

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3575964号

(P3575964)

(45) 発行日 平成16年10月13日(2004.10.13)

(24) 登録日 平成16年7月16日(2004.7.16)

(51) Int. Cl.⁷

G06F 3/06

F I

G06F 3/06 304F

G06F 3/06 540

請求項の数 7 (全 24 頁)

| | | | |
|-----------|------------------------|--|--------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願平9-299209 | (73) 特許権者 | 000005223 |
| (22) 出願日 | 平成9年10月30日(1997.10.30) | | 富士通株式会社 |
| (65) 公開番号 | 特開平11-134114 | | 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 |
| (43) 公開日 | 平成11年5月21日(1999.5.21) | (74) 代理人 | 100089118 |
| 審査請求日 | 平成12年9月21日(2000.9.21) | | 弁理士 酒井 宏明 |
| | | (72) 発明者 | 町田 達彦 |
| | | | 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 |
| | | 審査官 | 馬場 慎 |
| | | (58) 調査した分野(Int. Cl. ⁷ , DB名) | G06F 3/06 |

(54) 【発明の名称】 ディスクアレイ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

データを格納する入出力装置および当該データから作成される冗長データを格納する入出力装置とからなる論理ディスクと、

前記論理ディスクを構成する複数の入出力装置に接続され、該入出力装置との間でデータ転送を行う下位装置インタフェース制御部と、

上位装置および前記下位装置インタフェース制御部に接続され、該上位装置から発行された前記論理ディスクへの動作命令を解析するとともに該下位装置インタフェース制御部との間でデータ転送を行う上位装置インタフェース制御部と、

前記下位装置インタフェース制御部および前記上位装置インタフェース制御部を制御する制御手段と、

を備え、

前記入出力装置は、自身を制御する制御プログラムおよび当該制御プログラムの版数を格納した書き換え可能な不揮発性記憶媒体を備えたディスクアレイ装置において、

前記制御手段は、

前記複数の入出力装置のいずれかが交換されたことを検出する検出手段と、

前記検出手段が検出した入出力装置に、前記複数の入出力装置のうち当該入出力装置以外の入出力装置の制御プログラムを転送し記憶させる複写手段と、

を有したことを特徴とするディスクアレイ装置。

【請求項2】

10

20

データを格納する入出力装置および当該データから作成される冗長データを格納する入出力装置とからなる論理ディスクと、
前記論理ディスクを構成する複数の入出力装置に接続され、該入出力装置との間でデータ転送を行う下位装置インタフェース制御部と、
上位装置および前記下位装置インタフェース制御部に接続され、該上位装置から発行された前記論理ディスクへの動作命令を解析するとともに該下位装置インタフェース制御部との間でデータ転送を行う上位装置インタフェース制御部と、
前記下位装置インタフェース制御部および前記上位装置インタフェース制御部を制御する制御手段と、
を備え、
前記入出力装置は、自身を制御する制御プログラムおよび当該制御プログラムの版数を格納した書き換え可能な不揮発性記憶媒体を備えたディスクアレイ装置において、
前記制御手段は、
前記複数の入出力装置のいずれかが交換されたことを検出する検出手段と、
前記検出手段がいずれかの入出力装置が交換されたことを検出した場合に、前記複数の入出力装置から前記交換された入出力装置以外の入出力装置を選択する基準装置選択手段と、
前記基準装置選択手段により選択された入出力装置に格納されている制御プログラムを前記交換された入出力装置に転送して記憶させる複写手段と、
を有したことを特徴とするディスクアレイ装置。

10

20

【請求項 3】

前記基準ディスク選択手段は、前記複数のディスク装置のうちで少なくとも 2 台のディスク装置を基準ディスク装置としてあらかじめ割り当て、前記 2 台のディスク装置のうちでいずれか一方のディスク装置が前記ディスク交換が行われたディスク装置であった場合には、いずれか他方のディスク装置を基準ディスク装置として選択することを特徴とする請求項 2 に記載のディスクアレイ装置。

【請求項 4】

データを格納する入出力装置および当該データから作成される冗長データを格納する入出力装置とからなる論理ディスクと、
前記論理ディスクを構成する複数の入出力装置に接続され、該入出力装置との間でデータ転送を行う下位装置インタフェース制御部と、
上位装置および前記下位装置インタフェース制御部に接続され、該上位装置から発行された前記論理ディスクへの動作命令を解析するとともに該下位装置インタフェース制御部との間でデータ転送を行う上位装置インタフェース制御部と、
前記下位装置インタフェース制御部および前記上位装置インタフェース制御部を制御する制御手段と、
を備え、
前記入出力装置は、自身を制御する制御プログラムおよび当該制御プログラムの版数を格納した書き換え可能な不揮発性記憶媒体を備えたディスクアレイ装置において、
前記制御手段は、
前記各入出力装置に対応させて制御プログラムの版数を含むヘッダ情報をあらかじめ記憶する記憶手段と、
前記複数の入出力装置のいずれかが交換されたことを検出する検出手段と、
前記検出手段がいずれかの入出力装置が交換されたことを検出した場合に、前記記憶手段に記憶されたヘッダ情報を参照し、入出力装置交換後の前記複数の入出力装置のうち、入出力装置交換前の制御プログラムの版数と等しい制御プログラムの版数をもつ入出力装置を選択する基準装置選択手段と、
前記基準装置選択手段により選択された入出力装置に格納されている制御プログラムを前記交換された入出力装置に転送して記憶させる複写手段と、
を有したことを特徴とするディスクアレイ装置。

30

40

50

【請求項5】

ファームウェア版数を含むヘッダ情報を有するファームウェアを有し、該ファームウェアに基づいて自身を動作させる複数のディスク装置と、
ファームウェア版数を含むヘッダ情報を有するファームウェアを有し、該ファームウェアに基づいて前記複数のディスク装置のスペアとして機能する1または複数のスペアディスク装置と、

前記複数のディスク装置および1または複数のスペアディスク装置に接続され、上位装置と前記複数のディスク装置間のデータ転送および前記各ディスク装置と1または複数のスペアディスク装置間のデータ転送を制御するディスクアレイ制御装置と、
を備え、

10

前記ディスクアレイ制御装置は、

システム運用中でのディスク交換の有無を判定する判定手段と、

前記判定手段によりディスク交換有りという判定結果が得られた場合、前記1または複数のスペアディスク装置から基準ディスクを一つ選択する基準ディスク選択手段と、

前記基準ディスク選択手段により選択された基準ディスクのファームウェアを前記ディスク交換が行われたディスク装置にコピーするコピー手段と、

を有することを特徴とするディスクアレイ装置。

【請求項6】

前記ディスク交換が行われたディスク装置のファームウェア版数があらかじめ決められた基準ディスクの禁止ファーム版数と一致した場合には、エラーとして前記コピー手段によるコピー動作を中止することを特徴とする請求項5に記載のディスクアレイ装置。

20

【請求項7】

ファームウェア版数を含むヘッダ情報を有するファームウェアを有し、該ファームウェアに基づいて自身を動作させる複数のディスク装置と、
ファームウェア版数の異なる複数のファームウェアを記憶したローディング用ディスク装置と、

前記複数のディスク装置および前記ローディング用ディスク装置に接続され、上位装置と前記複数のディスク装置間のデータ転送および前記各ディスク装置と前記ローディング用ディスク装置間のデータ転送を制御するディスクアレイ制御装置と、

を備え、

30

前記ディスクアレイ制御装置は、

前記各ディスク装置のファームウェアのヘッダ情報をあらかじめ記憶する記憶手段と、

システム運用中でのディスク交換の有無を判定する判定手段と、

前記判定手段によりディスク交換有りという判定結果が得られた場合、前記記憶手段に記憶されたヘッダ情報を参照し、前記ローディング用ディスク装置に記憶されたファームウェアのうち、ディスク交換前のディスク装置のファームウェア版数と等しいファームウェア版数のファームウェアを一つ抽出し、該抽出されたファームウェアを基準ファームウェアとして選択する基準ファーム選択手段と、

前記基準ファーム選択手段により選択された基準ファームウェアを前記ディスク交換が行われたディスク装置にコピーするコピー手段と、

40

を有することを特徴とするディスクアレイ装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

この発明は、複数のディスク装置を並列的にアクセスしてデータ入出力を行うディスクアレイ装置に関するものである。

【0002】**【従来の技術】**

現在、磁気ディスク装置は、大容量および高速データ転送という要求を満たすものとして、計算機システムにおける外部記憶装置として広く利用されている。

50

【0003】

近年では、以上に加え、更に高信頼性および低価格を満たすものとして、ディスクアレイ装置が注目されている。ディスクアレイ装置とは、小型ディスク装置を複数台並べ、これらにデータを分配して記録するものである。

【0004】

従来、カリフォルニア大学バークレイ校のデビット・A・パターソン (David A. Patterson) らは、高速に大量のデータを多くの物理ディスクにアクセスし、ディスク故障時におけるデータの冗長性を実現するディスクアレイ装置について、レベル1からレベル5までに分類付けを行って評価した論文を発表している (ACM SIGMOD Conference, Chicago, June 1-3, 1988 P109 - P116)。このデビット・A・パターソンらが提案したディスクアレイ装置を分類するレベル1~5は、RAID (Redundant Arrays of Inexpensive Disks) 1~5と称呼される。

