

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6205931号  
(P6205931)

(45) 発行日 平成29年10月4日(2017.10.4)

(24) 登録日 平成29年9月15日(2017.9.15)

(51) Int.Cl.

F 1

GO6F 11/10	(2006.01)	GO6F 11/10	604
GO6F 3/06	(2006.01)	GO6F 3/06	302A
GO6F 12/00	(2006.01)	GO6F 12/00	514M
GO6F 12/12	(2016.01)	GO6F 12/12	557Z

請求項の数 10 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2013-149006 (P2013-149006)
(22) 出願日	平成25年7月18日 (2013.7.18)
(65) 公開番号	特開2015-22450 (P2015-22450A)
(43) 公開日	平成27年2月2日 (2015.2.2)
審査請求日	平成28年4月5日 (2016.4.5)

(73) 特許権者	000005223 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番 1号
(74) 代理人	100103528 弁理士 原田 一男
(72) 発明者	奥野 崇 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番 1号 株式会社富士通コンピュータテクノロジーズ内
(72) 発明者	山中 英樹 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番 1号 株式会社富士通コンピュータテクノロジーズ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】書き込み制御プログラム及び方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

第1のメモリ領域の世代と前記第1のメモリ領域内のデータの複製が書き込まれる第2のメモリ領域の世代と同じである場合、前記第1のメモリ領域に書き込まれる書き込みデータに対する誤り検出と、前記書き込みデータを前記第1のメモリ領域に書き込む処理との並行実行を開始し、

前記並行実行を開始すると、前記第2のメモリ領域に対して前記書き込みデータの複製を書き込む処理を停止し、

前記書き込みデータについて誤りが検出された場合に、前記第2のメモリ領域内のデータを用いて、前記書き込みデータが書き込まれる前の前記第1のメモリ領域に格納されていたデータを復旧する

10

処理をコンピュータに実行させるための書き込み制御プログラム。

## 【請求項2】

前記書き込みデータの量が、前記第1のメモリ領域の容量と同じであるか判断する処理をさらに実行させ、

前記第1のメモリ領域に格納されていたデータを復旧する処理において、

前記書き込みデータの量が前記第1のメモリ領域の容量と同じである場合に、前記第1のメモリ領域と前記第2のメモリ領域とを切り替える

処理を実行する請求項1記載の書き込み制御プログラム。

## 【請求項3】

20

前記第1のメモリ領域に格納されていたデータを復旧する処理において、

前記書き込みデータの量が前記第1のメモリ領域の容量と同じではない場合に、前記第1のメモリ領域において前記書き込みデータが書き込まれた範囲と同じ範囲のデータを前記第2のメモリ領域から読み出し、前記第1のメモリ領域において前記書き込みデータが書き込まれた範囲に書き込む

処理を実行する請求項2記載の書き込み制御プログラム。

【請求項4】

第1のメモリ領域内のデータの複製が格納される第2のメモリ領域に対して前記第1のメモリ領域内のデータの複製を書き込む処理を停止し、

前記第2のメモリ領域に書き込まれる書き込みデータに対する誤り検出と、前記書き込みデータを前記第2のメモリ領域に書き込む処理とを並行して実行し、

前記書き込みデータについて誤りが検出されなかった場合に、主記憶として利用される領域を前記第1のメモリ領域から前記第2のメモリ領域に切り替える、又は、前記第2のメモリ領域内のデータを前記第1のメモリ領域に反映する

処理をコンピュータに実行させるための書き込み制御プログラム。

【請求項5】

前記書き込みデータの量が、前記第1のメモリ領域の容量の半分以上であるか判断する処理

をさらに実行させ、

前記第1のメモリ領域から前記第2のメモリ領域に切り替える処理において、

前記書き込みデータの量が前記第1のメモリ領域の容量の半分以上である場合に、前記第1のメモリ領域と前記第2のメモリ領域とを切り替える

処理を実行する請求項4記載の書き込み制御プログラム。

【請求項6】

前記書き込みデータの量が前記第1のメモリ領域の容量の半分以上である場合に、前記書き込みデータの量が前記第1のメモリ領域の容量未満であるか判断する処理

をさらに実行させ、

前記第2のメモリ領域内のデータを前記第1のメモリ領域に反映する処理において、

前記書き込みデータの量が前記第1のメモリ領域の容量未満且つ半分以上である場合に、前記第1のメモリ領域において前記書き込みデータが書き込まれた範囲以外の範囲と同じ範囲のデータを前記第2のメモリ領域から読み出し、前記第1のメモリ領域において前記書き込みデータが書き込まれた範囲以外の範囲に書き込む

処理を実行する請求項5記載の書き込み制御プログラム。

【請求項7】

第1のメモリ領域の世代と前記第1のメモリ領域内のデータの複製が書き込まれる第2のメモリ領域の世代とが同じである場合、前記第1のメモリ領域に書き込まれる書き込みデータに対する誤り検出と、前記第1のメモリ領域に前記書き込みデータを書き込む処理との並行実行を開始する第1処理部と、

前記並行実行を開始すると、前記第2のメモリ領域に対して前記書き込みデータの複製を書き込む処理を停止する第2処理部と、

前記書き込みデータについて誤りが検出された場合に、前記第2のメモリ領域内のデータを用いて、前記書き込みデータが書き込まれる前の前記第1のメモリ領域に格納されていたデータを復旧する第3処理部と、

を有するコンピュータ。

【請求項8】

第1のメモリ領域の世代と前記第1のメモリ領域内のデータの複製が書き込まれる第2のメモリ領域の世代とが同じである場合、前記第1のメモリ領域に書き込まれる書き込みデータに対する誤り検出と、前記書き込みデータを前記第1のメモリ領域に書き込む処理との並行実行を開始し、

前記並行実行を開始すると、前記第2のメモリ領域に対して前記書き込みデータの複製

10

20

30

40

50

を書き込む処理を停止し、

前記書き込みデータについて誤りが検出された場合に、前記第2のメモリ領域内のデータを用いて、前記書き込みデータが書き込まれる前の前記第1のメモリ領域に格納されていたデータを復旧する

処理をコンピュータが実行する書き込み制御方法。

## 【請求項9】

第1のメモリ領域内のデータの複製が格納される第2のメモリ領域に対して前記第1のメモリ領域内のデータの複製を書き込む処理を停止し、前記第2のメモリ領域に書き込みデータを書き込む第1処理部と、

前記第1処理部が前記第2のメモリ領域に前記書き込みデータを書き込む処理と並行して、前記書き込みデータに対する誤り検出を実行する第2処理部と、

前記書き込みデータについて誤りが検出されなかった場合に、主記憶として利用される領域を前記第1のメモリ領域から前記第2のメモリ領域に切り替える第3処理部と、  
を有するコンピュータ。

## 【請求項10】

第1のメモリ領域内のデータの複製が格納される第2のメモリ領域に対して前記第1のメモリ領域内のデータの複製を書き込む処理を停止し、

前記第2のメモリ領域に書き込まれる書き込みデータに対する誤り検出と、前記書き込みデータを前記第2のメモリ領域に書き込む処理とを並行して実行し、

前記書き込みデータについて誤りが検出されなかった場合に、主記憶として利用される領域を前記第1のメモリ領域から前記第2のメモリ領域に切り替える、又は、前記第2のメモリ領域内のデータを前記第1のメモリ領域に反映する

処理をコンピュータが実行する書き込み制御方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、メモリに対するデータの書き込みを制御する技術に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

ネットワークを介したデータ伝送が行われた場合等には、データを受信した装置においてCRC (Cyclic Redundancy Check) 等による誤り検出が行われ、データに誤りが無いことが確認された場合にはデータがメモリに書き込まれる。

## 【0003】

図1に、FC (Fibre Channel) におけるCRCの一例を示す。FCにおいては、受信側の装置は、受信した複数のフレーム (図1においては、フレーム1乃至3) におけるデータフィールドを合成することによってシーケンスを生成する。各フレームにはCRCの領域が設けられており、シーケンスにもCRCの領域が設けられている。

## 【0004】

FCにおいては、FCカードが、フレーム毎にCRCを実行することができる。これに対し、FCカードは、フレームの合成によって生成されるシーケンスについてCRCを実行できないことがある。その場合、シーケンスについてのCRCは、CPU (Central Processing Unit) (すなわちソフトウェア) によって実行される。

## 【0005】

図1の例においては、本来フレーム1、フレーム2、フレーム3という順序でフレームを受信すべきなのに、例えばフレーム1、フレーム3、フレーム2という順序でフレームを受信してシーケンスを生成した場合には、誤りが検出されることになる。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0006】

【特許文献1】特開2004-199277号公報

10

20

30

40

50

**【非特許文献】****【0007】**

【非特許文献1】American National Standards for Information Technology, "FIBRE CHANNEL SINGLE-BYTE COMMAND CODE SETS-2 MAPPING PROTOCOL (FC-SB-2)", 2001年

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0008】**

CPUがCRCを実行する場合には、CRCを実行して誤りが無いことを確認した後にデータをメモリに書き込むことになる。そのため、メモリへの書き込み開始が遅くなるため、書き込みの完了までの時間が長くなるという問題がある。

10

**【0009】**

従って、本発明の目的は、1つの側面では、データに対する誤り検出を実行する場合において、データをメモリに書き込み終えるまでに要する時間を短縮するための技術を提供することである。

**【課題を解決するための手段】****【0010】**

本発明の第1の態様に係る書き込み制御方法は、第1のメモリ領域内のデータの複製が格納される第2のメモリ領域に対して第1のメモリ領域内のデータの複製を書き込む処理を停止し、第1のメモリ領域に書き込まれる書き込みデータに対する誤り検出と、書き込みデータを第1のメモリ領域に書き込む処理とを並行して実行し、書き込みデータについて誤りが検出された場合に、第2のメモリ領域に格納されているデータを用いて、書き込みデータが格納される前の第1のメモリ領域に格納されていたデータを復旧する処理を含む。

20

**【0011】**

本発明の第2の態様に係る書き込み制御方法は、第1のメモリ領域内のデータの複製が格納される第2のメモリ領域に対して第1のメモリ領域内のデータの複製を書き込む処理を停止し、第2のメモリ領域に書き込まれる書き込みデータに対する誤り検出と、書き込みデータを第2のメモリ領域に書き込む処理とを並行して実行し、書き込みデータについて誤りが検出されなかった場合に、主記憶として利用される領域を第1のメモリ領域から第2のメモリ領域に切り替える、又は、第2のメモリ領域内のデータを第1のメモリ領域に反映する処理を含む。

