

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-160195

(P2018-160195A)

(43) 公開日 平成30年10月11日(2018.10.11)

(51) Int.Cl.		F I			テーマコード (参考)
<b>G06F 12/02 (2006.01)</b>		G06F 12/02	510A		5B060
<b>G06F 12/00 (2006.01)</b>		G06F 12/00	597U		5B160

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2017-58268 (P2017-58268)  
 (22) 出願日 平成29年3月23日 (2017.3.23)

(71) 出願人 317006041  
 東芝メモリ株式会社  
 東京都港区芝浦一丁目1番1号  
 (74) 代理人 110002147  
 特許業務法人酒井国際特許事務所  
 (72) 発明者 柳田 恭成  
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社  
 東芝内  
 Fターム(参考) 5B060 AA10  
 5B160 AA10

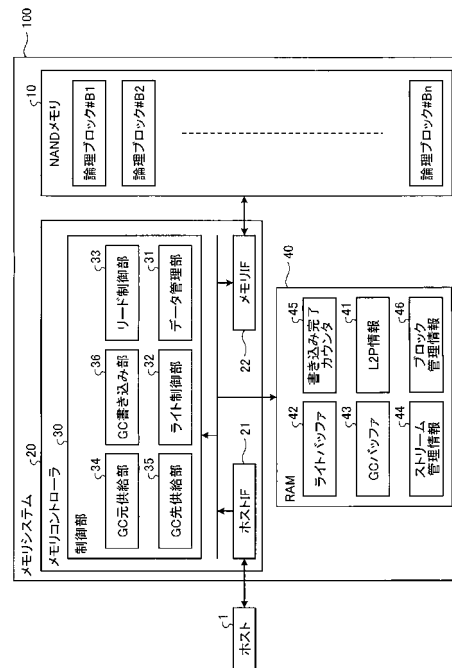
(54) 【発明の名称】 メモリシステムおよび不揮発性メモリの制御方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 マルチストリーム管理されるデータを好適に管理するメモリシステムおよび不揮発性メモリの制御方法を提供する。

【解決手段】 第1ストリームに関連付けられた第1ブロックにストアされた有効な第1データおよび第1ストリームに関連付けられた第2ブロックにストアされた有効な第2データをNANDメモリ10からリードし、リードされた第1データおよび第2データをNANDメモリ10の第3ブロックにライトする。したがって、ガベージコレクションによるWAF(Write Amplification Factor)の増加が防止され、メモリシステムが長寿命化し、性能が向上する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

複数のブロックを有する不揮発性メモリと、

第 1 ストリームに関連付けられた第 1 ブロックにストアされた有効な第 1 データおよび前記第 1 ストリームに関連付けられた第 2 ブロックにストアされた有効な第 2 データを前記不揮発性メモリからリードし、前記リードされた第 1 データおよび第 2 データを前記不揮発性メモリの第 3 ブロックにライトすることを含む第 1 ストリームにかかる第 1 ガベージコレクションを実行し、

第 2 ストリームに関連付けられた第 4 ブロックにストアされた有効な第 3 データおよび前記第 2 ストリームに関連付けられた第 5 ブロックにストアされた有効な第 4 データを前記不揮発性メモリからリードし、前記リードされた第 3 データおよび第 4 データを前記不揮発性メモリの第 6 ブロックにライトすることを含む第 2 ストリームにかかる第 2 ガベージコレクションを実行し、

前記第 1 ガベージコレクションの実行に応じて前記第 3 ブロックを前記第 1 ストリームに関連付け、前記第 2 ガベージコレクションの実行に応じて前記第 6 ブロックを前記第 2 ストリームに関連付ける

ように動作する制御回路を備えるメモリコントローラと、

を備えるメモリシステム。

**【請求項 2】**

前記制御回路は、

ブロック内の有効データ量または有効データ率に基づいて、前記第 1 ストリームに関連付けられた複数のブロックから前記第 1 ブロックおよび前記第 2 ブロックを選択し、かつ前記第 2 ストリームに関連付けられた複数のブロックから前記第 4 ブロックおよび前記第 5 ブロックを選択する請求項 1 に記載のメモリシステム。

**【請求項 3】**

前記制御回路は、

前記第 1 データおよび前記第 2 データがライトされた前記第 3 ブロックの数が第 1 の閾値に到達した場合に、前記第 1 ガベージコレクションを終了し、

前記第 3 データおよび前記第 4 データがライトされた前記第 6 ブロックの数が前記第 1 の閾値に到達した場合に、前記第 2 ガベージコレクションを終了する

請求項 1 に記載のメモリシステム。

**【請求項 4】**

前記制御回路は、

第 1 ストリームに関連付けられた複数のブロックのなかの、有効データ量または有効データ率が第 2 の閾値より小さいブロックの数が、第 3 の閾値より少ないことに応じて、前記第 1 ガベージコレクションを終了し、

第 2 ストリームに関連付けられた複数のブロックのなかの、有効データ量または有効データ率が前記第 2 の閾値より小さいブロックの数が、前記第 3 の閾値より少ないことに応じて、前記第 2 ガベージコレクションを終了する

請求項 1 に記載のメモリシステム。

**【請求項 5】**

前記制御回路は、

前記第 1 データおよび前記第 2 データがライトされた前記第 3 ブロックの数が第 1 の閾値に到達した場合であって、前記第 1 ブロックまたは前記第 2 ブロックに残存する有効データ量が第 4 の閾値より少ない場合、前記残存する有効データを、第 1 ストリームおよび第 2 ストリームで共用される第 7 のブロックにライトする

請求項 1 に記載のメモリシステム。

**【請求項 6】**

前記制御回路は、

前記第 7 のブロックに対して無効値のストリーム ID を関連付ける請求項 5 に記載のメモ

10

20

30

40

50

リシステム。

【請求項 7】

前記制御回路は、

前記第 1 データおよび前記第 2 データがライトされた前記第 3 ブロックの数が第 1 の閾値に到達した場合であって、前記第 1 ブロックまたは前記第 2 ブロックに残存する有効データ量が第 4 の閾値より多い場合、前記残存した有効データを前記第 1 ブロックまたは前記第 2 のブロックに残存させた状態で、前記第 1 ガベージコレクションを終了する

請求項 1 に記載のメモリシステム。

【請求項 8】

前記第 1 ストリームに関連付けられた、ホストから受信したデータをバッファリングするライトバッファを更に備え、

前記制御回路は、

前記第 1 データおよび前記第 2 データがライトされた前記第 3 ブロックの数が第 1 の閾値に到達した場合であって、前記ライトバッファの空き容量と前記第 1 ブロックまたは前記第 2 ブロックに残存する有効データ量との差が第 5 の閾値より大きい場合、前記残存する有効データを前記ライトバッファにバッファリングする

請求項 1 に記載のメモリシステム。

【請求項 9】

前記制御回路は、

前記第 1 ストリームに関連付けられるデータをホストから受信すると、受信したデータを前記ライトバッファにバッファリングし、

前記ライトバッファにバッファリングされたデータ量が第 6 の閾値を越えると、前記ライトバッファのデータを前記第 1 のストリームに関連付けられる第 8 のブロックにライトする

請求項 8 に記載のメモリシステム。

【請求項 10】

前記制御回路は、

前記第 1 データおよび前記第 2 データがライトされた前記第 3 ブロックの数が前記第 1 の閾値に到達した場合であって、前記差が前記第 5 の閾値より小さい場合、前記残存する有効データを前記第 1 ブロックまたは前記第 2 のブロックに残存させた状態で、前記第 1 ガベージコレクションを終了する

請求項 8 に記載のメモリシステム。

【請求項 11】

前記制御回路は、

前記第 1 ガベージコレクションでは、前記第 3 のブロックを一つずつ選択し、選択された 1 つの第 3 ブロックに、前記リードされた第 1 データおよび第 2 データをライトし、

前記第 1 ガベージコレクションの終了後に、前記第 2 ガベージコレクションを開始する

請求項 3 に記載のメモリシステム。

【請求項 12】

複数のブロックを有する不揮発性メモリの制御方法であって、

第 1 ストリームに関連付けられた第 1 ブロックにストアされた有効な第 1 データおよび前記第 1 ストリームに関連付けられた第 2 ブロックにストアされた有効な第 2 データを前記不揮発性メモリからリードし、前記リードされた第 1 データおよび第 2 データを前記不揮発性メモリの第 3 ブロックにライトすることを含む第 1 ストリームにかかる第 1 ガベージコレクションを実行することと、

