

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2016-530637  
(P2016-530637A)

(43) 公表日 平成28年9月29日(2016.9.29)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>G06F 3/06 (2006.01)</b>	G06F 3/06 306B	
	G06F 3/06 305C	
	G06F 3/06 540	
	G06F 3/06 304P	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2016-538895 (P2016-538895)  
 (86) (22) 出願日 平成26年8月27日 (2014. 8. 27)  
 (85) 翻訳文提出日 平成28年3月23日 (2016. 3. 23)  
 (86) 国際出願番号 PCT/SG2014/000406  
 (87) 国際公開番号 W02015/030679  
 (87) 国際公開日 平成27年3月5日 (2015. 3. 5)  
 (31) 優先権主張番号 201306456-3  
 (32) 優先日 平成25年8月27日 (2013. 8. 27)  
 (33) 優先権主張国 シンガポール (SG)

(71) 出願人 503231882  
 エージェンシー フォー サイエンス、テ  
 クノロジー アンド リサーチ  
 シンガポール、 シンガポール 1386  
 32, ナンバー20-10 コネクシス  
 , フージョノポリス ウエイ 1  
 (74) 代理人 100105957  
 弁理士 恩田 誠  
 (74) 代理人 100068755  
 弁理士 恩田 博宣  
 (74) 代理人 100142907  
 弁理士 本田 淳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 RAIDパリティストライプ再構成

(57) 【要約】

再構成 / 再構築テーブルおよびスペース割り当てテーブルをチェックすることによる、パリティストライプが再構成されているかどうかおよびパリティストライプが割り当てられているかどうかを判断することによる、RAIDストレージシステムにおけるデータ再構成。パリティストライプの再構成が起こる前は、障害が起こったハイブリッドドライブの不揮発性メモリをチェックしてアクセス可能かどうかを判断し、アクセス可能である場合は、再構成が起こる代わりに、新しいハイブリッドドライブにデータがコピーされる。

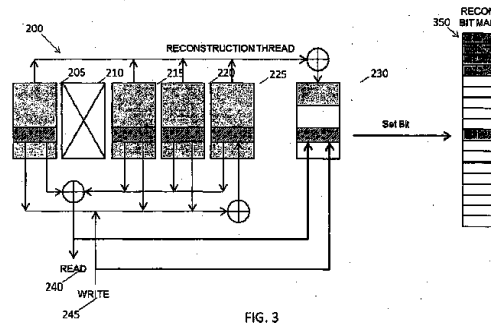


FIG. 3

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

複数のストレージドライブであって、そのうちの 1 つに障害が起こっている複数のストレージドライブを備える RAID ストレージシステムにおけるデータ再構成のための方法であって、前記方法は、

再構成のための複数のパリティストライブから 1 つのパリティストライブを再構成のために選択するステップと、

再構成テーブルをチェックすることによって、前記再構成のために選択されたパリティストライブが以前に再構成されているかどうかを判断するステップであって、前記再構成テーブルが、エントリを含み、エントリの各々が、前記再構成のための複数のパリティストライブの少なくとも 1 つに対応する再構成状態を示し、各再構成状態が、前記少なくとも 1 つの対応するパリティストライブが以前に再構成されているかどうかを示す、ステップと、

スペーステーブルをチェックすることによって、前記選択されたパリティストライブが以前に割り当てられているかどうかを判断するステップであって、前記スペーステーブルが、前記再構成のための複数のパリティストライブの少なくとも 1 つに対応する割り当て状態を示すエントリを含み、前記割り当て状態が、前記少なくとも 1 つの対応するパリティストライブが以前に割り当てられているかどうかを示す、ステップと、

を含み、  
前記選択されたパリティストライブが以前に再構成されていないと判断され、前記選択されたパリティストライブが以前に割り当てられていると判断された場合は、置換ディスクで前記選択されたパリティストライブを再構成し、前記選択されたストライブが再構成されていることを示すために、選択されたパリティストライブに対応する前記再構成テーブルの前記再構成状態を更新するステップをさらに含む、方法。

**【請求項 2】**

前記選択されたパリティストライブが以前に割り当てられていないと判断された場合に、前記選択されたパリティストライブに対応するデータのために前記置換ディスクに 0 を書き込むステップをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 3】**

パリティストライブを選択する前記ステップの前に、パリティストライブと関連付けられたデータのための入力 / 出力要求を受信するステップをさらに含む、かつ、パリティストライブを選択する前記ステップが、データのための入力 / 出力要求が関連付けられる前記パリティストライブを選択するステップを含む、請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 4】**

入力 / 出力動作要求が受信されない場合は、パリティストライブを選択する前記ステップが、再構成が起こっていないことを示す前記再構成テーブルの第 1 のエントリに対応するパリティストライブを選択するステップを含む、請求項 3 に記載の方法。

**【請求項 5】**

前記再構成テーブルが、複数のビットを含むビットマップを含み、各ビットが、前記再構成のための複数のパリティストライブの各々の再構成状態を表す、請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 6】**

前記スペーステーブルが、複数のビットを含むビットマップを含み、各ビットが、前記再構成のための複数のパリティストライブの各々の前記再構成状態を表す、請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 7】**

前記再構成のための複数のパリティストライブから追加のパリティストライブを選択するステップをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 8】**

受信された入力 / 出力要求を実行するステップをさらに含む、請求項 3 に記載の方法。

10

20

30

40

50

**【請求項 9】**

前記複数のストレージドライブの各々が、ハードディスクドライブを含む、請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 10】**

前記複数のストレージドライブの各々が、ハイブリッドドライブを含み、前記ハイブリッドドライブの各々が、不揮発性メモリ (NVM) および磁気ディスク媒体を含む、請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 11】**

再構成のためのパリティストライプを選択する前記ステップの前に、

前記障害が起こったドライブの NVM のデータがアクセス可能かどうかを判断するステップと、

前記障害が起こったハイブリッドドライブの前記 NVM がアクセス可能であると判断された場合に、前記障害が起こったハイブリッドドライブの前記 NVM から置換ハイブリッドドライブの NVM に前記データをコピーするステップと、

をさらに含む、請求項 10 に記載の方法。

**【請求項 12】**

再構成のためのパリティストライプを選択する前記ステップの前に、

再構成のために必要であったそのパリティブロックのすべてが障害が起こっていないディスクの前記 NVM に格納された再構成のための 1 つまたは複数のパリティストライプを特定するステップ、をさらに含む、請求項 10 に記載の方法。

**【請求項 13】**

置換ディスクで前記 1 つまたは複数の特定されたパリティストライプを再構成するステップ、をさらに含む、請求項 12 に記載の方法。

**【請求項 14】**

再構成のための 1 つまたは複数の追加のパリティストライプを特定するステップであって、前記 1 つまたは複数の追加の特定されたパリティストライプが、障害が起こっていないハイブリッドドライブの前記 1 つまたは複数の NVM に格納された前記パリティストライプと関連付けられたパリティブロックの一部、および、前記障害が起こっていないハイブリッドドライブの前記磁気ディスク媒体に格納された前記パリティブロックの一部を有する、ステップと、