30

**【発明の効果】****【0012】**

1つの側面では、データに対する誤り検出を実行する場合において、データをメモリに書き込み終えるまでに要する時間を短縮できるようになる。

**【図面の簡単な説明】****【0013】**

【図1】図1は、FCにおけるCRCの一例を示す図である。

【図2】図2は、情報処理装置のハードウェア構成を示す図である。

【図3】図3は、情報処理装置の機能プロック図である。

40

【図4】図4は、管理テーブル格納部に格納されるデータの一例を示す図である。

【図5】図5は、メモリの管理方法について説明するための図である。

【図6】図6は、リード命令の受信時に実行する処理の処理フローを示す図である。

【図7】図7は、メインの処理フローを示す図である。

【図8】図8は、書き込み処理の処理フローを示す図である。

【図9】図9は、CRC実行部が実行する処理の処理フローを示す図である。

【図10】図10は、レプリカ管理部が実行する処理の処理フローを示す図である。

【図11】図11は、並行書き込み処理の処理フローを示す図である。

【図12】図12は、レプリカ管理部が実行する処理の処理フローを示す図である。

【図13】図13は、正常時における対応処理の処理フローを示す図である。

50

【図14】図14は、主記憶管理部が実行する処理フローを示す図である。

【図15】図15は、主記憶領域及びレプリカ領域の管理について説明するための図である。

【図16】図16は、主記憶領域及びレプリカ領域の管理について説明するための図である。

【図17】図17は、異常時における対応処理の処理フローを示す図である。

【図18】図18は、主記憶領域及びレプリカ領域の管理について説明するための図である。

【図19】図19は、主記憶領域及びレプリカ領域の管理について説明するための図である。

10

【図20】図20は、主記憶領域及びレプリカ領域の管理について説明するための図である。

【図21】図21は、主記憶領域及びレプリカ領域の管理について説明するための図である。

【図22】図22は、主記憶管理部が実行する処理フローを示す図である。

【図23】図23は、レプリカ管理部が実行する処理フローを示す図である。

【図24】図24は、本実施の形態の処理の概要を表すシーケンス図である。

【図25】図25は、一般命令によって主記憶領域にデータが書き込まれた場合に実行する処理の処理フローを示す図である。

【図26】図26は、レプリカ管理部がレプリカ領域を更新する処理の処理フローを示す図である。

20

【図27】図27は、即時更新リストの一例を示す図である。

【図28】図28は、通常更新リストの一例を示す図である。

【図29】図29は、追加更新リストの一例を示す図である。

【図30】図30は、レプリカ管理部がレプリカ領域を更新する処理の処理フローを示す図である。

【図31】図31は、更新される順番を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

図2に、本実施の形態における情報処理装置1のハードウェア構成を示す。情報処理装置1は、データ転送CPU101、CRC実行CPU102、レプリカ管理CPU103及び主記憶管理CPU104を含むCPU100と、メモリブリッジ110と、メモリ120と、I/O(Input/Output)ブリッジ130と、FCカード140及び141と、ハードディスク150とを有する。FCカード140及び141は、外部の記憶装置(図示せず)に接続されており、外部の記憶装置との間でデータ伝送を行う。

30

【0015】

ハードディスク150には、データ転送プログラム1502、CRC実行プログラム1503、レプリカ管理プログラム1504及び主記憶管理プログラム1505を含むプログラム1501が格納される。

【0016】

ハードディスク150に格納されているプログラム1501は、メモリ120にロードされる。メモリ120には、ハードディスク150からロードされたプログラムのための領域1201と、管理データのための領域1206と、主記憶領域1207と、レプリカ領域1208と、データ転送バッファ1209とが含まれる。プログラムには、データ転送プログラム1202と、CRC実行プログラム1203と、レプリカ管理プログラム1204と、主記憶管理プログラム1205とが含まれる。

40

【0017】

図3に、本実施の形態における情報処理装置1の機能ブロック図を示す。図3の例では、情報処理装置1は、データ転送部1001と、CRC実行部1002と、レプリカ管理部1003と、主記憶管理部1004と、管理テーブル格納部1005と、更新リスト格

50

納部 1006 とを含む。データ転送部 1001、CRC 実行部 1002、レプリカ管理部 1003 及び主記憶管理部 1004 は、データ転送 CPU 101、CRC 実行 CPU 102、レプリカ管理 CPU 103 及び主記憶管理 CPU 104 並びにメモリ 120 などのハードウェアと、データ転送プログラム 1202、CRC 実行プログラム 1203、レプリカ管理プログラム 1204 及び主記憶管理プログラム 1205 とが有機的に協働することにより実現される。管理テーブル格納部 1005 及び更新リスト格納部 1006 は、管理データのための領域 1206 によって実現される。

#### 【0018】

データ転送部 1001 は、データ転送バッファ 1209 に格納されているデータを主記憶領域 1207 及びレプリカ領域 1208 に書き込む処理等を実行する。CRC 実行部 1002 は、データ転送バッファ 1209 に格納されているデータに対して CRC を実行し、結果をデータ転送部 1001 に通知する。レプリカ管理部 1003 は、更新リスト格納部 1006 に格納されている即時更新リスト、通常更新リスト及び追加更新リストに基づき、データ転送部 1001 によるデータの書き込みとは非同期に且つ自律的に、主記憶領域 1207 に格納されているデータをレプリカ領域 1208 にコピーする処理等を実行する。主記憶管理部 1004 は、管理テーブル格納部 1005 に格納されているデータを更新する処理等を実行する。

#### 【0019】

図 4 に、管理テーブル格納部 1005 に格納されるデータの一例を示す。図 4 の例では、ページの識別情報と、主記憶領域 1207 のアドレスと、主記憶領域 1207 の世代を表す情報と、レプリカ 1208 領域のアドレスと、レプリカ領域 1208 の世代を表す情報と、データ転送回数と、即時更新フラグと、更新停止フラグとが格納される。

#### 【0020】

OS (Operating System) のリード (Read) 命令によって主記憶領域 1207 が書き換えられた場合には、主記憶管理部 1004 によって、主記憶領域 1207 の世代が 1 インクリメントされ、またデータ転送回数が 1 インクリメントされる。OS の一般命令によって直接主記憶領域 1207 が書き換えられた場合には、主記憶管理部 1004 によって主記憶領域 1207 の世代が 1 インクリメントされるが、データ転送回数はインクリメントされない。レプリカ管理部 1003 によって主記憶領域 1207 内のデータがレプリカ領域 1208 にコピーされた場合には、主記憶管理部 1004 によって、レプリカ領域 1208 の世代は主記憶領域 1207 の世代に合わせられる。即時更新フラグ及び更新停止フラグについては、後で詳細に説明する。なお、本実施の形態においては、OS からの I/O 命令に関連する処理のうち、リード命令に関連する処理について説明する。

#### 【0021】

図 5 を用いて、本実施の形態におけるメモリ 120 の管理方法について説明する。本実施の形態においては、メモリ 120 の一部が、所定のサイズを有するページという単位に分割されて管理される。各ページには、主記憶領域 1207 とレプリカ領域 1208 とが用意される。主記憶領域 1207 は、主記憶として利用されるメモリ領域である。レプリカ領域 1208 は、主記憶領域 1207 に格納されているデータの複製が格納されるメモリ領域である。主記憶領域 1207 とレプリカ領域 1208 とは、適宜切り替えられので、主記憶領域 1207 として利用されていた領域がレプリカ領域 1208 になり、レプリカ領域 1208 として利用されていた領域が主記憶領域 1207 になる。切り替えは、主記憶管理部 1004 が管理テーブル格納部 1005 において主記憶領域 1207 のアドレスとレプリカ領域 1208 のアドレスとを交換することによって行われる。

#### 【0022】

次に、図 6 乃至図 30 を用いて、情報処理装置 1 の動作について説明する。

#### 【0023】

まず、図 6 を用いて、データ転送部 1001 が OS からのリード命令を受信した場合に実行する処理について説明する。データ転送部 1001 は、OS からのリード命令を受信する (図 6 : ステップ S1)。これに応じ、データ転送部 1001 は、FC カード (ここ

10

20

30

40

50

では、F C カード 1 4 0 とする)に、リード命令を送信する(ステップ S 3)。そして処理を終了する。

#### 【0024】

このような処理を実行すれば、OS からの I O 命令のうちリード命令に対応できるようになる。

#### 【0025】

なお、リード命令を受信した F C カード 1 4 0 には、外部の記憶装置からのデータが到着する。F C カード 1 4 0 は、受信したデータを D M A (Direct Memory Access) 転送によってデータ転送バッファ 1 2 0 9 に書き込む。D M A 転送はよく知られた技術であるので、ここでは説明を省略する。

10

#### 【0026】

そして、データ転送部 1 0 0 1 は、以下の処理を実行する。この処理については、図 7 乃至図 2 3 を用いて説明する。

#### 【0027】

まず、F C カード 1 4 0 は、外部の記憶装置からのデータが到達したことをデータ転送部 1 0 0 1 に通知する。データ転送部 1 0 0 1 は、データの到着を示すデータを F C カード 1 4 0 から受信する(図 7 : ステップ S 1 1)。

#### 【0028】

そして、データ転送部 1 0 0 1 は、データ転送バッファ 1 2 0 9 に格納されているデータについて書き込み処理を実行する(ステップ S 1 3)。書き込み処理については、図 8 乃至図 2 3 を用いて説明する。

20

#### 【0029】

まず、データ転送部 1 0 0 1 は、データ転送バッファ 1 2 0 9 に格納されているデータについて C R C を実行することを C R C 実行部 1 0 0 2 に要求する(図 8 : ステップ S 2 1)。

#### 【0030】

ここで、C R C 実行部 1 0 0 2 が実行する処理について図 9 を用いて説明する。C R C 実行部 1 0 0 2 は、データ転送部 1 0 0 1 から C R C の実行を要求されると、C R C を実行する(図 9 : ステップ S 4 1)。具体的には、データに含まれる C R C 領域内の値と、データから算出された値とを比較する。

30

#### 【0031】

C R C 実行部 1 0 0 2 は、ステップ S 4 1 において C R C の結果(すなわち、誤りが検出されたか否か)をデータ転送部 1 0 0 1 に通知する(ステップ S 4 3)。そして処理を終了する。

