

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第6042046号
(P6042046)

(45) 発行日 平成28年12月14日 (2016. 12. 14)

(24) 登録日 平成28年11月18日 (2016. 11. 18)

(51) Int. Cl. F I
G06F 12/16 (2006.01) G06F 12/16 330C
 G06F 12/16 310H

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2016-554513 (P2016-554513)	(73) 特許権者	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(86) (22) 出願日	平成27年3月10日 (2015. 3. 10)	(74) 代理人	100089118 弁理士 酒井 宏明
(86) 国際出願番号	PCT/JP2015/057050	(72) 発明者	市岡 怜也 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三 菱電機株式会社内
審査請求日	平成28年8月26日 (2016. 8. 26)	(72) 発明者	佐々木 亮一 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三 菱電機株式会社内
早期審査対象出願		(72) 発明者	秋元 貴博 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三 菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 メモリ診断装置及びメモリ診断プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

メモリに故障が発生しているか否かを診断するメモリ診断装置であって、
 前記メモリを複数の領域に分割し、該分割した複数の領域の中から診断対象とするベース領域を二つ以上選んで読み出しテスト及び書き込みテストを含むメモリ診断を実行し、同じベース領域に対する2回目以降のメモリ診断時には前記書き込みテストのみを行う診断実行部を有することを特徴とするメモリ診断装置。

【請求項2】

前記診断実行部から前記ベース領域に対しての前記メモリ診断が完了したことの通知を受け取り、前記メモリの分割された複数の領域の各々に対してメモリ診断が実行されたか否かを管理し、かつ、前記診断実行部から問い合わせをされた領域がメモリ診断を実行済みか否かを前記診断実行部に回答するベース領域診断管理部と、

前記メモリ診断を実行する領域であるベース領域を選択して前記診断実行部に伝えるベース領域選択部と、

を有し、

前記診断実行部は、前記ベース領域選択部から伝えられたベース領域に対してメモリ診断が実行されたか否かを前記ベース領域診断管理部に問い合わせ、該問い合わせに対する回答に基づいて、前記ベース領域選択部から伝えられたベース領域にメモリ診断を行うことを特徴とする請求項1に記載のメモリ診断装置。

【請求項3】

メモリに故障が発生しているか否かを診断する処理をプログラマブルロジックコントローラに実行させるメモリ診断プログラムであって、

前記プログラマブルロジックコントローラに、

前記メモリを複数の領域に分割する処理と、

前記分割した複数の領域の中から診断対象とするベース領域を二つ以上選んで読み出しテスト及び書き込みテストを含むメモリ診断を実行し、同じベース領域に対する2回目以降のメモリ診断時には前記書き込みテストのみを行う処理とを行わせることを特徴とするメモリ診断プログラム。

【請求項4】

前記プログラマブルロジックコントローラを、

前記ベース領域に対して前記メモリ診断を行う診断実行部と、

前記診断実行部から前記ベース領域に対しての前記メモリ診断が完了したことの通知を受け取り、前記メモリの分割された複数の領域の各々に対してメモリ診断が実行されたか否かを管理し、かつ、前記診断実行部から問い合わせをされた領域がメモリ診断を実行済みか否かを前記診断実行部に回答するベース領域診断管理部と、

前記メモリ診断を実行する領域であるベース領域を選択して前記診断実行部に伝えるベース領域選択部と、

として機能させ、

前記診断実行部は、前記ベース領域選択部から伝えられたベース領域に対してメモリ診断が実行されたか否かを前記ベース領域診断管理部に問い合わせ、該問い合わせに対する回答に基づいて、前記ベース領域選択部から伝えられたベース領域にメモリ診断を行うことを特徴とする請求項3に記載のメモリ診断プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、メモリの故障を検出するメモリ診断装置及びメモリ診断プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、特許文献1に開示されるように、診断対象となるメモリを複数の領域に分割して、分割された領域の組合せに対して、公知の2種類のメモリ診断を組み合わせて実行することで、メモリの故障を検出する技術が知られている。

【0003】

一般に、安全機器に適用されるメモリの診断では、カップリング故障及び退縮故障と呼ばれる二種類の故障を検出することが求められる。カップリング故障とは、メモリ中のあるセルの値によって、他のセルが勝手に変化する故障である。退縮故障は、メモリ中のあるセルの値が0又は1に固定されてしまい、変化しなくなる故障である。