前記障害が起こっていないハイブリッドドライブの前記磁気ディスク媒体から、前記特定されたパリティストライプと関連付けられた前記部分パリティブロックをフェッチし、前記障害が起こっていないハイブリッドドライブの前記それぞれの NVM キャッシュに格納するように前記障害が起こっていないハイブリッドドライブのうちの 1 つまたは複数に指示するステップと、をさらに含む、請求項 12 に記載の方法。

**【請求項 15】**

置換ディスクで前記 1 つまたは複数の特定された追加のパリティストライプを再構成するステップ、をさらに含む、請求項 14 に記載の方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本明細書で開示される様々な実施形態は、ストレージシステムに関する。

**【背景技術】****【0002】**

独立ディスクの冗長アレイ (RAID) の技術は、高いデータ性能および信頼性を達成するために、ストレージシステムにおいて広く使用されてきた。ディスクのアレイ内で冗長情報を維持することにより、RAID は、1 つまたは複数のディスク障害がアレイで起こった場合にデータを回復することができる。RAID システムは、それらの構造および特性に従って、異なるレベルに分類される。RAID レベル 0 (RAID 0) は、冗長データを持たず、ディスク障害から回復することはできない。RAID レベル 1 (RAID

10

20

30

40

50

1) は、一対のディスク上でミラーリングを実装し、従って、一対のディスクにおいて1つのディスク障害から回復することができる。RAIDレベル4 (RAID4) およびRAIDレベル5 (RAID5) は、ディスクのレイ上でXORパリティを実装し、XOR演算を通じて、レイにおいて1つのディスク障害から回復することができる。RAIDレベル6 (RAID6) は、ディスクレイにおいて同時に起こる2つのいかなるディスク障害からも回復することができ、リードソロン符号などの様々な種類の抹消符号を通じて実装することができる。

#### 【0003】

RAIDシステムにおけるディスク障害からのデータ回復プロセスは、データ再構成と呼ばれる。データ再構成プロセスは、RAIDシステムの性能と信頼性の両方にとって非常に重要である。RAID5システムを例にとると、レイにおけるディスク障害が起こると、レイは劣化モードに入り、障害が起こったディスクにかかるユーザI/O要求はオンザフライでデータを再構成しなければならず、それは、かなり高価であり、大きな性能オーバーヘッドを引き起こす。その上、ユーザI/Oプロセスおよび再構成プロセスは、同時に実行され、互いにディスク帯域幅を競い合い、それにより、システム性能がさらに大幅に劣化する。他方では、RAID5システムが1つのディスク障害から回復している際には、第2のディスク障害が起こる場合があり、それにより、システムの耐障害能力を超えることになり、永久的なデータ損失が生じる。従って、長期にわたるデータ再構成プロセスは、長時間のシステムの脆弱性を招き、システムの信頼性を大幅に劣化する。これらの理由に基づくと、データ再構成プロセスはできる限り短縮すべきであり、現行のRAIDシステムのデータ再構成の最適化を求める仕方および方法は、極めて重要かつ深刻なものである。

#### 【0004】

データ再構成に対し、理想的なシナリオはオフライン再構成であり、オフライン再構成では、レイは、ユーザI/O要求の提供を停止し、データ再構成プロセスをその全速力で実行させる。しかしながら、このシナリオは、RAIDシステムがディスク障害から回復している時でさえも途切れることのないデータサービスを提供するために同RAIDシステムが必要とされるほとんどの生産環境において実用的ではない。言い換えれば、生産環境におけるRAIDシステムは、オンライン再構成を行っており、オンライン再構成では、再構成プロセスおよびユーザI/Oプロセスは、同時に実行されている。以前の研究では、RAIDシステムの再構成プロセスを最適化するためにいくつかの方法が提案されている。ワークアウト (Workout) 方法は、代理RAIDにユーザ書き込みデータキャッシュポピュラ読み取りデータをリダイレクトし、オリジナルのRAIDの再構成が完了した際にオリジナルのRAIDに書き込みデータを再要求することを目的とする。そうすることで、ワークアウト (Workout) は、ユーザI/Oプロセスから再構成プロセスを分離し、再構成プロセスが邪魔されないようにしようと試みる。ワークアウト (Workout) とは異なり、本発明者らが提案する方法は、ユーザ読み取り/書き込み要求を出す間、ユーザI/Oプロセスに再構成プロセスとの連携を行わせ、データ再構成に貢献させる。別の以前の方法は、ビクティムディスクファースト (VDF: Victim Disk First) と呼ばれる。VDFは、システムDRAMキャッシュポリシーを定義し、システムDRAMキャッシュポリシーは、障害が起こったディスクのデータを高い優先度でキャッシュし、その結果、オンザフライでの障害が起こったデータの再構成の性能オーバーヘッドを最小限に抑えることができる。VDFとは異なり、本発明者らの方法は、レイにおける残存ディスクのNVMキャッシュのデータを利用することによって再構成シーケンスを最適化するためのポリシーを含む。第3の以前の研究は、ライブブロック回復と呼ばれる。ライブブロック回復方法は、再構成の間にライブファイルシステムデータのみを回復し、未使用のデータブロックをスキップすることを目的とする。しかしながら、この方法は、RAIDブロックレベルにファイルシステム情報を渡すことに依存し、従って、既存のファイルシステムの著しい変更を必要とする。その上、この方法は、RAID1などの複製ベースのRAIDにのみ適用することができ、RAID5およびRA

10

20

30

40

50

ＩＤ６などのパリティベースのＲＡＩＤに適用することはできない。また、本発明者らが提案する方法は、使用データブロックのみの再構成も目的とするが、本発明者らの方法は、ブロックレベルで完全に機能し、ファイルシステムの変更を必要としない。その上、本発明者らの方法は、パリティベースのＲＡＩＤシステムを含めて、いかなるＲＡＩＤレベルにも適用することができる。

【０００５】

ハイブリッドドライブは、１つのディスクエンクロージャ内部にＮＶＭキャッシュと共に回転磁気ディスク媒体を配置する新種のハードディスクドライブである。正常なモードでは、ＮＶＭキャッシュは、ユーザＩ／Ｏ要求に対する読み取り／書き込みキャッシュとしての役割を果たす。再構成モードでは、ＮＶＭキャッシュのデータは、再構成プロセスの加速に活用することができる。本発明者らの方法の以下の説明では、ハイブリッドドライブ内部のＮＶＭキャッシュを活用することによってＲＡＩＤシステムの再構成をどのように最適化するかを示す。

10

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【０００６】

例示的な実施形態によれば、ハイブリッドドライブから成るＲＡＩＤシステムの再構成プロセスを最適化するための方法が開示される。開示される方法を示す例として、例えば、ＲＡＩＤ５を使用することができる。これらの方法は、これらに限定されないが、ＲＡＩＤ１、ＲＡＩＤ４およびＲＡＩＤ６などの他のＲＡＩＤレベルにも適用できることに留意しなければならない。例示的な実施形態による様々な方法は、以下を含み得る：