#### 【0032】

このような処理を実行すれば、誤りの有無をチェックできるようになる。

#### 【0033】

図 8 の説明に戻り、データ転送部 1 0 0 1 は、データが書き込まれるページのレプリカ領域 1 2 0 8 の更新を停止することをレプリカ管理部 1 0 0 3 に要求する(ステップ S 2 3)。なお、データが書き込まれるページの数は複数である場合もある。

40

#### 【0034】

ここで、レプリカ管理部 1 0 0 3 が実行する処理について図 1 0 を用いて説明する。レプリカ管理部 1 0 0 3 は、データが書き込まれるページに対応する更新停止フラグを、管理テーブル格納部 1 0 0 5 において特定する(図 1 0 : ステップ S 5 1)。更新停止フラグが「O N」である場合、レプリカ管理部 1 0 0 3 によるレプリカ領域 1 2 0 8 の更新は行われない。更新停止フラグが「O F F」である場合、レプリカ管理部 1 0 0 3 によるレプリカ領域 1 2 0 8 の更新は行われる。

#### 【0035】

レプリカ管理部 1 0 0 3 は、特定された更新停止フラグを「O N」に設定する(ステップ S 5 3)。そして処理を終了する。

50

## 【0036】

以上のような処理を実行すれば、データを主記憶領域1207に書き込んでいる間にレプリカ領域1208が更新されてしまうことを防止できるようになる。

## 【0037】

図8の説明に戻り、データ転送部1001は、並行書き込み処理を実行する（ステップS25）。並行書き込み処理については、図11乃至図12を用いて説明する。

## 【0038】

まず、データ転送部1001は、データが書き込まれるページのうち未処理のページを1つ特定する（図11：ステップS61）。

## 【0039】

データ転送部1001は、ステップS61において特定されたページの主記憶領域1207及びレプリカ領域1208の世代を管理テーブル格納部1005において特定する（ステップS63）。

10

## 【0040】

データ転送部1001は、ステップS63において特定された世代が一致するか判断する（ステップS65）。世代が一致する場合（ステップS65：Yesルート）、データ転送部1001は、ステップS61において特定されたページについてのデータを主記憶領域1207に書き込む（ステップS67）。

## 【0041】

一方、世代が一致しない場合（ステップS65：Noルート）、データ転送部1001は、書き込みの量が1ページの容量の半分以上であるか判断する（ステップS69）。書き込みの量が1ページの容量の半分以上である場合（ステップS69：Yesルート）、データ転送部1001は、ステップS61において特定されたページについてのデータをレプリカ領域1208に書き込む（ステップS71）。書き込みの量が1ページの容量の半分未満である場合（ステップS69：Noルート）、データ転送部1001は、CRCの実行と並行した書き込みを行わない。よって、ステップS73の処理に移行する。

20

## 【0042】

データ転送部1001は、管理テーブル格納部1005におけるデータ転送回数の更新を、レプリカ管理部1003に要求する（ステップS73）。

## 【0043】

ここで、レプリカ管理部1003が実行する処理について図12を用いて説明する。レプリカ管理部1003は、ステップS61において特定されたページに対応する即時更新フラグを管理テーブル格納部1005から特定し、特定された即時更新フラグを「ON」に設定する（図12：ステップS81）。即時更新フラグが「ON」である場合、レプリカ管理部1003によってレプリカ領域1208の更新が優先的に行われるようになる。但し、即時更新フラグが「ON」であっても更新停止フラグが「ON」である場合には、レプリカ領域1208の更新は行われない。即時更新フラグが「OFF」である場合、レプリカ管理部1003によるレプリカ領域1208の更新は優先的には行われない。

30

## 【0044】

レプリカ管理部1003は、ステップS61において特定されたページに対応するデータ転送回数を管理テーブル格納部1005から特定し、特定されたデータ転送回数を1インクリメントする（ステップS83）。データ転送回数を管理する理由は、データ転送される頻度が高い主記憶領域1207についてはレプリカ領域1208の更新頻度を高くするためである。そして処理を終了する。

40

## 【0045】

このような処理を実行すれば、データの書き込みが問題なく完了した後にはレプリカ領域1208の更新を行えるようになる。

## 【0046】

図11の説明に戻り、データ転送部1001は、未処理のページが有るか判断する（ステップS75）。未処理のページが有る場合（ステップS75：Yesルート）、次のペ

50

ージについて処理するため、ステップ S 61 の処理に戻る。一方、未処理のページが無い場合（ステップ S 75：No ルート）、元の処理に戻る。

【0047】

以上のような処理を実行すれば、CRC 実行部 1002 が CRC を実行中にデータ転送部 1001 がデータの書き込みを行えるようになる。但し、例えば CRC によって誤りが検出されたデータをメモリに書き込むような事態が生じ得るため、以下の処理を実行することによってそのような事態を回避する。

【0048】

図 8 の説明に戻り、データ転送部 1001 は、CRC 実行部 1002 から CRC の結果を受け取るまで待機する（ステップ S 27）。既に CRC の結果を受け取った場合には、  
10 本ステップは省略される。

【0049】

そして、データ転送部 1001 は、CRC 実行部 1002 から受け取った CRC の結果が「誤り有り」を示しているか判断する（ステップ S 29）。CRC の結果が「誤り有り」を示していない（すなわち、「誤り無し」を示している）場合（ステップ S 29：No ルート）、データ転送部 1001 は、正常時における対応処理を実行する（ステップ S 31）。一方、CRC の結果が「誤り有り」を示している場合（ステップ S 29：Yes ルート）、データ転送部 1001 は、異常時における対応処理を実行する（ステップ S 33）。

【0050】

まず、正常時における対応処理について、図 13 乃至図 16 を用いて説明する。データ転送部 1001 は、データが書き込まれるページのうち未処理のページを 1 つ特定する（  
20 図 13：ステップ S 91）。

【0051】

データ転送部 1001 は、ステップ S 91 において特定されたページの主記憶領域 1207 及びレプリカ領域 1208 の世代を管理テーブル格納部 1005 において特定する（  
20 ステップ S 93）。

【0052】

データ転送部 1001 は、ステップ S 93 において特定された世代が一致するか判断する（ステップ S 95）。世代が一致する場合（ステップ S 95：Yes ルート）、データ  
30 は主記憶領域 1207 に書き込まれており且つデータに誤りが無いので、ステップ S 107 の処理に移行する。一方、世代が一致しない場合（ステップ S 95：No ルート）、データ転送部 1001 は、書き込みの量が 1 ページの容量の半分以上であるか判断する（ステップ S 97）。

【0053】

書き込みの量が 1 ページの容量の半分以上である場合（ステップ S 97：Yes ルート）、データ転送部 1001 は、切替処理を主記憶管理部 1004 に要求する（ステップ S 101）。

【0054】

ここで、主記憶管理部 1004 が実行する切替処理について図 14 を用いて説明する。  
40 まず、主記憶管理部 1004 は、ステップ S 91 において特定されたページに対応するレプリカ領域 1208 のアドレス及び主記憶領域 1207 のアドレスを管理テーブル格納部 1005 から特定する（図 14：ステップ S 111）。

【0055】

主記憶管理部 1004 は、レプリカ領域 1208 のアドレスと主記憶領域 1207 のア  
ドレスとを管理テーブル格納部 1005 において交換する（ステップ S 113）。そして  
処理を終了する。

【0056】

ステップ S 113 の処理によって、図 15 に示すように、レプリカ領域 1208 であつたメモリ領域が主記憶領域 1207 として利用されるように切り替えが行われる。図 15  
50

においては、斜線部分はデータが書き込まれた領域を表しており、レプリカ領域1208にデータが書き込まれている。これは、世代が一致しない場合であって且つ書き込みの量が1ページの容量の半分以上である場合には、ステップS71においてレプリカ領域1208にデータが書き込まれるからである。なお、レプリカ領域1208に書き込まれたデータに誤りが無いことはステップS29において確認されている。

【0057】

図13の説明に戻り、データ転送部1001は、書き込みの量が1ページの容量未満であるか判断する(ステップS103)。すなわち、書き込みの量が1ページの容量の半分以上であり且つ1ページの容量未満であるか判断する。

【0058】

書き込みの量が1ページの容量未満でない場合(ステップS103:Noルート)、書き込みの量は1ページの容量と同じである。その場合には、ステップS107の処理に移行する。一方、書き込みの量が1ページの容量未満である場合(ステップS103:Yesルート)、データ転送部1001は、データが書き込まれた領域以外の領域に格納されているデータをレプリカ領域1208から主記憶領域1207にコピーする(ステップS105)。

【0059】

ステップS105の処理について、図16を用いて説明する。ステップS105の処理を実行する場合には、既にステップS101の処理を実行済みである。従って、ステップS101の処理によって、元々レプリカ領域1208であったメモリ領域が主記憶領域1207に切り替えられている。但し、元々主記憶領域1207であったメモリ領域のうちデータの書き込み範囲以外の範囲(図16における斜線部分以外の部分)は、主記憶領域1207として利用されていた間に別の処理によって更新された可能性がある。そこで、切り替えが行われた後、当該範囲に格納されているデータについては、主記憶領域1207に書き戻す処理を実行する。

【0060】

図13の説明に戻り、ステップS97において書き込みの量が1ページの容量の半分以上ではない(すなわち、半分未満である)と判断された場合(ステップS97:Noルート)、データ転送部1001は、データを主記憶領域1207に書き込む(ステップS99)。書き込みの量が1ページの容量の半分未満である場合には、並行書き込み処理は実行されないので、ステップS99の段階で書き込みが行われる。書き込みが行われるのは、CRCの実行後であるから、従来の技術と同じタイミングである。また、データに誤りが無い場合に主記憶領域1207に書き込むという処理は、従来技術と同じである。このようにしたのは、書き込み量が1ページの容量の半分未満であるため、書き込み範囲以外について書き込みを行うよりも書き込み量が少ないからである。

【0061】

そして、データ転送部1001は、未処理のページが有るか判断する(ステップS107)。未処理のページが有る場合(ステップS107:Yesルート)、次のページについて処理するため、ステップS91の処理に戻る。一方、未処理のページが無い場合(ステップS107:Noルート)、元の処理に戻る。