第 2 ストリームに関連付けられた第 4 ブロックにストアされた有効な第 3 データおよび前記第 2 ストリームに関連付けられた第 5 ブロックにストアされた有効な第 4 データを前記不揮発性メモリからリードし、前記リードされた第 3 データおよび第 4 データを前記不揮発性メモリの第 6 ブロックにライトすることを含む第 2 ストリームにかかる第 2 ガベージコレクションを実行することと、

10

20

30

40

50

前記第 1 ガベージコレクションの実行に応じて前記第 3 ブロックを前記第 1 ストリームに関連付け、前記第 2 ガベージコレクションの実行に応じて前記第 6 ブロックを前記第 2 ストリームに関連付けること、  
を備える不揮発性メモリの制御方法。

【請求項 1 3】

ブロック内の有効データ量または有効データ率に基づいて、前記第 1 ストリームに関連付けられた複数のブロックから前記第 1 ブロックおよび前記第 2 ブロックを選択し、かつ前記第 2 ストリームに関連付けられた複数のブロックから前記第 4 ブロックおよび前記第 5 ブロックを選択すること  
をさらに備える請求項 1 2 に記載の不揮発性メモリの制御方法。

10

【請求項 1 4】

前記第 1 データおよび前記第 2 データがライトされた前記第 3 ブロックの数が第 1 の閾値に到達した場合に、前記第 1 ガベージコレクションを終了することと、  
前記第 3 データおよび前記第 4 データがライトされた前記第 6 ブロックの数が前記第 1 の閾値に到達した場合に、前記第 2 ガベージコレクションを終了すること  
をさらに備える請求項 1 2 に記載の不揮発性メモリの制御方法。

【請求項 1 5】

第 1 ストリームに関連付けられた複数のブロックのなかの、有効データ量または有効データ率が第 2 の閾値より小さいブロックの数が、第 3 の閾値より少ないことに応じて、前記第 1 ガベージコレクションを終了することと、  
第 2 ストリームに関連付けられた複数のブロックのなかの、有効データ量または有効データ率が前記第 2 の閾値より小さいブロックの数が、前記第 3 の閾値より少ないことに応じて、前記第 2 ガベージコレクションを終了すること  
をさらに備える請求項 1 2 に記載の不揮発性メモリの制御方法。

20

【請求項 1 6】

前記第 1 データおよび前記第 2 データがライトされた前記第 3 ブロックの数が第 1 の閾値に到達した場合であって、前記第 1 ブロックまたは前記第 2 ブロックに残存する有効データ量が第 4 の閾値より少ない場合、前記残存する有効データを、第 1 ストリームおよび第 2 ストリームで共用される第 7 のブロックにライトすること  
をさらに備える請求項 1 2 に記載の不揮発性メモリの制御方法。

30

【請求項 1 7】

前記第 1 データおよび前記第 2 データがライトされた前記第 3 ブロックの数が第 1 の閾値に到達した場合であって、前記第 1 ブロックまたは前記第 2 ブロックに残存する有効データ量が第 4 の閾値より多い場合、前記残存した有効データを前記第 1 ブロックまたは前記第 2 のブロックに残存させた状態で、前記第 1 ガベージコレクションを終了すること  
をさらに備える請求項 1 2 に記載の不揮発性メモリの制御方法。

【請求項 1 8】

前記不揮発性メモリは、前記第 1 ストリームに関連付けられたライトバッファを更に備え、  
前記第 1 データおよび前記第 2 データがライトされた前記第 3 ブロックの数が第 1 の閾値に到達した場合であって、前記ライトバッファの空き容量と前記第 1 ブロックまたは前記第 2 ブロックに残存する有効データ量との差が第 5 の閾値より大きい場合、前記残存する有効データを、前記ライトバッファにバッファリングすること  
をさらに備える請求項 1 2 に記載の不揮発性メモリの制御方法。

40

【請求項 1 9】

前記第 1 ストリームに関連付けられるデータをホストから受信すると、受信したデータを前記ライトバッファにバッファリングすることと、  
前記ライトバッファにバッファリングされたデータ量が第 6 の閾値を越えると、前記ライトバッファのデータを前記第 1 のストリームに関連付けられる第 8 のブロックにライトすること

50

をさらに備える請求項 18 に記載の不揮発性メモリの制御方法。

【請求項 20】

前記第 1 ガベージコレクションでは、前記第 3 のブロックを一つずつ選択し、選択された 1 つの第 3 ブロックに、前記リードされた第 1 データおよび第 2 データをライトし、前記第 1 ガベージコレクションの終了後に、前記第 2 ガベージコレクションを開始する請求項 12 に記載の不揮発性メモリの制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本実施形態は、不揮発性メモリを備えるメモリシステムおよび不揮発性メモリの制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

マルチストリーム制御では、ホストは、マルチストリーム管理を行い、例えばライフタイムが同じデータに同一のストリームIDを割り当てる。同じストリームIDを持つデータは、まとめて無効化される可能性が高い。しかし、ホストで行われるマルチストリーム管理は、アプリケーションや使用ユーザーによっては、適切でない可能性がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2011 - 159044 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

一つの実施形態は、マルチストリーム管理されるデータを好適に管理するメモリシステムおよび不揮発性メモリの制御方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

一つの実施形態によれば、メモリシステムは、複数のブロックを有する不揮発性メモリと、制御回路を備えるメモリコントローラとを備える。前記制御回路は、第 1 ストリームに関連付けられた第 1 ブロックにストアされた有効な第 1 データおよび前記第 1 ストリームに関連付けられた第 2 ブロックにストアされた有効な第 2 データを前記不揮発性メモリからリードし、前記リードされた第 1 データおよび第 2 データを前記不揮発性メモリの第 3 ブロックにライトすることを含む第 1 ストリームにかかる第 1 ガベージコレクションを実行する。前記制御回路は、第 2 ストリームに関連付けられた第 4 ブロックにストアされた有効な第 3 データおよび前記第 2 ストリームに関連付けられた第 5 ブロックにストアされた有効な第 4 データを前記不揮発性メモリからリードし、前記リードされた第 3 データおよび第 4 データを前記不揮発性メモリの第 6 ブロックにライトすることを含む第 2 ストリームにかかる第 2 ガベージコレクションを実行する。前記制御回路は、前記第 1 ガベージコレクションの実行に応じて前記第 3 ブロックを前記第 1 ストリームに関連付け、前記第 2 ガベージコレクションの実行に応じて前記第 6 ブロックを前記第 2 ストリームに関連付ける。

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図 1】図 1 は、メモリシステムの構成例を示すブロック図である。

【図 2】図 2 は、マルチストリームのライト動作を概念的に示す図である。

【図 3】図 3 は、ストリーム管理情報のデータ構造を示す図である。

【図 4】図 4 は、第 1 の実施形態のガベージコレクションの動作手順を示すフローチャートである。

【図 5】図 5 は、第 1 の実施形態のガベージコレクションの動作手順を示すフローチャー

10

20

30

40

50

トである。

【図6】図6は、破片データの書き込みの動作手順を示すフローチャートである。

【図7】図7は、第1の実施形態のガベージコレクションの動作を概念的に示す図である。

【図8】図8は、第2の実施形態のライトバッファの構成例を示すブロック図である。

【図9】図9は、第2の実施形態のガベージコレクションの動作手順を示すフローチャートである。

【図10】図10は、第2の実施形態のガベージコレクションの動作を概念的に示す図である。

【図11】図11は、ホストからマルチストリームのライト要求を受信したときのメモリシステムの動作手順を示すフローチャートである。

10

【発明を実施するための形態】

【0007】

以下に添付図面を参照して、実施の形態にかかるメモリシステムおよび不揮発性メモリの制御方法を詳細に説明する。なお、これらの実施の形態により本発明が限定されるものではない。

【0008】

(第1の実施形態)

図1は第1の実施形態のメモリシステム100の構成例を示すブロック図である。メモリシステム100は、ホスト装置(以下、ホストと略す)1と通信線で接続され、ホスト1の外部記憶装置として機能する。ホスト1は、例えば、パーソナルコンピュータなどの情報処理装置、携帯電話、撮像装置であってもよいし、タブレットコンピュータやスマートフォンなどの携帯端末であってもよいし、ゲーム機器であってもよいし、カーナビゲーションシステムなどの車載端末であってもよい。

20

【0009】

メモリシステム100は、不揮発性メモリとしてのNAND型フラッシュメモリ(以下、NANDメモリと略す)10と、メモリコントローラ20と、RAM(Random Access Memory)40を備える。不揮発性メモリとしては、NAND型フラッシュメモリに限らず、3次元構造フラッシュメモリ、ReRAM(Resistance Random Access Memory)、FeRAM(Ferroelectric Random Access Memory)、クロスポイント型メモリ、相変化型メモリ(Phase Change Memory; PCM)、磁気抵抗メモリ(Magnetoresistive Random Access Memory; MRAM)などであってもよい。

