これらのデータのリード制御は上記リードコマンドの動作と同様である。また、すでにデータ記憶手段62にＤ０、Ｄ１、Ｄ３が記憶されている（もしくは旧Ｄ２と旧Ｐ０が記憶されている）ならば、これらのリード制御は行う必要がない。

【００４６】

（式ｃ）、（式ｄ）いずれの方法であるにしても、全てのデータをデータ記憶手段62に用意することが終了すると、冗長データ演算制御部604は冗長データ演算手段63を起動し、（式ｃ）、もしくは（式ｄ）の演算を実行し、終了すると中央制御手段60に通知する。中央制御手段60のコマンド制御部602は、Ｄ２のライトコマンドと、新Ｐ０のライトコマン

ドを生成し、上記同様、記録再生手段4002、4004に両ライトコマンドを発行し、記憶装置接続手段642と644はデータ記憶手段62から記録再生手段4002、4004に両データをそれぞれ転送し、データメディア451とパリティメディア454に格納する。転送が終了すると中央制御手段60はリードコマンドと同様ホスト1に終了報告を発行し、ライトコマンド処理が終了する。

(11)ライブラリ装置の故障検出

次に、図８に示すようにＲＡＩＬ装置5を構成する１台のライブラリ装置400に障害が発生した場合について、図９のフローチャートを用いて説明する。はじめに、ライブラリ装置の障害について説明する。大きく分けて、２種類の障害検出が考えられる。第一はライブラリ装置自体が障害を検出する場合であり、記録再生手段40がリード／ライト不可能になったり、搬送手段41が動作不可能になったりしたことをライブラリ自体が検出し、エラー情報をＲＡＩＬコントローラ6に報告する。第二はライブラリ装置が動作しなくなり、それを中央制御手段60が検出する場合である。いずれにしても、中央制御手段60のライブラリ障害検出部607がこれらの事象を認知すると、このライブラリ装置を障害ライブラリとして検出する（図９の1000）。

(12)縮退動作

ライブラリ障害検出部607は、ＲＡＩＬコントローラ6を縮退運転に移行する（1001）。例えば、ライブラリ装置400のデータメディア０（450）に格納するデータＤ０へのリード要求時には、上記従来技術の（式ｂ）により、他の正常なライブラリ装置401～404のデータメディア1～3（451～453）に格納するデータＤ１，Ｄ２，Ｄ３と、パリティメディア454に格納するパリティＰ０からＤ０を再現する。また、Ｄ０のライト要求時には、ライトするＤ０と、Ｄ１，Ｄ２，Ｄ３からＰ０を生成し、Ｐ０だけを更新する。ライブラリ障害検出部607は、縮退運転に移行したことを構成情報保持部610に記録し、以降、コマンド制御部602は上記のような縮退運転用のアドレス変換を行うことになる。また、同ライブラリ装置4000の全メディアが使用不可能であることを同じく構成情報保持部610に記録する。

(13)障害通知とライブラリ装置の交換

ライブラリ障害検出部607は、障害通信部606を制御し、ホスト接続手段61を介しホスト1にライブラリ装置400に障害が発生したことを通知する。このとき、新しいライブラリ装置400'に交換することを促すようなメッセージを、使用者に通知する（1002）。インジケータに、故障を知らせるためのランプ等を点灯させてもよい。使用者がライブラリ装置の交換を実施すると、ホスト1は交換完了をＲＡＩＬコントローラ6に通知し、障害通信部606はこれをライブラリ障害検出部607に通知する（1003）。

(14)メディアの投入

次に、同部607は、メディア検査部609に処理を渡す。同部609は障害通信部606を制御し、ホスト1に、障害ライブラリ装置400の１枚のメディアを取り出し、新ライブラリ装置400'の投入手段430'に投入することを促す（1004）。また、メディア検査部609は搬送制御を行い、投入手段430'に搬送手段410'を移動させ待機する（1005）。

(15)メディアの検査と収納

使用者によるメディアの投入待ちをし（1006）、メディアが投入されると、メディア検査部609は搬送制御を行い投入されたメディアを記録再生手段4000'に移動しマウントする（1007）。同部609はリード制御を行い、メディアに格納されたメディアグループ情報をデータ記憶手段62にリードする（1008）。メディア検査部609は、同情報のライブラリ装置番号4503を検査し、ライブラリ装置400のメディアであったことを確認する（1009）。もし、異なるライブラリ装置のメディアであるならば、搬送処理を行い、メディアを排出する（1010）。正しいライブラリ装置のメディアであるならばライブラリ収納位置番号4504を検査し（1011）、その示す位置にメディアを収納するよう搬送処理を行う（1012）。メディア検査部609は、ホスト1に１枚のメディアの収納が終了したことを通知し、次のメディアを投入するか、投入処理を終了するかの指示を促す通知を発行する（1013）。もし、つぎのメディアを投入するならば、上記(14)メディアの投入（1004）に戻り、以下全てのメディアを収納し終えるまで処理を繰り返す。