【0062】

以上のような処理を実行すれば、データに誤りが無いことが確認された場合には、そのデータを主記憶領域1207に適切に反映することができるようになる。

【0063】

次に、異常時における対応処理について、図17乃至図21を用いて説明する。

【0064】

まず、データ転送部1001は、データが書き込まれるページのうち未処理のページを1つ特定する(図17:ステップS121)。

【0065】

データ転送部1001は、ステップS121において特定されたページの主記憶領域1

10

20

30

40

50

207 及びレプリカ領域1208の世代を管理テーブル格納部1005において特定する(ステップS123)。

【0066】

データ転送部1001は、ステップS123において特定された世代が一致するか判断する(ステップS125)。世代が一致しない場合(ステップS125:Noルート)、ステップS25の処理により、データが書き込まれている場合にはレプリカ領域1208に書き込まれている。よって、レプリカ領域1208のデータを破棄すればよく、主記憶領域1207に対しては処理を行わなくてもよいので、ステップS133の処理に移行する。

【0067】

ステップS125のNoルートに該当するケースは、例えば図18に示すように、レプリカ領域1208に書き込まれたデータの量が1ページの容量と等しいケースがある。図18においては、バツ印の部分が、書き込まれたデータの範囲を表す。また、図19に示すように、書き込まれたデータの量が1ページの容量の半分以上且つ1ページの容量未満であるケースも該当する。図19においても、バツ印の部分が、書き込まれたデータの範囲を表す。書き込まれたデータには誤りが有るため、レプリカ領域1208内のデータは破棄される。

【0068】

一方、世代が一致する場合(ステップS125:Yesルート)、データ転送部1001は、書き込み量が1ページの容量と同じであるか判断する(ステップS127)。書き込み量が1ページの容量と同じである場合(ステップS127:Yesルート)、データ転送部1001は、切替処理の実行を主記憶管理部1004に要求する(ステップS131)。主記憶管理部1004が実行する切替処理については、図14を用いて説明したとおりである。

【0069】

世代が一致する場合には、図20に示すように、データは主記憶領域1207に書き込まれている。図20においては、バツ印の部分が、書き込まれたデータの範囲を表す。このような場合には、管理テーブル格納部1005においてアドレスを交換することによって、主記憶領域1207とレプリカ領域1208とを迅速に切り替えることができるようになる。

【0070】

一方、書き込み量が1ページの容量と同じではない場合(ステップS127:Noルート)、データ転送部1001は、書き込み範囲に格納されているデータをレプリカ領域1208から主記憶領域1207にコピーする(ステップS129)。

【0071】

例えば書き込み量が1ページの容量の半分以上且つ1ページの容量未満である場合には、主記憶領域1207における書き込み範囲以外の範囲におけるデータが、別の処理によって更新されている可能性がある。そこで、図21に示すように、1ページ全体を入れ替えるのではなく、書き込み範囲についてはレプリカ領域1208のデータを用いて復旧し、書き込み範囲以外の範囲についてはそのままの状態にする。

【0072】

データ転送部1001は、未処理のページが有るか判断する(ステップS133)。未処理のページが有る場合(ステップS133:Yesルート)、次のページについて処理するため、ステップS121の処理に戻る。一方、未処理のページが無い場合(ステップS121:Noルート)、元の処理に戻る。

【0073】

以上のような処理を実行すれば、データにおける誤りが検出された場合においても、誤りが無いデータを復旧することができるようになる。

【0074】

図8の説明に戻り、データ転送部1001は、主記憶領域1207の世代の更新を主記

10

20

30

40

50

憶管理部 1004 に要求する（ステップ S 35）。

【0075】

ここで、主記憶管理部 1004 が実行する処理について図 22 を用いて説明する。主記憶管理部 1004 は、データが書き込まれたページに対応する世代を、管理テーブル格納部 1005 において特定する（図 22：ステップ S 141）。

【0076】

主記憶管理部 1004 は、特定された世代を 1 インクリメントする（ステップ S 143）。そして処理を終了する。

【0077】

このような処理を実行すれば、主記憶領域 1207 の世代管理を適切に行えるようになる。

10

【0078】

図 8 の説明に戻り、データ転送部 1001 は、レプリカ領域 1208 の更新の再開をレプリカ管理部 1003 に要求する（ステップ S 37）。そして元の処理に戻る。

【0079】

ここで、レプリカ管理部 1003 が実行する処理について図 23 を用いて説明する。レプリカ管理部 1003 は、データが書き込まれたページに対応する更新停止フラグを、管理テーブル格納部 1005 において特定する（図 23：ステップ S 151）。レプリカ管理部 1003 は、特定された更新停止フラグを「OFF」に設定する（ステップ S 153）。そして処理を終了する。

20

【0080】

このような処理を実行すれば、レプリカ領域 1208 の更新が停止したままになってしまう事態を回避できるようになる。

【0081】

また、上で説明したように書き込み処理を実行すれば、メモリへのデータの書き込みと CRC とが並行して行われるので、CRC の実行後にメモリへのデータの書き込みを実行する場合と比較して、書き込みの完了までに要する時間が短くなる。

【0082】

図 7 の説明に戻り、データ転送部 1001 は、リード命令において指定された処理が完了したことを OS に通知する（ステップ S 15）。そして処理を終了する。

30

【0083】

以上のような処理を実行すれば、CRC を実行中においても書き込みを行えるので、メモリ領域に書き込まれるデータに誤りが無いことを保証しつつ、書き込み性能を向上させることができるようになる。

【0084】

図 24 に、本実施の形態における処理の概要を表すシーケンス図を示す。本シーケンス図は、主記憶領域 1207 及びレプリカ領域 1208 の世代が一致するためデータを主記憶領域 1207 に書き込む場合の処理のシーケンス図である。

【0085】

まず、データ転送部 1001 は、OS からリード命令を受信する（ステップ S 1001）。データ転送部 1001 は、FC カードにリード命令を送信する（ステップ S 1002）。データ転送部 1001 は、データがデータ転送バッファ 1209 に到着したことを示すデータを FC カードからを受信する（ステップ S 1003）。

40

【0086】

ステップ S 1001 乃至ステップ S 1003 が実行されている間、レプリカ管理部 1003 は、自律的にレプリカ領域 1208 を更新する（ステップ S 3001）。但し、上で述べたように、レプリカ領域 1208 の更新はデータの転送と非同期で行われているのであり、データの転送があった場合に更新が行われるわけではない。

【0087】

データ転送部 1001 は、データを主記憶領域 1207 に書き込む（ステップ S 100）。

50

4)。ステップS1004の処理と並行して、CRC実行部1002は、CRCを実行する(ステップS2001)。また、レプリカ管理部1003は、更新停止フラグを「ON」に設定することによって、レプリカ領域1208の更新を停止する(ステップS3002)。

#### 【0088】

データ転送部1001は、CRC実行部1002からCRCの結果を受け取る。そして、データ転送部1001は、データに誤りが有る場合には主記憶領域1207とレプリカ領域1208とを切り替える(ステップS1005)。

#### 【0089】

データ転送部1001は、リード命令において指定された処理が完了した旨をOSに通知する(ステップS1006)。一方、レプリカ管理部1003は、更新停止フラグを「OFF」に設定することによって、レプリカ領域1208の更新を再開する(ステップS3003)。

#### 【0090】

このように、データの書き込みと誤り検出とを並行して行うことによって、早期にデータの書き込みを開始できるので、データの書き込みが完了するまでの時間を短縮することができるようになる。

#### 【0091】

また、主記憶領域1207に書き込まれたデータに誤りが検出された場合には、レプリカ領域1208内のデータによってデータを復旧でき、主記憶領域1207に書き込まれたデータに誤りが無い場合には、特に何も対処を行わなくても問題は無い。よって、メモリに書き込まれるデータに誤りが無いことを保証できるようになる。

#### 【0092】

なお、上では、OSからのリード命令に関連する処理を説明したが、OSからの一般命令に関連する処理についても一応説明する。ここでは、図25を用いて、一般命令の受信時に主記憶管理部1004が世代の更新を行う処理について説明する。

#### 【0093】

まず、主記憶管理部1004は、データが書き込まれたページに対応する主記憶領域1207の世代を、管理テーブル格納部1005において特定する(図25:ステップS161)。

#### 【0094】

主記憶管理部1004は、特定された世代を1インクリメントする(ステップS143)。そして処理を終了する。

#### 【0095】

このような処理を実行すれば、一般命令によって主記憶領域1207への書き込みが行われた場合においても、適切に対処できるようになる。

#### 【0096】

次に、図25乃至図31を用いて、レプリカ管理部1003がレプリカ領域1208を更新する処理について説明する。

#### 【0097】

まず、レプリカ管理部1003は管理データ格納部1005において管理されているページのうち未処理のページを1つ特定する(図25:ステップS171)。以下では、ステップS171において特定されたページを「処理対象のページ」と呼ぶ。

#### 【0098】

レプリカ管理部1003は、処理対象のページに対応する即時更新フラグを、管理テーブル格納部1005から特定する(ステップS173)。

#### 【0099】

レプリカ管理部1003は、ステップS173において特定された即時更新フラグが「ON」であるか判断する(ステップS175)。即時更新フラグが「ON」である場合(ステップS175:Yesルート)、ステップS171において特定されたページの識別

10

20

30

40

50

情報を即時更新リストに追加する（ステップS177）。

【0100】

図27に、更新リスト格納部1006に格納される即時更新リストの一例を示す。図27の例では、更新される順番を示す情報と、ページの識別情報とが格納される。即時更新リストに識別情報が格納されているページは、即時更新リストに識別情報が格納されていないページよりも優先して更新される。

【0101】

一方、即時更新フラグが「ON」ではない場合（ステップS175：Noルート）、レプリカ管理部1003は、処理対象のページの識別情報を通常更新リストに追加する（ステップS179）。

10

【0102】

図28に、更新リスト格納部1006に格納される通常更新リストの一例を示す。図28の例では、更新される順番を示す情報と、ページの識別情報とが格納される。

【0103】

レプリカ管理部1003は、処理対象のページに対応するデータ転送回数を、管理テーブル格納部1005から特定する（ステップS181）。そして、レプリカ管理部1003は、特定されたデータ転送回数を所定の値（例えば100）で割る（ステップS183）。

【0104】

レプリカ管理部1003は、ステップS183の処理によって得られた商が0であるか判断する（ステップS185）。商が0ではない場合（ステップS187：Noルート）、レプリカ管理部1003は、処理対象のページの識別情報を追加更新リストに追加する（ステップS187）。そしてステップS189の処理に移行する。なお、ステップS187においては、商の値と同じ数のエントリを追加更新リストに追加する。例えば、処理対象のページがページ1であり、商の値が3である場合には、ページ1について3つのエントリを追加更新リストに追加する。これにより、データ転送が頻繁に行われるページほど頻繁に更新が行われるようになる。