10

【0005】

すべてのディスクアレイ装置は冗長データを備えている。したがって、アレイを構成するディスク装置の一台が何らかの障害で使用できなくなり、データの読み取りが不可能となった場合であっても、前記冗長データと残りのデータとを用いて消失したデータを復元することが可能である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、ディスク装置の一台が故障した状態のままでは、かろうじてデータの再現は可能であるものの、ディスクアレイ装置の冗長度は低い状態となっている。このため、アレイを構成するディスク装置が故障した場合は、速やかに当該ディスク装置をアレイディスク装置から取り去り、新たに正常なディスク装置を組み込む必要がある。

20

【0007】

したがって、ディスク装置が故障した場合は、故障ディスクは保守用ディスクに交換される。しかし、新たに挿入される保守用ディスク装置に記録されているファームウェア版数が、既にアレイディスク装置内で動作しているディスク装置のファームウェア版数と異なることがある。

【0008】

アレイディスク装置は、前述のように、複数台のディスク装置を論理的に関連付けて動作させるものであるから、関連付けられたディスク装置の動作はすべて同様であることが望ましい。なぜならば、ファームウェア版数の一致しないディスク装置を使用することは、制御論理の矛盾を生じさせ、動作上のエラーを誘発する虞があるためである。

30

【0009】

この発明は、以上の問題に鑑み、アレイを構成するディスク装置が交換されても、安定した動作を保証するディスクアレイ装置を実現することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

ディスクアレイ装置を構成する各ディスク装置は、各々自身を動作させるためのファームウェアを自らのディスク媒体上に格納している。各ディスク装置は、電源投入時にファームウェアをメモリ上に読み込み、読み込み完了後は当該ファームウェアに基づいて制御されることになる。

40

【0011】

したがって、上述した課題を解決し、目的を達成するため、請求項1の発明に係るディスクアレイ装置は、データを格納する入出力装置および当該データから作成される冗長データを格納する入出力装置とからなる論理ディスクと、前記論理ディスクを構成する複数の入出力装置に接続され、該入出力装置との間でデータ転送を行う下位装置インタフェース制御部と、上位装置および前記下位装置インタフェース制御部に接続され、該上位装置から発行された前記論理ディスクへの動作命令を解析するとともに該下位装置インタフェー

50

ス制御部との間でデータ転送を行う上位装置インタフェース制御部と、前記下位装置インタフェース制御部および前記上位装置インタフェース制御部を制御する制御手段と、を備え、前記入出力装置は、自身を制御する制御プログラムおよび当該制御プログラムの版数を格納した書き換え可能な不揮発性記憶媒体を備えたディスクアレイ装置において、前記制御手段は、前記複数の入出力装置のいずれかが交換されたことを検出する検出手段と、前記検出手段が検出した入出力装置に、前記複数の入出力装置のうちで当該入出力装置以外の入出力装置の制御プログラムを転送し記憶させる複写手段と、を有したことを特徴とする。

【0012】

この請求項1の発明によれば、交換されたディスクの制御プログラムを既存ディスクの制御プログラムに合致させるようにしたので、ディスクアレイ装置の信頼性を向上させることが可能である。

10

【0013】

また、請求項2の発明に係るディスクアレイ装置は、データを格納する入出力装置および当該データから作成される冗長データを格納する入出力装置とからなる論理ディスクと、前記論理ディスクを構成する複数の入出力装置に接続され、該入出力装置との間でデータ転送を行う下位装置インタフェース制御部と、上位装置および前記下位装置インタフェース制御部に接続され、該上位装置から発行された前記論理ディスクへの動作命令を解析するとともに該下位装置インタフェース制御部との間でデータ転送を行う上位装置インタフェース制御部と、前記下位装置インタフェース制御部および前記上位装置インタフェース制御部を制御する制御手段と、を備え、前記入出力装置は、自身を制御する制御プログラムおよび当該制御プログラムの版数を格納した書き換え可能な不揮発性記憶媒体を備えたディスクアレイ装置において、前記制御手段は、前記複数の入出力装置のいずれかが交換されたことを検出する検出手段と、前記検出手段がいずれかの入出力装置が交換されたことを検出した場合に、前記複数の入出力装置から前記交換された入出力装置以外の入出力装置を選択する基準装置選択手段と、前記基準装置選択手段により選択された入出力装置に格納されている制御プログラムを前記交換された入出力装置に転送して記憶させる複写手段と、を有したことを特徴とする。

20

【0014】

この請求項2によれば、システム運用中のディスク交換の際に、ディスク交換が行われたディスク装置以外のディスク装置から基準ディスクを一つ選択して、その基準ディスクのファームウェアをディスク交換が行われたディスク装置に複写するようにしたので、ディスクアレイ装置の信頼性を向上させることに加え、システム運用中でも交換ディスクに対するファームウェアの更新が可能となる。その結果、メンテナンス時間が不要となって、装置の利便性を向上させることが可能である。

30

【0015】

また、請求項3の発明に係るディスクアレイ装置は、請求項2の発明において、前記基準ディスク選択手段は、前記複数のディスク装置のうちで少なくとも2台のディスク装置を基準ディスク装置としてあらかじめ割り当て、前記2台のディスク装置のうちでいずれか一方のディスク装置が前記ディスク交換が行われたディスク装置であった場合には、い

40

【0016】

ずれか他方のディスク装置を基準ディスク装置として選択するようにしたので、ディスク交換の際に、常に一定のファームウェア版数で論理ディスクを保守することが可能である。

【0017】

また、請求項4の発明に係るディスクアレイ装置は、データを格納する入出力装置および当該データから作成される冗長データを格納する入出力装置とからなる論理ディスクと、前記論理ディスクを構成する複数の入出力装置に接続され、該入出力装置との間でデータ

50

転送を行う下位装置インタフェース制御部と、上位装置および前記下位装置インタフェース制御部に接続され、該上位装置から発行された前記論理ディスクへの動作命令を解析するとともに該下位装置インタフェース制御部との間でデータ転送を行う上位装置インタフェース制御部と、前記下位装置インタフェース制御部および前記上位装置インタフェース制御部を制御する制御手段と、を備え、前記入出力装置は、自身を制御する制御プログラムおよび当該制御プログラムの版数を格納した書き換え可能な不揮発性記憶媒体を備えたディスクアレイ装置において、前記制御手段は、前記各入出力装置に対応させて制御プログラムの版数を含むヘッダ情報をあらかじめ記憶する記憶手段と、前記複数の入出力装置のいずれかが交換されたことを検出する検出手段と、前記検出手段がいずれかの入出力装置が交換されたことを検出した場合に、前記記憶手段に記憶されたヘッダ情報を参照し、入出力装置交換後の前記複数の入出力装置のうち、入出力装置交換前の制御プログラムの版数と等しい制御プログラムの版数をもつ入出力装置を選択する基準装置選択手段と、前記基準装置選択手段により選択された入出力装置に格納されている制御プログラムを前記交換された入出力装置に転送して記憶させる複写手段と、を有したことを特徴とする。

10

【0018】

この請求項4の発明によれば、システム運用中のディスク交換の際に、各ディスク装置のファームウェアを構成するヘッダ情報を参照して、ディスク交換前のディスク装置と共通するファームウェア版数のディスク装置を基準ディスクとして選択し、その基準ディスクのファームウェアをディスク交換が行われたディスク装置に複写するようにしたので、ディスクアレイ装置の信頼性を向上させることに加え、システム運用中でも交換ディスクに対するファームウェアの更新が可能となる。その結果、メンテナンス時間が不要となって、装置の利便性を向上させることが可能である。

20

【0019】

また、請求項5の発明に係るディスクアレイ装置は、ファームウェア版数を含むヘッダ情報を有するファームウェアを有し、該ファームウェアに基づいて自身を動作させる複数のディスク装置と、ファームウェア版数を含むヘッダ情報を有するファームウェアを有し、該ファームウェアに基づいて前記複数のディスク装置のスペアとして機能する1または複数のスペアディスク装置と、前記複数のディスク装置および1または複数のスペアディスク装置に接続され、上位装置と前記複数のディスク装置間のデータ転送および前記各ディスク装置と1または複数のスペアディスク装置間のデータ転送を制御するディスクアレイ制御装置と、を備え、前記ディスクアレイ制御装置は、システム運用中でのディスク交換の有無を判定する判定手段と、前記判定手段によりディスク交換有りという判定結果が得られた場合、前記1または複数のスペアディスク装置から基準ディスクを一つ選択する基準ディスク選択手段と、前記基準ディスク選択手段により選択された基準ディスクのファームウェアを前記ディスク交換が行われたディスク装置にコピーするコピー手段と、を有したことを特徴とする。

30

【0020】

この請求項5の発明によれば、システム運用中のディスク交換の際に、1または複数のスペアディスク装置のいずれか一つを基準ディスクとして選択し、その基準ディスクのファームウェアをディスク交換が行われたディスク装置にコピーするようにしたので、システム運用中でも、交換ディスクに対して常に一定のファームウェア版数により物理ディスクを保持できるファームウェアがローディングされる。これにより、ディスクアレイの信頼性に加え、運用上のスループットを向上させることが可能である。