【0004】

カップリング故障及び退縮故障を検出するために必要な手順は、非特許文献1に開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開平10-154105号公報

【非特許文献】

【0006】

【非特許文献1】RAVINDRA NAIR, SATISH. M. THATTE, AND JACOB A. ABRAHAM: Efficient Algorithms for Testing Semiconductor Random-Access Memories. IEEE TRANSACTIONS ON COMP

10

20

30

40

50

UTERS, VOL. c-27, No. 6, JUNE 1978 pp. 572 - 576

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、上記特許文献1に開示される発明は、メモリを複数の領域に分割し、分割した領域の組合せに対して同じ処理を行って故障を診断しているため、メモリの故障を検出する上で省略可能な手順が繰り返し行われ、処理時間が長くなってしまおうという問題があった。

【0008】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、診断率を下げずにメモリ診断に要する処理時間を短縮するメモリ診断装置を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明は、メモリに故障が発生しているか否かを診断するメモリ診断装置であって、メモリを複数の領域に分割し、分割した複数の領域の中から診断対象とするベース領域を二つ以上選んで読み出しテスト及び書き込みテストを含むメモリ診断を全ての組に対して実行し、同じベース領域に対しての2回目以降のメモリ診断時には書き込みテストのみを行う診断実行部を有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

本発明にかかるメモリ診断装置は、診断率を下げずにメモリ診断に要する処理時間を短縮できるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】実施の形態1にかかるメモリ診断装置の機能構成を示す図

【図2】実施の形態1にかかるメモリ診断装置を実現するプログラマブルロジックコントローラのハードウェア構成を示す図

【図3】実施の形態1にかかるメモリ診断装置の構成を示す図

【図4】実施の形態1にかかるメモリ診断装置の動作の流れを示すフローチャート

【図5】実施の形態1にかかるメモリ診断装置の動作の一例を模式的に示す図

【図6】実施の形態1にかかるメモリ診断装置の動作の別の一例を模式的に示す図

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下に、本発明の実施の形態にかかるメモリ診断装置及びメモリ診断プログラムを図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

【0013】

実施の形態1 .

図1は、実施の形態1にかかるメモリ診断装置の機能構成を示す図である。メモリ診断装置10は、メモリの複数に分割された領域のいずれかに対してメモリ診断が完了したことの通知を、後述する診断実行部13から受け取り、分割された領域の各々に対してメモリ診断を実行済か否かを管理し、かつ診断実行部13から問い合わせをされた領域がメモリ診断を実行済かを診断実行部13に回答するベース領域診断管理部11を備える。また、メモリ診断装置10は、複数の領域に分割されたメモリの一部であり、メモリ診断を実行する基本単位となる領域であるベース領域を選択して診断実行部13に伝えるベース領域選択部12を備える。また、メモリ診断装置10は、ベース領域選択部12から伝えられたベース領域が診断済か否かをベース領域診断管理部11に問い合わせ、ベース領域選択部12から伝えられたベース領域に読み出しテスト及び書き込みテストを実行してメモ

10

20

30

40

50

リ診断を行う診断実行部 13 を備える。診断実行部 13 は、ベース領域内のセルごとに読み出しテスト及び書き込みテストを行う。

【0014】

図2は、実施の形態1にかかるメモリ診断装置を実現するプログラマブルロジックコントローラのハードウェア構成を示す図である。以下、プログラマブルロジックコントローラをPLC (Programmable Logic Controller) と表記する。PLC 50は、制御対象機器80を制御する装置である。PLC 50は、メモリ診断プログラムを実行してソフトウェア処理を行う処理回路である演算装置51、演算装置51がワークエリアに用いるメモリ52、情報を記憶する記憶装置53及び制御対象機器80との通信用の通信装置54を備えている。演算装置51には、中央処理装置 (Central Processing Unit: CPU) 又はシステムLSI (Large Scale Integration) を用いることができる。メモリ52は、ランダムアクセスメモリ (Random access memory: RAM) を用いることができる。記憶装置53は、ハードディスクドライブ又はソリッドステートドライブを用いることができる。

10

【0015】

図3は、実施の形態1にかかるメモリ診断装置の構成を示す図である。メモリ診断装置10は、PLC 50がメモリ診断プログラムを実行してソフトウェア処理を行うことによって実現されている。すなわち、インストールされたメモリ診断プログラム60を演算装置51で実行中のPLCは、メモリ診断装置10となっている。ベース領域診断管理部11、ベース領域選択部12及び診断実行部13は、記憶装置53に記憶されたメモリ診断プログラム60を実行する処理回路である演算装置51により、実現される。また、複数の処理回路が連携して上記機能を実行してもよい。