20

【0105】

図29に、更新リスト格納部1006に格納される追加更新リストの一例を示す。図29の例では、更新される順番を示す情報と、ページの識別情報とが格納される。追加更新リストに識別情報が登録されているページは、通常の更新だけでなく追加的な更新も行われる。

30

【0106】

一方、商が0である場合（ステップS185：Yesルート）、レプリカ管理部1003は、未処理のページが有るか判断する（ステップS189）。未処理のページが有る場合（ステップS189：Yesルート）、ステップS171の処理に戻る。未処理のページが無い場合（ステップS189：Noルート）、処理は端子Aを介して図30のステップS191に移行する。

【0107】

図30の説明に移行し、レプリカ管理部1003は、即時更新リストから未処理のページのうち先頭のページを1つ特定する（ステップS191）。そして、レプリカ管理部1003は、特定されたページのレプリカ領域1208を、主記憶領域1207に格納されているデータによって更新する（ステップS193）。

40

【0108】

レプリカ管理部1003は、即時更新リストに未処理のページが有るか判断する（ステップS195）。未処理のページが有る場合（ステップS195：Yesルート）、ステップS191の処理に戻る。

【0109】

一方、未処理のページが無い場合（ステップS195：Noルート）、レプリカ管理部1003は、通常更新リストに含まれるページの数と追加更新リストに含まれるページの

50

数との合計 P を算出する（ステップ S 197）。

【0110】

レプリカ管理部 1003 は、追加更新リストに含まれるページの数で P を割ることによって得られた商によって、ループ回数を割る（ステップ S 199）。ループ回数とは、ステップ S 199 の処理を既に実行した回数に 1 を加えた数と同義である。例えばステップ S 199 の処理を初めて実行する場合には、ループ回数は 1 である。

【0111】

レプリカ管理部 1003 は、ステップ S 199 の計算によって得られた余りが 0 であるか判断する（ステップ S 201）。余りが 0 である場合（ステップ S 201：Y e s ルート）、レプリカ管理部 1003 は、追加更新リストから先頭のページを特定し、特定されたページのレプリカ領域 1208 を、主記憶領域 1207 に格納されているデータによって更新する（ステップ S 203）。一方、余りが 0 ではない場合（ステップ S 201：N o ルート）、レプリカ管理部 1003 は、通常更新リストから先頭のページを特定し、特定されたページのレプリカ領域 1208 を、主記憶領域 1207 に格納されているデータによって更新する（ステップ S 205）。

【0112】

レプリカ管理領域 1203 は、更新回数が P 回に達したか判断する（ステップ S 207）。更新回数が P 回に達していない場合（ステップ S 207：N o ルート）、次の更新を行うため、ステップ S 199 の処理に戻る。

【0113】

一方、更新回数が P 回に達した場合（ステップ S 207：Y e s ルート）、レプリカ管理部 1003 は、処理を終了するか判断する（ステップ S 209）。処理を終了する場合は、例えば、情報処理装置 1 の管理者から処理の終了を指示された場合である。処理を終了しない場合（ステップ S 209：N o ルート）、処理は端子 B を介して図 26 のステップ S 171 に戻る。一方、処理を終了する場合（ステップ S 209：Y e s ルート）、処理を終了する。

【0114】

なお、図 27 乃至図 29 に示したデータが即時更新リスト、通常更新リスト及び追加更新リストに格納されている場合、実際にページが更新される順番は、図 31 に示すようになる。図 31 に示すように、即時更新リストに登録されているページ（ここでは、ページ 1 及びページ 4）は優先的に更新され、その後に通常更新リスト及び追加更新リストに登録されているページ（ここでは、ページ 2、ページ 3、ページ 5 及びページ 6）が更新される。

【0115】

以上のような処理を実行すれば、データの転送とは非同期にレプリカ領域 1208 を更新できるようになる。

【0116】

以上本発明の一実施の形態を説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、上で説明した情報処理装置 1 の機能ブロック構成は実際のプログラムモジュール構成に一致しない場合もある。

【0117】

また、上で説明した各テーブルの構成は一例であって、上記のような構成でなければならないわけではない。さらに、処理フローにおいても、処理結果が変わらなければ処理の順番を入れ替えることも可能である。さらに、並列に実行させるようにしても良い。

【0118】

なお、レプリカ管理部 1003 によるレプリカ領域 1208 の更新は、データ転送とは非同期且つ自律的に行われるのであれば、上で述べたような方法以外の方法で更新してもよい。

【0119】

以上述べた本発明の実施の形態をまとめると、以下のようになる。

10

20

30

40

50

**【 0 1 2 0 】**

本実施の形態の第1の態様に係る書き込み制御方法は、(A)第1のメモリ領域内のデータの複製が格納される第2のメモリ領域に対して第1のメモリ領域内のデータの複製を書き込む処理を停止し、(B)第1のメモリ領域に書き込まれる書き込みデータに対する誤り検出と、書き込みデータを第1のメモリ領域に書き込む処理とを並行して実行し、(C)書き込みデータについて誤りが検出された場合に、第2のメモリ領域に格納されているデータを用いて、書き込みデータが格納される前の第1のメモリ領域に格納されていたデータを復旧する処理を含む。

**【 0 1 2 1 】**

このようにすれば、誤り検出を実行中においても書き込みを行えるので、メモリ領域に書き込まれるデータに誤りが無いことを保証しつつ、書き込み性能を向上させることができるようになる。なお、単に処理を並列化しただけだと、第1のメモリ領域内のデータを復旧できなくなる場合がある。しかし、上で述べたように第2のメモリ領域へのデータの書き込みを停止しておけば、書き込み前の第1のメモリ領域内のデータを保存できるので、復旧を問題なく行える。

10

**【 0 1 2 2 】**

また、本書き込み制御方法が、(D)書き込みデータの量が、第1のメモリ領域の容量と同じであるか判断する処理をさらに含むようにしてもよい。そして、第1のメモリ領域に格納されていたデータを復旧する処理において、(c1)書き込みデータの量が第1のメモリ領域の容量と同じである場合に、第1のメモリ領域と第2のメモリ領域とを切り替えてよい。このようにすれば、メモリ領域全体を簡便にデータを復旧できるようになる。

20

**【 0 1 2 3 】**

また、第1のメモリ領域に格納されていたデータを復旧する処理において、(c2)書き込みデータの量が第1のメモリ領域の容量と同じではない場合に、第1のメモリ領域において書き込みデータが書き込まれた範囲と同じ範囲のデータを第2のメモリ領域から読み出し、第1のメモリ領域において書き込みデータが書き込まれた範囲に書き込んでもよい。書き込みデータの量が第1のメモリ領域の容量と同じではない場合には、全体を切り替えると、書き込みデータが書き込まれた範囲以外の範囲において更新されたデータが消えてしまうことがある。そこで、上で述べたような処理を実行すれば、書き込みデータが書き込まれた範囲以外については更新後のデータを残すことができるようになる。

30

**【 0 1 2 4 】**

また、複製を書き込む処理を停止する処理は、(a1)第1のメモリ領域の世代と第2のメモリ領域の世代と同じである場合に実行されてもよい。世代が同じである場合には、通常どおり第1のメモリ領域に書き込めば、誤りが検出されたとしても適切にデータを復旧できるようになる。

**【 0 1 2 5 】**

また、第1のメモリ領域内のデータの複製を第2のメモリ領域に格納する処理は、書き込みデータを第1のメモリ領域に書き込む処理とは非同期で行われてもよい。書き込みデータを第2のメモリ領域に書き込む処理と同じタイミングで行われる場合には、書き込み前のデータを保存しておくことができなくなる。そこで、上で述べたようにすれば、書き込み前のデータを保存しておくことができるようになる。

40

**【 0 1 2 6 】**

本実施の形態の第2の態様にかかる書き込み制御方法は、(E)第1のメモリ領域内のデータの複製が格納される第2のメモリ領域に対して第1のメモリ領域内のデータの複製を書き込む処理を停止し、(F)第2のメモリ領域に書き込まれる書き込みデータに対する誤り検出と、書き込みデータを第2のメモリ領域に書き込む処理とを並行して実行し、(G)書き込みデータについて誤りが検出されなかった場合に、主記憶として利用される領域を第1のメモリ領域から第2のメモリ領域に切り替える、又は、第2のメモリ領域内のデータを第1のメモリ領域に反映する処理を含む。

50

## 【0127】

また、本書き込み制御方法が、(H)書き込みデータの量が、第1のメモリ領域の容量の半分以上であるか判断する処理をさらに含むようにしてもよい。そして、第1のメモリ領域から第2のメモリ領域に切り替える処理において、(g1)書き込みデータの量が第1のメモリ領域の容量の半分以上である場合に、第1のメモリ領域と第2のメモリ領域とを切り替えてよい。このようにすれば、メモリ領域全体を簡便に切り替えることができるようになる。

## 【0128】

また、(I)書き込みデータの量が第1のメモリ領域の容量の半分以上である場合に、書き込みデータの量が第1のメモリ領域の容量未満であるか判断する処理をさらに含むようにしてもよい。そして、第1のメモリ領域に反映する処理において、(g2)書き込みデータの量が第1のメモリ領域の容量未満且つ半分以上である場合に、第1のメモリ領域において書き込みデータが書き込まれた範囲以外の範囲と同じ範囲のデータを第2のメモリ領域から読み出し、第1のメモリ領域において書き込みデータが書き込まれた範囲以外の範囲に書き込んでもよい。第2のメモリ領域においては、書き込みデータが書き込まれた範囲以外の範囲においてもデータが更新されている場合があるので、領域全体を切り替えると、更新後のデータが消えることになる。そこで、上で述べたようにすれば、このような事態を回避できるようになる。

10

## 【0129】

また、第1のメモリ領域内のデータの複製を書き込む処理を停止する処理は、(e1)第1のメモリ領域の世代と第2のメモリ領域の世代とが同じではない場合に実行されてもよい。世代が同じではない場合、複製が格納される第2のメモリ領域内のデータは主記憶として利用される第1のメモリ領域内のデータよりも古くなることになる。よって、第1のメモリ領域に書き込みデータを書き込むと、現時点における第1の領域内のデータよりも古いデータでしか復旧を行えなくなる。そこで、上で述べたようにすることで、このような事態を回避できるようになる。

