

(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2012-190538
(P2012-190538A)

(43) 公開日 平成24年10月4日(2012.10.4)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G 1 1 C 29/42 (2006.01)	G 1 1 C 29/00 6 3 1 D	5 B 0 1 8
G 0 6 F 12/16 (2006.01)	G 0 6 F 12/16 3 2 0 M	5 L 1 0 6

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2012-120127 (P2012-120127)
 (22) 出願日 平成24年5月25日 (2012. 5. 25)
 (62) 分割の表示 特願2009-278044 (P2009-278044)の分割
 原出願日 平成17年11月1日 (2005. 11. 1)

(71) 出願人 000003078
 株式会社東芝
 東京都港区芝浦一丁目1番1号
 (74) 代理人 100089118
 弁理士 酒井 宏明
 (74) 代理人 100112656
 弁理士 宮田 英毅
 (72) 発明者 菅野 伸一
 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内
 Fターム(参考) 5B018 GA02 HA14 KA21 NA02 NA06
 5L106 AA01 AA10 BB12

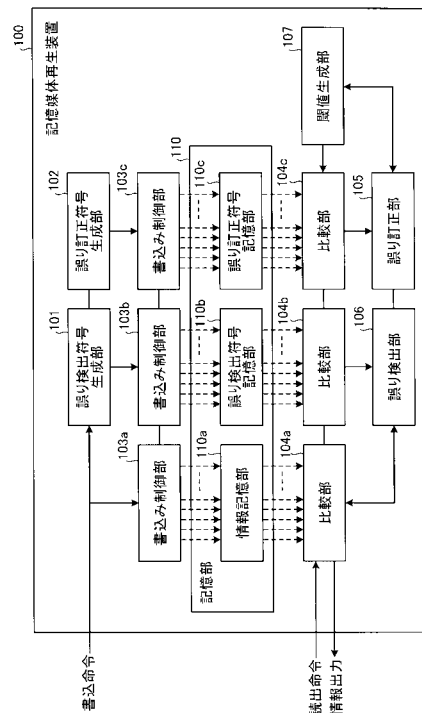
(54) 【発明の名称】 記憶装置、記憶媒体再生方法および記憶媒体再生プログラム

(57) 【要約】

【課題】メモリ素子の情報を正常に読み出すことができる記憶媒体再生装置を提供すること。

【解決手段】電荷量の大小に関連付けて情報を記憶する記憶部110と、第1の閾値と、記憶部110に記憶された電荷量とを比較して、比較結果に基づいて記憶部110から電荷量に関連付けられた情報を読み出す比較部104a~104cと、読出した情報に誤りが存在するか否かを判断する誤り検出部106と、情報に誤りが存在すると判断した場合に、比較部104a~104cが情報を読み出す際に用いた第1の閾値と異なる値の第2の閾値を生成する閾値生成部107とを備え、比較部104a~104cは、情報に誤りが存在すると判断した場合に、閾値生成部107が生成した第2の閾値を第1の閾値として記憶部110から情報読み出すことを特徴とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

情報を記憶する記憶部と、
前記記憶部から情報を読み出す読み出し部と、
読み出された情報に対して誤り訂正を行う誤り訂正部と、
前記誤り訂正部が訂正した情報に誤りが存在するか否かを判断する誤り検出部と、
前記誤り検出部が情報に誤りが存在しないと判断した場合、かつ、訂正された誤りの数が予め定められた第 1 基準値より大きい場合に、前記誤り訂正部が訂正した情報を前記記憶部に書き込む制御部と、
を備えることを特徴とする記憶装置。

10

【請求項 2】

複数の閾値を生成可能な閾値生成部をさらに備え、
前記制御部は、前記誤り検出部が情報に誤りが存在しないと判断した場合、かつ、訂正された誤りの数が前記第 1 基準値より大きい場合、かつ、前記閾値生成部が生成した閾値が予め定められた第 2 基準値より小さい場合に、前記誤り訂正部が訂正した情報を前記記憶部に書き込むこと、
を特徴とする請求項 1 に記載の記憶装置。

【請求項 3】

情報を記憶する記憶部を備える記憶装置で実行される記憶媒体再生方法であって、
前記記憶部から情報を読み出す読み出しステップと、
読み出された情報に対して誤り訂正を行う誤り訂正ステップと、
前記誤り訂正ステップが訂正した情報に誤りが存在するか否かを判断する誤り検出ステップと、
前記誤り検出ステップが情報に誤りが存在しないと判断した場合、かつ、訂正された誤りの数が予め定められた第 1 基準値より大きい場合に、前記誤り訂正ステップが訂正した情報を前記記憶部に書き込む制御部と、
を含むこと特徴とする記憶媒体再生方法。

20

【請求項 4】

情報を記憶する記憶部を備えるコンピュータを、
前記記憶部から情報を読み出す読み出し部と、
読み出された情報に対して誤り訂正を行う誤り訂正部と、
前記誤り訂正部が訂正した情報に誤りが存在するか否かを判断する誤り検出部と、
前記誤り検出部が情報に誤りが存在しないと判断した場合、かつ、訂正された誤りの数が予め定められた第 1 基準値より大きい場合に、前記誤り訂正部が訂正した情報を前記記憶部に書き込む制御部、
として機能させるための記憶媒体再生プログラム。

30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

この発明は、記憶媒体に記憶された情報を読み出す記憶媒体再生装置、記憶媒体再生方法および記憶媒体再生プログラムに関するものである。

40

【背景技術】**【0002】**

近年、保持された電荷量に応じて情報を記憶するフラッシュメモリなどの半導体メモリ素子が広く知られている。また、電荷量の閾値を複数設定することにより 2 ビット以上の情報を記憶する多値メモリ技術も開発されている。

【0003】

電荷を蓄積するタイプのメモリ素子は、メモリ素子に寄生する抵抗やセンスアンプの入力抵抗などを原因として、時間経過とともに、また、読み出し操作のたびに放電する。自然放電による電荷蓄積量の低下は、読み書き操作を長時間行わない場合にも発生するため、

50

特に不揮発メモリで長時間電源が投入されなかったときに情報の読出しが不能になる状況が発生しやすくなる。また、特に多値メモリでは放電によるメモリ素子の出力の低下の影響が大きく、読出し可能回数の制限の原因となっている。

【0004】

そこで、情報の読出しが不能になる状況が生じる前に、メモリ素子の出力電圧を検知し、出力電圧が低下している場合に、再度情報の記憶をやり直すりフレッシュ動作を行うことにより、正しく情報を読み出せるように維持する技術が提案されている（例えば、特許文献1）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】米国特許第5909449号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献1の方法では、書き込みから長期間が経過して大きくメモリ素子の出力電圧が低下していると、リフレッシュ動作で書き込むための正常な情報をメモリ素子群から読み出すことができないという問題があった。このため、書き込みから長期間が経過したメモリ素子に対してリフレッシュ動作を行うことができず、結果として正常に情報を読み出すことができないという問題があった。