20

- 個々のパリティストライプの各々に対する非常に細かい再構成制御。

【０００７】

対応する例示的な方法は、図３、図４および図５に示されている。

- 直接コピーを通じる障害が起こったハイブリッドドライブのＮＶＭキャッシュのデータの再構成の高速化。

【０００８】

対応する例示的な方法は、図６に示されている。

- 未使用のフリースペースおよび無効な／無駄なデータを保持しているスペースの再構成のスキップ。

30

【０００９】

対応する例示的な方法は、図７に示されている。

図面では、同様の参照文字は、一般に、異なる図全体を通じて、同様の部分を指す。図面は、必ずしも原寸に比例するとは限らず、代わりに、一般に、本発明の原理を示すことに重点が置かれる。以下の説明では、本発明の様々な実施形態は、以下の図面を参照して説明される。

【図面の簡単な説明】

【００１０】

【図１Ａ】一実施形態による、正常なモードでの典型的なＲＡＩＤシステムのユーザ読み取り／書き込みプロセスのワークフローを示す。

40

【図１Ｂ】一実施形態による、正常なモードでの典型的なＲＡＩＤシステムのユーザ読み取り／書き込みプロセスのワークフローを示す。

【図２】一実施形態による、再構成モードでの典型的なＲＡＩＤシステムのユーザ読み取り／書き込みプロセス（障害が起こったディスク上での）および再構成プロセスのワークフローを示す。

【図３】一実施形態による、ビットマップベースの非常に細かい再構成制御を用いたＲＡＩＤシステムのユーザ読み取り／書き込みプロセス（障害が起こったディスク上での）および再構成プロセスのワークフローを示す。

【図４】一実施形態による、ハイブリッドドライブのＮＶＭキャッシュのデータに従って再構成シーケンスのスケジューリングを行うＲＡＩＤシステムの再構成プロセスのワーク

50

フローを示す。

【図5】一実施形態による、対応するデータブロックが既に再構成されている、ビットマップベースの非常に細かい再構成制御を用いたRAIDシステムのユーザ読み取り/書き込みプロセス（障害が起こったディスク上での）のワークフローを示す。

【図6】一実施形態による、障害が起こったハイブリッドドライブのNVMキャッシュのデータを置換ディスクに直接コピーする再構成プロセスを示す。

【図7】一実施形態による、使用スペースのみが再構成され、未使用スペースがスキップされる、システムの使用および未使用スペースを示すためにビットマップを備えるRAIDシステムの再構成プロセスを示す。

【発明を実施するための形態】

10

【0011】

以下の詳細な説明は、例示として、本発明を實踐できる特定の詳細および実施形態を示す添付の図面を参照する。これらの実施形態は、当業者が本発明を實踐できるように十分に詳細に説明される。他の実施形態も利用でき、本発明の範囲から逸脱することなく、構造上、論理上および電氣的な変更を行うことができる。いくつかの実施形態を1つまたは複数の他の実施形態と組み合わせて新しい実施形態を形成することができるため、様々な実施形態は、必ずしも相互排他的である必要はない。

【0012】

方法またはデバイスのうちの1つの文脈において説明される実施形態は、他の方法またはデバイスに類似して有効である。同様に、方法の文脈において説明される実施形態は、

20

【0013】

実施形態の文脈において説明される特徴は、他の実施形態の同じまたは同様の特徴に相応に適用可能であり得る。実施形態の文脈において説明される特徴は、これらの他の実施形態に明示的に説明されていない場合でさえ、他の実施形態に相応に適用可能であり得る。その上、実施形態の文脈における特徴に対して説明されるような、追加および/または組合せおよび/または代替は、他の実施形態の同じまたは同様の特徴に相応に適用可能であり得る。

【0014】

様々な実施形態の文脈において、特徴または要素に関して使用されるような、冠詞「a」、「an」および「the」は、特徴または要素のうちの1つまたは複数への言及を含む。

30

【0015】

様々な実施形態の文脈において、「少なくとも実質的に」という表現は、「正確に」および妥当な差異を含み得る。

様々な実施形態の文脈において、数値に適用されるような「約」または「およそ」という用語は、正確な値および妥当な差異を包含する。

【0016】

本明細書で使用されるように、「および/または」という用語は、リストされる関連項目のうちの1つまたは複数の組合せのいずれか、および、すべてを含む。

40

本明細書で使用されるように、「AまたはBの少なくとも1つ」という形式の表現は、AまたはBあるいはAとBの両方を含み得る。それに応じて、「AまたはBまたはCの少なくとも1つ」という形式の表現、あるいは挙げられるさらなる項目を含むは、挙げられる関連項目のうちの1つまたは複数の組合せのいずれか、および、すべてを含み得る。

【0017】

例示的な実施形態によれば、パリティストライプは、データを組織するためのパリティRAIDシステムのためのユニットを指し得る。図1Aに示されるように、パリティストライプは、複数のブロックから成り得る。

【0018】

パリティストライプの各ブロックは、異なるディスクに存在し得る。図1Aの例に示さ

50

れるように、収納された第1のパーティストライブのパーティブロックは、ストレージディスク1~4上に存在する。

【0019】

パーティストライブのブロックは、およそ4KBの典型的なサイズのデータブロックまたはパーティブロックであり得る。データブロックは、ユーザデータを保持することができる。パーティブロックは、XOR演算を使用することができる、あるパーティアルゴリズムに従ってパーティストライブのデータブロックから演算されるパーティ値を保持することができる。

【0020】

図1Bは、例示的な実施形態による、典型的な(例えば、最適化されていない)RAIDシステム100がどのようにユーザ読み取り/書き込み要求(140、145)を処理するかを示す。読み取り要求の場合、読み取りプロセスは、データディスク(D1、D2、D3、D4)からデータを直接読み取り、ユーザに返送する。書き込み要求の場合、書き込みプロセスは、最初に、古いデータおよびその対応するパーティを読み出し、それらを新しいデータと共に使用して新しいパーティを生成し、次いで、新しいデータおよび新しいパーティをデータおよびパーティディスク(D1、D2、D3、D4、P1)に書き込む。