20

## 【0130】

また、第1のメモリ領域内のデータの複製を第2のメモリ領域に格納する処理は、書き込みデータを第1のメモリ領域に書き込む処理とは非同期で行われてもよい。書き込みデータを第1のメモリ領域に書き込む処理と同じタイミングで行われる場合には、書き込み前のデータを保存しておくことができなくなる。そこで、上で述べたようにすれば、書き込み前のデータを保存しておくことができるようになる。

30

## 【0131】

また、第1のメモリ領域のアドレスと第2のメモリ領域とのアドレスとを交換することにより、第1のメモリ領域と第2のメモリ領域とを切り替えてよい。このようにすれば、切り替えを迅速に行えるようになる。

## 【0132】

なお、上記方法による処理をコンピュータに行わせるためのプログラムを作成することができ、当該プログラムは、例えばフレキシブルディスク、CD-ROM、光磁気ディスク、半導体メモリ、ハードディスク等のコンピュータ読み取り可能な記憶媒体又は記憶装置に格納される。尚、中間的な処理結果はメインメモリ等の記憶装置に一時保管される。

40

## 【0133】

以上の実施例を含む実施形態に関し、さらに以下の付記を開示する。

## 【0134】

## (付記1)

第1のメモリ領域内のデータの複製が格納される第2のメモリ領域に対して前記第1のメモリ領域内のデータの複製を書き込む処理を停止し、

前記第1のメモリ領域に書き込まれる書き込みデータに対する誤り検出と、前記書き込みデータを前記第1のメモリ領域に書き込む処理とを並行して実行し、

前記書き込みデータについて誤りが検出された場合に、前記第2のメモリ領域に格納さ

50

れているデータを用いて、前記書き込みデータが格納される前の前記第1のメモリ領域に格納されていたデータを復旧する

処理をコンピュータに実行させるための書き込み制御プログラム。

【0135】

(付記2)

前記書き込みデータの量が、前記第1のメモリ領域の容量と同じであるか判断する

処理をさらに実行させ、

前記第1のメモリ領域に格納されていたデータを復旧する処理において、

前記書き込みデータの量が前記第1のメモリ領域の容量と同じである場合に、前記第1のメモリ領域と前記第2のメモリ領域とを切り替える

10

処理を実行する付記1記載の書き込み制御プログラム。

【0136】

(付記3)

前記第1のメモリ領域に格納されていたデータを復旧する処理において、

前記書き込みデータの量が前記第1のメモリ領域の容量と同じではない場合に、前記第1のメモリ領域において前記書き込みデータが書き込まれた範囲と同じ範囲のデータを前記第2のメモリ領域から読み出し、前記第1のメモリ領域において前記書き込みデータが書き込まれた範囲に書き込む

20

処理を実行する付記2記載の書き込み制御プログラム。

【0137】

(付記4)

前記複製を書き込む処理を停止する処理は、前記第1のメモリ領域の世代と前記第2のメモリ領域の世代とが同じである場合に実行される

ことを特徴とする付記1記載の書き込み制御プログラム。

【0138】

(付記5)

前記1のメモリ領域内のデータの複製を前記第2のメモリ領域に格納する処理は、前記書き込みデータを前記第1のメモリ領域に書き込む処理とは非同期で行われる

ことを特徴とする付記5記載の書き込み制御プログラム。

30

【0139】

(付記6)

第1のメモリ領域内のデータの複製が格納される第2のメモリ領域に対して前記第1のメモリ領域内のデータの複製を書き込む処理を停止し、

前記第2のメモリ領域に書き込まれる書き込みデータに対する誤り検出と、前記書き込みデータを前記第2のメモリ領域に書き込む処理とを並行して実行し、

前記書き込みデータについて誤りが検出されなかった場合に、主記憶として利用される領域を前記第1のメモリ領域から前記第2のメモリ領域に切り替える、又は、前記第2のメモリ領域内のデータを前記第1のメモリ領域に反映する

処理をコンピュータに実行させるための書き込み制御プログラム。

40

【0140】

(付記7)

前記書き込みデータの量が、前記第1のメモリ領域の容量の半分以上であるか判断する処理

をさらに実行させ、

前記第1のメモリ領域から前記第2のメモリ領域に切り替える処理において、

前記書き込みデータの量が前記第1のメモリ領域の容量の半分以上である場合に、前記第1のメモリ領域と前記第2のメモリ領域とを切り替える

処理を実行する付記6記載の書き込み制御プログラム。

【0141】

(付記8)

50

前記書き込みデータの量が前記第1のメモリ領域の容量の半分以上である場合に、前記書き込みデータの量が前記第1のメモリ領域の容量未満であるか判断する処理をさらに実行させ、

前記第2のメモリ領域内のデータを前記第1のメモリ領域に反映する処理において、

前記書き込みデータの量が前記第1のメモリ領域の容量未満且つ半分以上である場合に、前記第1のメモリ領域において前記書き込みデータが書き込まれた範囲以外の範囲と同じ範囲のデータを前記第2のメモリ領域から読み出し、前記第1のメモリ領域において前記書き込みデータが書き込まれた範囲以外の範囲に書き込む

処理を実行する付記7記載の書き込み制御プログラム。

【0142】

10

(付記9)

前記複製を書き込む処理を停止する処理は、前記第1のメモリ領域の世代と前記第2のメモリ領域の世代とが同じではない場合に実行される

ことを特徴とする付記6記載の書き込み制御プログラム。

【0143】

(付記10)

前記1のメモリ領域内のデータの複製を前記第2のメモリ領域に格納する処理は、前記書き込みデータを前記第1のメモリ領域に書き込む処理とは非同期で行われる

ことを特徴とする付記6記載の書き込み制御プログラム。

【0144】

20

(付記11)

前記第1のメモリ領域のアドレスと前記第2のメモリ領域とのアドレスとを交換することにより、前記第1のメモリ領域と前記第2のメモリ領域とを切り替える

ことを特徴とする付記6記載の書き込み制御プログラム。

【0145】

(付記12)

第1のメモリ領域内のデータの複製が格納される第2のメモリ領域に対して前記第1のメモリ領域内のデータの複製を書き込む処理を停止し、前記第1のメモリ領域に書き込みデータを書き込む第1処理部と、

前記第1処理部が前記第1のメモリ領域に前記書き込みデータを書き込む処理と並行して、前記書き込みデータに対する誤り検出を実行する第2処理部と、

前記書き込みデータについて誤りが検出された場合に、前記第2のメモリ領域に格納されているデータを用いて、前記書き込みデータが格納される前の前記第1のメモリ領域に格納されていたデータを復旧する第3処理部と、

を有するコンピュータ。

【0146】

30

(付記13)

第1のメモリ領域内のデータの複製が格納される第2のメモリ領域に対して前記第1のメモリ領域内のデータの複製を書き込む処理を停止し、

前記第1のメモリ領域に書き込まれる書き込みデータに対する誤り検出と、前記書き込みデータを前記第1のメモリ領域に書き込む処理とを並行して実行し、

前記書き込みデータについて誤りが検出された場合に、前記第2のメモリ領域に格納されているデータを用いて、前記書き込みデータが格納される前の前記第1のメモリ領域に格納されていたデータを復旧する

処理をコンピュータが実行する書き込み制御方法。

【0147】

40

(付記14)

第1のメモリ領域内のデータの複製が格納される第2のメモリ領域に対して前記第1のメモリ領域内のデータの複製を書き込む処理を停止し、前記第2のメモリ領域に書き込みデータを書き込む第1処理部と、

50

前記第1処理部が前記第2のメモリ領域に前記書き込みデータを書き込む処理と並行して、前記書き込みデータに対する誤り検出を実行する第2処理部と、

前記書き込みデータについて誤りが検出されなかった場合に、主記憶として利用される領域を前記第1のメモリ領域から前記第2のメモリ領域に切り替える第3処理部と、  
を有するコンピュータ。

【0148】

(付記15)

第1のメモリ領域内のデータの複製が格納される第2のメモリ領域に対して前記第1のメモリ領域内のデータの複製を書き込む処理を停止し、

前記第2のメモリ領域に書き込まれる書き込みデータに対する誤り検出と、前記書き込みデータを前記第2のメモリ領域に書き込む処理とを並行して実行し、10

前記書き込みデータについて誤りが検出されなかった場合に、主記憶として利用される領域を前記第1のメモリ領域から前記第2のメモリ領域に切り替える、又は、前記第2のメモリ領域内のデータを前記第1のメモリ領域に反映する

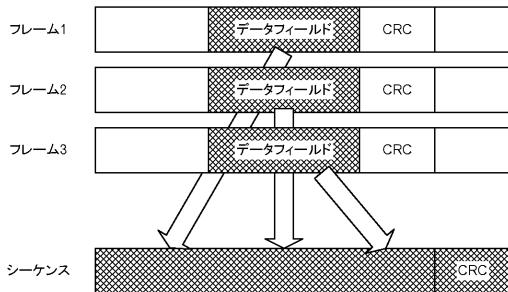
処理をコンピュータが実行する書き込み制御方法。

【符号の説明】

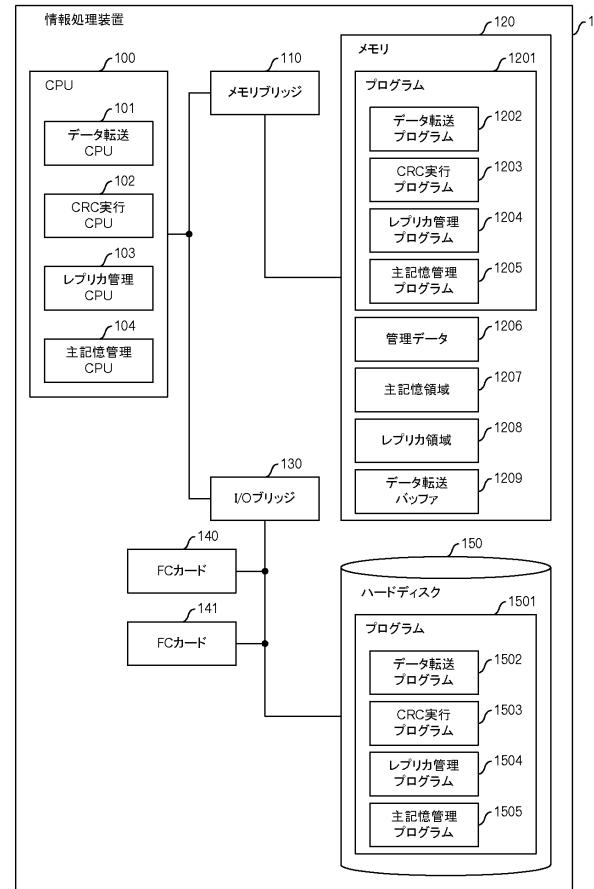
【0149】

1 情報処理装置	100	CPU	
101 データ転送CPU	102	CRC実行CPU	
103 レプリカ管理CPU	104	主記憶管理CPU	20
110 メモリブリッジ	120	メモリ	
1201 プログラム	1202	データ転送プログラム	
1203 CRC実行プログラム	1204	レプリカ管理プログラム	
1205 主記憶管理プログラム	1206	管理データ	
1207 主記憶領域	1208	レプリカ領域	
1209 データ転送バッファ	130	I/Oブリッジ	
140, 141 FCカード	150	ハードディスク	
1501 プログラム	1502	データ転送プログラム	
1503 CRC実行プログラム	1504	レプリカ管理プログラム	
1505 主記憶管理プログラム			30
1001 データ転送部	1002	CRC実行部	
1003 レプリカ管理部	1004	主記憶管理部	
1005 管理テーブル格納部	1006	更新リスト格納部	