40

【0021】

また、請求項6の発明に係るディスクアレイ装置は、請求項5の発明において、前記ディスク交換が行われたディスク装置のファームウェア版数があらかじめ決められた基準ディスクの禁止ファーム版数と一致した場合には、エラーとして前記コピー手段によるコピー動作を中止することを特徴とする。

【0022】

この請求項6の発明によれば、ディスク交換が行われたディスク装置のファームウェア版

50

数があらかじめ決められた基準ディスクの禁止ファーム版数と一致した場合にエラーとしてコピー動作を中止するようにしたので、ディスク交換が行われたディスク装置をすべて運用対象とせず、互換性のないファームウェアをもつディスク装置の使用が未然に防止される。これにより、ディスクアレイの信頼性を一層向上することが可能である。

【0023】

また、請求項7の発明に係るディスクアレイ装置は、ファームウェア版数を含むヘッダ情報を有するファームウェアを有し、該ファームウェアに基づいて自身を動作させる複数のディスク装置と、ファームウェア版数の異なる複数のファームウェアを記憶したローディング用ディスク装置と、前記複数のディスク装置および前記ローディング用ディスク装置に接続され、上位装置と前記複数のディスク装置間のデータ転送および前記各ディスク装置と前記ローディング用ディスク装置間のデータ転送を制御するディスクアレイ制御装置と、を備え、前記ディスクアレイ制御装置は、前記各ディスク装置のファームウェアのヘッダ情報をあらかじめ記憶する記憶手段と、システム運用中でのディスク交換の有無を判定する判定手段と、前記判定手段によりディスク交換有りという判定結果が得られた場合、前記記憶手段に記憶されたヘッダ情報を参照し、前記ローディング用ディスク装置に記憶されたファームウェアのうち、ディスク交換前のディスク装置のファームウェア版数と等しいファームウェア版数のファームウェアを一つ抽出し、該抽出されたファームウェアを基準ファームウェアとして選択する基準ファーム選択手段と、前記基準ファーム選択手段により選択された基準ファームウェアを前記ディスク交換が行われたディスク装置にコピーするコピー手段と、を有したことを特徴とする。

【0024】

この請求項7の発明によれば、ファームウェア版数の異なる複数のファームウェアを記憶したローディング用ディスク装置を用意し、システム運用中のディスク交換の際に、ヘッダ情報を参照して、ディスク交換前のディスク装置と共通するファームウェア版数のファームウェア（ローディング用ディスク装置内）を基準ファームウェアとしてディスク交換が行われたディスク装置にコピーするようにしたので、保守用に設けたローディング用ディスク装置の適用により、システム運用中でも、交換ディスクに対してディスク交換前後で論理ディスクの状態を保持できるファームウェアがローディングされる。これにより、ディスクアレイの信頼性に加え、運用上のスループットを向上させることが可能である。

【0025】

【発明の実施の形態】

以下に添付図面を参照して、この発明に係るディスクアレイ装置の好適な実施の形態を詳細に説明する。

【0026】

（実施の形態1）

まず、原理について説明する。図1はこの発明の実施の形態1によるディスクアレイ装置の原理を示すブロック図である。図1に示したディスクアレイ装置は、例えば、上位装置であるホストコンピュータ20との間で転送されるデータを格納する複数のディスク装置30-1...で構成されるディスクアレイ30と、複数のディスク装置30-1...を並列に接続させ、ホストコンピュータ20と各ディスク装置30-1...間のデータ転送を制御するディスクアレイ制御装置10とにより構成される。なお、ホストコンピュータ20は、ディスクアレイ制御装置20に対してデータの書き込み、読み出し等を指示する。

【0027】

ディスクアレイ制御装置10は、ディスク交換判定部11、基準ディスク選択部12およびファームウェアコピー部13を備えている。ディスク交換判定部11は、ディスクアレイ30のあるディスク装置が故障などして交換された際に、その交換作業の実施の有無を判定する。

【0028】

基準ディスク選択部12は、ディスク交換判定部11の交換作業が行われたことを検出した場合に、交換されたディスク装置にコピーするファームウェアが格納されているディス

10

20

30

40

50

ク装置を、ディスクアレイを構成するディスク装置の中から選択する。この選択されたディスク装置を基準ディスクと呼ぶ。

【0029】

基準ディスクの選択論理は、例えばディスクディスク装置内でアドレスが最小のものとしてもよいし、あるいは、ディスクディスク装置内で最小版数のファームウェアが格納されているものとしてもよい。もちろん、この発明は、これらの選択論理に限定されるものではない。

【0030】

ファームウェアコピー部13は、ディスク交換判定部11がディスク装置の交換作業が行われたことを検出した場合に、基準ディスク選択部12で選択したディスク装置（例えば、ディスク装置30-1）に対して、ファームウェア格納領域に格納されたファームウェアを読み出すことを指示する。つぎに、ファームウェアコピー部13は、交換された新規なディスクに対して、読み出されたファームウェアを転送するとともにファームウェア格納領域に記憶することを指示する。

10

【0031】

以上により、ディスク装置間でのファームウェアのコピーを実現することができる。この実施の形態1に示す構成によれば、ディスク交換判定部11でディスク交換が検出されると、基準ディスク選択部12により基準ディスク装置が選択される。そして、ファームウェアコピー部13により、基準ディスク装置のファームウェアがディスク交換が行われたディスク装置にコピーされる。その結果、ディスクアレイを構成するディスク装置のファームウェア版数を一定に保つことができる。

20

【0032】

つぎに、上述した機能ブロックをハードウェア的に実現した場合について説明する。図2はこの発明の実施の形態1によるディスクアレイ装置のハードウェア構成例を示すブロック図である。

【0033】

ディスクアレイ制御装置10は、図2に示したように、例えば、上位装置インタフェース制御部であるホストアダプタ101、MPU102、ROM103、RAM104、キャッシュ制御部105、キャッシュメモリ106、データ転送バッファ107、下位装置インタフェース制御部であるデバイスアダプタ108-1~108-m(mは自然数)、内部バス109により構成される。なお、内部バス109には、上述した各ユニットが接続され、キャッシュメモリ106はキャッシュ制御部105を介して内部バス109に接続される。

30

【0034】

ホストアダプタ101は、ホストコンピュータ20に接続され、そのホストコンピュータ20とディスクアレイ制御装置10間のインタフェースを司る。MPU102は、ディスクアレイ制御装置10全体の動作をROM103に格納されたプログラム(アプリケーション103a含む)に従って制御する。このMPU102は、通常のディスクアレイ制御の他に、前述した原理(図1参照)に従って、故障などでディスク交換が行われたディスク装置に対して基準ディスク装置のファームウェアをコピーする処理を実施する。

40

【0035】

ROM103は、OS(オペレーティングシステム)の他に、前述したディスク交換判定部11、基準ディスク選択部12、ファームウェアコピー部13による機能を実現するアプリケーション103aなどのプログラムを格納している。RAM104は、各種プログラムを実行するMPU102のワークエリアとして使用される。

【0036】

キャッシュ制御部105は、キャッシュメモリ106を間接的に内部バス109に接続させ、内部バス109に接続される各ユニットとキャッシュメモリ106間のデータ転送を制御する。キャッシュメモリ106は、データをキャッシュするユニットである。

【0037】

50

データ転送バッファ107は、転送用のデータを一時蓄えるメモリである。このデータ転送バッファ107は、前述した原理において、基準ディスク装置から読み出したファームウェアを一時蓄えた後、そのファームウェアをディスク交換が行われたディスク装置のファームウェア格納領域に転送する。

【0038】

デバイスアダプタ108-1, 108-2, 108-3, 108-4... 108-mは、それぞれディスク装置30-1, 30-2, 30-3, 30-4... 30-mに接続され、ディスク装置とディスクアレイ制御装置10間のインタフェースを司る。

【0039】

さらに、ディスク装置について詳述する。図3は図2に示したディスク装置の内部構成を具体化して示すブロック図である。図3には、ディスク装置の代表例として、ディスク装置30-n (1 ≤ n ≤ m) が示されている。このディスク装置30-nは、ディスクアレイ制御装置10 (デバイスアダプタ108-n) に接続されるスカジープロトコルチップ (SPC) 部301, MPU302, ROM303, RAM304, バッファ305, ディスク306などにより構成される。

10

【0040】

この実施の形態1では、前述した基準ディスク選択部12が選択動作する上で、無作為に基準ディスク装置を選択するのではなく、ディスク番号の若い方からディスク装置30-1, 30-2の2台をあらかじめ基準ディスク装置として割り当てている。なお、この基準ディスクの取り決めは、ディスク装置30-1, 30-2に限定されるものではなく、

20

【0041】

ここで、2つのディスク装置を基準ディスク装置として割り当てたのは、一方が基準ディスク装置として機能できない場合にもう一方のディスク装置を基準ディスク装置として代用できるためである。そこで、図3に示したディスク装置30-nがディスク装置30-1もしくは30-2であれば、前述した原理に従って交換ディスクに対する基準ディスク装置として機能する。

【0042】

SPC部301は、ディスクアレイ制御装置10との間でスカジープロトコルの制御を行う。MPU302は、ROM303に格納されたプログラムに従ってディスク306への

30

【0043】

バッファ305は、ディスクアレイ制御装置10とのデータ転送時に、転送データ (ファームウェア, ユーザデータ) を一時蓄えておくメモリである。ディスク306は、ファームウェアを格納するためのファームウェア格納領域31-nとユーザデータを格納するためのユーザデータ格納領域32-nとを有している。このディスク306は、MPU302の制御に従ってディスクアレイ制御装置10の要求する領域に対してデータのリード/ライトを行う。