【0007】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、長期間の放電により出力電圧が低下したメモリ素子の情報を正常に読み出すことができる記憶媒体再生装置、記憶媒体再生方法および記憶媒体再生プログラム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】

【0008】

本発明は、記憶装置において、情報を記憶する記憶部と、前記記憶部から情報を読み出す読み出し部と、読み出された情報に対して誤り訂正を行う誤り訂正部と、前記誤り訂正部が訂正した情報に誤りが存在するか否かを判断する誤り検出部と、前記誤り検出部が情報に誤りが存在しないと判断した場合、かつ、訂正された誤りの数が予め定められた第1基準値より大きい場合に、前記誤り訂正部が訂正した情報を前記記憶部に書き込む制御部と、を備えることを特徴とする。

【0009】

また、本発明は、上記装置を実行することができる記憶媒体再生方法および記憶媒体再生プログラムである。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、放電が進んだメモリ素子であっても、正常に情報を読み出すことができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】第1の実施の形態にかかる記憶媒体再生装置の構成を示すブロック図である。

【図2】記憶部を構成するメモリ素子の等価回路の一例を示す説明図である。

【図3】メモリ素子の電荷量分布の一例を示した説明図である。

【図4】閾値生成部の詳細な構成を示すブロック図である。

【図5】ROMに記憶された閾値電圧の組の格納例を示す説明図である。

【図6】第1の実施の形態における情報読出し処理の全体の流れを示すフローチャートである。

【図7】第2の実施の形態にかかる記憶媒体再生装置の構成を示すブロック図である。

【図8】第2の実施の形態における情報読出し処理の全体の流れを示すフローチャートで

10

20

30

40

50

ある。

【図 9】第 2 の実施の形態における情報読出し処理の別の例を示すフローチャートである。

【図 10】第 3 の実施の形態にかかる記憶媒体再生装置の構成を示すブロック図である。

【図 11】第 3 の実施の形態における情報読出し処理の全体の流れを示すフローチャートである。

【図 12】リフレッシュ処理の全体の流れを示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下に添付図面を参照して、この発明にかかる記憶媒体再生装置、記憶媒体再生方法および記憶媒体再生プログラムの最良な実施の形態を詳細に説明する。

【0013】

(第 1 の実施の形態)

第 1 の実施の形態にかかる記憶媒体再生装置は、読出した情報の誤りを検出し、誤りが検出された場合に、メモリ素子に記憶された符号を判定するための閾値を変更して再度情報を読み出すものである。

【0014】

図 1 は、第 1 の実施の形態にかかる記憶媒体再生装置 100 の構成を示すブロック図である。同図に示すように、記憶媒体再生装置 100 は、記憶部 110 と、誤り検出符号生成部 101 と、誤り訂正符号生成部 102 と、書込み制御部 103 a ~ 103 c と、比較部 104 a ~ c と、誤り訂正部 105 と、誤り検出部 106 と、閾値生成部 107 とを備えている。

【0015】

記憶部 110 は、予め定められた電荷量の閾値に対する電荷量の大小により情報を記憶するメモリ素子であり、フラッシュメモリ、DRAM (Dynamic Random Access Memory) などの一般的に利用されている半導体メモリにより構成することができる。記憶部 110 は、1 つの閾値を有し、“0”か“1”かの 2 値を記憶する 2 値のメモリ素子で構成してもよいし、複数の閾値を有する多値メモリ素子により構成してもよい。以下では、3 つの閾値を有する 4 値メモリ素子により記憶部 110 を構成した例について説明する。

【0016】

記憶部 110 は、情報記憶部 110 a と、誤り検出符号記憶部 110 b と、誤り訂正符号記憶部 110 c とを備えている。情報記憶部 110 a は、4 値メモリ素子であるメモリセルを複数備えた記憶部であり、記憶部 110 に記憶する情報そのものを格納する記憶部である。

【0017】

誤り検出符号記憶部 110 b は、情報記憶部 110 a と同様に 4 値メモリ素子であるメモリセルを備えた記憶部であり、記憶する情報に対応する誤り検出符号を格納する。

【0018】

誤り訂正符号記憶部 110 c は、情報記憶部 110 a と同様に 4 値メモリ素子であるメモリセルを備えた記憶部であり、記憶する情報に対応する誤り訂正符号を格納する。

【0019】

図 2 は、記憶部 110 を構成するメモリ素子の等価回路の一例を示す説明図である。同図の (a) は 4 値のメモリ素子の等価回路を表し、同図の (b) は 8 値のメモリ素子の等価回路を表している。

【0020】

なお、同図の右側の回路は、後述する比較部 104 a ~ c の等価回路を示しており、同図の左側の回路が電荷を蓄積するメモリ素子の等価回路を示している。また、同図では、1 つのメモリ素子だけを表しているが、実際の記憶部 110 は、このようなメモリ素子を複数並列に備えている。すなわち、複数のメモリ素子の一部が情報記憶部 110 a に相当

10

20

30

40

50

し、それ以外の部分が、誤り検出符号記憶部 110b および誤り訂正符号記憶部 110c に相当し、全体として記憶部 110 を構成している。

【0021】

4 値のメモリ素子の場合、蓄積した電荷量をコンパレータによって 3 つの閾値と比較することにより、ビット B0 およびビット B1 の 2 ビットの情報を出力することができ、これによって 4 値の情報 (01、00、10、11) を格納している。

【0022】

同図に示すような等価回路で表せるメモリ素子としては、EEP-ROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory)、フラッシュメモリ、DRAM 等が存在する。このようなメモリ素子は、同図のコンデンサ Cm に蓄えた電荷の量で情報を表現する。抵抗 Rd は比較的抵抗であるが、抵抗 Rg はデバイス構成上生じる寄生的抵抗であり高い値の抵抗である。

10

【0023】

コンデンサ Cm に蓄えられた電荷はスイッチ SWd をオンにすると抵抗 Rd を経由して短時間で放電することができる。例えば EEPROM やフラッシュメモリの消去の際に、このような放電操作が行われる。放電が終了したらスイッチ SWc を解放する。

【0024】

このメモリ素子に対する情報の記憶は、一度消去操作を行った後に、スイッチ SWc をオンにして規定量の電荷をコンデンサ Cm に充電することによって行う。例えば、4 値 (2 bit) を記憶する場合は、満充電時の Cm の両端の電圧を基準として、符号 "11" が 0%、符号 "10" が 33%、符号 "00" が 67%、符号 "01" が 100% のように電荷量を規定する。そして、記憶する符号に応じてスイッチ SWc をオンにする時間を調節することにより蓄積する電荷量を制御し、情報を記憶する。