20

【0016】

メモリ診断プログラム60は、PLC 50が制御対象機器80を制御するために実行する制御プログラム70のバックグラウンドで実行される。すなわち、演算装置51は、制御プログラム70を実行して制御対象機器の制御を行いつつ、メモリ診断プログラム60を実行してメモリ52のメモリ診断を行う。

【0017】

実施の形態1にかかるメモリ診断装置10は、診断対象となるメモリ52を複数の領域に分割し、分割した領域の中から診断対象とする領域を二つ以上選び、公知のメモリ診断を実行する。なお、以下の説明では、メモリ52の分割された複数の領域のうち、診断対象とする領域を「ベース領域」と言う。メモリ診断装置10は、ベース領域にする領域の組合せを変えてメモリ診断を繰り返し行い、分割された領域の全ての組合せをベース領域とする。上記のようにして、メモリ診断装置10は、メモリ52の全てのセル間でのカップリング故障を検出する。

30

【0018】

メモリ診断の際には、診断実行部13は、ベース領域に対してメモリ診断を実行したことがあれば、メモリ診断を実行したことがあるベース領域内に対する読み出しテストは省略する。退縮故障及びカップリング故障を検出できる診断手順は非特許文献1に開示されているように決まっており、メモリ診断を実行済の領域に対しての読み出しテストを省略しても、全てのセルを対象にして退縮故障及びカップリング故障を検出できる必要手順は満たされる。メモリ診断を実行済の領域に対しての読み出しテストを省略することにより、読み出しテストを省略しない場合と比較して短い時間でカップリング故障を検出可能なメモリ診断を完了できる。

40

【0019】

なお、以下の動作の説明では、メモリの分割された領域から二つを選んでベース領域とする場合を例にするが、後述するように分割された領域の三つ以上を選んでベース領域にしても良い。

【0020】

図4は、実施の形態1にかかるメモリ診断装置の動作の流れを示すフローチャートであ

50

る。ステップS 1 0 1において、メモリ診断装置1 0は、メモリの分割された領域の中から診断対象であるベース領域とする領域を二つ選択する。具体的には、診断実行部1 3は、ベース領域選択部1 2にメモリ診断の対象とするベース領域を問い合わせる。ベース領域選択部1 2は、診断対象とするベース領域を選択し、診断実行部1 3に伝える。なお、ベース領域の選択の順序は特定の順序に限定されることはなく、メモリ5 2の分割された領域の全ての組合せが最終的に選択されるのであればどのような順序であっても構わない。

【0 0 2 1】

ステップS 1 0 2において、メモリ診断装置1 0は、選択したベース領域に対してメモリ診断を実行したことがあるかを判定する。具体的には、診断実行部1 3は、ベース領域選択部1 2から伝えられたベース領域がメモリ診断を実行済であることをベース領域診断管理部1 1に問い合わせ、選択したベース領域が診断済であることを確認する。

10

【0 0 2 2】

ベース領域選択部1 2が選択したベース領域に以前にメモリ診断を実行していなければ、ステップS 1 0 2でN oとなり、ステップS 1 0 3において、診断実行部1 3は、ベース領域診断管理部1 1からの回答に基づいて、ベース領域選択部1 2が選択したベース領域に対してメモリ診断を実行する。ここでのメモリ診断は、読み出し診断及び書き込み診断を行う一般的なメモリ診断である。ステップS 1 0 3が終了したら、ステップS 1 0 5に進む。

【0 0 2 3】

20

ベース領域選択部1 2が選択したベース領域に以前にメモリ診断を実行していれば、ステップS 1 0 2でY e sとなり、ステップS 1 0 4において、診断実行部1 3は、ベース領域診断管理部1 1からの回答に基づいて、メモリ診断を実行したことがあるベース領域に対して書き込みテストのみを実行する。ステップS 1 0 4が終了したら、ステップS 1 0 5に進む。

【0 0 2 4】

ステップS 1 0 5において、メモリ診断装置1 0は、メモリ診断を実行したベース領域を診断済みに設定する。具体的には、診断実行部1 3は、ベース領域に対してのメモリ診断の実行完了後、診断を終えたベース領域をベース領域診断管理部1 1に伝える。ベース領域診断管理部1 1は、診断実行部1 3から伝えられたベース領域が診断実行済であることを記憶する。