30

【0010】

NANDメモリ10は、複数のメモリチップを有する。各メモリチップは、複数の物理ブロックを有する。物理ブロックは、データ消去の物理的な最小単位である。各物理ブロックは、複数のメモリセルを有する。各メモリセルは多値記憶が可能である。各物理ブロックは、複数のページを含む。データのリードおよびライトは、ページ単位で実行される。ページへのデータ書き込みは、一般的に1消去サイクル当たり1回のみ可能である。また、NANDメモリ10は、複数の論理ブロック#B1, #B2, ..., #Bnを含む。論理ブロックは、複数のメモリチップから物理ブロックを集めて構成される。論理ブロックは、チップ並列動作を行えるように複数の物理ブロックが組み合わせられる。論理ブロックを構成する複数の物理ブロックは、同時に消去されて、データ書き込み用の論理ブロックとして使用される。なお、プレーン並列動作が可能なメモリチップの場合、プレーン並列動作およびチップ並列動作が可能なように論理ブロックを構成してもよい。

40

【0011】

NANDメモリ10には、ホスト1から送信されるユーザデータと、メモリシステム100の管理情報と、ファームウェアなどがストアされる。前記ファームウェアは、メモリコントローラ20の制御部30の機能の少なくとも一部を実現するCPU(図示せず)を動作させる。前記ファームウェアは、図示しないROMにストアされてもよい。前記管理情報は、論理物理変換情報(L2P情報)などを含む。

50

## 【 0 0 1 2 】

R A M 4 0 は、N A N D メモリ 1 0 よりも高速アクセスが可能な揮発性の半導体メモリである。R A M 4 0 としては、S R A M (Static Random Access Memory) や D R A M (Dynamic Random Access Memory) が用いられる。R A M 4 0 は、ライトバッファ 4 2、ガベージコレクションバッファ(以下、GCバッファという) 4 3、書き込み完了カウンタ 4 5 を有する。R A M 4 0 は、L 2 P 情報 4 1、ストリーム管理情報 4 4、ブロック管理情報 4 6 をストアする。ホスト 1 から受信されたデータは、N A N D メモリ 1 0 にライトされる前に、ライトバッファ 4 2 に一時的にバッファリングされる。GCバッファ 4 3 は、N A N D メモリ 1 0 のガベージコレクション元の論理ブロックからリードした有効データを、ガベージコレクション先の論理ブロックにライトするまでの間バッファリングする。書き込み完了カウンタ 4 5 は、ガベージコレクションによって書き込み完了した論理ブロック数の計数値をストリームID毎に保持する。

10

## 【 0 0 1 3 】

L 2 P 情報 4 1 は、ホスト 1 が指定可能な論理アドレスと、N A N D メモリ 1 0 の物理アドレスとを関連付けるマッピング情報を含む。論理アドレスとしては、例えば L B A (Logical Block Addressing) が用いられる。物理アドレスは、データが記憶されている N A N D メモリ 1 0 上の記憶位置を示している。

## 【 0 0 1 4 】

前記管理情報の一つであるブロック管理情報 4 6 は、N A N D メモリ 1 0 に含まれる論理ブロックを管理する。ブロック管理情報では、例えば以下のブロック管理情報が管理される。

20

- ・ 論理ブロック単位の消去回数 (erase count)
- ・ 論理ブロックがアクティブブロックかフリーブロックかを区別する情報
- ・ 論理ブロック単位の有効データ数あるいは有効データ率
- ・ バッドブロックのブロックアドレス
- ・ 論理ブロックとストリームIDとの関連付け情報

## 【 0 0 1 5 】

論理ブロックは、アクティブブロック フリーブロック 消去済ブロック 書き込み先ブロック アクティブブロックという順番でサイクリックに遷移される。アクティブブロックは、1 以上の有効 (valid) データが記録されており、かつ有効データまたは無効データで満杯のブロックである。あるいは、アクティブブロックは、1 以上の有効 (valid) データが記録されており、かつこれ以上の書き込みを行わないブロックである。フリーブロックは、有効データが記録されていない。フリーブロックは、データを消去した後、消去済みブロックとして再利用可能である。有効データとは L 2 P 情報 4 1 によって論理アドレスと対応付けられているデータであり、無効データとは L 2 P 情報 4 1 によって論理アドレスが対応付けられていないデータである。消去済みブロックは書き込み先ブロックに遷移する。書き込み先ブロックに対して、書き込みが開始される。書き込み先ブロックは、データを書き込むことが可能である。アクティブブロックは、データを書き込むことができない。バッドブロックは、様々な要因で正常に動作せず、使用不可となっている。

30

40

## 【 0 0 1 6 】

ストリーム管理情報 4 4 は、ストリームIDと、ストリームIDが付加されたデータがライトされる 1 または複数の書き込み先ブロックおよび / またはアクティブブロックとの対応関係を含む。

## 【 0 0 1 7 】

メモリコントローラ 2 0 は、ホストインタフェース (ホストIF) 2 1 と、メモリインタフェース (メモリIF) 2 2 と、制御部 3 0 とを備える。本実施形態は、R A M 4 0 をメモリコントローラ 2 0 の外部に設けているが、R A M 4 0 をメモリコントローラ 2 0 の内部に設けてもよい。

## 【 0 0 1 8 】

50

ホストIF2 1は、ホスト1からライト要求およびリード要求を受信する。前記ライト要求は、ライトコマンド、ライトアドレス、ライトデータを含む。前記リード要求は、リードコマンド、リードアドレスを含む。ホストIF2 1は、受信されたライト要求またはリード要求を制御部3 0に転送する。また、ホストIF2 1は、NANDメモリ1 0から読み出されたユーザデータ、制御部3 0の応答などをホスト1へ送信する。

#### 【0019】

制御部3 0は、メモリシステム1 0 0の各構成要素を統括的に制御する。制御部3 0は、データ管理部3 1、ライト制御部3 2、リード制御部3 3、ガベージコレクション元供給部(以下、GC元供給部という)3 4、ガベージコレクション先供給部(以下、GC先供給部という)3 5、ガベージコレクション書き込み部(GC書き込み部)3 6を有する。制御部3 0は、RAM4 0にロードされたファームウェアを実行する1または複数のCPU(プロセッサ)および周辺回路によってその機能が実現される。

10

#### 【0020】

データ管理部3 1は、前記ブロック管理情報4 6を使用してNANDメモリ1 0に含まれる論理ブロックの管理を実行する。データ管理部3 1は、前記L2P情報4 1を使ってユーザデータを管理する。ホスト1からライト要求を受信した場合、データ管理部3 1は、ブロック管理情報4 6を使って論理アドレスとしてのライトアドレスを物理アドレスへ変換し、ライトデータを書き込むNANDメモリ1 0上の記録位置(物理アドレス)を決定する。データ管理部3 1は、論理アドレスおよび決定された物理アドレスによってL2P情報4 1を更新する。ホスト1からリード要求を受信した場合、データ管理部3 1は、L2P情報4 1を使って論理アドレスとしてのリードアドレスを物理アドレスへ変換し、データをリードするNANDメモリ1 0上の記録位置(物理アドレス)を決定する。

20

#### 【0021】

ライト制御部3 2は、ホスト1から受信したライト要求に従い、NANDメモリ1 0にデータを書き込むための処理を実行する。ライト制御部3 2は、ホスト1からライト要求を受信した場合、ホスト1から転送されたデータをライトバッファ4 2にバッファリングする。ライト制御部3 2は、ライトバッファ4 2にバッファリングされたデータが所定量を超えた場合、ライトバッファ4 2からデータをメモリIF2 2に転送する。また、ライト制御部3 2は、データを書き込むべきNANDメモリ1 0上の物理アドレスをデータ管理部3 1から取得し、取得された物理アドレスをメモリIF2 2に出力する。

30

#### 【0022】

リード制御部3 3は、ホスト1から受信したリード要求に従い、NANDメモリ1 0からデータを読み出すための制御を行う。リード制御部3 3は、リードデータの論理アドレスに対応するNANDメモリ1 0上の物理アドレスをデータ管理部3 1から取得し、取得された物理アドレスをメモリIF2 2に出力する。