(16)縮退運転から正常運転への復帰
すべてのメディアの収納を終了した通知をホスト1から受信したならば（1014）、メディア検査部609はライブラリ障害検出部607に処理を戻す。ライブラリ障害検出部607は現在マウント中のメディアグループを構成情報保持部610を参照して確認し、新ライブラリ装置4000'にも同一メディアグループのメディアをマウントする。さらに、同部607は、縮退運転から正常運転に復旧し、構成情報保持部610に記録する。また、すべての同ライブラリ装置に格納されたメディアを使用可能状態として、構成情報保持部610に記録する。続けてホスト1に正常に復帰したことを通知し、ライブラリ障害状態からの復旧を終了する（1016）。
(17)効果
以上のように、ＲＡＩＬ装置においては、ライブラリ装置に障害が発生し、新しいライブラリ装置に交換した際に、すべての障害ライブラリ装置に収納されていたメディアを新しいライブラリ装置に収納し直さなくてはならないが、本実施形態によれば、間違いなく正しい収納位置にメディアを収納し、障害が発生する以前の状態に復旧することができるので、誤収納によるメディアグループの整合性の喪失に起因するデータの喪失を防止できるという効果がある。
【００４７】
また、常に同一メディアグループのメディアをライブラリ装置の同一収納位置番号に収納できるので、メディアグループを交換する際にその平均交換時間を最小にでき、高速な搬送性能を実現できるという効果がある。
【００４８】
さらに、１台のライブラリ装置が故障しＲＡＩＬ装置が縮退運転でサービスを提供している間に、バックグラウンドで障害ライブラリ装置のメディアを新ライブラリ装置の正しい位置に収納できるので、可用性の高いＲＡＩＬ装置を実現できるという効果がある。
■第二の実施形態（適当な順番で連続投入する。後で装置が確認しソートする方法）
次に第二の実施形態について説明する。上記第一の実施形態ではメディアを１枚ずつ操作者が投入していきその都度ＲＡＩＬ装置が正しい位置にメディアを収納していくというものであった。確実に正しい位置に収納することが可能であるが、一方、操作者が長時間この作業に立ち会う必要があり、ライブラリ装置に収納するメディア枚数が数百枚に達する場合その所要時間は長大になってしまう。本実施形態ではこの課題を解決する方法を提供する。
【００４９】
本実施形態の構成は、第一実施例の構成につけ加え、図１１に示すメディア収納管理テーブル6101を構成情報保持部610に設ける。メディア収納管理テーブル6101は、各ライブラリ装置毎に格納できる収納位置に応じて用意する必要があり、電源投入時には全て「空き」に設定し、メディアの検査により、正しく収納した場合は「本収納」を記録する。また、ライブラリ装置障害時には、同ライブラリ装置のテーブルを全て「空き」に設定する。
【００５０】
以下、第一の実施形態との動作の相違点のみを説明する。
(1)障害ライブラリの交換
図１０は本実施形態のライブラリ装置障害発生時の動作を示すフローチャートであり、以下、この図を用いて説明する。
【００５１】
ライブラリ装置400に障害が発生したことを中央制御手段60が検出し（1000）、縮退運転に移行し（1001）、使用者に障害を通知し（1002）、使用者は新しいライブラリ装置400'を接続し交換が完了する（1003）。
(2)メディアの交換（順次連続投入）
次に中央制御手段60のメディア検査部609は、カウンタｎを０初期化する（1017）。そして、障害通信部606を介し、ホスト1に新しいメディアの投入を指示し、操作者が１枚のメディアを投入する（1018）。メディア検査部609は、搬送制御を行い投入されたメディア

を収納位置ｎに仮収納し、メディア収納管理テーブル6101の位置ｎに「仮収納」を設定する（1019）。該部609は障害通信部606を介し、全てのメディアの投入が終了したか確認を要求し（1020）、もし、まだメディアがあるならばカウンタｎをインクリメントし（1021）、以下、全てのメディアの仮収納を繰り返す。この処理が終了すると、収納メディア枚数ｎが確定する。