30

【0 0 2 5】

ステップS 1 0 6において、メモリ診断装置1 0は、次に診断すべき領域があるか否かを判断する。具体的には、診断実行部1 3は、ベース領域診断管理部1 1に対してメモリ5 2の分割された領域の中で次に診断すべき領域を問い合わせる。ベース領域診断管理部1 1から次に診断するベース領域が返ってこなければ、診断実行部1 3は分割されたメモリ5 2の全ての領域の組合せに対してメモリ診断を実行しており、次に診断すべきベース領域は無いと判断し(ステップS 1 0 6でN o)、メモリ診断を終了する。診断実行部1 3は、次に診断すべき領域がベース領域診断管理部1 1から返ってきた場合は、次に診断すべきベース領域はあると判断し(ステップS 1 0 6でY e s)、ステップS 1 0 1に進む。

40

【0 0 2 6】

図5は、実施の形態1にかかるメモリ診断装置の動作の一例を模式的に示す図である。本例では、メモリ5 2を領域 m_1 、 m_2 及び m_3 の三つの領域に分割している。図5において、破線で囲まれた領域がベース領域である。

【0 0 2 7】

メモリ診断装置1 0は、周期 t では、領域 m_1 及び m_2 をベース領域にして公知のメモリ診断を行う。メモリ診断装置1 0は、周期 $t + 1$ では、領域 m_1 及び m_3 をベース領域にして公知のメモリ診断を行う。メモリ診断装置1 0は、周期 $t + 2$ では、領域 m_2 及び m_3 をベース領域にして公知のメモリ診断を行う。ここでの公知のメモリ診断とは、メモ

50

り52のセルに対して読み出しテスト及び書き込みテストを実行し、期待値と一致するかを判定することによってメモリの故障を検出するメモリ診断である。公知のメモリ診断には、Abraham及びMarchを挙げることができ、これらの公知のメモリ診断とは、「メモリのセルに対して値を書き込み及び読み出しを実施し、読み出した値が書き込んだ値と一致するかどうか確認する」という処理を、診断の処理時間及び診断率にあわせて、処理を実施するセルの順序及びその組合せが異なる様々なアルゴリズムで実施する診断手法を示す。

【0028】

周期 t では、メモリ診断を実行済の領域はないため、診断実行部13は、ベース領域である領域 m_1 及び m_2 に対して読み出しテスト及び書き込みテストを行う。

10

【0029】

周期 $t+1$ では、周期 t にて領域 m_1 に対してメモリ診断を実行済であるため、診断実行部13は、領域 m_1 を対象とした読み出しテストは省略し、書き込みテストのみを行う。一方、診断実行部13は、ベース領域である領域 m_3 に対して読み出しテスト及び書き込みテストを行う。

【0030】

周期 $t+2$ では、周期 t にて領域 m_2 に対して、周期 $t+1$ にて領域 m_3 に対してメモリ診断を実行済であるため、診断実行部13は、領域 m_2 及び m_3 を対象とした読み出しテストは省略し、書き込みテストのみを行う。

【0031】

20

図6は、実施の形態1にかかるメモリ診断装置の動作の別の一例を模式的に示す図である。本例では、メモリ52を m_1 から m_5 の五つの領域に分割している。また、本例では、メモリ診断装置10は、分割された領域のうちの一つを選択してベース領域とする。図6において、破線で囲まれた領域がベース領域である。

【0032】

メモリ診断装置10は、周期 t では、領域 m_1 、 m_2 及び m_3 をベース領域にして公知のメモリ診断を行う。メモリ診断装置10は、周期 $t+1$ では、領域 m_1 、 m_2 及び m_4 をベース領域にして公知のメモリ診断を行う。メモリ診断装置10は、周期 $t+2$ では、領域 m_1 、 m_2 及び m_5 をベース領域にして公知のメモリ診断を行う。メモリ診断装置10は、周期 $t+3$ では、領域 m_1 、 m_3 及び m_4 をベース領域にして公知のメモリ診断を行う。メモリ診断装置10は、周期 $t+4$ では、領域 m_1 、 m_3 及び m_5 をベース領域にして公知のメモリ診断を行う。メモリ診断装置10は、周期 $t+5$ では、領域 m_1 、 m_4 及び m_5 をベース領域にして公知のメモリ診断を行う。メモリ診断装置10は、周期 $t+6$ では、領域 m_2 、 m_3 及び m_4 をベース領域にして公知のメモリ診断を行う。メモリ診断装置10は、周期 $t+7$ では、領域 m_2 、 m_3 及び m_5 をベース領域にして公知のメモリ診断を行う。メモリ診断装置10は、周期 $t+8$ では、領域 m_2 、 m_4 及び m_5 をベース領域にして公知のメモリ診断を行う。メモリ診断装置10は、周期 $t+9$ では、領域 m_3 、 m_4 及び m_5 をベース領域にして公知のメモリ診断を行う。