40

【0044】

続いて、ファームウェアのフォーマット例について説明する。図4はファームウェアのフォーマット例を示す図であり、図5は実施の形態1において物理ディスク間のヘッダ情報の関係をテーブル化して示す図である。

【0045】

この実施の形態1では、ファームウェアのフォーマットは、図4に示したように、ヘッダ部と本体とに区分される。ヘッダ部には、フォーマットのタイプ, ファーム版数, ファームの本体が記録された時の日付, ディスクの容量および禁止ファーム版数が記録され、本体にはファームウェア本体が記録される。

【0046】

50

ここで、禁止ファーム版数とは、当該ディスク装置に使用してはならないファーム版数をいう。ディスク装置は製造ロット版数等によって異なる部品が使用されることがあり、この部品の相違が原因でディスク装置のハードウェアとファームウェアとの間で不整合が発生し、制御矛盾を起こすことがある。この制御矛盾を防止するため、当該ハードウェアと適合しないファームウェア版数を禁止ファーム版数として示すこととしている。

【 0 0 4 7 】

図5には、ディスク交換もなく、ディスクアレイ30が正常に動作している際のヘッダ部の関係が示されている。ディスク装置30-1~30-mでは、一例として、同一のタイプAが採用されている。もしタイプBやタイプCのように、異なるタイプのディスク装置が交換された場合には、ヘッダ部のチェックにより組み込むことができず、正常に動作するための論理ディスクとして構成できないが、システムの運用そのものが停止することはない。しかし、通常運用の状態に戻すためには、同一の論理ユニット番号(LUN)毎に、共通のタイプをもつことが条件となる。

10

【 0 0 4 8 】

また、ディスク装置30-1~30-mは、上記条件には拘束されないが、他のヘッダ情報についても、ファーム版数“0003”，日付“96/10/11”，容量“2G”，禁止ファーム“0001”で共通とする。

【 0 0 4 9 】

つぎに、動作について説明する。図6は実施の形態1によるファーム更新処理を説明するフローチャート、図7は実施の形態1による基準ディスク選択処理を説明するフローチャート、そして、図8は実施の形態1において交換ディスクのヘッダ情報の種類を示す図である。ここでは、ディスク装置30-nの物理ディスクが故障により交換されたところから説明する。

20

【 0 0 5 0 】

まず、ディスク交換後に、そのディスク交換の実施が確認されると(ステップS1)、ディスク交換が行われたディスク装置30-nからヘッダ部にあるヘッダ情報が読み出される(ステップS2)。すなわち、ディスク306のファームウェア格納領域31-nからファームウェアのヘッダ部の情報がバッファ305に一時格納され、その後、そのヘッダ情報はディスクアレイ制御装置10のRAM104に格納される。

【 0 0 5 1 】

そして、前述した条件を確認するため、フォーマットのタイプが使用可能なタイプA(図5参照)か否かの判定が行われる(ステップS3)。その結果、ディスク装置30-nがタイプB(図8(a)参照)やタイプCなどのように異なるタイプを採用していた場合には、タイプが異なる旨のエラー報告をホストアダプタ101を介してホストコンピュータ20に通知する処理が実行される。このエラー処理でファーム更新処理は中止される。

30

【 0 0 5 2 】

一方、ディスク装置30-nが同一のタイプAを採用していた場合には、さらにRAM104に格納されたヘッダ情報を参照して、交換ディスクのファーム版数が他のディスク装置で共有する禁止ファーム“0001”に相当するか否かの判定が行われる(ステップS4)。

40

【 0 0 5 3 】

その結果、ディスク装置30-nが図8(b)に示したように禁止ファームに相当するファーム版数“0001”を採用していた場合には、交換ディスクが禁止ファームである旨のエラー報告をホストアダプタ101を介してホストコンピュータ20に通知する処理が実行される。このエラー処理でファーム更新処理は中止される。

【 0 0 5 4 】

ここで、図8(b)のヘッダ情報では、自身の禁止ファームを“0002”としているが、もしその禁止ファームが“0003”であった場合には、他のディスク装置のファーム版数が禁止ファームに相当することから、交換ディスク装置30-nは可動不可能となる。したがって、この逆の場合の判断もステップS4に含め、エラー処理でファーム更新処

50

理を中止させる。

【0055】

一方、ステップS4の判定の結果、ディスク装置30-nが禁止ファーム以外のファーム版数を採用していた場合には、同一LUN(ディスクアレイ30)中のディスク装置30-1~30-mから基準ディスク装置を選択するための基準ディスク選択処理(図7参照)が実行される(ステップS5)。この基準ディスク選択処理は、基準ディスク装置を選択することに加え、その基準ディスク装置よりも低いファーム版数を採用する交換ディスク装置についてのみコピー可を判断する。

【0056】

したがって、ステップS5においてコピー可という判断結果が得られた場合には、続くステップS6において、コピー可としてさらにステップS7に移行するが、ステップS5においてコピー不可という判断結果が得られた場合には、続くステップS6において、コピー不可としてコピー動作を省略してファーム更新処理が終了する。

10

【0057】

ステップS7において、コピー元となる基準ディスク装置のファームウェア格納領域よりファームウェアが読み出され、そのファームウェアはデータ転送バッファ107に一時蓄えられる。続くステップS8において、データ転送バッファ107に蓄えられたファームウェアはコピー先となる交換ディスク装置30-nのファームウェア格納領域31-nに転送される。このコピー動作により、ファームウェア格納領域31-nのファームウェアは、基準ディスク装置のファームウェアと同じもので更新されることになる。

20

【0058】

続いて、図7を参照してステップS5の基準ディスク選択処理について詳述する。処理が基準ディスク選択処理に移行すると、まず、交換ディスク装置が同一LUNの先頭すなわちディスク装置30-1か否かを判断する(ステップS11)。もし交換ディスク装置がディスク装置30-1であった場合には、つぎのディスク装置30-2が基準ディスク装置として選択され(ステップS13)、そうでなければ、ディスク装置30-1が基準ディスク装置として選択される(ステップS12)。

【0059】

このようにして基準ディスク装置が選択されると、さらに基準ディスク装置のヘッダ情報が読み出され(ステップS14)、コピー先(交換ディスク)とコピー元(基準ディスク)間でファーム版数の比較が行われる(ステップS15)。例えば交換ディスク装置のファーム版数が“0002”(図8(c)参照)であった場合には、そのコピー先のファーム版数“0002”はコピー元のファーム版数“0003”よりも低いという判定結果が得られ(ステップS16)、この場合にはコピー動作が必要となる。したがって、処理はステップS17に移行して、コピー可の決定が下される。

30

【0060】

一方、例えば交換ディスク装置のファーム版数が“0004”(図8(d)参照)であった場合には、そのコピー先のファーム版数“0004”はコピー元のファーム版数“0003”よりも高いという判定結果が得られ(ステップS16)、この場合にはコピー動作が不要となる。したがって、処理はステップS18に移行して、コピー不可の決定が下される。なお、コピー元とコピー先とのファーム版数が等しい場合も、同じ版数のファームウェアをコピーする無駄な動作となることから、コピー不可として同様に処理される。

40

【0061】

以上説明したように、この実施の形態1によれば、システム運用中でも、交換ディスク30-nに対してファームウェアをローディングするようにしたので、ディスクアレイ30の信頼性に加え、ディスクアレイ装置の運用上のスループットを向上させることが可能である。

【0062】

また、あらかじめ基準ディスク装置として割り当てられた2台のディスク装置30-1, 30-2のうち、いずれか一方(ディスク装置30-1)がディスク交換が行われたディ

50

スク装置であった場合には、いずれか他方（ディスク装置 30 - 2）を基準ディスク装置として選択するようにしたので、ディスク交換の際に、常に一定のファーム版数で論理ディスクを保守することが可能である。

【0063】

また、ディスク交換が行われたディスク装置のファーム版数が基準ディスク装置（ディスク装置 30 - 1 または 30 - 2）のファーム版数よりも低い場合にのみコピーを実施するようにしたので、わざわざ版数の古いファームウェアに後退させるような無駄が省け、運用上のスループットを一層向上させることが可能である。

【0064】

また、ディスク交換が行われたディスク装置をすべて運用対象とせず、禁止ファーム（例えばファーム版数“0001”）として決められた互換性のないファームウェアをもつディスク装置の使用が未然に防止されるので、ディスクアレイ 30 の信頼性を一層向上することが可能である。

【0065】

（実施の形態 2）

さて、前述した実施の形態 1 では、ファームウェアのコピー元を同一 LUN の先頭もしくはそのつぎのディスク装置に固定していたが、以下に説明する実施の形態 2 のように、交換前のファーム版数と同じ版数のファームウェアをもつディスク装置をコピー元としてファーム更新処理を行うようにしてもよい。なお、以下に説明する実施の形態 2 は、全体構成を前述した実施の形態 1 と同様としており、その図示および説明を省略する。