(3)メディア収納管理テーブルの検査

続けて、メディア検査部609は別のカウンタｋを０初期化する（1022）。図１１に示す構成情報保持部610のメディア収納管理テーブルを参照し収納位置ｋにすでに正しいメディアが移動され収納されているかどうか確認する（1023）。ｋ＝０の場合は、まだメディアを１枚も検査していないのでメディア収納管理テーブル6101には、「仮収納」が設定されているので、この判定は偽になる。また、ｋ＝ｊ（ｎ≧ｊ≧１）の時には、ｋ＜ｊなるｋにおいて既に後述の移動が実施されて「正収納」になっている場合がある。このときは1035に進みｋをインクリメントし（1035）、ｋ＜ｎを確認し、もし、ｋ＜ｎであれば1023に戻り(3)の処理を繰り返す（1036）。

(4)メディアの移動

上記移動済みメディアかどうかのメディア収納管理テーブルの検査において偽になった場合、収納位置ｋに仮収納されたメディアを搬送制御し、記録再生装置4000'に装填する（1024）。続けて中央制御部60のメディア検査部609はメディアグループ情報をリードし、ライブラリ収納位置番号4504がｉ（ｉ≧０の整数）であることを確認する（1025）。

【００５２】

もし、このメディアが本ライブラリ装置400'に格納すべきでないメディアであった場合や、新規メディアの場合等、誤った投入であった場合には、このメディアを搬送制御し排出し（1027）、メディア収納管理テーブルの位置ｋに「空き」を設定する（1028）。

【００５３】

もし、ｋ＝ｉの場合には（1029）、そのままの位置で正しいので、同メディアを収納位置ｊに搬送制御により収納し（1030）、メディア収納管理テーブル6101の位置ｋ（＝ｉ）に「正収納」を設定する（1031）。以下1035に進みｋをインクリメントし（1035）、ｋ＜ｎを確認し、もし、ｋ＜ｎであれば1023に戻り(3)(4)の処理を繰り返す（1036）。

【００５４】

もし、ｋ≠ｉの場合には（1029）、搬送制御を行い、現在、収納位置ｉに格納されているメディアを、一旦、収納位置ｋに移動してメディア収納管理テーブルの位置ｋを「仮収納」に設定し（1032）、記録再生装置4000'に装填された収納位置ｊに収納すべきメディアを搬送制御により正しい収納位置ｉに収納し（1032）、メディア収納管理テーブルの位置ｉに「正収納」を設定する（1034）。以下、ｋをインクリメントせずに1023に戻り、上記(3)(4)の処理を収納位置ｋに正しいメディアが収納されるまで繰り返す。

(5)縮退運転から正常運転への復帰

以上の処理を全てのｋ＜ｎについて実行すると、正しい収納位置に全てのメディアを収納することができる。その後、上記第一の実施形態と同様、メディア検査部609はライブラリ障害検出部607に処理を戻し、ライブラリ障害検出部607は現在マウント中のメディアグループを構成情報保持部610を参照して確認し、新ライブラリ装置4000'にも同一メディアグループのメディアをマウントする。さらに、同部607は、縮退運転から正常運転に復旧し、構成情報保持部610に記録する。また、すべての同ライブラリ装置に格納されたメディアを使用可能状態に構成情報保持部610に記録する。続けてホスト1に正常に復帰したことを通知し、ライブラリ障害状態からの復旧を終了する（1016）。

【００５５】

尚、上記の説明では、正しい位置へのメディアの移動処理（ソーティング処理）を発見的手法を用いて行う方法を示したが、別の方法として、はじめに全てのメディアのメディアグループ情報をリードし、現状の収納位置とメディアの正規の収納位置を全て認識した後、並び替えを既知の「クイックソート」等のアルゴリズムを使用してソーティング処理を実施することもできる。