#### 【0023】

GC元供給部3 4、GC先供給部3 5およびGC書き込み部3 6は、ガベージコレクションを実行する。メモリシステム1 0 0において、データの消去単位(ブロック)と、データの書き込み単位が異なる場合、NANDメモリ1 0の書き換えが進むと、無効なデータによって、ブロックは断片化(fragmented)される。このような断片化されたブロックが増えると、使用可能なブロックが少なくなる。そこで、例えば、NANDメモリ1 0のフリーブロックの数が所定の閾値より少なくなった場合、ガベージコレクションを実行し、フリーブロックを増加させる。ガベージコレクションでは、有効なデータおよび無効なデータが含まれているガベージコレクション元の1または複数の論理ブロックから有効データが集められて、ガベージコレクション先の論理ブロックに書き直される。

40

#### 【0024】

GC元供給部3 4は、ストリーム管理情報4 4、ブロック管理情報4 6で管理される有効データ率(または有効データ量)、および書き込み完了カウンタ4 5に基づいて、アクティブブロックをガベージコレクション元の論理ブロックとして選択する。

#### 【0025】

50



GC書き込み部 3 6 は、GC元供給部 3 4 によって指定されたGC元の論理ブロックから有効データをリードし、リードされた有効データをGCバッファ 4 3 にバッファリングする。GC書き込み部 3 6 は、バッファリングされた有効データを、GC先供給部 3 5 によって指定されたGC先の論理ブロックへ書き込む。GC書き込み部 3 6 は、論理ブロックを 1 つ書き込み完了する毎に、書き込み完了カウンタをインクリメントする。GC書き込み部 3 6 は、書き込みに応じて、GC先の論理ブロックがストリームIDに対応するようにストリーム管理情報 4 4 を更新する。

**【 0 0 2 6 】**

メモリ F2 2 は、ライト制御部 3 2 から入力された物理アドレスとライトバッファ 4 2 から入力されるライトデータを NAND メモリ 1 0 に出力することによって、NAND メモリ 1 0 へライトデータを書き込む。また、メモリ F2 2 は、リード制御部 3 3 から入力された物理アドレスを NAND メモリ 1 0 に出力することによって、NAND メモリ 1 0 からデータをリードする。メモリ F2 2 は、ECC (Error Correcting Code; ECC) 回路を備えてもよい。ECC 回路は、ライトバッファ 4 2 から転送されたデータに対して、誤り訂正の符号化処理を実施しパリティを生成する。ECC 回路は、データおよびパリティを含む符号語を NAND メモリ 1 0 へ出力する。ECC 回路は、NAND メモリ 1 0 からリードされた符号語を用いて誤り訂正の復号化処理を実行し、復号されたデータをリード制御部 3 3 に転送する。

10

**【 0 0 2 7 】**

本実施形態にかかるメモリシステム 1 0 0 は、通常のライト動作に加え、前記ガベージコレクションの実行頻度を少なくするためのマルチストリームのライト動作をサポートしている。マルチストリームにおいては、ホスト 1 は、同じファイルに含まれるデータのような、同じライフタイムを持つデータを同じストリームIDを持つストリームに関連付ける。メモリシステム 1 0 0 は、同じストリームIDに関連付けられた 1 以上のデータを同じグループに所属する 1 または複数の論理ブロックにライトする。一方、異なるストリームIDに関連付けられたデータは異なるグループに所属する論理ブロックにライトする。ホスト 1 がデータを削除する際、同じストリームIDに関連付けられた全データが一斉に無効化する可能性が高いため、本実施形態にかかるメモリシステム 1 0 0 によるマルチストリーム制御によれば、ガベージコレクションの実行頻度を少なくすることができ、メモリシステム 1 0 0 の性能劣化や寿命短縮を改善できる。

20

30

**【 0 0 2 8 】**

図 2 は、本実施形態にかかるマルチストリームによるライト動作を概念的に示す図である。ストリームID1が付されたデータ (LBA1、LBA2、LBA3、LBA4、LBA5によってそれぞれ指定されるデータ) は、ID1のストリーム用に割り当てられた消去済みの論理ブロック#B1にライトされる。ストリームID2が付されたデータ (LBA102、LBA103、LBA200、LBA10、LBA201によってそれぞれ指定されるデータ) は、ID2のストリーム用に割り当てられた消去済みの論理ブロック#B2にライトされる。

**【 0 0 2 9 】**

ホスト 1 がストリームIDを割り当てるポリシーとしては、各々のアプリケーションが任意に決めているため、ライフタイムが異なるデータが同一のストリームに割り当てられる場合や、各ストリームIDに割り当てられるデータサイズがメモリシステム 1 0 0 におけるストリームデータの管理単位と一致していない場合がある。このような場合は、メモリシステム 1 0 0 での書き込みが進行すると、マルチストリーム管理される論理ブロックに対してもガベージコレクションが発生する可能性がある。マルチストリーム管理される論理ブロックに対するガベージコレクションが発生した場合、例えば、有効データ率のみによってガベージコレクション元の論理ブロックを選択すると、異なるストリームIDを持つデータが同じガベージコレクション先の論理ブロックに混在して書き込まれる。この場合、WAF (Write Amplification Factor) が増加し、メモリシステム 1 0 0 の寿命低下、性能低下の原因となる。

40

**【 0 0 3 0 】**

50

そこで、本実施形態では、同じストリームIDを持つ論理ブロックのみをガベージコレクション元として選択して、ガベージコレクションを実行する。すなわち、本実施形態のガベージコレクションにおいては、第1ストリームに関連付けられた第1ブロックにストアされた有効な第1データおよび前記第1ストリームに関連付けられた第2ブロックにストアされた有効な第2データをNANDメモリ10からリードし、前記リードされた第1データおよび第2データをNANDメモリ10の第3ブロックにライトする。したがって、本実施形態では、ガベージコレクションによるWAFの増加が防止され、メモリシステムの長寿命化および性能向上が実現される。

#### 【0031】

図3は、データ管理部31によって管理されるストリーム管理情報44のデータ構造を示す図である。ストリーム管理情報44は、ストリームIDと、1または複数の書き込み先ブロックのID(論理ブロックアドレス)および1または複数のアクティブブロックのIDとの対応関係を示す情報を含む。図3では、ストリームID1に、書き込み先ブロック#B5,#B6とアクティブブロック#B1,#B300,#B301,#B302が登録され、ストリームID2に、書き込み先ブロック#B7とアクティブブロック#B2,#B400,#B401が登録された例が示されている。無効値のストリームIDには、書き込み先ブロック#B201とアクティブブロック#B600が関連付けられている。データ管理部31は、ホスト1からマルチストリーム制御の書き込み要求を受信した場合に、新たな書き込み先ブロックを選択するときに、ストリーム管理情報44に前記関連付け情報を登録する。また、データ管理部31は、ガベージコレクションを実行する場合に、新たなGC先の論理ブロックを選択するときに、ストリーム管理情報44に前記関連付け情報を登録する。また、データ管理部31は、アクティブブロックがフリーブロックに遷移するときに、ストリーム管理情報44におけるストリームIDとアクティブブロックのIDとの関連付けを解消する。

10

20

#### 【0032】

クローズストリームコマンドは、オープンされているストリームのクローズを要求するコマンドである。クローズストリームコマンドは、クローズされるストリームのストリームIDを示すパラメータを含む。データ管理部31は、クローズストリームコマンドをホスト1から受信すると、クローズストリームコマンドによって指定されたストリームIDに対応する書き込み先ブロックを、この後、アクティブブロックとして管理する。また、ストリーム管理情報44において、クローズストリームコマンドによって指定されたストリームIDとこのストリームIDに対応する論理ブロックとの対応付けは変更されない。そして、データ管理部31は、コマンド完了通知を含む応答をホスト1に送信する。

30

#### 【0033】

図4は、マルチストリーム管理される論理ブロックに対するガベージコレクションが発生したときの制御部30の動作手順を示すフローチャートである。データ管理部31は、マルチストリーム制御の全ストリームIDで使われるフリーブロック数を計数している。この計数値が所定の閾値C1より少なくなった場合(S100 Yes)、データ管理部31は、GC元供給部34、GC先供給部35およびGC書き込み部36に対し指示し、マルチストリーム管理される論理ブロックに対するガベージコレクションを開始させる。データ管理部31は、GC書き込み部36に対し、書き込み完了数の目標値C2を指示する。書き込み完了数は、書き込み完了カウンタ45の計数値に対応する。書き込み完了数の目標値C2は、ガベージコレクション処理の1周期で書き込みを完了するGC先の論理ブロック数の目標値を示している。