【0066】

まず、構成上、相違する部分について説明する。図 9 はこの発明の実施の形態 2 によるディスクアレイ装置の要部を示すブロック図である。この実施の形態 2 では、キャッシュメモリ 106 にヘッダ情報記憶領域 106a が設けられている。このヘッダ情報格納領域 106a には、前述した図 5 の対応関係であらかじめ各ディスク装置 30 - 1 ~ 30 - m のヘッダ情報が格納される。

【0067】

つぎに、動作上、相違する部分について説明する。この実施の形態 2 では、全体の動作を前述したファーム更新処理を同様とすることから、ここでは基準ディスク選択処理についてのみ説明する。図 10 は実施の形態 2 による基準ディスク選択処理を説明するフローチャートである。

【0068】

この基準ディスク選択処理では、まず、ヘッダ情報格納領域 106a に格納されているヘッダ情報を参照して、交換前のディスクのファーム版数と等しい版数のファームウェアをもつディスク装置が抽出される（ステップ S 2 1）。その結果、ディスク装置の抽出ができた場合には（ステップ S 2 2）、処理はステップ S 2 3 に移行し、その抽出されたディスク装置を基準ディスク装置として選択する。

【0069】

前述した実施の形態 1 では、固定的にディスク装置 30 - 1 もしくは 30 - 2 が基準ディスク装置として選択されたが、この実施の形態 2 では、ファーム版数をディスク交換の前後で一致させるため、その条件を満たすディスク装置が基準ディスク装置として選択される。このようにして基準ディスク装置が選択された場合には、続くステップ S 2 4 においてコピー可の判断が下され、処理は図 6 のファーム更新処理に戻る。

【0070】

一方、ディスク装置の抽出ができなかった場合（ステップ S 2 2）には、処理はステップ S 2 5 に移行し、コピー不可の判断が下され、処理は図 6 のファーム更新処理に戻る。なお、コピー不可の場合には、図 6 のファーム更新処理においてそのまま処理が終了することになっているが、コピー元となるディスク装置がない旨のメッセージをホストコンピュータ 20 に通知するようにしてもよい。

【0071】

10

20

30

40

50

以上説明したように、この実施の形態2によれば、あらかじめ各ディスク装置30-1~30-mのファームのヘッダ情報を記憶しておき、そのヘッダ情報を参照して、システム運用中でも、交換ディスクに対してディスク交換前後で論理ディスクの状態を保持できる、同一ファーム版数のファームウェアをローディングするようにしたので、ディスクアレイ30の信頼性に加え、ディスクアレイ装置の運用上のスループットを向上させることが可能である。

【0072】

(実施の形態3)

さて、前述した実施の形態2では、交換前のファーム版数と同じ版数のファームウェアをもつディスク装置をコピー元としてファーム更新処理を行うようにしたが、以下に説明する実施の形態3のように、ファーム版数が共通するディスク装置の数が最多数となるファーム版数のファームウェアをもつディスク装置をコピー元としてファーム更新処理を行うようにしてもよい。

【0073】

なお、以下に説明する実施の形態3は、全体構成を前述した実施の形態1と同様としており、その図示および説明を省略する。また、この実施の形態3では、前述した実施の形態2のように、必ずしもキャッシュメモリ106にヘッダ情報格納領域106aを設けておく必要はない。

【0074】

つぎに、動作上、相違する部分について説明する。この実施の形態3では、全体の動作を前述したファーム更新処理を同様とすることから、ここでは基準ディスク選択処理についてのみ説明する。図11は実施の形態3による基準ディスク選択処理を説明するフローチャートである。

【0075】

この基準ディスク選択処理では、まず、各ディスク装置30-1~30-mのファームウェア格納領域31-1~31-mをアクセスしてヘッダ情報を参照し、同一LUN中、ファーム版数が共通するディスク装置の数が最多数となるファーム版数が判別される(ステップS31)。このようにして抽出されたファーム版数のファームウェアをもつディスク装置がディスクアレイ30から抽出される(ステップS32)。その抽出されたディスク装置は基準ディスク装置として選択される(ステップS33)。

【0076】

この後、処理は図6のファーム更新処理に戻るが、この基準ディスク選択処理(図11参照)ではコピーの可否を判断しないことから、ファーム更新処理では、ステップS6のコピー可否の判断が省かれることになる。

【0077】

以上説明したように、この実施の形態3によれば、システム運用中でも、交換ディスクに対してディスク交換後に論理ディスク上の論理矛盾を起こす可能性を最小限に抑えた、ファーム版数が最多数のファームウェアをローディングするようにしたので、ディスクアレイ30の信頼性に加え、ディスクアレイ装置の運用上のスループットを向上させることが可能である。

【0078】

さて、上述した実施の形態3では、実施の形態2のようにヘッダ情報をあらかじめ格納しておき、基準ディスク選択でそのヘッダ情報を参照しない方法を採用していたが、この実施の形態3でも、キャッシュメモリ106にヘッダ情報格納領域106aを設けてヘッダ情報を参照する方法を採用してもよい。

【0079】

また、基準ディスク選択処理では、最多数のファーム版数の判別において、交換ディスクのファーム版数を含めるか否かの言及をしていないが、どちらであってもよいものとする。

【0080】

(実施の形態4)

さて、基準ディスク選択について、前述した実施の形態2, 3とは異なるバリエーションとして、以下に説明する実施の形態4のように、ファーム版数が最も高いファームウェアをもつディスク装置をコピー元としてファーム更新処理を行うようにしてもよい。

【0081】

なお、以下に説明する実施の形態4は、全体構成を前述した実施の形態1と同様としており、その図示および説明を省略する。また、この実施の形態4では、前述した実施の形態2のように、必ずしもキャッシュメモリ106にヘッダ情報格納領域106aを設けておく必要はない。

【0082】

つぎに、動作上、相違する部分について説明する。この実施の形態4では、全体の動作を前述したファーム更新処理を同様とすることから、ここでは基準ディスク選択処理についてのみ説明する。図12は実施の形態4による基準ディスク選択処理を説明するフローチャートである。

【0083】

この基準ディスク選択処理では、まず、各ディスク装置30-1~30-mのファームウェア格納領域31-1~31-mをアクセスしてヘッダ情報を参照し、同一LUN中(交換ディスク装置も含める)、ファーム版数が最も高いファームウェアをもつディスク装置がディスクアレイ30から抽出される(ステップS41)。その抽出されたディスク装置は基準ディスク装置として選択される(ステップS42)。

【0084】

この後、処理は図6のファーム更新処理に戻るが、この基準ディスク選択処理(図12参照)ではコピーの可否を判断しないことから、ファーム更新処理では、ステップS6のコピー可否の判断が省かれることになる。

【0085】

以上説明したように、この実施の形態4によれば、システム運用中でも、交換ディスクに対して論理ディスク上のファームウェア版数の後退で論理矛盾を発生させることのない、ファーム版数が最も高いファームウェアをローディングするようにしたので、ディスクアレイ30の信頼性に加え、ディスクアレイ装置の運用上のスループットを向上させることが可能である。

【0086】

(実施の形態5)

さて、基準ディスク選択について、前述した実施の形態2, 3, 4とは異なるバリエーションとして、以下に説明する実施の形態5のように、ファームウェアをローディングした日付が最新のディスク装置をコピー元としてファーム更新処理を行うようにしてもよい。

【0087】

なお、以下に説明する実施の形態5は、全体構成を前述した実施の形態1と同様としており、その図示および説明を省略する。また、この実施の形態5では、前述した実施の形態2のように、必ずしもキャッシュメモリ106にヘッダ情報格納領域106aを設けておく必要はない。

【0088】

つぎに、動作上、相違する部分について説明する。この実施の形態5では、全体の動作を前述したファーム更新処理を同様とすることから、ここでは基準ディスク選択処理についてのみ説明する。図13は実施の形態5による基準ディスク選択処理を説明するフローチャートである。

【0089】

この基準ディスク選択処理では、まず、各ディスク装置30-1~30-mのファームウェア格納領域31-1~31-mをアクセスしてヘッダ情報を参照し、同一LUN中(交換ディスク装置を含めない)、ファームウェアをローディングした日付が最新のディスク装置がディスクアレイ30から一つ抽出される(ステップS51)。その抽出されたディ

10

20

30

40

50

スク装置は基準ディスク装置として選択される（ステップS52）。

【0090】

この後、処理は図6のファーム更新処理に戻るが、この基準ディスク選択処理（図13参照）ではコピーの可否を判断しないことから、ファーム更新処理では、ステップS6のコピー可否の判断が省かれることになる。

【0091】

以上説明したように、この実施の形態5によれば、システム運用中でも、交換ディスクに対して論理ディスク上の日付の旧さで論理矛盾を発生させることのない、最新の日付で格納されたファームウェアをローディングするようにしたので、ディスクアレイ30の信頼性に加え、ディスクアレイ装置の運用上のスループットを向上させることが可能である。

10

【0092】

（実施の形態6）

さて、基準ディスク選択について、前述した実施の形態2～5とは異なるバリエーションとして、以下に説明する実施の形態6のように、ファーム版数や日付に依存せず、交換ディスク装置に隣接するディスク装置をコピー元としてファーム更新処理を行うようにしてもよい。

【0093】

なお、以下に説明する実施の形態6は、全体構成を前述した実施の形態1と同様としており、その図示および説明を省略する。また、この実施の形態6では、前述した実施の形態2のように、必ずしもキャッシュメモリ106にヘッダ情報格納領域106aを設けておく必要はない。