(6)効果
以上のように、本実施形態によれば、操作者の全メディア投入に立ち会う時間を短縮した上で、上記第一の実施形態と同じ効果を実現できる。
■第三の実施形態（人間が手でいれる。後で装置が確認しソートする方法）
上記第二実施形態では、全てのメディアを人間が順次連続的に１枚ずつ投入する方法を示したが、この方法では上記第一実施例よりは人手をかけずに実施し立会時間を短縮できるものの、いまだ、数百枚もの多数のメディアを投入しなくてはならないため、立会時間が長時間必要であるという課題を持つ。そこで、第三の実施形態としてさらに投入のための時間を削減する方法を示す。
(1)方法
この方法は、障害ライブラリ装置400をはずした段階で全てのメディアを一旦ライブラリ装置から取り出し、新規ライブラリ装置400'にオフラインで人間が手で収納する方法である。その後、新ライブラリ装置400'を接続し、上記実施形態２の図１０の1023から1036の手順を実施することで、ソーティング処理を行う方法である。
【００５６】
人間が人手でメディアを収納すると、そこには当然、収納ミスが発生する恐れがある。しかし、上記実施形態２のソーティング処理の方法を併用することで、たとえ収納ミスがあってもそれを後で修正することができる。
(2)効果
上記第三の実施形態によれば、人手によるメディアを新ライブラリ装置に投入する時間を最小限に短縮でき、この上で上記第一、第二実施形態と同じ効果を実現することができる。
■第四の実施形態
以上の第一～第三実施形態では、障害ライブラリ装置を交換したとき併せてメディアを実施するときに、すべてのメディアが正しい収納位置に格納されたことが確認された後に縮退運転から正常運転に復帰するものとして説明した。
【００５７】
しかしながら、この方法では縮退運転で動作しなくてはならない時間が長時間に及ぶ。縮退運転は正常運転に対して、性能は低下してしまうという問題があるので、上記第一～第三実施形態の縮退運転時間を短縮することが課題になる。本実施例はその方法について説明する。
【００５８】
上記第一～第三実施形態の全てに適用することが可能であるが、以下、代表して第二実施形態に基づき相違点を説明する。
【００５９】
新ライブラリ装置への全てのメディアの仮収納が終了した段階で、現在、ホストからのリード／ライト要求の処理である「オンライン処理」に使用しているメディアグループ（現メディアグループと称する）のうちの、新ライブラリ装置のメディアを検索する。具体的には、メディア検査部609は、現メディアグループ番号を構成情報保持部610を参照し確認し、また、そのメディアグループの格納されている収納位置を他のライブラリ装置のメディア収納の情報から確認する。つづけて、搬送制御を行い、確認した収納位置のメディアを１枚取り出し記録再生手段4000'に装填しメディアグループ情報を検査し、現メディアグループのメディアであるかどうか確認する。もし、確認ができたならば、現メディアグループは復旧が済んだ訳であるから、この時点で縮退運転から正常運転に復帰する。
【００６０】
また、もし、装填したメディアが検査の結果、現メディアグループのメディアで無かった場合、任意の順番で仮収納されたメディアを１枚ずつ記録再生手段4000'に装填しメディアグループ情報を検査し、現メディアグループ番号を見つけるまで全てのメディアに対してこの検索処理を繰り返し、見つけた時点で縮退運転から正常運転に復帰する。
【００６１】

その後、ホスト１からリード／ライト要求が一定時間来ないＲＡＩＬ装置5の使用頻度が低いときに、同ライブラリ装置の記録再生装置を用いてメディアのメディア収納位置情報の検査による第二実施形態記載の並び替え処理を実施する。また、もしこの並び替え作業をしている間にホストからアクセス要求がきた場合には、一時的に縮退運転に移行してもよいし、もしくは、現メディアグループのメディアの収納位置は分かっているので、アクセスがあった時点でこのメディアをマウントしてもよい。

【００６２】

本実施形態は、メディアの収納に際しては多くの場合人間が順番にメディアを投入するので、以前と同じ位置にメディアが並んでいる可能性が高いことを利用したものである。また、万一順番が変わっていた場合でも、並び替えを後回しにするので、現メディアグループの復旧のための処理時間は大幅に短縮できるという効果がある。

【００６３】

また、上記説明では第二実施形態を基に説明したが、第三実施例でも同一である。また、第一実施例では、ユーザが現メディアグループを分かっている場合にはそのメディアを最初に収納すれば、同様の効果が得られる。もし、分からない場合でも、現メディアグループのメディアが収納された時点で縮退運転から正常運転に復帰すれば、第二、第三実施形態よりは効果は低減するが、第一実施形態を単独で実施する場合に比べ、メディアの交換作業中の縮退運転時間の平均時間を２分の１に低減できるという効果がある。

【００６４】

また、上記説明では、並び替えを後で実施する方法を示したが、以前と同じ位置にメディアが並んでいる可能性が高い場合には並び替えを実施しない方法も考えられる。この場合、マウントするメディアグループの交換が発生するたびに正しい位置に該当メディアが収納されているかどうか確認する。もし、間違っていた場合には最悪全てのメディアを検索しなくてはならないというデメリットもあるが、正しい可能性が高いならば、メディアの仮収納が終わった段階で縮退運転から正常運転にすぐに復帰できるという効果がある。