10

【0021】

図2は、例示的な実施形態による、ディスクに障害が起こった際に典型的なRAIDシステム200がどのようにオンライン再構成を行うかを示す。再構成プロセスは、最初のパーティストライブから最後のパーティストライブまで順番にRAIDシステム200のパーティストライブを再構成することができる。各パーティストライブを構成するため、再構成プロセスは、残存ディスク(205、215、220、225)から対応するデータおよびパーティブロックを読み出し、パーティ演算を通じて障害が起こったディスク210上にデータブロックを再生成し、データブロックを置換ディスク230に書き戻す。オンライン再構成の間は、障害が起こったディスクにかかるユーザI/O要求(240、245)は、オンザフライでデータを再構成しなければならない。読み取り要求240の場合、パーティグループの他のデータおよびパーティブロックのすべてが読み出され、要求されたデータは、パーティ演算を通じて再構成される。書き込み要求245の場合、他のデータブロックのすべては、パーティブロックが読み出されることを予期し、次いで、新しいパーティブロックが再構成され、パーティディスクに書き戻される。従って、再構成モードでのユーザI/O処理は、正常なモードでのものより複雑であり、より低い性能を有する。再構成プロセスおよびユーザI/Oプロセスは、互いに別々に実行され、ユーザI/O処理は、障害が起こったディスク全体が再構成されるまで正常なモードに戻らないことに留意しなければならない。本発明者らは、このスキームを粗野な(coarse-grained)再構成制御と呼ぶ。

20

30

【0022】

図3は、例示的な実施形態による、ビットマップベースの非常に細かい(fine-grained)再構成制御を使用するRAIDシステム300を示す。再構成の開始時、ビットマップ(再構成ビットマップ350)は、個々のパーティストライブの各々の再構成状態を記録するようにセットアップされる。ビットマップ350は、最初は、すべてが0に設定され、パーティストライブが再構成されると、ビットマップのその対応するビットが1に設定される。厳密に起こった順番に再構成を行う必要がある粗野な再構成制御とは異なり、ビットマップベースの非常に細かい再構成制御は、いかなる順番でもパーティストライブの再構成を行うことを可能にする。非常に細かい再構成制御の下では、ユーザI/Oプロセスは、再構成プロセスと連携する。ユーザI/Oプロセスが、再構成されていない障害が起こったデータブロックに対する要求を行うと、障害が起こったブロックは、オンザフライで再構成され、置換ディスク230に書き戻される。次いで、ビットマップのこのブロックの対応するビットが1に設定され、これは、この障害が起こったブロックが再構成されたことを示す。他方では、再構成プロセスは、依然として、最初のパーティ

40

50

ィストライブから最後のパリティストライブまで順番に実行される。しかしながら、パリティストライブを再構成する前に、再構成プロセスは、対応するビットが設定されたかどうかを見るために、ビットマップをチェックする。ビットが設定されていれば、再構成プロセスは、このパリティストライブの再構成をスキップする。

#### 【 0 0 2 3 】

図 4 は、例示的な実施形態による、再構成シーケンスを最適化するためのハイブリッドドライブ ( 4 0 5、4 1 0、4 1 5、4 2 0、4 2 5、4 3 0 ) の N V M キャッシュのデータの利用を示す。障害が起こったブロックを再構成するため、再構成プロセスは、同じパリティストライブの他のデータおよびパリティブロックをすべて読み出す必要がある。N V M キャッシュからデータを読み取ることは、回転ディスクからデータを読み取るよりもはるかに速く、N V M キャッシュに格納されるデータは、ホットおよび / または重要なデータであるため、そのデータおよびパリティブロックのすべてまたはほとんどが残存ディスク ( 4 0 5、4 1 5、4 2 0、4 2 5 ) の N V M キャッシュでキャッシュされている場合にパリティストライブを再構成する方がより効率的である。従って、再構成プロセスは、最初に、ハイブリッドドライブの N V M キャッシュをスキャンし、他のパリティストライブより高い優先度でより多くのデータおよびパリティブロックが N V M にキャッシュされたパリティストライブを再構成する。それらのパリティブロックの一部しか N V M にキャッシュされていないパリティストライブの場合、後続の再構成の使用のために、キャッシュされていないパリティブロックを N V M キャッシュにプリフェッチするように N V M キャッシュ管理モジュールに暗示するために、追加の最適化を行うことができる。パリティストライブが再構成されると、それらの対応するビットは、再構成ビットマップ ( 再構成ビットマップ 3 5 0 ) で設定される。

10

20

#### 【 0 0 2 4 】

図 5 は、例示的な実施形態による、ビットマップベースの非常に細かい再構成制御の下でのユーザ I / O 要求の処理を示す。図 3 に示されるように、ユーザ要求が、再構成されていない障害が起こったデータブロックにかかると、データブロック ( 読み取り要求 2 4 0 のための ) またはパリティブロック ( 書き込み要求 2 4 5 のための ) がオンザフライで再構成され、パリティストライブのすべての残存ディスク ( 2 0 5、2 1 5、2 2 0、2 2 5 ) へのアクセスを必要とし、それは、かなり高価である。粗野な再構成制御の下では、すべてのユーザ I / O 要求は、再構成プロセスが完了するまで、この高価な仕方では処理される。しかしながら、非常に細かい再構成制御の下では、ユーザ I / O 要求は、個々のパリティストライブの各々の再構成状態に従って処理することができる。図 5 に示されるように、ユーザ I / O 要求が、既に再構成されている障害が起こったブロックにかかると、要求は、図 1 に示される正常なモードと同じように処理される。

30

#### 【 0 0 2 5 】

図 6 は、例示的な実施形態による、直接コピーを通じて障害が起こったハイブリッドドライブの N V M キャッシュにキャッシュされたデータを再構成する方法を示す。実用的な R A I D システム 6 0 0 では、ディスク障害は、通常、回転ディスク媒体の読み取り / 書き込みエラーによって生じる。従って、ハイブリッドドライブ 4 1 0 に障害が起こった際は、その N V M キャッシュは未だアクセス可能であり得る。再構成の開始時、R A I D システムは、最初に、障害が起こったハイブリッドドライブ 4 1 0 の N V M キャッシュが未だアクセス可能であるかどうかを検出する。N V M キャッシュがアクセス可能である場合は、その中のデータブロックが読み出され、置換ディスクにコピーされ、次いで、再構成ビットマップのそれらの対応するビットが設定され、再構成済みとマーク付けされる。このように、N V M キャッシュのデータブロックは、パリティ演算方法より効率的な直接的な方法で構成される。その上、N V M キャッシュにキャッシュされたデータブロックは、通常、ホットデータであり、ユーザ要求の大部分によってアクセスされる。それらが再構成されると、これらのデータブロックに対するユーザ要求は、より効率的に処理することができる。