20

【0094】

つぎに、動作上、相違する部分について説明する。この実施の形態6では、全体の動作を前述したファーム更新処理を同様とすることから、ここでは基準ディスク選択処理についてのみ説明する。図14は実施の形態6による基準ディスク選択処理を説明するフローチャートである。

【0095】

この基準ディスク選択処理では、交換ディスク装置の前後いずれか一方に接続されるディスク装置が基準ディスク装置としてディスクアレイ30から選択される（ステップS61）。

30

【0096】

この後、処理は図6のファーム更新処理に戻るが、この基準ディスク選択処理（図14参照）ではコピーの可否を判断しないことから、ファーム更新処理では、ステップS6のコピー可否の判断が省かれることになる。

【0097】

以上説明したように、この実施の形態6によれば、システム運用中でも、交換ディスクに対して保守用のディスク装置を固定しなくても、隣接するディスク装置のファームウェアをローディングするようにしたので、ディスクアレイ30の信頼性に加え、ディスクアレイ装置の運用上のスループットを向上させることが可能である。

【0098】

（実施の形態7）

さて、前述した実施の形態1～6では、ディスクアレイ30中のいずれかのディスク装置から基準ディスク装置を選択する方法を採っていたが、以下に説明する実施の形態7のように、同一LUNにスペアディスク装置を組み込み、そのスペアディスク装置のファームウェアでファーム更新を行うようにしてもよい。なお、以下に説明する実施の形態7は、全体構成を前述した実施の形態1と同様としており、その図示および説明を省略する。

40

【0099】

まず、構成について説明する。図15はこの発明の実施の形態7によるディスクアレイ装置のハードウェア構成例を示すブロック図である。図15に示したディスク装置は、ディスクアレイ制御装置40と、ディスク装置30-1...、スペアディスク装置30-M、3

50

0 - M + 1 よりなるディスクアレイとにより構成される。

【0100】

ディスクアレイ制御装置40は、前述したディスクアレイ制御装置10と内部構成全体を同様としているが、個々の相違する部分として、アプリケーションとスペアディスク装置30 - M, 30 - M + 1とのインタフェースを司るデバイスアダプタ(不図示)を付加した構成がある。

【0101】

この実施の形態7では、一例として2台のスペアディスク装置30 - M, 30 - M + 1が設けられている。スペアディスク装置30 - M, 30 - M + 1は、通常のスペアディスクとして機能の他に、コピー元としてファームウェアを供給するため、それぞれのディスクにファームウェア格納領域31 - M, 31 - M + 1を設けている。

10

【0102】

つぎに、動作上、相違する部分について説明する。この実施の形態7では、全体の動作を前述したファーム更新処理を同様とすることから、ここでは基準ディスク選択処理についてのみ説明する。図16はこの発明の実施の形態7による基準ディスク選択処理を説明するフローチャートである。

【0103】

この基準ディスク選択処理では、スペアディスク装置30 - M, 30 - M + 1から任意に一台のスペアディスク装置が抽出され(ステップS71)、そのスペアディスク装置が基準ディスク装置として選択される(ステップS72)。なお、ステップS71の抽出においては、前述した実施の形態2~6の手法を適用してもよい。

20

【0104】

この後、処理は図6のファーム更新処理に戻るが、この基準ディスク選択処理(図16参照)ではコピーの可否を判断しないことから、ファーム更新処理では、ステップS6のコピー可否の判断が省かれることになる。

【0105】

以上説明したように、この実施の形態7によれば、スペアディスク装置を適用し、システム運用中でも、交換ディスクに対して常に一定のファームウェア版数により物理ディスクを保持できるファームウェアをローディングするようにしたので、ディスクアレイの信頼性に加え、ディスクアレイ装置の運用上のスループットを向上させることが可能である。

30

【0106】

(実施の形態8)

さて、前述した実施の形態1~7では、ファーム更新のために基準ディスク装置を選択する方法を採っていたが、以下に説明する実施の形態8のように、ファーム更新のためにあらかじめ用意した複数種のファームウェアから基準ファームウェアを選択する方法を採るようにしてもよい。なお、以下に説明する実施の形態8は、ハードウェア的な全体構成を前述した実施の形態1と同様としており、その図示および説明を省略する。

【0107】

まず、原理について説明する。図17はこの発明の実施の形態8によるディスクアレイ装置の原理を示すブロック図である。図17に示したディスクアレイ装置は、上位装置であるホストコンピュータ20との間で転送されるデータを格納する複数のディスク装置30 - 1...で構成されるディスクアレイ30と、複数のディスク装置30 - 1...を並列に接続させ、ホストコンピュータ20と各ディスク装置30 - 1...間のデータ転送を制御するディスクアレイ制御装置50と、上位装置であるホストコンピュータ20との間で転送されるデータを格納するとともに複数種のファームウェアを格納したローディング用ディスク装置60とにより構成される。なお、ホストコンピュータ20は、ディスクアレイ制御装置50に対してデータの書き込み、読み出し等を指示する。

40

【0108】

ディスクアレイ制御装置50は、ディスク交換判定部51, 基準ファーム選択部52, ヘッダ情報記憶部53およびファームウェアコピー部554を備えている。ディスク交換判

50

定部 5 1 は、ディスクアレイ 3 0 のあるディスク装置が故障などして交換された際に、その交換作業の実施の有無を判定する。

【 0 1 0 9 】

基準ファーム選択部 5 2 は、ディスク交換判定部 5 1 で交換作業の実施が判定された場合に、ディスクアレイ 3 0 を構成するディスク装置 3 0 - 1 ... の中から物理ディスクを形成する上で、ローディング用ディスク装置 6 0 から基準となるファームウェア（基準ファームウェア）を選択する。ヘッダ情報記憶部 5 3 は、ディスクアレイ 3 0 の各ディスク装置 3 0 - 1 ~ 3 0 - m のヘッダ情報をあらかじめ読み出して記憶しておくものである。

【 0 1 1 0 】

ファームウェアコピー部 5 4 は、ディスク交換判定部 5 1 で交換作業の実施が判定された場合に、基準ファーム選択部 5 2 で選択した基準ファームウェアをローディング用ディスク装置 6 0 から読み出し、そのファームウェアをディスク交換が行われたディスク装置に書き込む（ローディング）ことで、ディスク装置間でのファームウェアのコピーを実現する。

10

【 0 1 1 1 】

以上の構成によれば、システム運用中にディスク交換判定部 5 1 でディスク交換が判定されると、基準ファーム選択部 5 2 により交換前のディスク装置のファームウェアと同等のファームウェアが選択される。そして、ファームウェアコピー部 5 4 によりその選択されたファームウェア（ローディング用ディスク装置 6 0 ）がディスクアレイ 3 0 においてディスク交換が行われたディスク装置にコピーされる。

20

【 0 1 1 2 】

つぎに、上述した機能ブロックをハードウェア的に実現した場合について説明する。ここでは、図 2 の構成と相違する部分についてのみ説明する。図 1 8 はこの発明の実施の形態 8 によるディスクアレイ装置の要部を示すブロック図である。この実施の形態 8 によるディスクアレイ制御装置は、図 1 8 に示したように、実施の形態 2 と同様にキャッシュメモリ 1 0 6 にヘッダ情報格納領域 1 0 6 a を設け、ローディング用ディスク装置 6 0 のデバイスアダプタ 1 1 0 を内部バス 1 0 9 に接続させた構成である。

【 0 1 1 3 】

なお、ハードウェア的には、前述した原理（図 1 7 参照）によるディスク交換判定部 5 1 ，基準ファーム選択部 5 2 ，ヘッダ情報記憶部 5 3 ，ファームウェアコピー部 5 4 の機能を実現するユニットが M P U 1 0 2 となる。この M P U 1 0 2 の動作は、前述した原理を実現するためのアプリケーション（ R A M 1 0 4 に格納）に従うものである。

30

【 0 1 1 4 】

つぎに、ローディング用ディスク装置 6 0 に格納されたファームウェアすなわちローディング情報について説明する。図 1 9 は実施の形態 8 によるローディング用ディスク装置のローディング情報を説明する図である。ローディング情報は、図 1 9 に示したように、タイプ別にファーム版数と対応付けてファームウェア本体を記憶させた構成である。

【 0 1 1 5 】

図 1 9 の例では、タイプは A ， B の 2 種類、ファーム版数は 0 0 0 1 ~ 0 0 0 4 までの 4 種類となっている。タイプ A においては、ファーム版数 “ 0 0 0 1 ” ， “ 0 0 0 2 ” ， “ 0 0 0 3 ” ， “ 0 0 0 4 ” には、それぞれファームウェア本体 F W A 1 ， F W A 2 ， F W A 3 ， F W A 4 が対応する。タイプ B においては、ファーム版数 “ 0 0 0 1 ” ， “ 0 0 0 2 ” ， “ 0 0 0 3 ” ， “ 0 0 0 4 ” には、それぞれファームウェア本体 F W B 1 ， F W B 2 ， F W B 3 ， F W B 4 が対応する。