■第五実施形態

上記の実施形態では、実施形態の説明の最初に述べたとおり、上記従来技術のＲＡＩＬ装置を想定し説明した。しかし、本発明は、このようなＲＡＩＬ装置に適用できるばかりでなく、記録再生手段と、搬送手段と、収納手段と、投入手段の各々が任意の冗長度を有するような一般的な冗長ライブラリ装置においても適用できるものである。

【００６５】

たとえば、このような冗長ライブラリ装置として図１２に記載する装置がある。この例では、冗長ライブラリ装置は、１台のコントローラ6と、６台の記録再生手段4000～4005と、３台の搬送手段410～412と、５台の収納手段420～424と、２台の投入手段430～431を備えている。

【００６６】

例えばＲＡＩＬグループを記録再生装置６台のうちの５台で構成し、他の１台はスペアの記録再生装置であるとする。また、任意の収納手段から全ての３台の搬送手段が任意の記録再生手段へ、そして、任意の投入手段から任意の収納手段へメディアを搬送できる。また、記録再生手段と、搬送手段と、収納手段と、投入手段の全ての手段毎に冗長性があるので、全ての手段毎に１台に障害が発生しても他を利用したり、縮退運転をしたりすることでオンラインサービスを継続できる。

【００６７】

このような、冗長ライブラリ装置でも、上記第一～第四実施例が同様に適用可能であり、任意の収納手段の障害が発生した際に、新規収納手段の交換と同時に正しい収納位置へのメディアの交換を実現することができる。ただし、この実施例のようにＲＡＩＬグループを構成する記録再生手段より台数が多い場合は、縮退運転に移行する必要はない。

【００６８】

【発明の効果】

本発明によれば、冗長ライブラリ装置を構成する収納手段の任意の１台に障害が発生した

場合、その障害収納手段に格納していた多数のメディアを新規収納手段に入れ替えを実施した時、そのメディアの収納位置の確認と、万一誤収納された場合にはその位置の修正を実施できるので、これにより、誤収納による、メディアグループの不整合発生に起因するデータの喪失を防止することができるという効果がある。

【００６９】

また、本発明によれば、上記第一の効果のメディア交換時の収納位置の確認と修正処理を冗長ライブラリ装置のオンライン中に実施できるので、リード／ライト処理を行うオンラインサービスと、障害収納手段の復旧処理を同時並行的に行うことができるという効果がある。

【００７０】

さらに、本発明によれば、上記第一、第二の効果を実現しながら、新規収納手段へのメディアの交換処理において、人手によるメディアの投入作業時間を最小化することができ、省力化の効果がある。

【００７１】

さらに、本発明によれば、上記メディアの検査において現使用中のメディアグループのメディアの検出を一番最初に行うことで現使用中のメディアグループの復旧を直ちに行い、縮退運転から正常運転に復帰し、他のメディアの収納位置の確認及び位置の修正を後回しにすることができるので性能劣化の発生する縮退運転時間を短縮できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図１】従来技術のＲＡＩＤ装置の構成図である。