20

【0025】

なお、各符号に割り当てる電荷量は上記割合に限られるものではなく、メモリ素子の特性に応じて増減するように構成してもよい。また電荷量の調節方法は上記例に限られるものではなく、予め規定した電荷量を蓄えるように調整する方法であればどのような方法でもよい。

【0026】

読出しの際には、スイッチ SWr をオンにし、予め定められた閾値電圧 (Eth0、Eth1、Eth2) と比較することによって各符号を判定する。判定が終了したらスイッチ SWr をオフにする。

30

【0027】

本実施の形態では、多数のメモリ素子に対し並列に情報を記憶再生する。多数のメモリ素子に情報の記憶を行うと製造上の理由からメモリ素子同士の特性のばらつきが生ずる。

【0028】

図 3 は、メモリ素子の電荷量分布の一例を示した説明図である。同図の左側は、書き込み直後の電荷量分布を表し、同図の中央は、時間経過後の電荷量分布を表している。同図の右側は、さらに時間が経過した後の電荷量分布を示している。なお、Eth0 ~ Eth2 は電荷量の閾値を表している。

40

【0029】

同図に示すように、情報記憶直後の各メモリ素子の電荷量はある程度の幅の範囲に分布するため、各符号を分離する閾値電圧はこの分布を勘案して決定すればよい。ところが、時間経過や情報の読出しに伴い、抵抗 Rg や抵抗 Rl により徐々にコンデンサ Cm の電荷が放電され、同図の中央に示すように出力電圧が閾値電圧に接近するメモリ素子が生じる。仮に出力電圧が閾値を超えて低下した場合、そのメモリ素子の符号の値は誤って判別される。

【0030】

本実施の形態では、情報の読出しの誤りが発生した場合、閾値電圧の値を変更して再度読出しを行い、正常に情報が読み出せるまでこれを繰り返す。これにより、時間経過によ

50

る放電が発生した場合でも正常に情報を読み出すことが可能となる。

【0031】

誤り検出符号生成部101は、情報の書込み処理時に、情報の誤り検出符号を生成するものである。誤り検出符号の生成方法は、記憶する情報が誤っているか否かを検出できる検出符号を生成するものであれば、CRC (Cyclic Redundancy Check) 符号 (CRC16、CRC32等)、チェックサムなどの従来から用いられているあらゆる方法を適用することができる。

【0032】

誤り訂正符号生成部102は、情報の書込み処理時に、記憶する情報と、誤り検出符号生成部101が生成した誤り検出符号とを合わせた情報から、誤り訂正符号を生成するものである。誤り訂正符号の生成方法は、即時誤り訂正が可能な方法であれば、BCH (Bose-Chaudhuri-Hocquenghem) 符号、RS (Reed-Solomon) 符号などの従来から用いられているあらゆる方法を適用することができる。

10

【0033】

なお、誤り訂正を行わず、誤り検出だけを行うように構成してもよい。この場合は、誤り訂正符号生成部102、誤り訂正符号記憶部110c、後述する誤り訂正部105は不要となる。

【0034】

誤り検出符号生成部101および誤り訂正符号生成部102が生成した誤り検出符号および誤り訂正符号は、記憶する情報とともに記憶部110を構成するメモリ素子群に記憶される。なお、例えば、誤り検出にCRC16を用い、BCH符号を用いて訂正符号を含めて4bitまでの誤りの訂正を行うとすると、誤り検出に16bit、誤り訂正に48bitが必要となる。すなわち、誤り検出符号記憶部110bに必要な記憶容量は16bitであり、誤り訂正符号記憶部110cに必要な記憶容量は48bitとなる。

20

【0035】

情報記憶部110aに2048bitの情報を記憶する場合は、記憶部110を構成するメモリ素子群は、記憶する情報、誤り検出符号および誤り訂正符号を記憶する容量として2112bit (= 2048 + 16 + 48) が必要となる。

【0036】

なお、このような記憶部110を並列に並べ、記憶部110以外の構成を共通で使用するにより、大容量の記憶装置を実現するように構成してもよい。すなわち、記憶する情報と誤り検出符号と誤り訂正符号とを1単位 (例えば2112bit) としたメモリ素子群を複数個並列に配置し、書込み処理および読み出し処理時には、書き込み制御部103a~103cや比較部104a~cを切替えて接続するように構成する。

30

【0037】

書き込み制御部103a~103cは、記憶部110に対する情報、誤り検出符号、誤り訂正符号の書き込み処理を制御するものである。なお、書き込み制御部103a、103b、103cは、それぞれ情報記憶部110a、誤り検出符号記憶部110b、誤り訂正符号記憶部110cに対して書き込み処理を行う。

【0038】

比較部104a~cは、閾値電圧と、記憶部110に記憶された電荷量とを比較することにより記憶部110から情報を読み出すものである。閾値電圧の初期値は、書き込み直後に正常に符号が判別できる値を用いる。

40

【0039】

なお、比較部104a、104b、104cは、それぞれ情報記憶部110a、誤り検出符号記憶部110b、誤り訂正符号記憶部110cから情報を読み出す。

【0040】

後述する誤り検出部106により読み出した情報に誤りが存在することが検出された場合、比較部104a~cは、後述する閾値生成部107により生成された新たな閾値電圧を用いて、再度記憶部110に記憶された電荷量と比較して情報を読み出す。

50

【0041】

誤り訂正部105は、比較部104cが読み出した誤り訂正符号を用いて、情報記憶部110aから読み出した情報と、誤り検出符号記憶部110bから読み出した誤り検出符号とを合わせた情報に対する誤り訂正処理を行うものである。誤り訂正では、BCH符号、RS符号を用いた誤り訂正などの従来から用いられているあらゆる誤り訂正技術を適用することができる。

【0042】

誤り検出部106は、比較部104bが読み出して誤り訂正部105が訂正した誤り検出符号を用いて、比較部104aが読み出して誤り訂正部105が訂正した情報に誤りが含まれているか否かを判断するものである。誤り検出では、CRC符号、チェックサムなどをを用いた誤り検出などの従来から用いられているあらゆる誤り検出技術を適用することができる。なお、誤り訂正を行わない構成の場合は、誤り検出部106は、比較部104aが読み出した情報に誤りが含まれているか否かを判断する。

10

【0043】

閾値生成部107は、誤り検出部106が読み出した情報に誤りが存在することを検出した場合、そのときに比較に用いた閾値電圧と異なる値の閾値電圧を生成するものである。なお、閾値生成部107は、初回の読み出し時には書き込み直後に正常に符号が判別できる閾値電圧の初期値を生成する。

【0044】

図4は、閾値生成部107の詳細な構成を示すブロック図である。同図に示すように、閾値生成部107は、閾値生成制御部401と、レジスタ402と、ROM(Read Only Memory)403と、D/A(Digital/Analog)コンバータ404と、を備えている。