40

#### 【 0 0 2 6 】

50



図7は、例示的な実施形態による、RAIDシステムの使用スペースのみを再構成することによって総再構成時間を短縮する方法を示す。各パリティストライプの割り当てられたノフリー状態を記録するため、スペースビットマップ750がセットアップされる。スペースビットマップ750のサイズを低減するため、複数のパリティストライプを1つのユニットと見なすことができ、ビットマップの全く同じビットに対応させることができる。RAIDシステム700の構築時、すべてのデータおよびパリティディスク(705、710、715、720、725)に0を書き込むことを通じて同期が行われる。また、置換ディスク730のコンテンツもバックグラウンドで0に初期化される。スペースビットマップ750は、すべてが0になるように初期化される。パリティストライプが初めて割り当てられる際は、スペースビットマップ750のその対応するビットは、1に設定される。再構成の間、再構成プロセスは、特定のパリティストライプを再構成する前にスペースビットマップ750をチェックする。ビットが設定されている場合は、パリティストライプは、割り当てられているはずであり、再構成されなければならない。そうでなければ、パリティストライプはフリーであるはずであり、0のブロックのみを含み、従って、再構成する必要はない。スペースビットマップ750は、ブロックレベルで実装され、上記のファイルシステムへの変更を必要としないことに留意しなければならない。しかしながら、スペースビットマップ750を最適に使用するため、ファイルシステムは、トリムのようなコマンドをサポートすることができ、以前に割り当てられたパリティストライプをフリーにする際は、RAIDシステム700に通知することができる。RAIDシステム700は、バックグラウンドでパリティストライプに0を書き戻し、次いで、スペースビットマップの対応するビットをオフにする。

10

20

**【0027】**

例示的な実施形態によれば、スペースビットマップは、RAID構築後のデータ再構成の開始時に初期化することができる。すなわち、RAIDシステムに対するデータ再構成プロセスが始まると、再構成が構成される予定の各パリティストライプに対するパリティブロックをチェックすることができる。パリティブロックのすべてが0である場合は、関連パリティストライプが未使用であることを示すためにスペースビットマップを更新することができる。パリティブロックのすべてが0であるとは限らない場合は、関連パリティストライプが使用されていることを示すためにスペースビットマップを更新することができる。

30

**【0028】**

例えば、RAID構築プロセスの間は、RAIDシステムのすべてのデータおよびパリティブロックは、0のブロックに初期化することができる。従って、パリティストライプが使用されている場合は、そのパリティブロックを更新しなければならず、従って、非ゼロとなり得る。しかしながら、パリティストライプが一度も使用されていない場合は、そのパリティブロックは、すべてが0のブロックのままであり得る。

**【0029】**

いくつかの例示的な実施形態では、以前に開示されるように、関連パリティストライプのパリティブロックは、再構成の間にオンザフライでチェックすることができる。従って、パリティストライプが使用されているかまたは未使用であることを示すためにスペースビットマップを使用しなくともよい。再構成のためのパリティストライプのパリティブロックのオンザフライでのチェックに応答して、パリティブロックが0の場合は、置換ディスクに0を書き込むことによってパリティストライプを再構成することができる。パリティストライプのすべてが0であるとは限らない場合は、本明細書の実施形態に従って再構成プロセスを進めることができる。

40

**【0030】**

例示的な実施形態によれば、従来のHDDまたはハイブリッドHDDを備えるRAIDシステムにおける再構成プロセスを最適化するためのシステムおよび方法が本明細書で開示される。

**【0031】**

50

例示的な実施形態によれば、1つまたは複数のビットマップ（例えば、メタデータ記録メカニズム）は、再構成スケジューリング、データの読み取り/書き込み、および、ディスクドライブに障害が起こり、再構成プロセスが開始された後のデータキャッシュのために使用することができる。例示的な実施形態では、データ再構成プロセスの開始時に、2つのビットマップを構築または生成することができる。例えば、使用できる1つのビットマップは、再構成ビットマップであり、再構成ビットマップでは、各ビットは、パリティストライプの再構成状態を表す。再構成ビットマップは、すべてが0になるように初期化することができ、パリティストライプが再構成されると、ビットマップの対応するビットが1に設定される。

**【0032】**

10

同様に、データ再構成に使用できる別のビットマップは、スペースビットマップであり、スペースビットマップでは、各ビットは、パリティストライプ（またはパリティストライプのグループ）が使用されているかまたは使用されていないかを表す。例えば、パリティストライプが以前に使用されたと判断または特定された場合は、典型的な通常の再構成プロセスを進める。そうでなければ、パリティストライプの再構成は、単に、置換ドライブ/ディスクに0を書き込むことから成り得る。

**【0033】**

例示的な実施形態によれば、再構成プロセスで使用されるビットマップは、システムメモリまたはNVMまたは他の任意の高速アクセスストレージスペースなどの揮発性メモリに保持することができる。

20

**【0034】**

例示的な実施形態によれば、データ再構成プロセスにおける再構成スケジューラは、再構成シーケンスおよび/または各パリティストライプの再構成方法を判断するために、ビットマップ情報および/または他の情報を使用することができる。

**【0035】**

例示的な実施形態によれば、従来のハードディスクドライブ（HDD）を備えるRAIDシステムにおけるデータ再構成プロセスを最適化するスケジューリング戦略は、以下を含み得る。

**【0036】**

1. どのアプリケーションからも要求が送信されていないかどうかを判断し、そうでない場合は、再構成スケジューラは、再構成ビットマップの第1のビット（第1のパリティストライプと関連付けられる）からチェックすることによって、再構成プロセスのスケジューリングを開始する。それが0である場合（ビットと関連付けられたパリティストライプが再構成されていないことを示す）は、再構成スケジューラは、第1のパリティストライプを再構成するというコマンドを発行する。再構成スケジューラは、スペースビットマップの第1のビットをさらにチェックすることができる。それが0である場合（チェックされたものと関連付けられたパリティストライプが使用も割り当てもされておらず、すべて0を含むことを示す）は、置換ディスクに0を書き込むことによってパリティストライプを再構成することができる。そうでなければ、スペースビットマップのチェックされたビットが1である場合（使用/割り当てされていることを示す）は、通常の再構成手順に続いて、チェックされたビットと関連付けられたパリティストライプが再構成される。パリティビットの再構成後、再構成スケジューラは、再構成ビットマップを更新し、再構成されたパリティビットと関連付けられたビットを1に設定することができる。再構成ビットマップの第1のビット値が既に1である場合は、再構成スケジューラは、現行のパリティストライプ（例えば、第1のパリティストライプ）をスキップし、第2のビット値のチェックに進み、再構成ビットマップの第2のビットと関連付けられたパリティストライプ（第2のストライプ）が既に再構成されているかどうかを見ることができ、すなわち、再構成スケジューラは、1つまたは複数のアプリケーションから送信される要求のような割り込みがないことを想定して、ビットマップの最後のビットまでこのプロセスを続行および反復することができる。

30

40

50

## 【 0 0 3 7 】

2. 例示的な実施形態では、上記で言及されるプロセスの間に障害が起こったドライブにアクセスするためにアプリケーションから送信された要求がある場合は、RAIDシステムの優先度設定に基づいて、再構成スケジュールは、最初に、現在選択されているチェックされたパリティドライブの再構成を最初に完了し、次いで、システムが、要求側のアプリケーションへの役割を果たせるようにすることができる。例えば、要求側のアプリケーションが、障害が起こったドライブにデータを書き込む必要がある場合は、再構成スケジュールは、置換ドライブに直接書き込み、更新し、次いで、再構成ビットマップを更新して対応するパリティドライブが再構成されていることを示すことができる。要求側のアプリケーションが、障害が起こったドライブからデータを読み取る必要があるが、データが未だ再構成されていない場合は、再構成スケジュールは、RAIDグループの他の利用可能なドライブから読み取ってオンザフライでデータを再構成することによってデータを再構成するというコマンドを発行することができる。次いで、再構成スケジュールは、置換ドライブにデータを書き込み、対応する再構成ドライブの再構成ビットマップを1に更新してドライブが再構成されていることを示すことができる。ビットマップは、再構成スケジュールがパリティドライブの再度の再構成を回避できるようにすることができる。