【図２】ＲＡＩＤ及びＲＡＩＬにおけるデータストライピングの構成図である。

【図３】本発明のＲＡＩＬ装置の構成図である。

【図４】本発明の実施形態のライブラリ装置の構成図である。

【図５】本発明の実施形態のＲＡＩＬコントローラの構成図である。

【図６】本発明の実施形態の中央制御手段の構成図である。

【図７】本発明の実施形態のメディアの構成とメディアグループ情報の構成図である。

【図８】本発明の実施形態のメディアグループの構成図である。

【図９】本発明の第一の実施形態のフローチャートである。

【図１０】本発明の第二の実施形態のフローチャートである。

【図１１】本発明の第二の実施形態のメディア収納管理テーブルの構成図である。

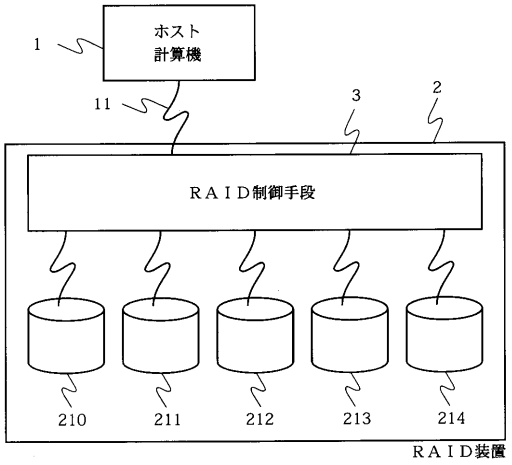
【図１２】本発明の第五の実施形態の冗長ライブラリ装置の構成図である。

【符号の説明】

1：ホスト計算機、2：ＲＡＩＤ装置、3：ＲＡＩＤ制御手段、4：ライブラリ装置、5：ＲＡＩＬ装置、6：ＲＡＩＬコントローラ、40：記録再生手段、41：搬送制御手段、42：収納手段、43：投入手段、44：搬送制御手段、45：メディア、60：中央制御手段、61：ホスト接続手段、62：データ記憶手段、63：冗長データ演算手段、64：記憶装置接続手段、65：搬送装置接続手段、606：障害通知部、607：ライブラリ障害検出部、608：搬送制御部、609：メディア検査部、610：構成情報保持部、4500：メディアグループ情報格納部、4501：メディアグループ情報識別子、4502：メディアグループ識別番号、4503：ライブラリ装置番号、4504：ライブラリ収納位置番号