20

【0045】

閾値生成制御部401は、閾値生成処理を制御する制御部である。レジスタ402は、現在使用している閾値電圧の値を記憶する記憶部である。ROM403は、予め定められた複数の閾値電圧の組を記憶する記憶部である。なお、複数の閾値電圧の組を記憶する記憶部は、閾値生成部107の外部に備えるように構成してもよい。

【0046】

図5は、ROM403に記憶された閾値電圧の組の格納例を示す説明図である。同図に示すように、ROM403には、閾値電圧の組を一意に識別するための設定IDと、各閾値電圧(Eth2、Eth1、Eth0)とが対応づけて格納されている。

30

【0047】

閾値電圧の組のうち一つは、閾値電圧の初期値として、書き込み直後に誤りなく符号が判別できる閾値の組合せを指定する。同図に示す例では、閾値Eth2に0.83、閾値Eth1に0.50、閾値Eth0に0.17が設定された設定ID=1の組が初期値として指定されている。これは記憶素子の出力が、符号“01”(満充電時)に対し1.00[V]、符号“00”に対し0.67[V]、符号“10”に対し0.33[V]、符号“11”に対し0.00[V]となることを想定した値である。

【0048】

なお、ROM403に記憶する値は、メモリ素子の放電特性に合わせて判定誤りが少なくなるように値を調整しておくことが望ましい。同図では、放電特性に合わせて調整された4つの閾値電圧の組が示されている。

40

【0049】

D/Aコンバータ404は、ROM403に記憶された閾値電圧の値を比較部104a~104cが比較に用いることができるようにアナログ信号に変換して出力するものである。

【0050】

閾値生成制御部401は、誤りが検出された場合に、レジスタ402に記憶された現在の閾値電圧の設定値を参照し、この設定値と異なっている設定値を選択してレジスタ40

50

2 に記憶する。選択の方法は任意であり、例えば無作為に選択するように構成する。

【 0 0 5 1 】

なお、誤り検出や誤り訂正を適用する関係上、これらのメモリ素子群に含まれる各メモリ素子の読出し回数は同一となる。そのため、蓄積電荷の放電量はメモリ素子群内のメモリ素子内ではほとんど差がないと考えてよいので、同一のメモリ素子群内のメモリ素子に対しては同一の閾値電圧を用いる。

【 0 0 5 2 】

次に、このように構成された第 1 の実施の形態にかかる記憶媒体再生装置 1 0 0 による情報読出し処理について説明する。図 6 は、第 1 の実施の形態における情報読出し処理の全体の流れを示すフローチャートである。

10

【 0 0 5 3 】

まず、閾値生成部 1 0 7 が、ROM 4 0 3 を参照して、比較部 1 0 4 a ~ c が比較に用いる閾値電圧を生成する（ステップ S 6 0 1）。閾値生成部 1 0 7 は、読出し指示を受けて最初の比較処理では、閾値電圧の初期値を ROM 4 0 3 から取得して閾値電圧を生成する。

【 0 0 5 4 】

次に、閾値生成部 1 0 7 は、閾値電圧が生成できたか否かを判断し（ステップ S 6 0 2）、生成できなかった場合は（ステップ S 6 0 2 : NO）、比較部 1 0 4 a ~ c が、エラーが発生したことを出力し（ステップ S 6 0 3）、情報読出し処理を終了する。

20

【 0 0 5 5 】

ここで、閾値電圧が生成できないとは、ROM 4 0 3 に格納されているすべての閾値電圧の候補を使い果たした場合をいう。これは、放電が進行したため、いずれの閾値電圧を用いて情報の読出しを行っても正常に情報を読み出せない場合が該当する。

【 0 0 5 6 】

閾値電圧が生成できた場合は（ステップ S 6 0 2 : YES）、比較部 1 0 4 a ~ c が、閾値生成部 1 0 7 により生成された閾値と比較することにより、記憶部 1 1 0 から符号を読み出す（ステップ S 6 0 4）。

【 0 0 5 7 】

次に、誤り訂正部 1 0 5 が、比較部 1 0 4 c が読み出した誤り訂正符号を用いて、誤り訂正処理を実行する（ステップ S 6 0 5）。誤り訂正部 1 0 5 は、比較部 1 0 4 a が情報記憶部 1 1 0 a から読み出した情報、および、比較部 1 0 4 b が誤り検出符号記憶部 1 1 0 b から読み出した誤り検出符号を合わせた情報を誤り訂正の対象とする。

30

【 0 0 5 8 】

次に、誤り検出部 1 0 6 が、誤り訂正部 1 0 5 による誤り訂正処理の結果に誤りが存在するか否かを判断する（ステップ S 6 0 6）。具体的には、誤り検出部 1 0 6 は、比較部 1 0 4 a が読み出して誤り訂正部 1 0 5 が訂正した情報に対して、比較部 1 0 4 b が読み出して誤り訂正部 1 0 5 が訂正した誤り検出符号を用いて、誤りが存在するか否かを判断する。

【 0 0 5 9 】

誤りが存在する場合は（ステップ S 6 0 6 : YES）、閾値生成部 1 0 7 は、現在の閾値電圧と異なる値の閾値電圧を ROM 4 0 3 から取得して、新たに閾値電圧を生成し（ステップ S 6 0 1）、以降の処理を繰り返す。

40

【 0 0 6 0 】

なお、閾値生成部 1 0 7 は、新たに生成する閾値電圧の値を、ROM 4 0 3 からランダムに選択する。ランダムに選択する場合であっても、閾値電圧の値は有限であるので、適切な閾値電圧を簡易な回路構成で高速に生成することが可能となる。

【 0 0 6 1 】

また、閾値生成部 1 0 7 は、新たに生成する閾値電圧の値を、閾値電圧が減少するような値を選択するように構成してもよい。メモリ素子に蓄積された電荷は、記憶のやり直しを行わない限り放電する一方であり、出力電圧は単調に減少することに対応するためであ

50

る。

【0062】

例えば、図5に示すような閾値電圧の設定がROM403に格納されていることを前提とすると、現在、設定ID=1の閾値電圧を用いているならば、新たな閾値電圧の値として、設定ID=2の閾値電圧を、新たな閾値電圧の値として生成する。このように構成することにより、適切な閾値電圧をより高速に生成することが可能となる。

【0063】

ステップS606で、閾値生成部107が、誤りが存在しないと判断した場合は(ステップS606:NO)、正常に情報を読み出せているため、情報読出し処理を終了する。

【0064】

このように、第1の実施の形態にかかる記憶媒体再生装置では、読出した情報の誤りを検出し、誤りが検出された場合にメモリ素子に記憶された符号を判定するための閾値を変更して再度情報を読み出すことができる。このため、放電が進んだメモリ素子であっても、正常に情報を読み出すことができる。これにより、正常に情報を読み出し可能な期間と回数を増大させることが可能となる。