10

## 【 0 0 3 8 】

3. ビットマップをチェックすることにより、システムは、読み取るためのアプリケーション要求が再構成されているかまたは再構成されていないかを特定のデータで容易にチェックすることができる。データが既に再構成されている場合は、置換ドライブからデータを直接読み出し、要求側のアプリケーションに返送することができる。

20

## 【 0 0 3 9 】

例示的な実施形態によれば、ハイブリッドドライブを備えるRAIDシステムでは、従来のHDDを備えるRAIDシステムと同様に、前述の方法を使用することができる。

1. 例示的な実施形態によれば、ハイブリッドドライブを備えるRAIDシステムでは、ハイブリッドドライブに障害が起こると、システムは、最初に、障害が起こったハイブリッドドライブのNVMにアクセスできるかまたはアクセスできないかを特定することができる。アクセスできる場合は、NVMのデータを読み出し、置換ハイブリッドドライブのNVMに直接コピーすることができる。コピーの終了後、コピーされたデータに対応するビット値を1に設定することによって再構成ビットマップを更新することができる。

30

## 【 0 0 4 0 】

例示的な実施形態によれば、ハイブリッドドライブを備えるRAIDシステムでは、NVMのデータに基づいて、優先再構成をスケジュールリングすることができる。例えば、再構成に必要なデータのすべてが、利用可能なハイブリッドドライブのNVMで利用可能である場合は、高い優先度を有するパリティドライブが再構成され、次いで、後に、再構成ビットマップの対応するビット値を1に更新することができる。部分的なデータのみが利用可能である場合は、NVMにはない再構成に必要なデータの他の残りの部分をNVMにプリフェッチするかまたはプリフェッチが起こるようにすることができる。必要なデータがNVMにある時点で、スケジュールは、これらのパリティドライブを再構成するようにスケジュールリングすることができる。

40

## 【 0 0 4 1 】

例示的な実施形態によれば、RAIDシステムにおけるデータ再構成の前に、ビットマップ（例えば、再構成ビットマップおよびスペースビットマップ）を構築または生成することができる。以前に開示されるように、再構成ビットマップでは、各ビットは、パリティドライブの再構成状態を表し得る。生成後、再構成ビットマップのビットは、すべてが0になるように初期化することができる。従って、パリティドライブが再構成されると、その対応するビットを1に設定することができる。

## 【 0 0 4 2 】

パリティドライブ（またはパリティドライブのグループ）が使用 / 割り当てされて

50

いるかまたは使用 / 割り当てされていないかを各ビットが表し得るスペースビットマップでは、パリティストライプが使用または割り当てされている場合は、本明細書で開示されるものなどのデータ再構成プロセスを実装することができる。パリティストライプが以前に使用も割り当てもされていない場合は、単に、置換ディスクに 0 を書き込むことによって、パリティストライプの再構成を遂行することができる。

**【 0 0 4 3 】**

例示的な実施形態によれば、スペースビットマップを生成することができる。各パリティ / 再構成ストライプに対し、関連パリティブロックをチェックすることができる。例えば、すべてが 0 のブロックである場合は、ビットマップで未使用のもの（例えば、「 0 」）と示すことができる。そうでなければ、使用されているもの（例えば、「 1 」）と示すことができる。初期化の間は、RAID システムのすべてのデータおよびパリティブロックは、0 のブロックに初期化することができる。従って、パリティストライプがその後使用される場合は、そのパリティブロックを更新しなければならず、非ゼロとなる。パリティストライプが一度も使用されていない場合は、そのパリティブロックは、すべてが 0 のブロックのままであり得る。

10

**【 0 0 4 4 】**

いくつかの例示的な実施形態によれば、スペースビットマップを回避することも、使用しないこともできる。代わりに、パリティブロックのチェックは、再構成の間にオンザフライで実装することができ、スペースビットマップは、未使用のスペースを記録することも、示すこともする必要はない。例えば、各パリティストライプの再構成前は、最初に、パリティブロックがチェックされる。パリティブロックがすべて 0 である場合は、置換ディスクに 0 を書き込むことによってこのパリティストライプが再構成される。そうでなければ、再構成される。

20

**【 0 0 4 5 】**

例示的な実施形態によれば、本明細書で開示される様々な例示的な RAID システムは、図示されていない 1 つもしくは複数のコンピューティングデバイスを含むことおよび / またはコンピューティングデバイスと動作可能に結合することができる。コンピューティングデバイスは、例えば、1 つまたは複数のプロセッサおよび他の適したコンポーネント（メモリおよびコンピュータストレージなど）を含み得る。例えば、少なくとも 1 つの RAID コントローラは、RAID システムに含まれ、RAID システムを構成するストレージドライブに動作可能に接続することができる。プロセッサは他の形態のプロセッサ、処理デバイス（マイクロコントローラなど）、または、本明細書で説明される機能性を実行するようにプログラムすることができる他の任意のデバイスも備え得ることを理解すべきである。

30

**【 0 0 4 6 】**

それに従って、コンピューティングデバイスは、再構成スケジューラプロセス、様々な入力 / 出力要求などの本明細書で開示される様々な方法またはその態様のうちの 1 つまたは複数を実装するために、ソフトウェアを実行することができる。そのようなソフトウェアは、プロセッサが実行するために、いかなる適切なまたは適した非一時的なコンピュータ可読媒体上にも格納することができる。言い換えれば、コンピューティングデバイスは、本明細書で開示される RAID システムの様々なドライブと相互作用することも、インターフェースをとることもできる。それに従って、コンピューティングデバイスは、本明細書で開示されるテーブル（例えば、スペースビットマップ、再構成ビットマップなど）の作成、更新、アクセスなどを行うために使用することができる。テーブルは、いかなる適したコンピュータストレージデバイスまたはメモリなどのいかなる適したストレージデバイスにもデータとして格納することができる。

40

**【 0 0 4 7 】**

例示的な実施形態によれば、そのうちの 1 つに障害が起こっている複数のストレージドライブを含む RAID ストレージシステムにおけるデータ再構成のための方法は、再構成のための複数のパリティストライプから 1 つのパリティストライプを再構成のために選択