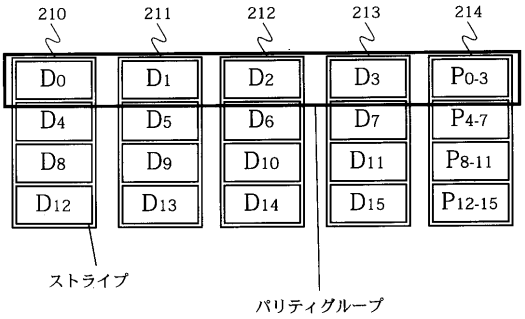
【図１】

図１



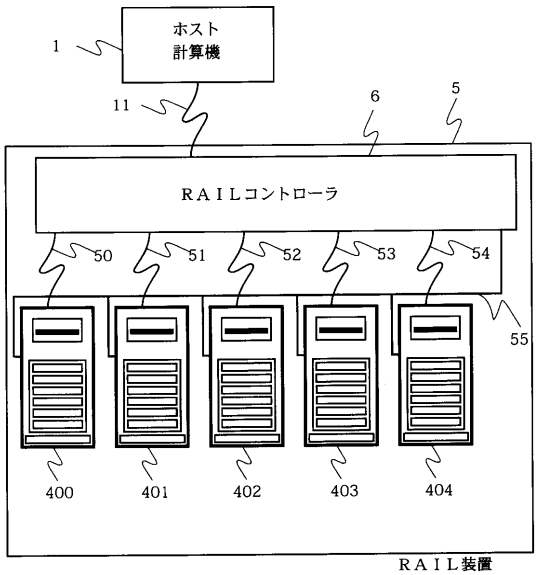
【図２】

図２



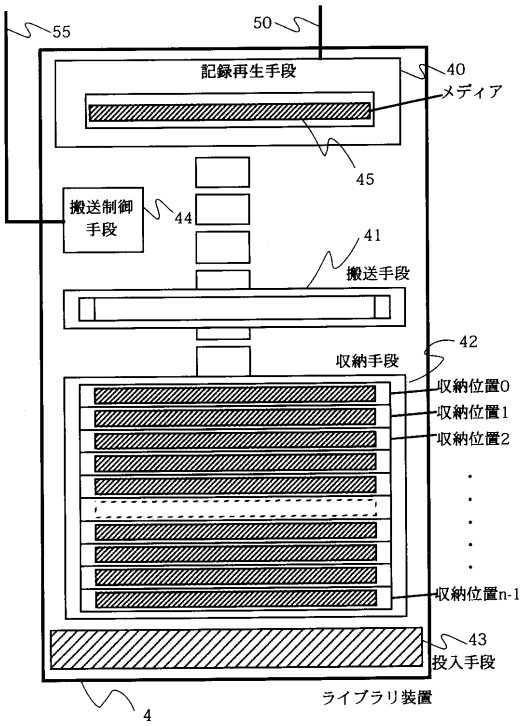
【図３】

図３



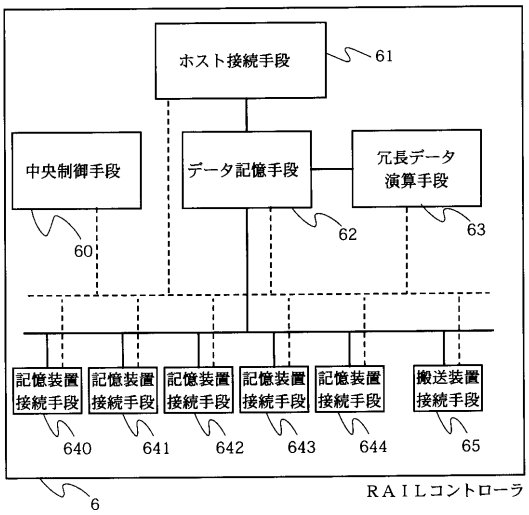
【図４】

図４



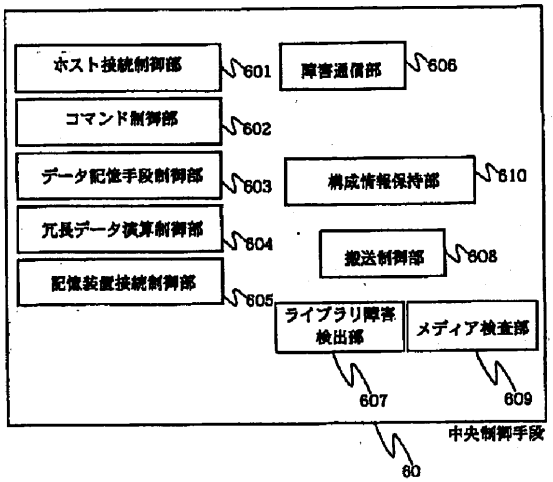
【図５】

図5



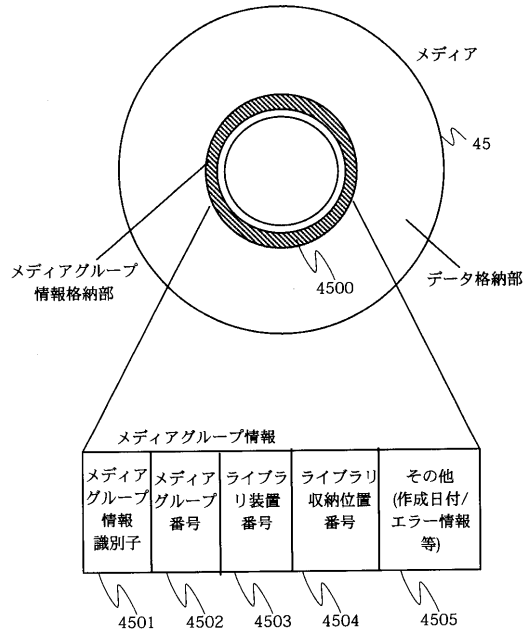
【図６】

図6



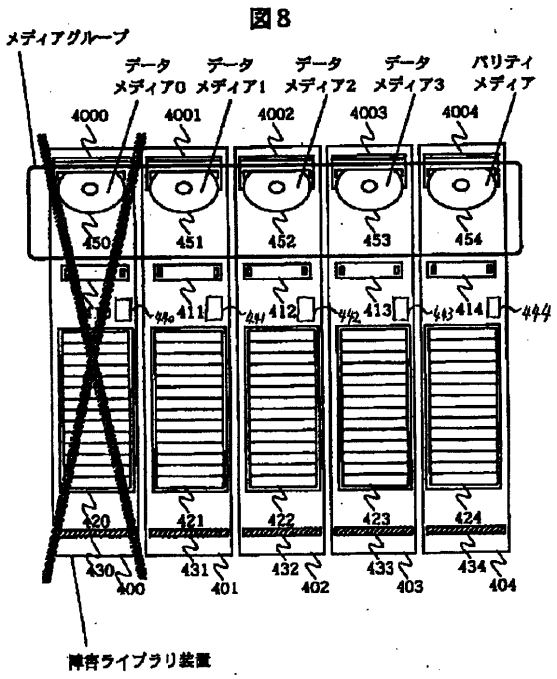
【図７】

図7



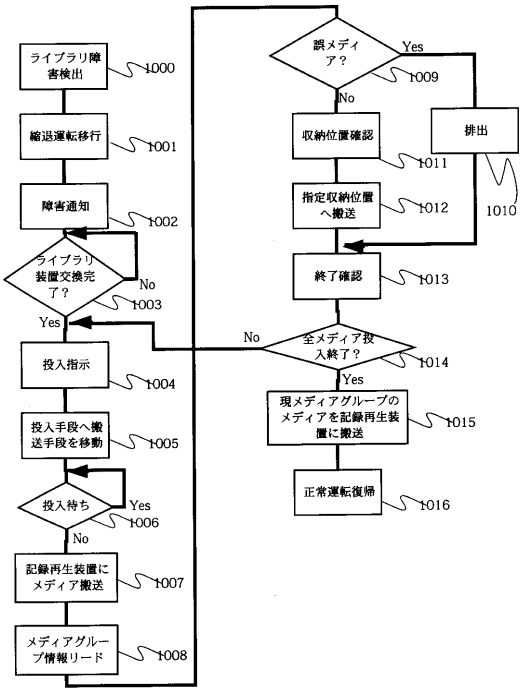
【図８】

図8



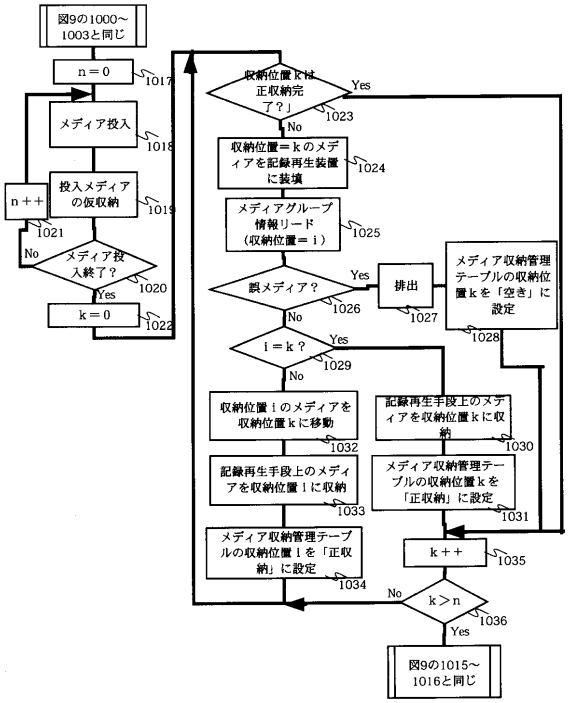