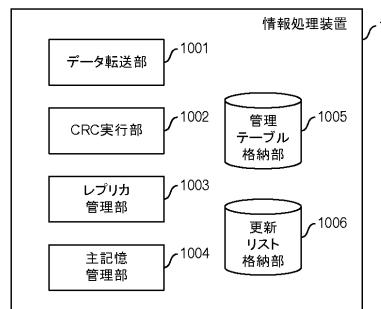
【 四 1 】



【 図 2 】

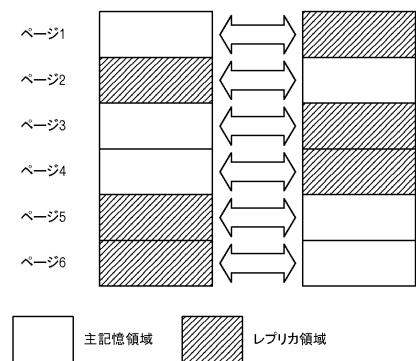


【 四 3 】

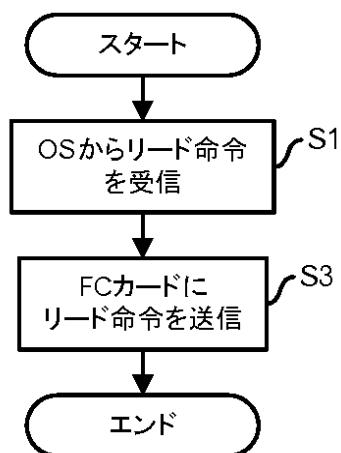


【 図 4 】

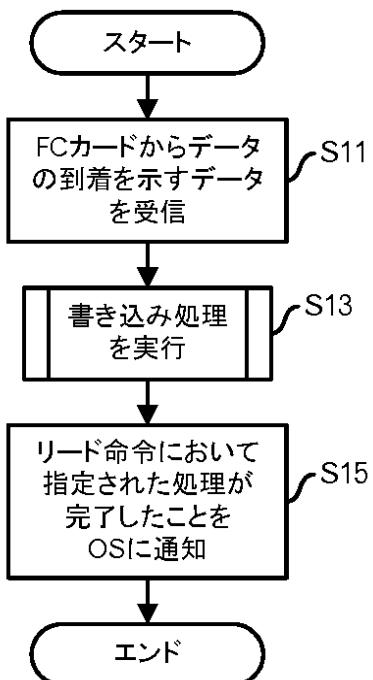
【図5】



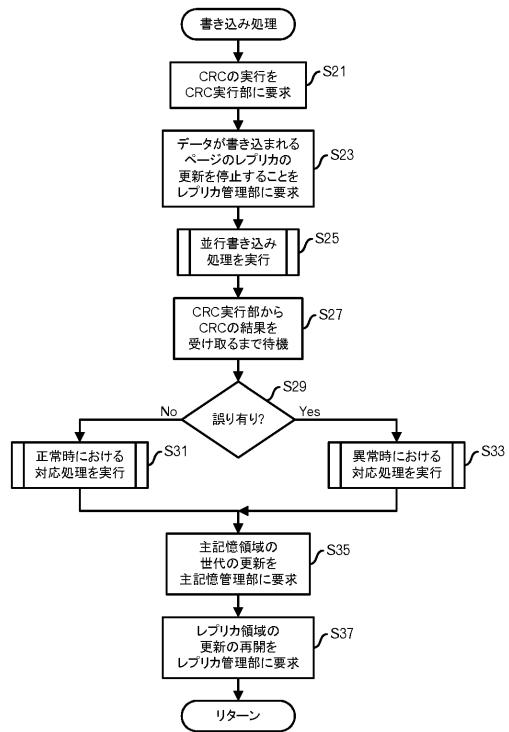
【図6】



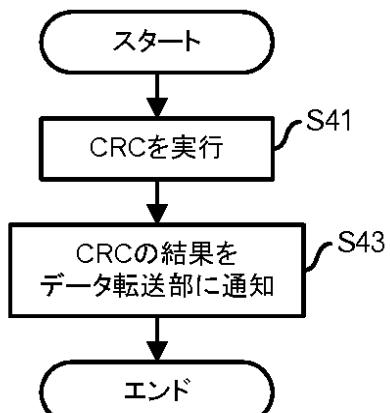
【図7】



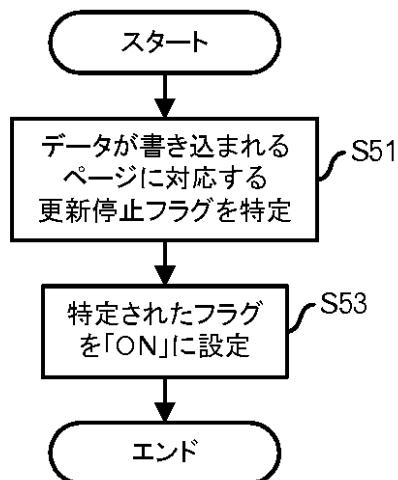
【図8】



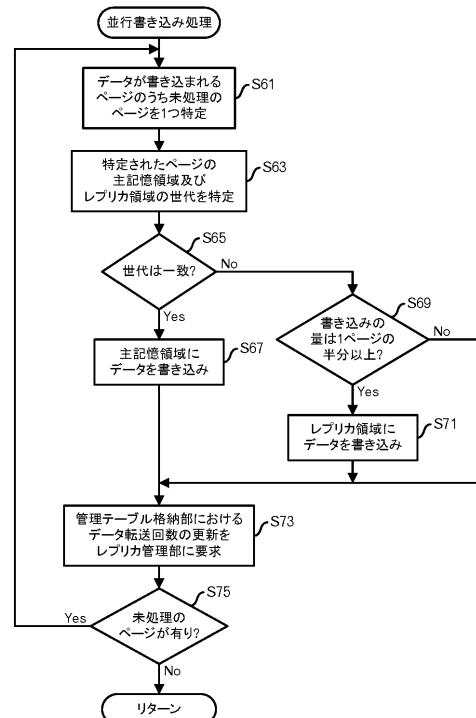
【図9】



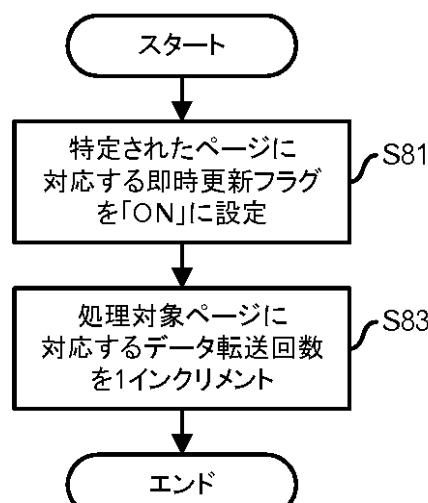
【図10】



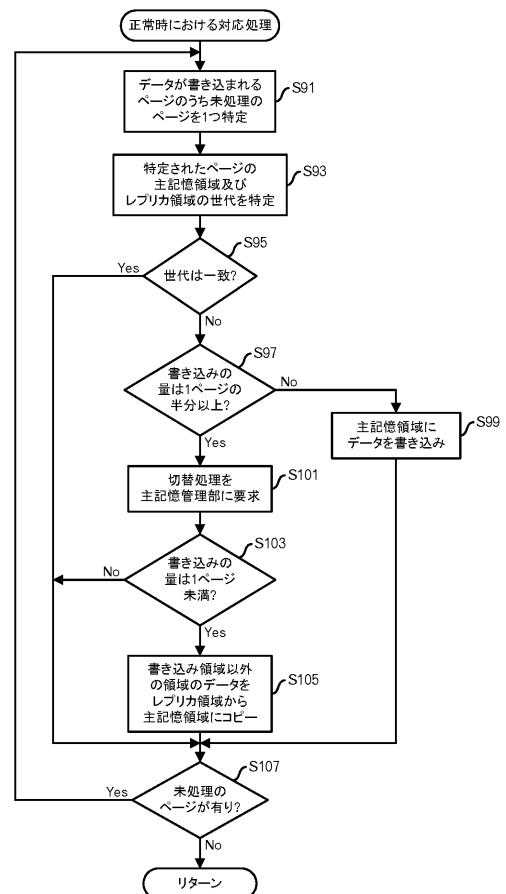
【図11】



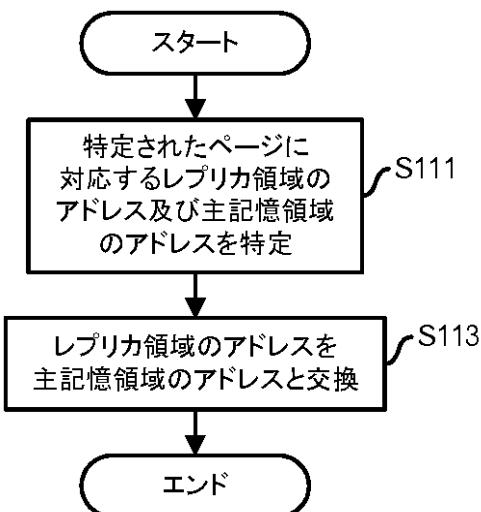
【図12】



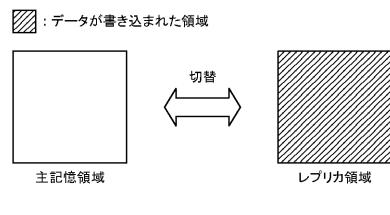
【図13】



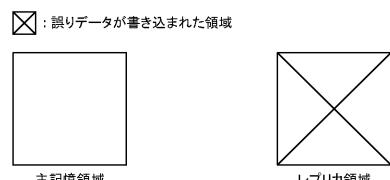
【図14】



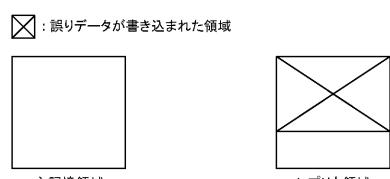
【図15】



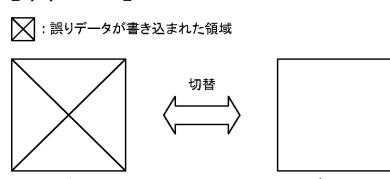
【図18】



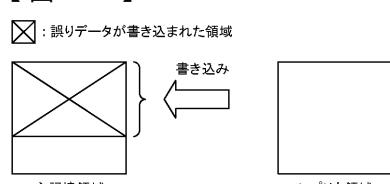
【図19】



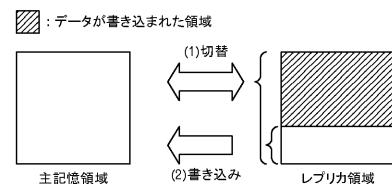
【図20】



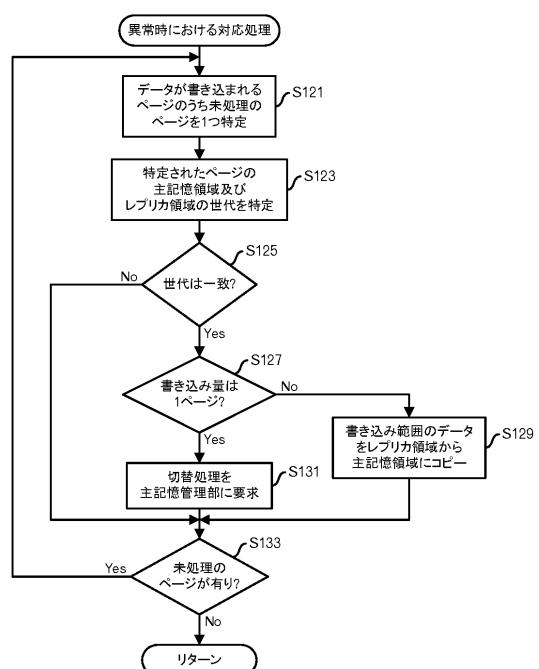