【0065】

(第2の実施の形態)

第2の実施の形態にかかる記憶媒体再生装置は、読出した情報の誤りが検出されなかったときの閾値を記憶し、以降の読出し時に参照することにより、情報読出し処理の高速化を図るものである。

【0066】

図7は、第2の実施の形態にかかる記憶媒体再生装置700の構成を示すブロック図である。同図に示すように、記憶媒体再生装置700は、記憶部110と、読出し閾値記憶部711と、誤り検出符号生成部101と、誤り訂正符号生成部102と、書込み制御部103a~103cと、比較部104a~cと、誤り訂正部105と、誤り検出部106と、閾値生成部707とを備えている。

【0067】

第2の実施の形態では、読出し閾値記憶部711を追加したこと、および、閾値生成部707の機能が第1の実施の形態と異なっている。その他の構成および機能は、第1の実施の形態にかかる記憶媒体再生装置100の構成を表すブロック図である図1と同様であるので、同一符号を付し、ここでの説明は省略する。

【0068】

読出し閾値記憶部711は、情報を正常に読み出せたときの閾値電圧の値を記憶する記憶部である。

【0069】

閾値生成部707は、情報を正常に読み出せた場合に、そのときに用いていた閾値電圧の値を読出し閾値記憶部711に記憶するものである。また、次に情報を読み出す際には、読出し閾値記憶部711に記憶されている値に対応する閾値電圧を生成する。

【0070】

これにより、正常に読出しが行われるまでの時間を短縮し、読出し処理を高速化することが可能となる。なお、読出し閾値記憶部711は、メモリ素子群への書き込みが行われたときには初期値に設定を戻すものとする。

【0071】

次に、このように構成された第2の実施の形態にかかる記憶媒体再生装置700による情報読出し処理について説明する。図8は、第2の実施の形態における情報読出し処理の全体の流れを示すフローチャートである。

【0072】

まず、閾値生成部707が、読出し閾値記憶部711から前回読み出したときの閾値(以下、読出し閾値という。)を読み出す(ステップS801)。次に、閾値生成部707が、読出し閾値またはROM403を参照して閾値電圧を生成する(ステップS802)

10

20

30

40

50

。

【0073】

具体的には、閾値生成部707は、読出し閾値記憶部711から読出し閾値を読み出した直後は、当該読出し閾値に対応する閾値電圧を生成する。読出し閾値に対応する閾値電圧で正常に読出せず、再度ステップS802を実行するときには、ROM403を参照して異なる値の閾値電圧を生成する。

【0074】

ステップS803からステップS807までの、閾値電圧生成判定処理、比較処理、誤り訂正処理、誤り検出処理は、第1の実施の形態にかかる記憶媒体再生装置100におけるステップS602からステップS606までと同様の処理なので、その説明を省略する

10

。

【0075】

ステップS807で、誤り検出部106が、誤り訂正処理の結果に誤りが存在しないと判断した場合(ステップS807:NO)、閾値生成部707は、この時点で用いていた閾値電圧を読出し閾値記憶部711に保存し(ステップS808)、情報読出し処理を終了する。

【0076】

上述の処理では、誤り訂正で訂正された個数に関わらず、誤りが検出されずに正常に情報が読み出せた時点で閾値の変更を終了している。しかし、誤り訂正数が多い場合は、次の読出し時には誤りが発生し、閾値を変更しなければならない可能性が高いと考えられる

20

。

【0077】

そこで、正常に情報が読み出せた場合であっても、再度閾値を変更して情報の読み出しを繰り返し、誤り訂正数が最小となる閾値を求めて読出し閾値記憶部711に保存して、以降の読出し時に用いるように構成してもよい。

【0078】

以下に、このような構成での情報読出し処理について説明する。図9は、第2の実施の形態における情報読出し処理の別の例を示すフローチャートである。

【0079】

ステップS901からステップS907までの、閾値電圧生成処理、閾値電圧生成判定処理、比較処理、誤り訂正処理、誤り検出処理は、図8の例におけるステップS801からステップS807までと同様の処理なので、その説明を省略する。

30

【0080】

ステップS907で、誤り検出部106が、誤り訂正処理の結果に誤りが存在しないと判断した場合(ステップS907:NO)、閾値生成部707は、この時点で用いていた閾値電圧と異なる値の閾値電圧を、ROM403を参照して生成する(ステップS908)。具体的には、この時点で用いていた閾値電圧より小さい値の閾値電圧をROM403から取得し、取得した値で閾値電圧を生成する。

【0081】

次に、閾値生成部707は、閾値電圧が生成できたか否かを判断し(ステップS909)、生成できなかった場合は(ステップS909:NO)、閾値電圧の値を読出し閾値記憶部711に保存し(ステップS914)、情報読出し処理を終了する。

40

【0082】

閾値電圧を生成できた場合(ステップS909:YES)、ステップS909からステップS911までの比較処理、誤り訂正処理を実行する。ステップS909からステップS911までの比較処理、誤り訂正処理は、図9のステップS905からステップS906までと同様の処理なので、その説明を省略する。

【0083】

ステップS911で、誤り訂正部105が誤り訂正処理を実行した後、誤り検出部106が、訂正された誤りの数が増加したか否かを判断する(ステップS912)。具体的に

50

は、ステップS 9 0 6で実行した誤り訂正処理で訂正した誤りの数、または、前回実行したステップS 9 1 1での誤り訂正処理で訂正した誤りの数と、今回実行した誤り訂正処理で訂正した誤りの数を比較することにより、誤りの数が増加したか否かを判断する。

【0084】

誤り検出部106が、訂正された誤りの数が増加していないと判断した場合は（ステップS 9 1 2：NO）、閾値生成部707は、現在の閾値電圧と異なる値の閾値電圧をROM403から取得して、新たに閾値電圧を生成し（ステップS 9 0 8）、以降の処理を繰り返す。

【0085】

訂正された誤りの数が増加したと判断した場合は（ステップS 9 1 2：YES）、閾値生成部707は、閾値電圧を1つ前の値に設定し（ステップS 9 1 3）、その閾値を読み出し閾値記憶部711に保存し（ステップS 9 1 4）、読み出し処理を終了する。

10

【0086】

誤りの数が増加したということは、閾値電圧を過剰に減少させたと判断することができるためである。このようにして、誤り訂正数が最小となる閾値を求めることができる。誤り訂正数が最小となる閾値を用いて、次回以降の読み出しに用いることにより、最適な閾値電圧へ到達する試行回数をさらに削減することができる。

【0087】

このように、第2の実施の形態にかかる記憶媒体再生装置では、読み出した情報の誤りが検出されなかったときの閾値を記憶手段に記憶し、以降の読み出し時に参照することにより、正常に読み出せる閾値の判定処理および情報読み出し処理の高速化を図ることができる。