【図９】

図９



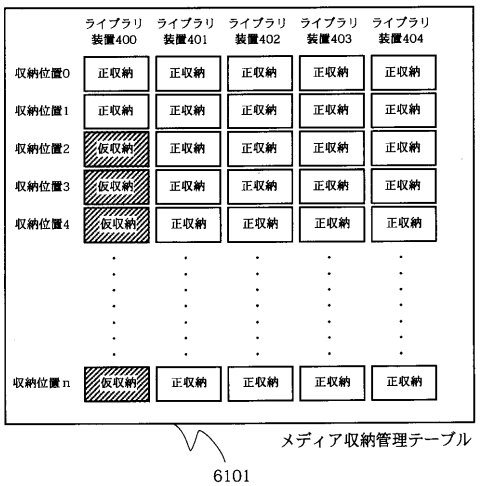
【図１０】

図１０



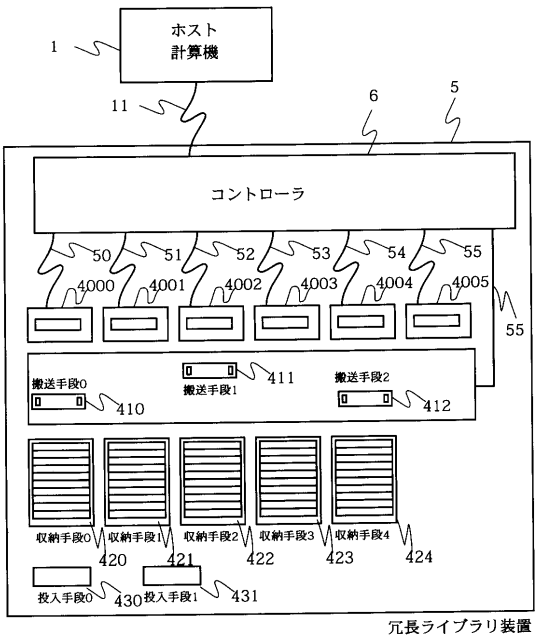
【図１１】

図１１



【図１２】

図１２



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０２－２７３３６９（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－２０１１６２（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－０３６６３２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
G06F 3/06- 3/08
G06F 12/00-12/16
G11B 17/22-17/30
G11B 20/00-20/18