40

#### 【0034】

GC元供給部34は、ストリーム管理情報44およびブロック管理情報46に基づいて、マルチストリーム管理される全てのアクティブブロックのなかから有効データ率が最も低いアクティブブロックを選択する(S110)。有効データ率とは、論理ブロックのサイズに対する有効なデータのサイズの割合である。なお、有効データ量が最も少ないアクティブブロックを選択してもよい。

#### 【0035】

50

GC書き込み部 3 6 は、書き込み完了カウンタ 4 5 の計数値を 0 にリセットする (S120)。GC先供給部 3 5 は、例えば、消去済みブロックを 1 つ選択し、選択された消去済みブロックのブロックアドレスをガベージコレクション先としてGC書き込み部 3 6 に通知する (S130)。

【 0 0 3 6 】

GC元供給部 3 4 は、S110で選択されたアクティブブロックのブロックアドレスをガベージコレクション元としてGC書き込み部 3 6 に通知する。さらに、GC元供給部 3 4 は、S110で選択されたアクティブブロックが所属するストリームIDをストリーム管理情報 4 4 に基づいて取得し、取得されたストリームIDをガベージコレクション対象の現ストリームIDとして設定する (S140)。ガベージコレクション対象の現ストリームIDを対象ストリームIDと略して呼称することもある。

10

【 0 0 3 7 】

GC先供給部 3 5 は、S130で選択された消去済みブロックのストリームIDを、S140で設定された前記対象ストリームIDに一致させるようにストリーム管理情報 4 4 を更新する (S150)。具体的には、GC先供給部 3 5 は、S140で設定された対象ストリームIDに、S130で選択された消去済みブロックのブロックアドレスを関連付ける。

【 0 0 3 8 】

つぎに、GC書き込み部 3 6 は、GC元供給部 3 4 から通知されたGC元の論理ブロックアドレスと、GC先供給部 3 5 から通知されたGC先の論理ブロックアドレスに基づいて、対象ストリームIDについてのガベージコレクション書き込み処理を開始する (S160)。

20

【 0 0 3 9 】

図 5 は、S160のガベージコレクション書き込み処理の詳細手順例を示すフローチャートである。GC書き込み部 3 6 は、メモリIF 2 2 を制御することによって NANDメモリ 1 0 のガベージコレクション元の論理ブロックから有効データを一定量リードする (S200)。GC書き込み部 3 6 は、リードされた有効データをGCバッファ 4 3 にバッファリングする。GC書き込み部 3 6 は、メモリIF 2 2 を制御することによって、CPバッファ 4 3 にバッファリングされている有効データを、ガベージコレクション先の論理ブロックに書き込む (S210)。GC書き込み部 3 6 は、ガベージコレクション先の論理ブロックの終端まで有効データが書き込まれたか否かを判定する (S220)。S220の判定がNoである場合、GC書き込み部 3 6 は、ガベージコレクション元の論理ブロックに有効データが残っているか否かを判定する (S230)。S230の判定がYesである場合、GC書き込み部 3 6 は、S200, S210, S220の処理を再度繰り返す。ガベージコレクション元の論理ブロックに有効データが残っていない場合 (S230 No)、GC書き込み部 3 6 は、このガベージコレクション元の論理ブロックのブロックIDと前記対象ストリームIDとの関連付けを無効とするように、ストリーム管理情報 4 4 を更新する (S295)。これにより、アクティブブロックが解放され、フリーブロックに遷移される。S295の処理が終了すると、図 5 に示した処理は完了して、処理は図 4 のS180に移行される。

30

【 0 0 4 0 】

S220で、ガベージコレクション先の論理ブロックの終端までデータが書き込まれた場合 (S220 Yes)、GC書き込み部 3 6 は、書き込み完了カウンタ 4 5 の計数値をインクリメントし (S240)、終端までデータが書き込まれた書き込み先ブロックをアクティブブロックとしてストリーム管理情報 4 4 で管理するようにデータ管理部 3 1 に要求する。また、GC書き込み部 3 6 は、前記インクリメントした計数値が、書き込み完了数の目標値 C 2 に達したか否かを判定する (S250)。書き込み完了カウンタ 4 5 の計数値が目標値 C 2 に達していない場合 (S250 No)、GC書き込み部 3 6 は、新たなガベージコレクション先の論理ブロックをGC先供給部 3 5 に要求する。すなわち、S250の判断がNoとなるケースは、ガベージコレクション元に有効データが残った状態で (S230 Yes)、ガベージコレクション先の論理ブロックの終端までデータが書き込まれた状態で (S220 Yes)、かつ書き込み完了したGC先の論理ブロック数が目標値 C 2 に達していないケースであるので、新たなガベージコレクション先の論理ブロックの確保が必要になる。GC書き込み部 3 6 から要求があると、GC先供給部

40

50

35は、例えば、消去済みブロックを1つ選択し、選択された消去済みブロックのブロックアドレスをガベージコレクション先としてGC書き込み部36に通知する(S260)。GC先供給部35は、S260で選択された消去済みブロックが、図4のS140で設定された前記対象ストリームIDに一致するようにストリーム管理情報44を更新する(S270)。この後、処理は、S230に移行される。

#### 【0041】

S250で、書き込み完了カウンタ45の計数値が、書き込み完了数の目標値C2に達している場合(S250 Yes)、GC書き込み部36は、ガベージコレクション元の論理ブロックに残存する有効データ量が閾値C3以上あるか否かを判定する(S280)。残存する有効データ量が閾値C3以上ある場合(S280 Yes)、GC書き込み部36は、ガベージコレクション元の論理ブロックに残存する有効データは破片データでないと判断し、ガベージコレクション元の論理ブロックに残存する有効データをそのまま残し、次回のガベージコレクションの対象とする。この後、処理は、図4のS100に移行される。残存する有効データ量が閾値C3以上でない場合(S280 No)、ガベージコレクション元の論理ブロックに残存する有効データは破片データであると判断し、GC書き込み部36は、破片データの書き込み処理を実行する(S290)。

#### 【0042】

図6は破片データの書き込み処理の詳細手順例を示すフローチャートである。GC書き込み部36は、破片データ書き込み用の論理ブロックが未設定であるか否かを判定する。破片データ用の論理ブロックは、異なる複数のストリームIDで共用する論理ブロックである。破片データ用の論理ブロックが未設定でない(設定されている)場合(S300 No)、GC書き込み部36は、破片データ用の論理ブロックに、破片データを書き込むための空き容量があるか否かを判定する(S305)。空き容量がある場合(S305 Yes)、GC書き込み部36は、破片データ書き込み用の論理ブロックに破片データを書き込む(S310)。一方、S300の判定がYesである場合、またはS305の判定がNoである場合、GC書き込み部36は、例えば、消去済みブロックを取得し、取得した消去済みブロックを破片データ書き込み用の論理ブロックに設定する(S320)。なお、破片データで満杯となった破片データ用の論理ブロックは、この後も、ストリーム管理情報44において、ストリームIDが無効値の論理ブロック(アクティブブロック)として管理される。GC書き込み部36は、破片データ用の論理ブロックのストリームIDを無効値に設定する(S330)。GC書き込み部36は、新たに設定された破片データ用の論理ブロックに破片データを書き込む(S310)。破片データの書き込み処理が終了すると、ガベージコレクション元の論理ブロックには、有効データが残っていない。GC書き込み部36は、ガベージコレクション元の論理ブロックのブロックIDと前記対象ストリームIDとの関連付けを無効とするように、ストリーム管理情報44を更新する(S298)。これにより、アクティブブロックが解放され、フリーブロックに遷移される。この後、処理は、図4のS100に移行される。

#### 【0043】

GC書き込み部36は、図5のS295の実行後、対象ストリームIDに所属する、新たなガベージコレクション元の論理ブロックをGC元供給部34に要求する。GC元供給部34は、ストリーム管理情報44に基づいて対象ストリームIDに所属する論理ブロックが存在するか否かを判定する(S180)。対象ストリームIDに所属する論理ブロックが存在する場合(S180 Yes)、GC元供給部34は、ストリーム管理情報44およびブロック管理情報46に基づいて、対象ストリームIDに所属する複数の論理ブロックのなかから有効データ率が最も低いアクティブブロックを選択する。GC元供給部34は、選択されたアクティブブロックのブロックアドレスを新たなガベージコレクション元としてGC書き込み部36に通知する(S190)。この後、前述したガベージコレクション書き込み処理が実行される(S160)。

#### 【0044】

図5のS240がYesとなり、S280、S290の処理が実行された場合、GC書き込み部36は、現対象ストリームIDの論理ブロックを使用したガベージコレクションを終了する。つぎに、GC書き込み部36は、フリーブロック数が閾値C1以上確保されたか否かをデータ管理