20

【0088】

（第3の実施の形態）

第3の実施の形態にかかる記憶媒体再生装置は、正常に情報を読み出した際の閾値が所定の基準値より小さい場合に、電荷量を正常値に保持するリフレッシュ動作を行うものである。

【0089】

図10は、第3の実施の形態にかかる記憶媒体再生装置1000の構成を示すブロック図である。同図に示すように、記憶媒体再生装置1000は、記憶部110と、誤り検出符号生成部101と、誤り訂正符号生成部102と、書込み制御部103a～103cと、比較部104a～cと、誤り訂正部105と、誤り検出部106と、閾値生成部107と、リフレッシュ制御部1008とを備えている。

30

【0090】

第3の実施の形態では、リフレッシュ制御部1008を追加したことが第1の実施の形態と異なっている。その他の構成および機能は、第1の実施の形態にかかる記憶媒体再生装置100の構成を表すブロック図である図1と同様であるので、同一符号を付し、ここでの説明は省略する。

【0091】

リフレッシュ制御部1008は、情報が正常に読み出せたときの閾値が予め定められた基準値より小さい場合に、記憶部110の電荷量を正常値に保持するリフレッシュ動作を行うものである。情報を正常に読み出せた場合であっても、閾値が低い場合は、各符号を分離できる余裕が小さくなっていると推定されるので、読み出し時の誤りの発生を回避する必要があるためである。

40

【0092】

次に、このように構成された第3の実施の形態にかかる記憶媒体再生装置1000による情報読み出し処理について説明する。図11は、第3の実施の形態における情報読み出し処理の全体の流れを示すフローチャートである。

【0093】

ステップS 1 1 0 1からステップS 1 1 0 6までの、閾値電圧生成処理、閾値電圧生成判定処理、比較処理、誤り訂正処理、誤り検出処理は、第1の実施の形態にかかる記憶媒

50

体再生装置 100 におけるステップ S 601 からステップ S 606 までと同様の処理なので、その説明を省略する。

【0094】

第3の実施の形態では、情報読出し処理の最後に、必要に応じてリフレッシュ動作を行うリフレッシュ処理を実行する点が、第1の実施の形態と異なっている（ステップ S 1107）。

【0095】

以下に、ステップ S 1107 に示したリフレッシュ処理の詳細について説明する。図 12 は、リフレッシュ処理の全体の流れを示すフローチャートである。

【0096】

まず、リフレッシュ制御部 1008 が、情報を読み出すときに用いた閾値電圧が、予め定められた基準値より小さいか否かを判断する（ステップ S 1201）。基準値より小さい場合は（ステップ S 1201：NO）、リフレッシュを行う必要がないため、リフレッシュ処理を終了する。

【0097】

基準値より小さい場合は（ステップ S 1201：YES）、リフレッシュ制御部 1008 は、訂正された誤りの数が、予め定められた別の基準値より大きいと判断する（ステップ S 1202）。

【0098】

多数の誤りが訂正できる誤り訂正符号を使用している場合には、閾値のみでリフレッシュの判断をしていると過剰にリフレッシュを行ってしまうことが考えられる。そこで、訂正された誤りの数が少ないときにはリフレッシュを行わないようにするための判定をここでやっている。

【0099】

訂正された誤りの数が基準値より大きくないと判断した場合は（ステップ S 1202：NO）、リフレッシュを行う必要がないため、リフレッシュ処理を終了する。

【0100】

なお、訂正した誤りの数を判定せずに、閾値電圧だけでリフレッシュの要否を判断するように構成してもよい。

【0101】

ステップ S 1202 で、訂正された誤りの数が基準値より大きいと判断した場合は（ステップ S 1202：YES）、リフレッシュ制御部 1008 は、記憶部 110 の情報を消去する（ステップ S 1203）。なお、書込み前に情報を消去する必要のない種類のメモリ素子である場合は、本ステップを省略することができる。

【0102】

次に、書込み制御部 103a ~ 103c が、誤り訂正がなされた情報を記憶部 110 に書込み（ステップ S 1204）、リフレッシュ処理を終了する。

【0103】

このように、第3の実施の形態にかかる記憶媒体再生装置では、正常に情報を読出した際の閾値が所定の基準値より小さい場合に、電荷量を正常値に保持するリフレッシュ動作を行うことができる。また、誤り訂正数が所定の基準値より大きいと判断してリフレッシュ動作を行うか否かを判断することができる。これにより、電荷量を適切に維持することができる、正常に情報を読出し可能な期間と回数を増大させることが可能となる。

【0104】

なお、第1～第3の実施の形態にかかる記憶媒体再生装置で実行される記憶媒体再生プログラムは、ROM等に予め組み込まれて提供される。

【0105】

第1～第3の実施の形態にかかる記憶媒体再生装置で実行される記憶媒体再生プログラムは、インストール可能な形式又は実行可能な形式のファイルで CD-ROM (Compact Disk Read Only Memory)、フレキシブルディスク (FD

10

20

30

40

50

)、CD-R (Compact Disk Recordable)、DVD (Digital Versatile Disk)等のコンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録して提供するように構成してもよい。

【0106】

さらに、第1～第3の実施の形態にかかる記憶媒体再生装置で実行される記憶媒体再生プログラムを、インターネット等のネットワークに接続されたコンピュータ上に格納し、ネットワーク経由でダウンロードさせることにより提供するように構成してもよい。また、第1～第3の実施の形態にかかる記憶媒体再生装置で実行される記憶媒体再生プログラムをインターネット等のネットワーク経由で提供または配布するように構成してもよい。

【0107】

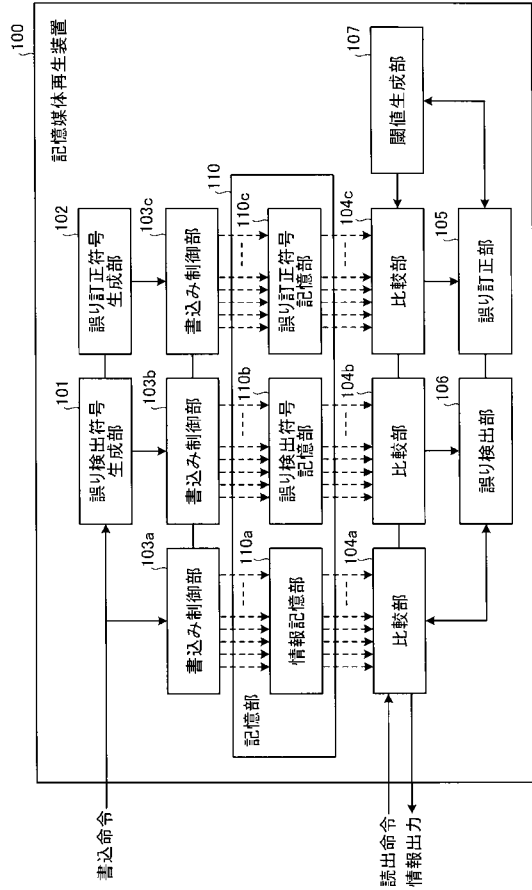
第1～第3の実施の形態にかかる記憶媒体再生装置で実行される記憶媒体再生プログラムは、上述した各部(誤り検出符号生成部、誤り訂正符号生成部、書込み制御部、比較部、誤り訂正部、誤り検出部、閾値生成部、リフレッシュ制御部)を含むモジュール構成となっており、実際のハードウェアとしてはCPU (Central Processing Unit)が上記ROMから記憶媒体再生プログラムを読み出して実行することにより上記各部が主記憶装置上にロードされ、各部が主記憶装置上に生成されるようになっている。