40

【 0 1 1 6 】

つぎに、動作について説明する。図 2 0 は実施の形態 8 によるファーム更新処理を説明するフローチャートであり、図 2 1 は実施の形態 8 による基準ディスク選択処理を説明するフローチャートである。この実施の形態 8 でも、前述した実施の形態 1 と同様に、ステップ S 1 ~ ステップ S 4 （図 6 参照）までの処理（図 2 0 ではステップ S 8 1 ）が共通となり、図 6 のステップ S 5 以降が実施の形態 8 とは相違する。

50

【0117】

実施の形態8では、ステップS81の後、続くステップS82において、基準ファーム選択処理(図21参照)が実行される。この基準ファーム選択処理でも、前述の基準ディスク選択処理と同様にコピーの可否が判断される。もしコピー可の場合には(ステップS83)、ステップS84においてコピー元となるローディング用ディスク装置60の基準ファームウェアがデータ転送バッファ107に転送され、さらにステップS85においてその基準ファームウェアがコピー先である交換ディスク装置のファームウェア格納領域に転送される。

【0118】

続いて、図21を参照してステップS82の基準ディスク選択処理について詳述する。処理が基準ディスク選択処理に移行すると、まず、ステップS91において、キャッシュメモリ106のヘッダ情報格納領域106aに格納されたヘッダ情報が参照され、交換前のディスク装置のタイプおよびファーム版数と一致すなわち同じ条件をもつファームウェアがローディング情報の中で判別される。

10

【0119】

その結果、ローディング情報からファームウェアの判別ができた場合には(ステップS92)、処理はステップS93に移行し、その判別されたファームウェアを基準ファームウェアとして選択する。さらに続くステップS94において、コピー可の決定が下される。一方、ローディング情報からファームウェアの判別ができなかった場合には(ステップS92)、処理はステップS95に移行し、コピー不可の決定が下される。このようにして

20

【0120】

以上説明したように、この実施の形態8によれば、保守用に設けたローディング用ディスク装置60の適用により、システム運用中でも、交換ディスクに対してディスク交換前後で論理ディスクの状態を保持できるファームウェアをローディングするようにしたので、ディスクアレイ30の信頼性に加え、ディスクアレイ装置の運用上のスループットを向上させることが可能である。

【0121】

【発明の効果】

従来、保守は全物理ディスクを対象としているため、改版の必要がない物理ディスクに対しても余計な改版が実施され、一方、ファーム版数の異なるたった一台の物理ディスクのために、わざわざシステムの可動を中断してから、改版作業が実施されていた。それゆえ、従来は、ファームウェアのローディング動作の無駄やシステムの一時停止による運用上のロスから、システムのスループットが低下したが、この発明によれば、ディスクアレイ装置の信頼性を向上させることが可能である。

30

【0122】

この発明は、さらに、システム運用中でも交換ディスクに対するファームウェアの更新が可能となるので、メンテナンス時間が不要となって、装置の利便性を向上させることが可能である。