50

するステップと、再構成テーブルをチェックすることによって、再構成のために選択されたパリティストライプが以前に再構成されているかどうかを判断するステップであって、再構成テーブルが、エントリを含み、エントリの各々が、再構成のための複数のパリティストライプの少なくとも1つに対応する再構成状態を示し、各再構成状態が、少なくとも1つの対応するパリティストライプが以前に再構成されているかどうかを示す、ステップと、スペーステーブルをチェックすることによって、選択されたパリティストライプが以前に割り当てられているかどうかを判断するステップであって、スペーステーブルが、再構成のための複数のパリティストライプの少なくとも1つに対応する割り当て状態を示すエントリを含み、割り当て状態が、少なくとも1つの対応するパリティストライプが以前に割り当てられているかどうかを示す、ステップとを含み得、選択されたパリティストライプが以前に再構成されていないと判断され、選択されたパリティストライプが以前に割り当てられていると判断された場合は、置換ディスクで選択されたパリティストライプを再構成し、選択されたドライブが再構成されていることを示すために、選択されたパリティストライプに対応する再構成テーブルの再構成状態を更新するステップをさらに含む。

10

**【0048】**

例示的な実施形態によれば、方法は、選択されたパリティストライプが以前に割り当てられていないと判断された場合に、選択されたパリティストライプに対応するデータのために置換ディスクに0を書き込むステップをさらに含む得る。

**【0049】**

例示的な実施形態によれば、方法は、パリティストライプを選択するステップの前に、パリティストライプと関連付けられたデータのための入力/出力要求を受信するステップをさらに含む得、パリティストライプを選択するステップは、データのための入力/出力要求が関連付けられるパリティストライプを選択するステップを含む。例示的な実施形態によれば、入力/出力動作要求が受信されない場合は、パリティストライプを選択するステップは、再構成が起こっていないことを示す再構成テーブルの第1のエントリに対応するパリティストライプを選択するステップを含み得る。例示的な実施形態によれば、再構成テーブルは、複数のビットを含むビットマップであり得、各ビットは、再構成のための複数のパリティストライプの各々の再構成状態を表す。

20

**【0050】**

例示的な実施形態によれば、スペーステーブルは、複数のビットを含むビットマップであり得、各ビットは、再構成のための複数のパリティストライプの各々の再構成状態を表す。

30

**【0051】**

例示的な実施形態によれば、方法は、再構成のための複数のパリティストライプから追加のパリティストライプを選択するステップをさらに含む得る。

例示的な実施形態によれば、方法は、受信された入力/出力要求を実行するステップをさらに含む得る。

**【0052】**

例示的な実施形態によれば、複数のストレージドライブの各々は、ハードディスクドライブであり得る。

40

例示的な実施形態によれば、複数のストレージドライブの各々は、不揮発性メモリ(NVM)および磁気ディスク媒体を含むハイブリッドドライブであり得る。例示的な実施形態によれば、方法は、再構成のためのパリティストライプを選択するステップの前に、障害が起こったドライブのNVMのデータがアクセス可能かどうかを判断するステップと、障害が起こったハイブリッドドライブのNVMがアクセス可能であると判断された場合に、障害が起こったハイブリッドドライブのNVMから置換ハイブリッドドライブのNVMにデータをコピーするステップとをさらに含む得る。

**【0053】**

例示的な実施形態によれば、方法は、再構成のためのパリティストライプを選択するステップの前に、再構成のために必要であったそのパリティブロックのすべてが障害が起こ

50

っていないディスクのNVMに格納された再構成のための1つまたは複数のパリティストライプを特定するステップと、置換ディスクで1つまたは複数の特定されたパリティストライプを再構成するステップとをさらに含み得る。

【0054】

例示的な実施形態によれば、方法は、再構成のためのパリティストライプを選択するステップの前に、再構成のための1つまたは複数の追加のパリティストライプを特定するステップであって、1つまたは複数の追加の特定されたパリティストライプが、障害が起きているハイブリッドドライブの1つまたは複数のNVMに格納されたパリティストライプと関連付けられたパリティブロックの一部、および、障害が起きているハイブリッドドライブの磁気ディスク媒体に格納されたパリティブロックの一部を有する、ステップと、障害が起きているハイブリッドドライブの磁気ディスク媒体から、特定されたパリティストライプと関連付けられた部分パリティブロックをフェッチし、障害が起きているハイブリッドドライブのそれぞれのNVMキャッシュに格納するように障害が起きているハイブリッドドライブのうちの1つまたは複数に指示するステップと、置換ディスクで1つまたは複数の特定された追加のパリティストライプを再構成するステップとをさらに含み得る。

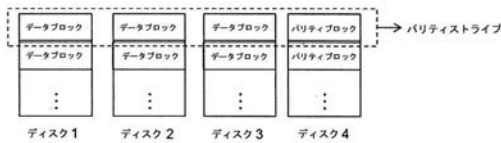
10

【0055】

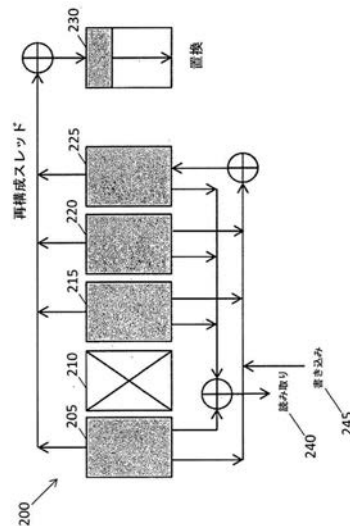
本発明は、特に、特定の実施形態を参照して示され、説明されているが、当業者であれば、添付の請求項によって定義されるように、本発明の趣旨および範囲から逸脱することなく、形態および詳細における様々な変更をその中に行えることを理解すべきである。従って、本発明の範囲は添付の請求項によって示され、従って、請求項の均等物の意味および範囲内で起こる変更はすべて受け入れられることが意図される。