部 3 1 に対し確認する(S100)。フリーブロック数が閾値 C 1 未満である場合(S100 Yes)、GC書き込み部 3 6 は、GC元供給部 3 4 に対し、新たな対象ストリームIDの選択を要求する。GC元供給部 3 4 は、ストリーム管理情報 4 4 およびブロック管理情報 4 6 に基づいて、マルチストリーム管理される全てのアクティブブロックのなかから有効データ率が最も低いアクティブブロックを選択する(S110)。この選択の際には、有効データ率のみが判断基準であり、直前の周期にガベージコレクション対象となったストリームIDに所属するアクティブブロックが選択される可能性もあるし、直前の周期にガベージコレクション対象となっていないストリームIDに所属するアクティブブロックが選択される可能性もある。この後、次のストリームIDの論理ブロックを使用したガベージコレクションが開始される。すなわち、前記同様、書き込み完了カウンタ 4 5 の計数値がリセットされ(S120)、新たな消去済みブロックがガベージコレクション先として1つ確保され(S130)、S110で選択されたアクティブブロックが所属するストリームIDが新たな対象ストリームIDとして設定され(S140)、設定された新たな対象ストリームIDに、消去済みブロックのブロックIDが関連付けられる。

10

**【 0 0 4 5 】**

また、対象ストリームIDに所属する論理ブロックが存在しない場合(S180 No)、GC書き込み部 3 6 は、現対象ストリームIDの論理ブロックを使用したガベージコレクションを終了する。この後、手順はS100に移行され、S100の判断がYesの場合は、手順がS110から再度実行される。このような制御が繰り返され、フリーブロック数が閾値 C 1 個、確保された段階で(S100 No)、ガベージコレクションが終了する。

20

**【 0 0 4 6 】**

図 7 は、第 1 の実施形態のガベージコレクションの動作手順を概念的に示す図である。図 7 の上側には、ガベージコレクション元の論理ブロックである論理ブロック#B100,#B101,#B102が示されている。論理ブロック#B100,#B101は、ストリームID=1のストリームに所属し、論理ブロック#B102は、ストリームID=2のストリームに所属する。図 7 の下側には、ガベージコレクション先の論理ブロックである論理ブロック#B200,#B201,#B202が示されている。左下がりハッチング、右下がりハッチング、クロスハッチング、あるいは複数のドットが付された小さな四角は、有効データがストアされた物理クラスタに対応する。空白の小さな四角は、無効データがストアされた物理クラスタに対応する。クラスタは、L 2 P 情報 4 1 のマッピングの最小管理単位である。

30

**【 0 0 4 7 】**

図 7 においては、ストリームID=1に所属する論理ブロック#B100にストアされた有効データがリードされて論理ブロック#B200にライトされている。これにより、論理ブロック#B100は、有効データを含まなくなるので、ストリーム管理情報 4 4 におけるストリームID=1と論理ブロック#B100との関連付けが解消される。この後、論理ブロック#B100はフリーブロックとして管理され、フリーブロック数がプラス1される。また、ストリームID=1に所属する論理ブロック#B101にストアされた有効データの一部がリードされて論理ブロック#B200にライトされている。このライトにより論理ブロック#B200は有効データで満杯になるので、書き込み完了カウンタ 4 5 がインクリメントされる。また、ストリーム管理情報 4 4 において、ストリームID=1に論理ブロック#B200が関連付けられる。

40

**【 0 0 4 8 】**

論理ブロック#B101には有効データが残存している。残存する有効データ量が閾値 C 3 より少ないとする。したがって、論理ブロック#B101に残存する有効データがリードされて論理ブロック#B201にライトされている。これにより、論理ブロック#B101は、有効データを含まなくなるので、ストリーム管理情報 4 4 におけるストリームID=1と論理ブロック#B101との関連付けが解消される。この後、論理ブロック#B101はフリーブロックとして管理され、フリーブロック数がプラス1される。論理ブロック#B201は、破片データ用の論理ブロックである。クロスハッチングが付された小さな四角および複数のドットが付された小さな四角は、ストリームID=1とは異なるストリームに所属する破片データを示している。図 3 に示したように、ストリーム管理情報 4 4 において、論理ブロック#B201には、

50

無効値のストリームIDが関連付けられている。

【 0 0 4 9 】

ストリームID=2に所属する論理ブロック#B102にストアされた有効データがリードされて論理ブロック#B202にライトされている。これにより、論理ブロック#B102は、有効データを含まなくなるので、ストリーム管理情報 4 4 におけるストリームID=2と論理ブロック#B102との関連付けが解消される。この後、論理ブロック#B102はフリーブロックとして管理され、フリーブロック数がプラス1される。また、ストリーム管理情報 4 4 において、ストリームID=2に論理ブロック#B202が関連付けられる。

【 0 0 5 0 】

( 第 2 の実施形態 )

第 2 の実施形態では、破片データをライトバッファ 4 2 に書き込むようにしている。図 8 は、第 2 の実施形態に適用されるライトバッファ 4 2 の内部構成例を示す図である。第 2 の実施形態では、ライトバッファ 4 2 は、ストリームIDによって複数のバッファ領域に分割されている。すなわち、ライトバッファ 4 2 は、ストリームID1用のバッファ領域 4 2 a、ストリームID2用のバッファ領域 4 2 b、...を有する。第 2 の実施形態のメモリシステムの他の構成要素の機能は、図 1 に示したメモリシステム 1 0 0 と同様であり、重複する説明は省略する。第 2 の実施形態においても、マルチストリーム管理される論理ブロックに対するガベージコレクションが発生したとき、制御部 3 0 は、図 4 に示した動作手順に従って動作する。図 9 は、図 4 のS160のガベージコレクション書き込み処理手順の第 2 の実施形態の詳細手順例を示すフローチャートである。図 9 のS200,S210,S220,S230,S240,S250,S260,S270,およびS295の処理内容に関しては、図 5 のS200,S210,S220,S230,S240,S250,S260,S270,およびS295の処理内容と同じであり、重複する説明は省略する。

【 0 0 5 1 】

S250で、書き込み完了カウンタ 4 5 の計数値が、書き込み完了数の目標値 C 2 に達している場合(S250 Yes)、GC書き込み部 3 6 は、現対象ストリームIDがオープンであるか否かを判定する(S400)。現対象ストリームIDがオープンでなくクローズされている場合(S400 No、GC書き込み部 3 6 は、このガベージコレクション元の論理ブロックに残存する有効データをそのまま残し、次回のガベージコレクションの対象とする。なお、ストリームをクローズするとき、データ管理部 3 1 は、クローズされるストリームID用のバッファ領域にバッファリングされているデータを、対応するストリームIDの論理ブロックにライトして前記バッファ領域を空にした後、クローズする。現対象ストリームIDがオープンである場合(S400 Yes )、GC書き込み部 3 6 は、現対象ストリームIDのライトバッファ 4 2 の空き容量からガベージコレクション元の論理ブロックに残存する有効データ量を減算する。GC書き込み部 3 6 は、この減算結果を閾値 C 4 と比較し、減算結果が閾値 C 4 以上あるか否かを判定する(S410)。前記減算結果が閾値 C 4 以上ある場合(S410 Yes)、GC書き込み部 3 6 は、ガベージコレクション元の論理ブロックに残存する有効データは破片データであると判断し、ガベージコレクション元の論理ブロックに残存する有効データを現対象ストリームIDのライトバッファ 4 2 にバッファリングする(S420)。なお、閾値 C 4 は、破片データを現対象ストリームIDのライトバッファ 4 2 にバッファリングしても、前記ライトバッファ 4 2 にホスト 1 からのライトデータを或る程度バッファリングできる余裕があるように、設定される。ライトバッファ 4 2 への破片データのバッファリング処理が終了すると、ガベージコレクション元の論理ブロックには、有効データが残っていない。GC書き込み部 3 6 は、ガベージコレクション元の論理ブロックのブロックIDと前記対象ストリームIDとの関連付けを無効とするように、ストリーム管理情報 4 4 を更新する(S298)。これにより、アクティブブロックが解放され、フリーブロックに遷移される。この後、処理は、図 4 のS100に移行される。前記減算結果が閾値 C 4 未満である場合(S410 No)、GC書き込み部 3 6 は、ガベージコレクション元の論理ブロックに残存する有効データは破片データでないと判断し、ガベージコレクション元の論理ブロックに残存する有効データをそのまま残し、次回のガベージコレクションの対象とする。この後、処理は、図 4 のS100に移行される。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 2 】