【符号の説明】

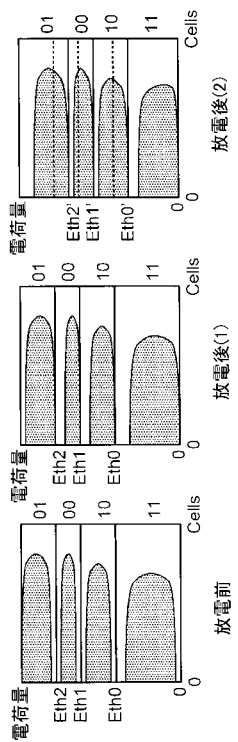
【0108】

100	記憶媒体再生装置	20
101	誤り検出符号生成部	
102	誤り訂正符号生成部	
103 a、103 b、103 c	書込み制御部	
104 a、104 b、104 c	比較部	
105	誤り訂正部	
106	誤り検出部	
107	閾値生成部	
110	記憶部	
110 a	情報記憶部	
110 b	誤り検出符号記憶部	30
110 c	誤り訂正符号記憶部	
401	閾値生成制御部	
402	レジスタ	
403	ROM	
404	D/Aコンバータ	
700	記憶媒体再生装置	
707	閾値生成部	
711	読出し閾値記憶部	
1000	記憶媒体再生装置	
1008	リフレッシュ制御部	40

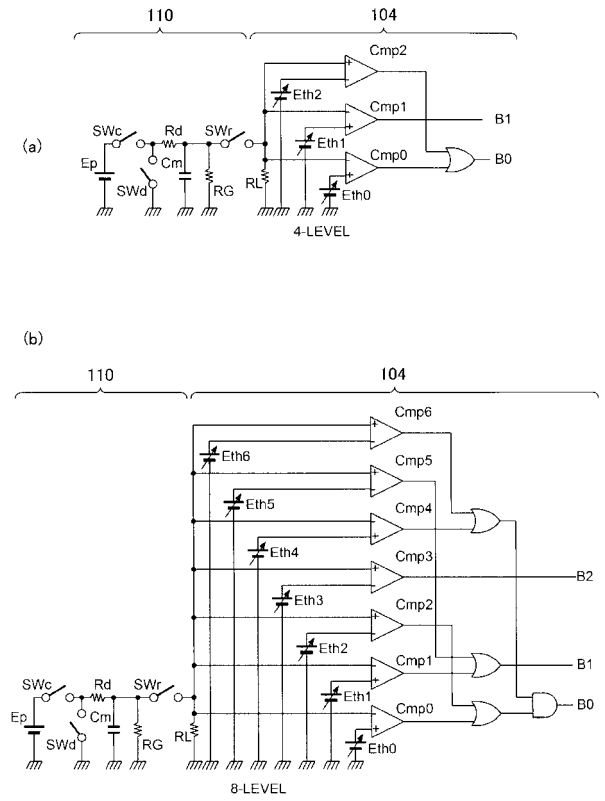
【図1】



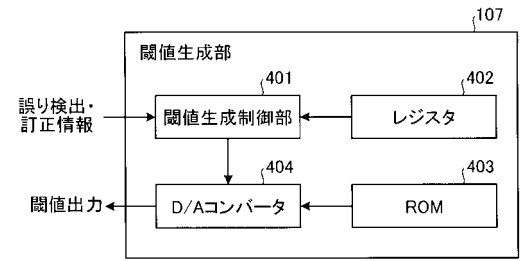
【図3】



【図2】



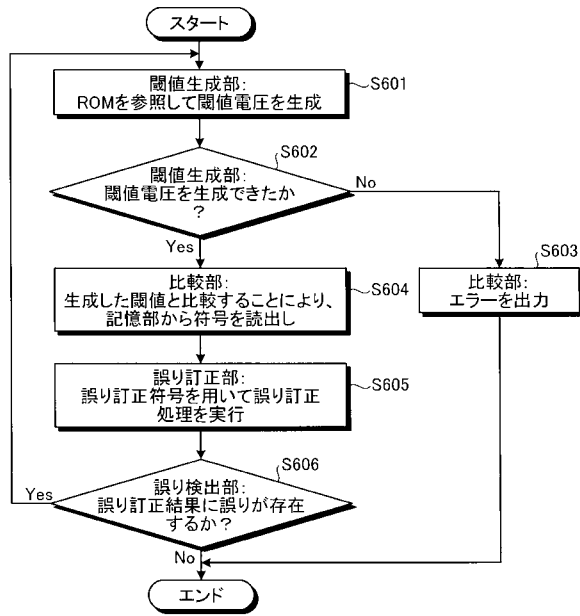
【図4】



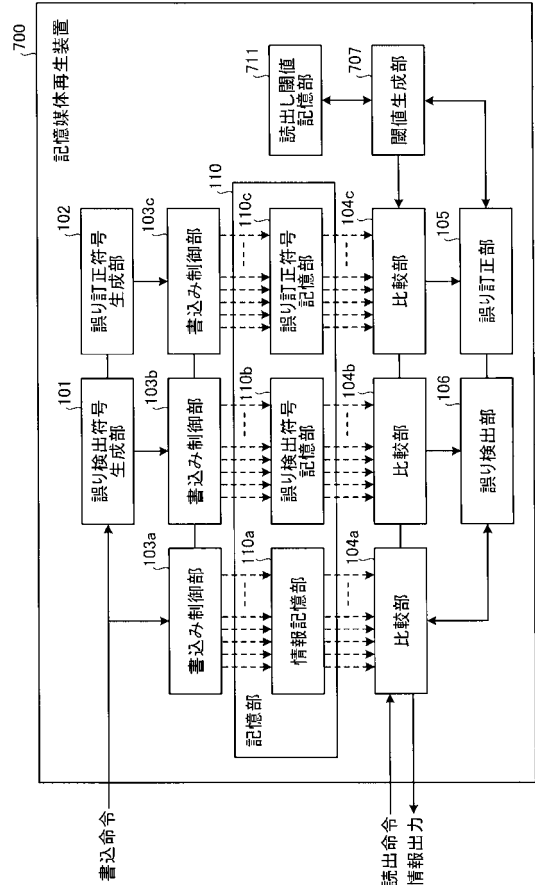
【図5】

設定ID	Eth2(V)	Eth1(V)	Eth0(V)
1	0.83	0.50	0.17
2	0.75	0.45	0.15
3	0.67	0.40	0.14
4	0.60	0.36	0.12