30

【0033】

周期 t では、メモリ診断を実行済の領域はないため、診断実行部13は、ベース領域である領域 m_1 、 m_2 及び m_3 に対して読み出しテスト及び書き込みテストを行う。

40

【0034】

周期 $t+1$ では、周期 t で領域 m_1 及び m_2 に対してメモリ診断を実行済であるため、診断実行部13は、領域 m_1 及び m_2 を対象とした読み出しテストは省略し、書き込みテストのみを行う。

【0035】

周期 $t+2$ では、周期 t で領域 m_1 及び m_2 に対してメモリ診断を実行済であるため、診断実行部13は、領域 m_1 及び m_2 を対象とした読み出しテストは省略し、書き込みテストのみを行う。

【0036】

50

周期 $t + 3$ では、周期 t で領域 m_1 及び m_3 に対して、周期 $t + 1$ で領域 m_4 に対してメモリ診断を実行済であるため、診断実行部 13 は、領域 m_1 、 m_3 及び m_4 を対象とした読み出しテストは省略し、書き込みテストのみを行う。

【0037】

周期 $t + 4$ では、周期 t で領域 m_1 及び m_3 に対して、周期 $t + 2$ で領域 m_5 に対してメモリ診断を実行済であるため、診断実行部 13 は、領域 m_1 、 m_3 及び m_5 を対象とした読み出しテストは省略し、書き込みテストのみを行う。

【0038】

周期 $t + 5$ では、周期 t で領域 m_1 に対して、周期 $t + 1$ で領域 m_4 に対して、周期 $t + 2$ で領域 m_5 に対してメモリ診断を実行済であるため、診断実行部 13 は、領域 m_1 、
 m_4 及び m_5 を対象とした読み出しテストは省略し、書き込みテストのみを行う。

10

【0039】

周期 $t + 6$ では、周期 t で領域 m_2 及び m_3 に対して、周期 $t + 1$ で領域 m_4 に対してメモリ診断を実行済であるため、診断実行部 13 は、領域 m_2 、 m_3 及び m_4 を対象とした読み出しテストは省略し、書き込みテストのみを行う。

【0040】

周期 $t + 7$ では、周期 t で領域 m_2 及び m_3 に対して、周期 $t + 2$ で領域 m_5 に対してメモリ診断を実行済であるため、診断実行部 13 は、領域 m_2 、 m_3 及び m_5 を対象とした読み出しテストは省略し、書き込みテストのみを行う。

【0041】

20

周期 $t + 8$ では、周期 t で領域 m_2 に対して、周期 $t + 1$ で領域 m_4 に対して、周期 $t + 2$ で領域 m_5 に対してメモリ診断を実行済であるため、診断実行部 13 は、領域 m_2 、
 m_4 及び m_5 を対象とした読み出しテストは省略し、書き込みテストのみを行う。

【0042】

周期 $t + 9$ では、周期 t で m_3 に対して、周期 $t + 1$ で領域 m_4 に対して、周期 $t + 2$ で領域 m_5 に対してメモリ診断を実行済であるため、診断実行部 13 は、領域 m_3 、 m_4 及び m_5 を対象とした読み出しテストは省略し、書き込みテストのみを行う。

【0043】

実施の形態 1 にかかるメモリ診断装置 10 は、読み出しテストを実行済の領域をベース領域とするメモリ診断時には、読み出しテストを実行済のベース領域に対しての読み出し
 テストを省略することにより冗長な処理を省く。これにより、実施の形態 1 にかかるメモリ診断装置 10 は、診断率を下げずに処理時間を短縮することができる。