図 1 0 は、第 2 の実施形態のガベージコレクションの動作手順を概念的に示す図である。図 1 0 の上側には、ガベージコレクション元の論理ブロックである論理ブロック#B100、#B101、#B102が示されている。図 1 0 の下側には、ガベージコレクション先の論理ブロックである論理ブロック#B200、#B202と、破片データの書き込み先であるライトバッファ 4 2 の一部の領域が示されている。

## 【 0 0 5 3 】

図 1 0 においては、ストリームID=1に所属する論理ブロック#B100にストアされた有効データがリードされて論理ブロック#B200にライトされている。また、ストリームID=1に所属する論理ブロック#B101にストアされた有効データの一部がリードされて論理ブロック#B200にライトされている。ストリーム管理情報 4 4 において、ストリームID=1に論理ブロック#B200が関連付けられる。

10

## 【 0 0 5 4 】

論理ブロック#B101には有効データが残存している。ストリームID=1用のバッファ領域の空き容量から論理ブロック#B101に残存する有効データ量を減算した値が閾値C 4 以上であるとする。したがって、論理ブロック#B101に残存する有効データがリードされてストリームID=1用のバッファ領域にバッファリングされている。また、ストリームID=2に所属する論理ブロック#B102にストアされた有効データがリードされて論理ブロック#B202にライトされている。ストリーム管理情報 4 4 において、ストリームID=2に論理ブロック#B202が関連付けられる。

20

## 【 0 0 5 5 】

図 1 1 は、マルチストリームのライトコマンドを受信したときの制御部 3 0 の動作手順を示すフローチャートである。マルチストリームのライトコマンドを受信すると(S500 Yes)、ライト制御部 3 2 は、ライトバッファ 4 2 に含まれる複数のバッファ領域のうち、ライトコマンドで指定されたストリームIDに対応するバッファ領域に、ホスト 1 から転送されたデータをバッファリングする(S510)。各ストリームIDのバッファ領域 4 2 a、4 2 b、... には、前述したように、ガベージコレクション処理の際に、破片データがバッファリングされている可能性がある。

## 【 0 0 5 6 】

ライト制御部 3 2 は、各バッファ領域 4 2 a、4 2 b、... にバッファリングされたデータが所定量を超えた場合(S520 Yes)、バッファリングされたデータをバッファ領域からN ANDメモリ 1 0 にフラッシュする。すなわち、ライト制御部 3 2 は、ストリーム管理情報 4 4 に基づいて、ライトデータが所属するストリームIDに関連付けられた論理ブロックIDを取得し、取得された論理ブロックIDに対応する論理ブロックに、バッファ領域内のデータをライトする(S530)。これにより、ライトバッファ 4 2 にバッファリングされた破片データは、ホスト 1 からのマルチストリームのライトデータと共に、対応するストリームIDに関連付けられた論理ブロックに書き込まれる。

30

## 【 0 0 5 7 】

このように第 2 の実施形態によれば、破片データを各ストリーム専用のライトバッファにバッファリングし、その後のホスト 1 から受信されるライトデータとともに、対応するストリームIDに関連付けられたブロックに書き込むようにしている。このため、第 1 の実施形態の効果の他に、ガベージコレクションの際の処理時間を短縮できるという効果を有する。

40

## 【 0 0 5 8 】

なお、図 4 に示した動作手順では、ストリーム管理情報 4 4 に基づいて現対象ストリームIDに所属する論理ブロックが存在するか否かをS180において判定し、対象ストリームIDに所属する論理ブロックが存在しない場合に、現対象ストリームIDの論理ブロックを使用したガベージコレクションを終了し、次のストリームIDの論理ブロックを使用したガベージコレクションを行うようにしている。しかし、S180の判定基準を次のように変更してもよい。すなわち、変形例では、現対象ストリームIDに所属する論理ブロックであって、有

50

効データ率が閾値 C 5 未満である論理ブロックの個数 N a が、閾値 C 6 以上存在する多い場合に、手順を S190 に移行させ、前記個数 N a が閾値 C 6 未満である場合に、手順を S100 に移行させる。閾値 C 5 を、図 5 の S280 で使用した閾値 C 3 と一致させてもよい。この変形例では、有効データ率が閾値 C 5 より少ない論理ブロックのみをガベージコレクション元として使用したガベージコレクションを行うようにしており、有効データ率の大きな論理ブロックを使ったガベージコレクションが行われない。

【 0 0 5 9 】

また、第 1 の実施形態において、破片データを破片データ書き込み用の論理ブロックに書き込まずに、ガベージコレクション元のブロックにそのまま残すように制御してもよい。また、第 2 の実施形態において、破片データをライトバッファ 4 2 に書き込むことなく、ガベージコレクション元のブロックにそのまま残すように制御してもよい。

10

【 0 0 6 0 】

なお、上記した実施形態では、論理ページ単位に、データの書き込み、ガベージコレクションを行うようにしたが、物理ページ単位にデータの書き込み、ガベージコレクションを行うように制御してもよい。

【 0 0 6 1 】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

20

【 符号の説明 】

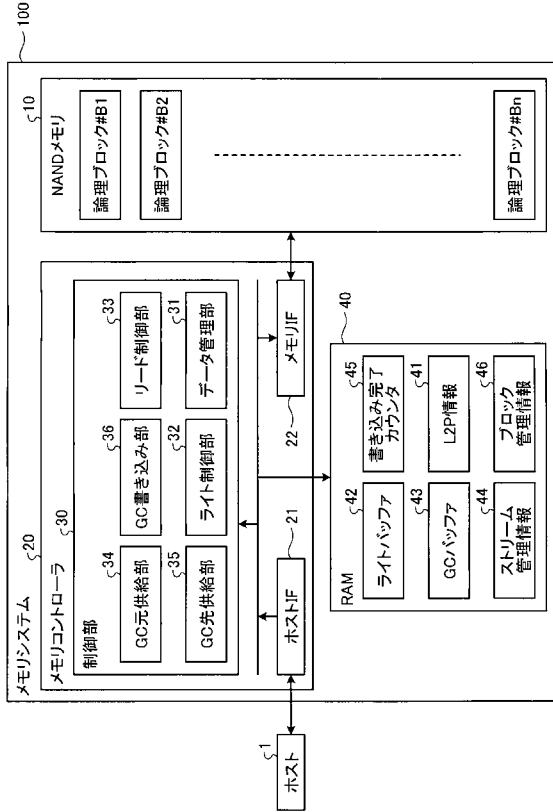
【 0 0 6 2 】

1 ホスト装置、10 NAND型フラッシュメモリ(NANDメモリ)、20 メモリコントローラ、21 ホストIF、22 メモリIF、30 制御部、31 データ管理部、32 ライト制御部、33 リード制御部、34 ガベージコレクション元供給部、35 ガベージコレクション先供給部、36 ガベージコレクション書き込み部、40 RAM、41 L2P情報、42 ライトバッファ、43 ガベージコレクションバッファ、44 ストリーム管理情報、45 書き込み完了カウンタ、100 メモリシステム。