【図面の簡単な説明】

40

【図1】この発明の実施の形態1によるディスクアレイ装置の原理を示すブロック図である。

【図2】この発明の実施の形態1によるディスクアレイ装置のハードウェア構成例を示すブロック図である。

【図3】図2に示したディスク装置の内部構成を具体化して示すブロック図である。

【図4】ファームウェアのフォーマット例を示す図である。

【図5】実施の形態1において物理ディスク間のヘッダ情報の関係をテーブル化して示す図である。

【図6】実施の形態1によるファーム更新処理を説明するフローチャートである。

【図7】実施の形態1による基準ディスク選択処理を説明するフローチャートである。

50

【図 8】実施の形態 1 において交換ディスクのヘッダ情報の種類を示す図である。

【図 9】この発明の実施の形態 2 によるディスクアレイ装置の要部を示すブロック図である。

【図 10】実施の形態 2 による基準ディスク選択処理を説明するフローチャートである。

【図 11】この発明の実施の形態 3 による基準ディスク選択処理を説明するフローチャートである。

【図 12】この発明の実施の形態 4 による基準ディスク選択処理を説明するフローチャートである。

【図 13】この発明の実施の形態 5 による基準ディスク選択処理を説明するフローチャートである。

10

【図 14】この発明の実施の形態 6 による基準ディスク選択処理を説明するフローチャートである。

【図 15】この発明の実施の形態 7 によるディスクアレイ装置を適用したシステムのハードウェア構成例を示すブロック図である。

【図 16】この発明の実施の形態 7 による基準ディスク選択処理を説明するフローチャートである。

【図 17】この発明の実施の形態 8 によるディスクアレイ装置の原理を示すブロック図である。

【図 18】この発明の実施の形態 8 によるディスクアレイ装置の要部を示すブロック図である。

20

【図 19】実施の形態 8 によるローディング用ディスク装置のローディング情報を説明する図である。

【図 20】実施の形態 8 によるファーム更新処理を説明するフローチャートである。

【図 21】実施の形態 8 による基準ディスク選択処理を説明するフローチャートである。

【符号の説明】

10, 50 ディスクアレイ制御装置

11, 51 ディスク交換判定部

12 基準ディスク選択部

13, 54 ファームウェアコピー部

20 ホストコンピュータ

30

30 ディスクアレイ

30-1...30-n, 30-m ディスク装置

30-M, 31-M+1 スペアディスク装置

31-1...31-n, 31-m ファームウェア格納領域

31-M, 31-M+1 ファームウェア格納領域

52 基準ファーム選択部

53 ヘッダ情報記憶部

60 ローディング用ディスク装置

61 ローディング情報格納領域

101 ホストアダプタ

40

102, 302 MPU

103, 303 ROM

103a アプリケーション

104, 304 RAM

106 キャッシュメモリ

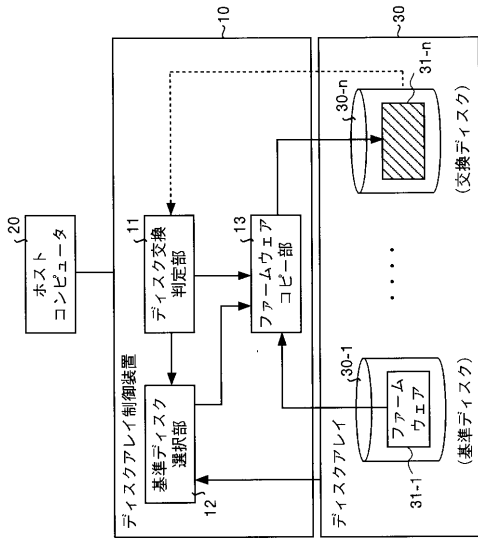
106a ヘッダ情報格納領域

107 データ転送バッファ

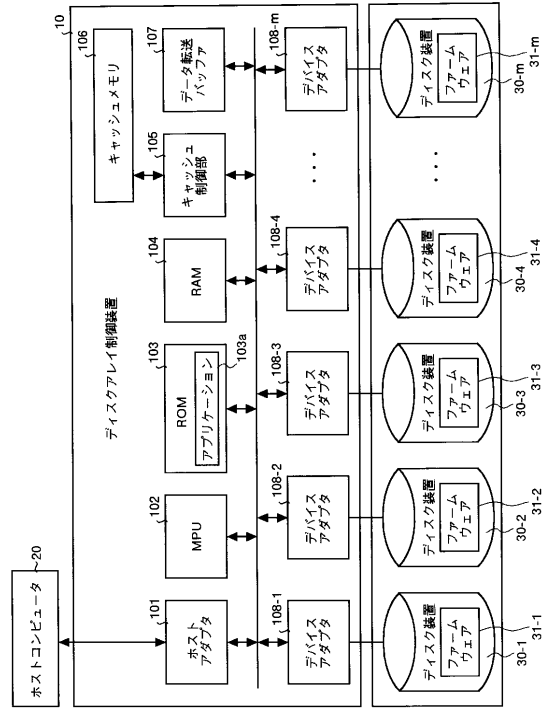
108-1~108-m デバイスアダプタ

305 バッファ

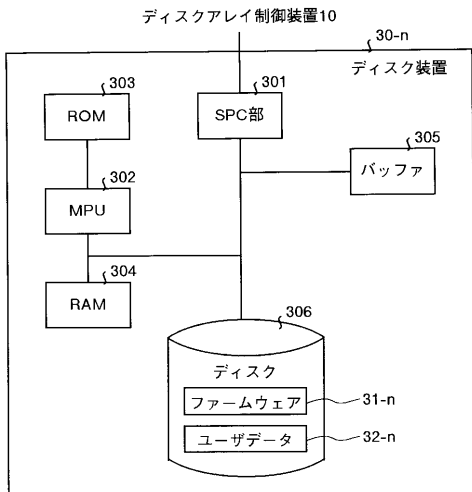
【 図 1 】



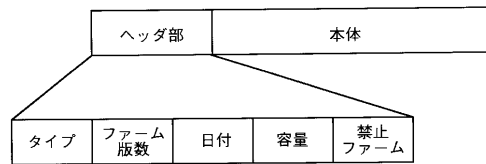
【 図 2 】



【 図 3 】



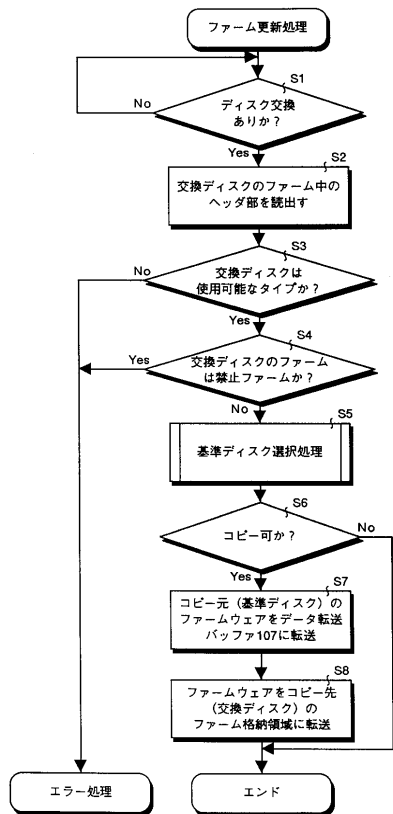
【 図 4 】



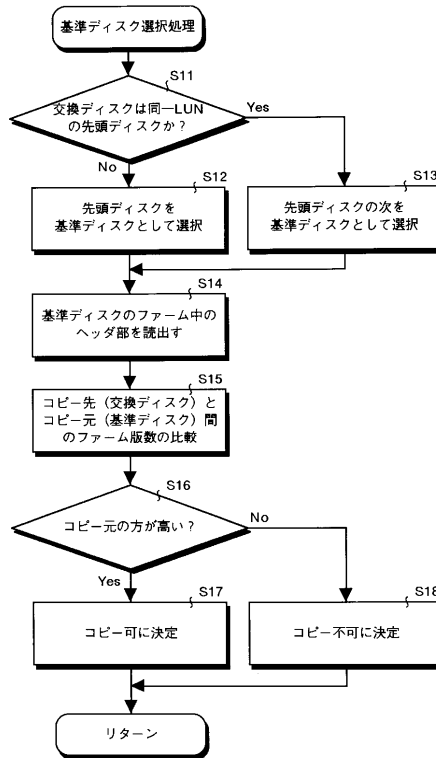
【 図 5 】

| ディスク装置 | 30-1 | 30-2 | 30-3 | 30-4 | ... | 30-m |
|--------|----------|----------|----------|----------|-----|----------|
| タイプ | A | A | A | A | ... | A |
| ファーム版数 | 0003 | 0003 | 0003 | 0003 | ... | 0003 |
| 日付 | 96/10/11 | 96/10/11 | 96/10/12 | 96/10/11 | ... | 96/10/11 |
| 容量 | 2G | 2G | 2G | 2G | ... | 2G |
| 禁止ファーム | 0001 | 0001 | 0001 | 0001 | ... | 0001 |

【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】

(a)

| | |
|--------|----------|
| タイプ | B |
| ファーム版数 | 0003 |
| 日付 | 96/10/11 |
| 容量 | 2G |
| 禁止ファーム | 0001 |

(b)

| | |
|--------|----------|
| タイプ | A |
| ファーム版数 | 0001 |
| 日付 | 96/10/11 |
| 容量 | 2G |
| 禁止ファーム | 0002 |

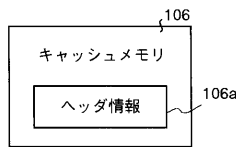
(c)

| | |
|--------|----------|
| タイプ | A |
| ファーム版数 | 0002 |
| 日付 | 96/10/11 |
| 容量 | 2G |
| 禁止ファーム | 0001 |

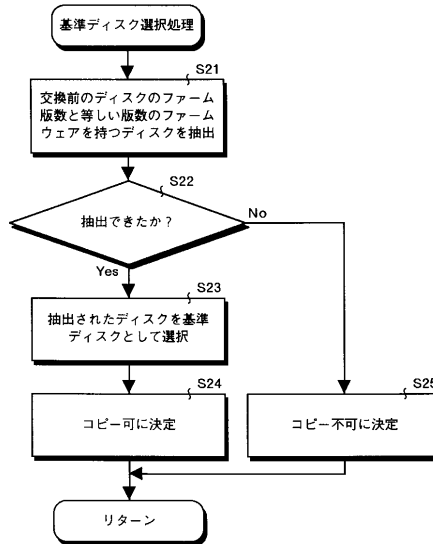
(d)

| | |
|--------|----------|
| タイプ | A |
| ファーム版数 | 0004 |
| 日付 | 96/10/11 |
| 容量 | 2G |
| 禁止ファーム | 0001 |

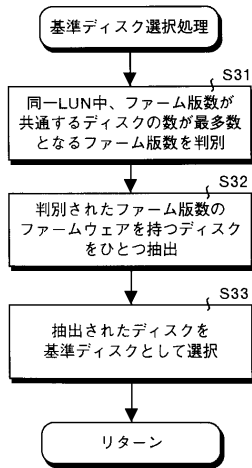
【 図 9 】



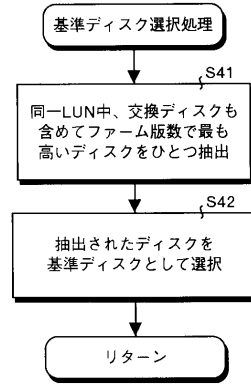
【 図 10 】



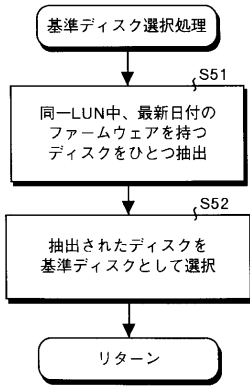
【図11】



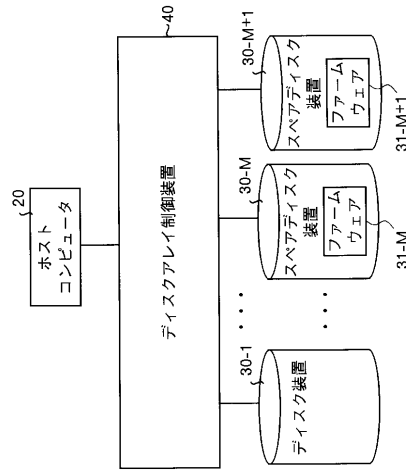
【図12】



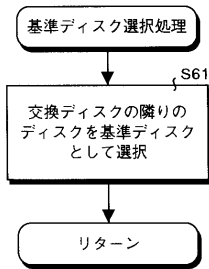
【図13】



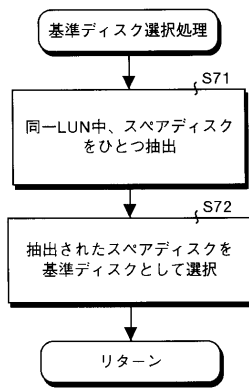
【図15】



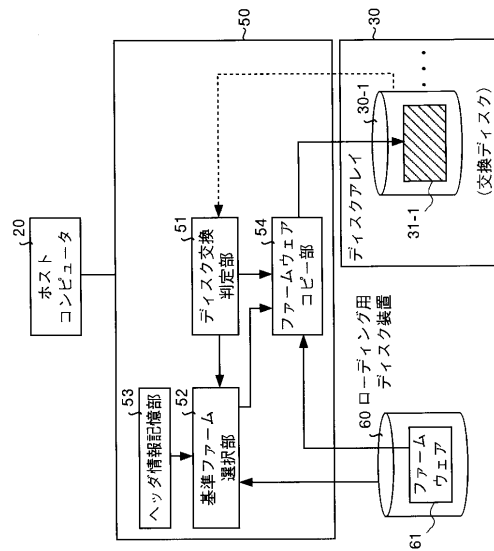
【図14】



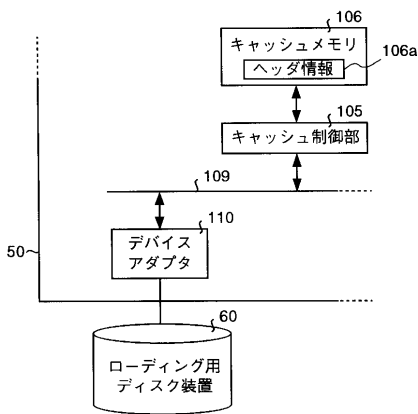
【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



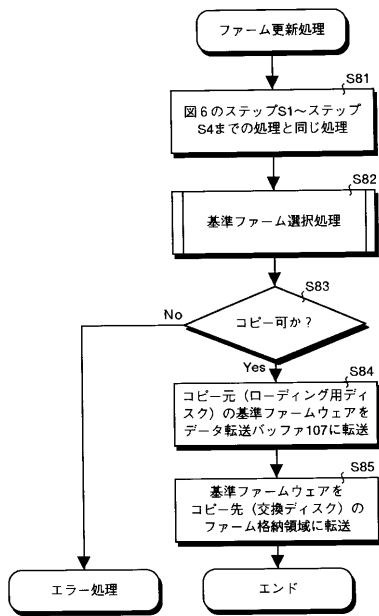
【 図 1 8 】



【 図 1 9 】

| タイプA | |
|--------|------|
| ファーム版数 | 本体 |
| 0001 | FWA1 |
| 0002 | FWA2 |
| 0003 | FWA3 |
| 0004 | FWA4 |
| タイプB | |
| ファーム版数 | 本体 |
| 0001 | FWB1 |
| 0002 | FWB2 |
| 0003 | FWB3 |
| 0004 | FWB4 |

【 図 2 0 】



【 図 2 1 】