20

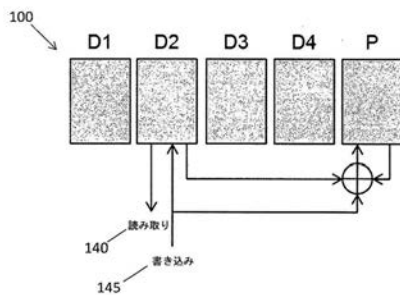
【図1A】



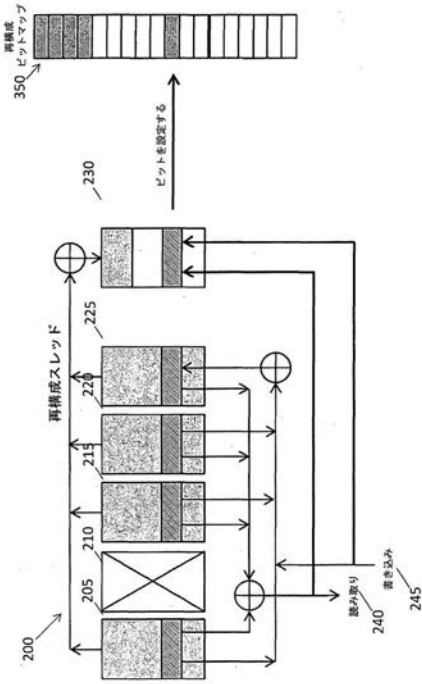
【図2】



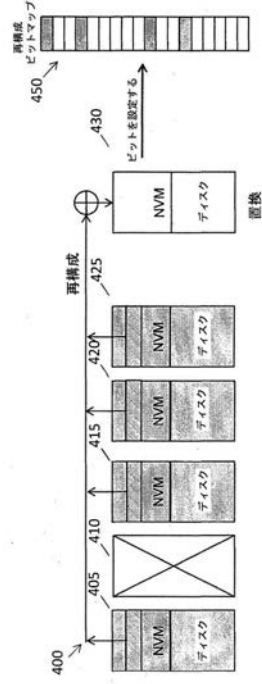
【図1B】



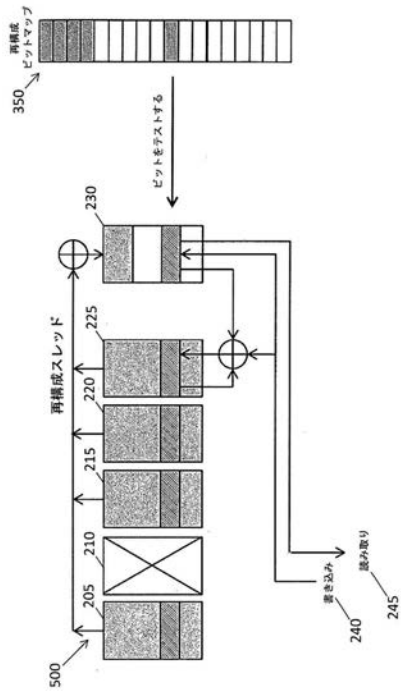
【 図 3 】



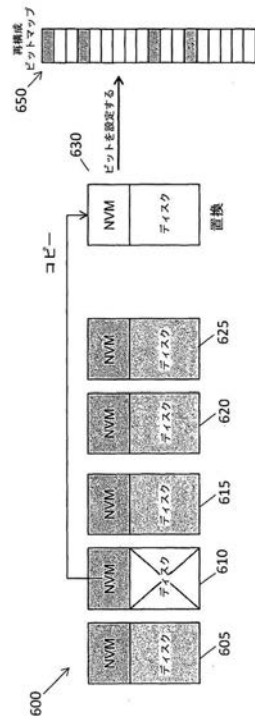
【 図 4 】



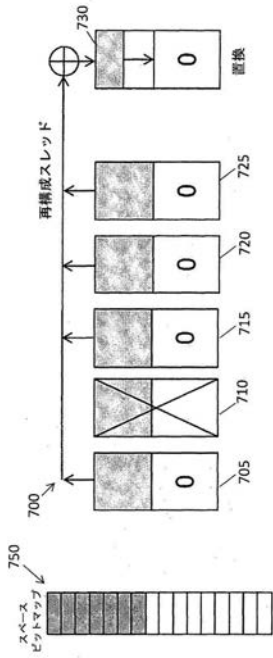
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】





## 【 國際調查報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. <b>PCT/SG2014/000406</b>
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <b>G06F 11/10 (2006.01)</b>		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) Database : AusPat & keywords (JIN, Chao, Xi, Weiya, YONG, Khai, CHING, Zhi, HUO, Feng) & like terms. Database : PAMS & keywords (JIN, Chao, Xi, Weiya, YONG, Khai, CHING, Zhi, HUO, Feng) & like terms. Database : Espacenet & keywords (JIN, Chao, Xi, Weiya, YONG, Khai, CHING, Zhi, HUO, Feng, Agency) & like terms. Database : WPI : & Keywords (allocate, array, hybrid, non volatile, nvm, parity, raid, reconstruct, redundant, register, registries, registry, space, strip, table) & like terms. Database : TXTUS5, TXTUS4, TXTUS3, TXTUS2, TXTUS1, TXTUS0, TXTEP1, TXTGB1, TXTWO1, TXTAU1, TXTCA1, TXTSG1 : & Keywords (allocate, array, bitmap, parity, raid, rebuild, reconstruct, recover, redundant, register, registries, registry, repair, space, strip, table) & like terms. Database : INSPEC : & Keywords (array, parity, raid, redundant, strip) & like terms.		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Documents are listed in the continuation of Box C		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family	
Date of the actual completion of the international search 5 November 2014	Date of mailing of the international search report 05 November 2014	
<b>Name and mailing address of the ISA/AU</b> AUSTRALIAN PATENT OFFICE PO BOX 200, WODEN ACT 2606, AUSTRALIA Email address: pct@ipaustalia.gov.au	<b>Authorised officer</b> Ross Stopford AUSTRALIAN PATENT OFFICE (ISO 9001 Quality Certified Service) Telephone No. 0262832177	

<b>INTERNATIONAL SEARCH REPORT</b>		International application No.
C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		<b>PCT/SG2014/000406</b>
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GB 2343265 A (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION) 03 May 2000 Abstract, page 3 lines 33/36	1 - 15
A	US 5774643 A (LUBBERS et al) 30 June 1998 Abstract, claim 1	1 - 15

Form PCT/ISA/210 (fifth sheet) (July 2009)

<b>INTERNATIONAL SEARCH REPORT</b>		International application No.	
Information on patent family members		<b>PCT/SG2014/000406</b>	
This Annex lists known patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The Australian Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.			
<b>Patent Document/s Cited in Search Report</b>		<b>Patent Family Member/s</b>	
<b>Publication Number</b>	<b>Publication Date</b>	<b>Publication Number</b>	<b>Publication Date</b>
GB 2343265 A	03 May 2000	None	
US 5774643 A	30 June 1998	None	
<b>End of Annex</b>			
<p>Due to data integration issues this family listing may not include 10 digit Australian applications filed since May 2001. Form PCT/ISA/210 (Family Annex)(July 2009)</p>			

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG

- (72)発明者 ジン、チャオ  
シンガポール国 1 1 7 6 0 8 シンガポール エンジニアリング ドライブ 1 5 ディエス  
アイ ビルディング内
- (72)発明者 シー、ウェイヤ  
シンガポール国 1 1 7 6 0 8 シンガポール エンジニアリング ドライブ 1 5 ディエス  
アイ ビルディング内
- (72)発明者 ヨン、カイ レオン  
シンガポール国 1 1 7 6 0 8 シンガポール エンジニアリング ドライブ 1 5 ディエス  
アイ ビルディング内
- (72)発明者 チン、ジー ヨン  
シンガポール国 1 1 7 6 0 8 シンガポール エンジニアリング ドライブ 1 5 ディエス  
アイ ビルディング内
- (72)発明者 フオ、フォン  
シンガポール国 1 1 7 6 0 8 シンガポール エンジニアリング ドライブ 1 5 ディエス  
アイ ビルディング内