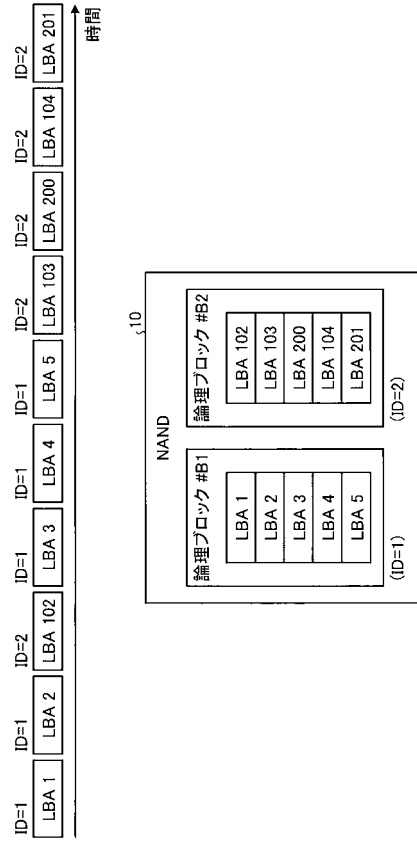
30



【図 1】



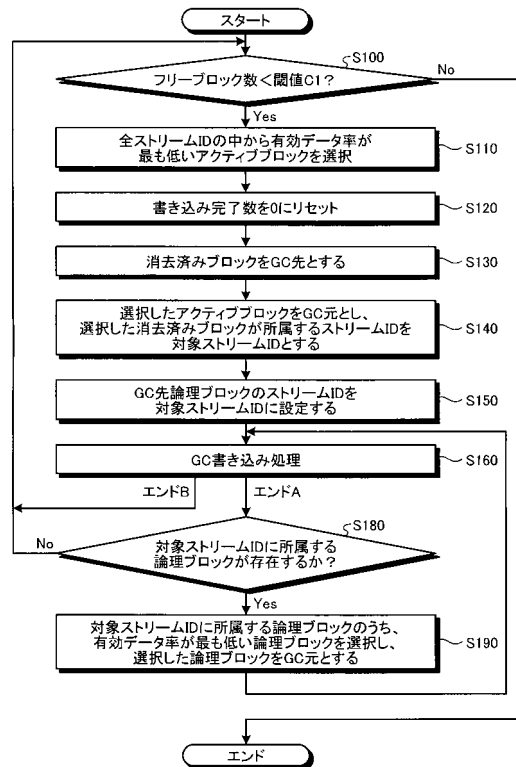
【図 2】



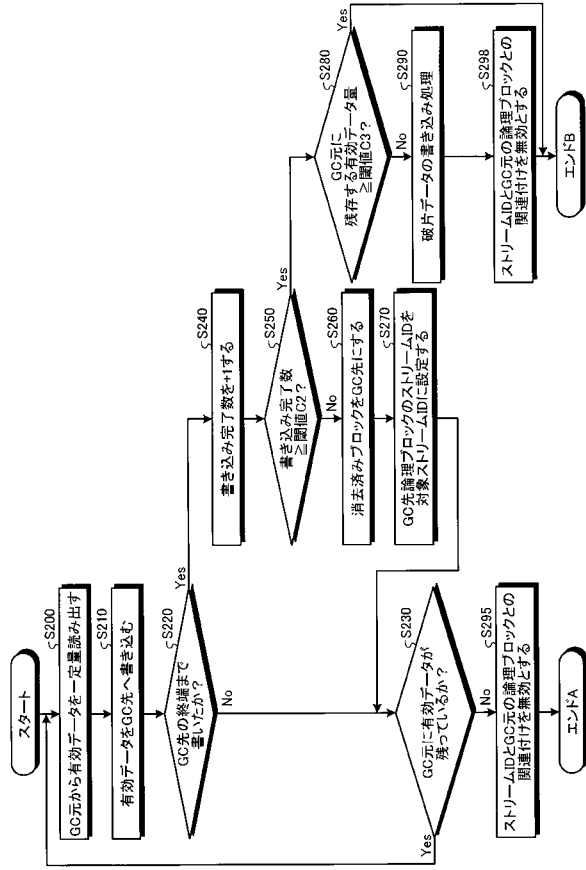
【図 3】

ストリームID	書き込み先ブロックID	アクティブブロックID
1	#B5, #B6	#B1, #B300, #B301, #B302
2	#B7	#B2, #B400, #B401
⋮	⋮	⋮
無効値	#B201	#B600

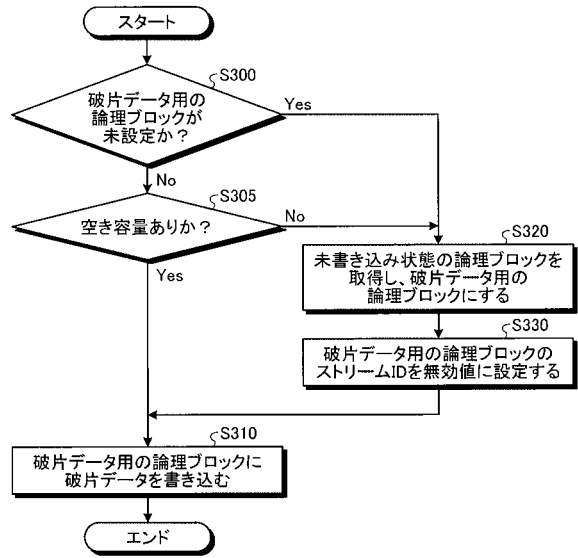
【図 4】



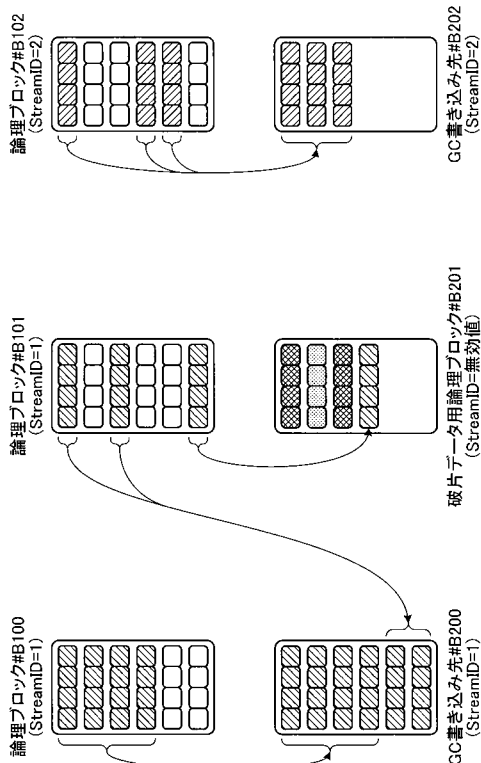
【 図 5 】



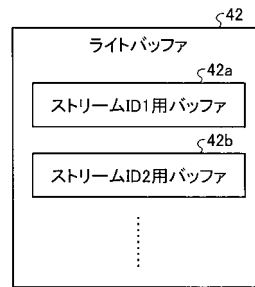
【 図 6 】



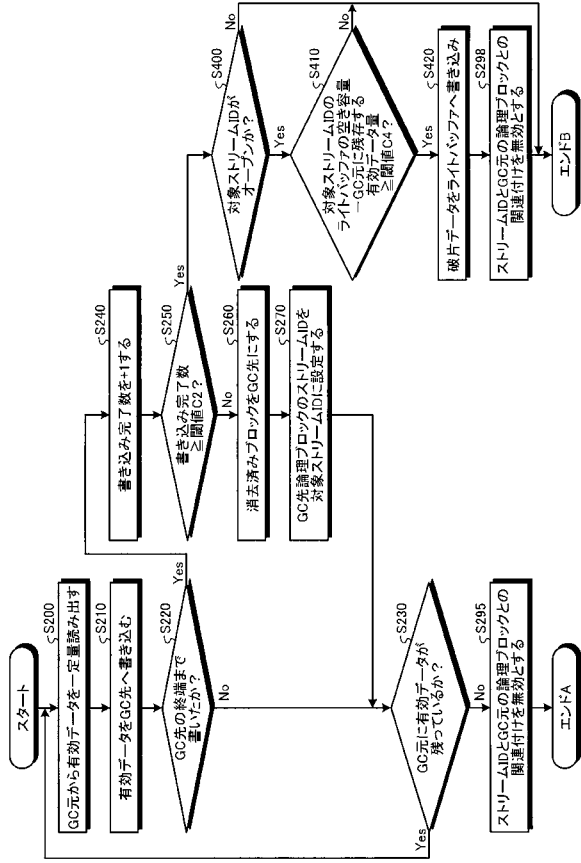
【 図 7 】



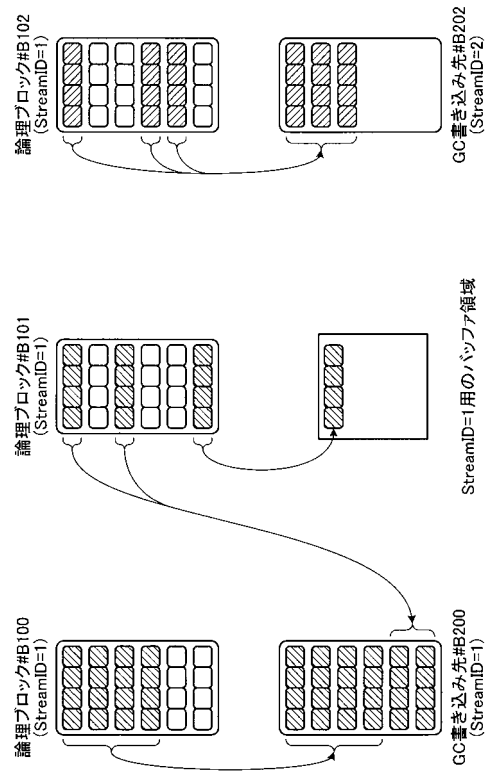
【 図 8 】



【図9】



【図10】



【図11】