【図21】



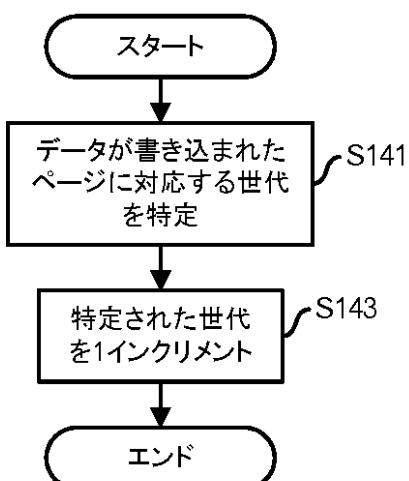
【図16】



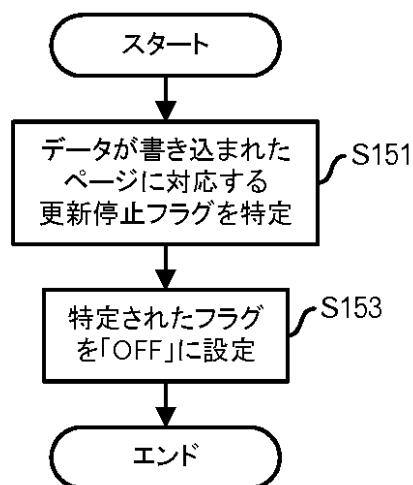
【図17】



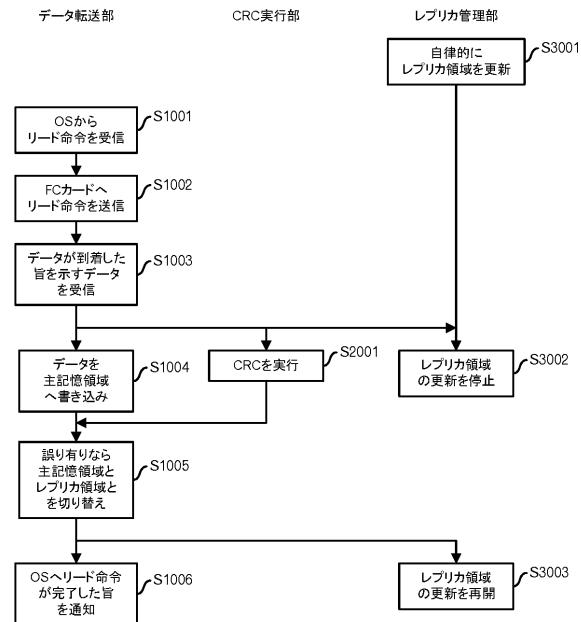
【図22】



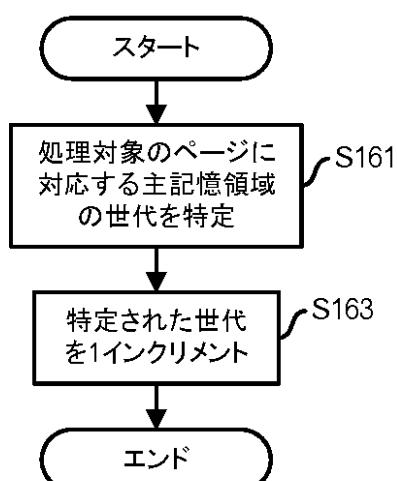
【図23】



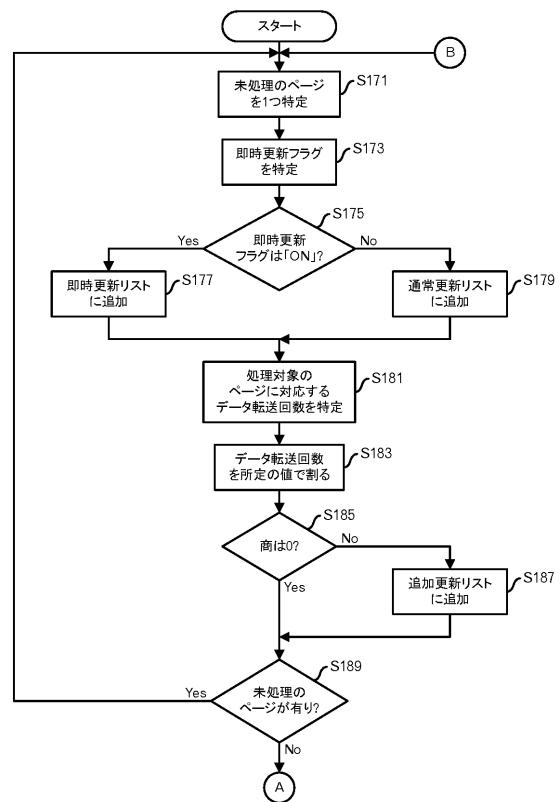
【図24】



【図25】



【図26】



【図27】

順番	ページ
1	ページ1
2	ページ4
⋮	⋮

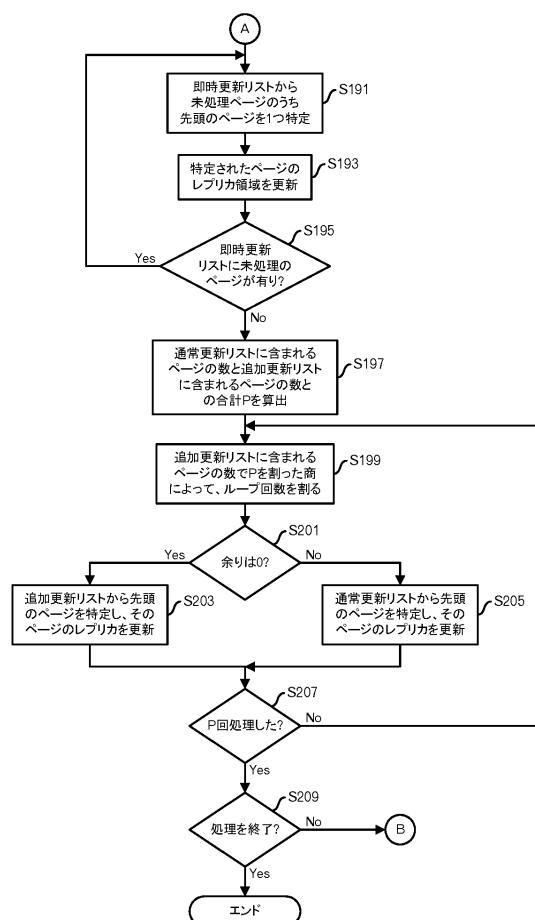
【図29】

順番	ページ
1	ページ3
2	ページ3
⋮	⋮

【図28】

順番	ページ
1	ページ2
2	ページ3
3	ページ5
4	ページ6
⋮	⋮

【図30】



【図31】

順番	ページ	リスト
1	ページ1	即時更新リスト
2	ページ4	即時更新リスト
3	ページ3	追加更新リスト
4	ページ2	通常更新リスト
5	ページ3	通常更新リスト
6	ページ3	追加更新リスト
7	ページ5	通常更新リスト
8	ページ6	通常更新リスト
⋮	⋮	⋮

---

フロントページの続き

審査官 三坂 敏夫

(56)参考文献 特開平05-274253 (JP, A)  
特開平08-179994 (JP, A)  
特開2007-220092 (JP, A)  
特開2002-063044 (JP, A)  
特開2004-199277 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 06 F 11/08 - 11/10  
3/06 - 3/08  
12/00  
12/08 - 12/0804  
12/0868  
12/10  
12/12