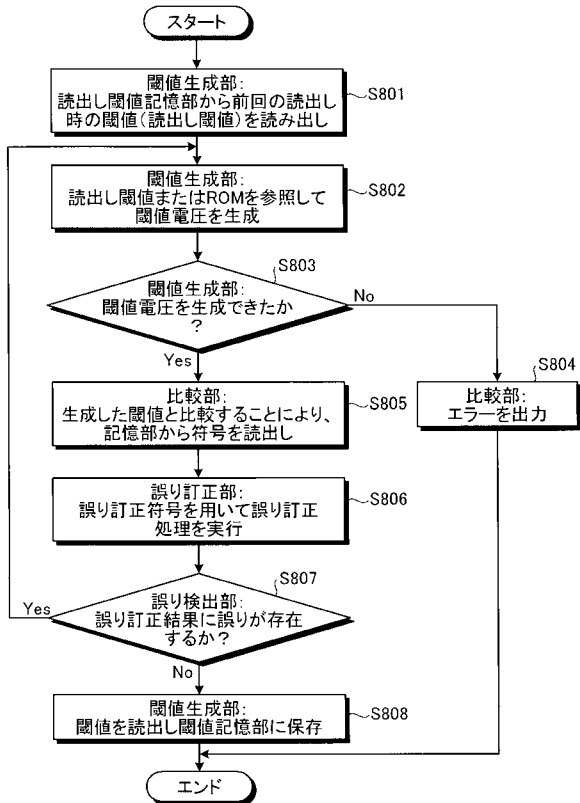
【 図 6 】



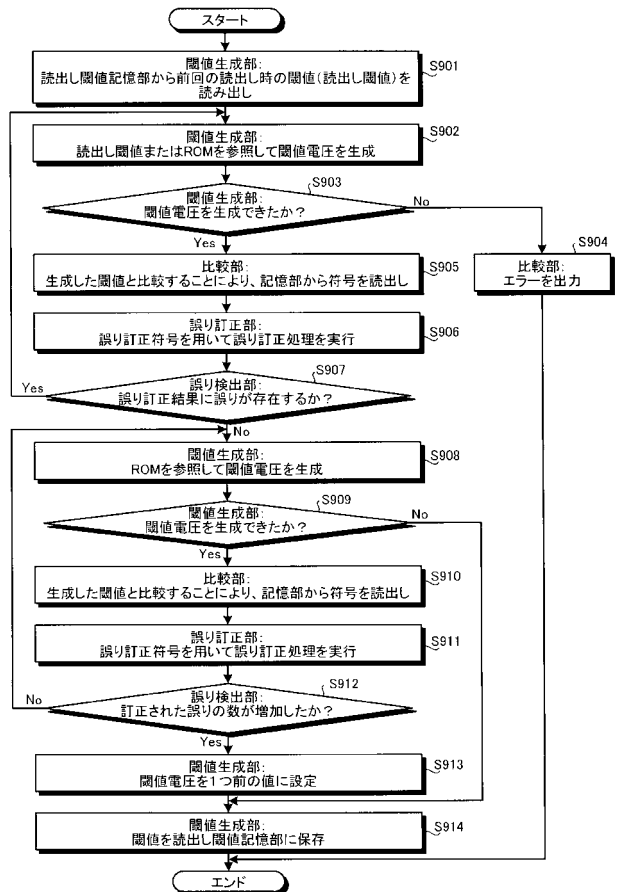
【 図 7 】



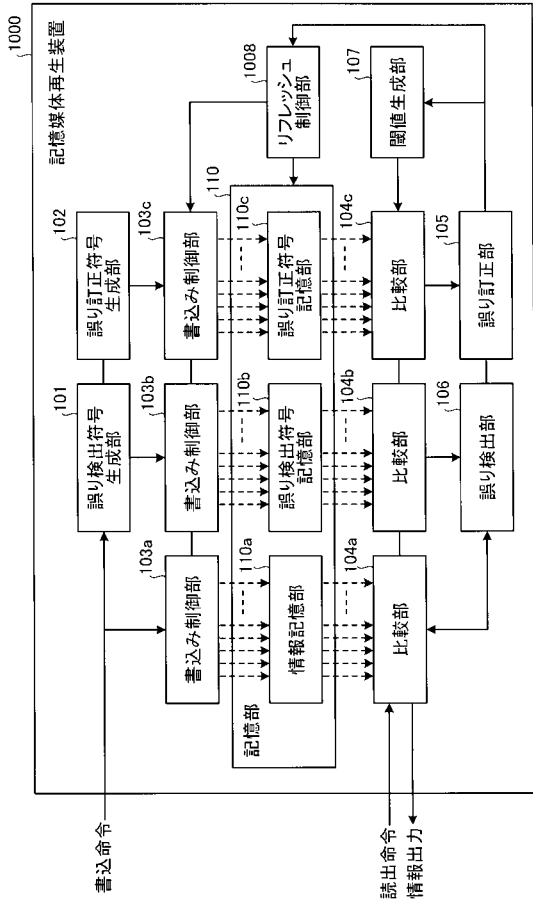
【 図 8 】



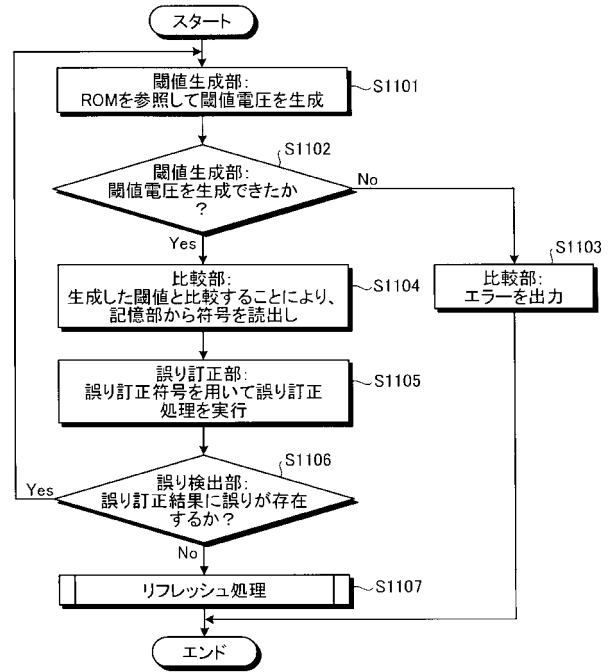
【 図 9 】



【図10】



【図11】



【図12】