30

【0044】

上記の説明においては、PLC 50 の演算装置 51 が制御プログラム 70 のバックグラウンドでメモリ診断プログラム 60 を実行してメモリ 52 のメモリ診断を実行する場合を例に説明したが、PLC 50 の外部にコンピュータを接続し、コンピュータにメモリ診断プログラムを実行させてメモリ診断を行うこともできる。PLC 50 の外部に接続したコンピュータにメモリ診断プログラムを実行させてメモリ診断を行うことにより、PLC 50 の演算装置 51 の負荷を低減することができ、PLC 50 による制御対象機器 80 の制御動作を確実に行うことが可能となる。

40

【0045】

以上の実施の形態に示した構成は、本発明の内容の一例を示すものであり、別の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、構成の一部を省略、変更することも可能である。

【符号の説明】

【0046】

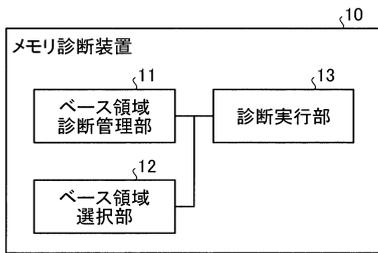
10 メモリ診断装置、11 ベース領域診断管理部、12 ベース領域選択部、13 診断実行部、50 PLC、51 演算装置、52 メモリ、53 記憶装置、60 メモリ診断プログラム、70 制御プログラム、80 制御対象機器。

【要約】

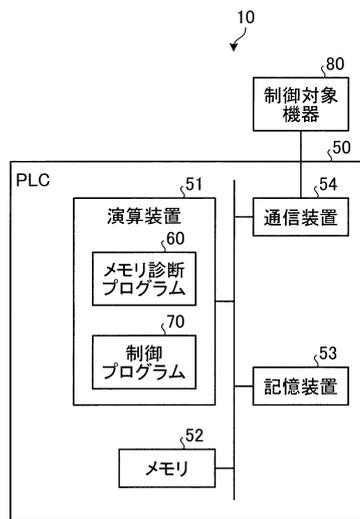
50

メモリに故障が発生しているか否かを診断するメモリ診断装置(10)であって、メモリを複数の領域に分割し、分割した複数の領域の中から診断対象とするベース領域を二つ以上選んで読み出しテスト及び書き込みテストを含むメモリ診断を実行し、同じベース領域に対する2回目以降のメモリ診断時には書き込みテストのみを行う診断実行部(13)を有する。診断実行部(13)は、記憶装置に記憶されたメモリ診断プログラムを実行する処理回路である演算装置により、実現される。

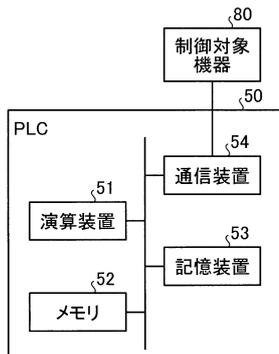
【図1】



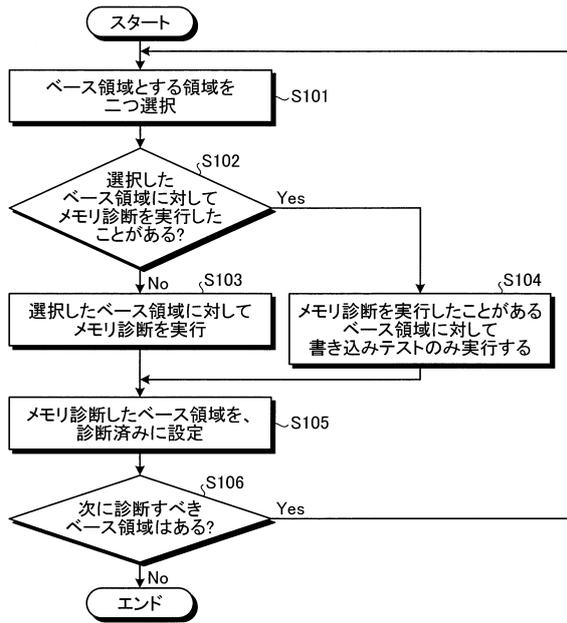
【図3】



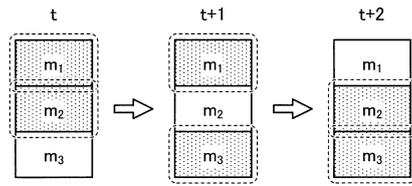
【図2】



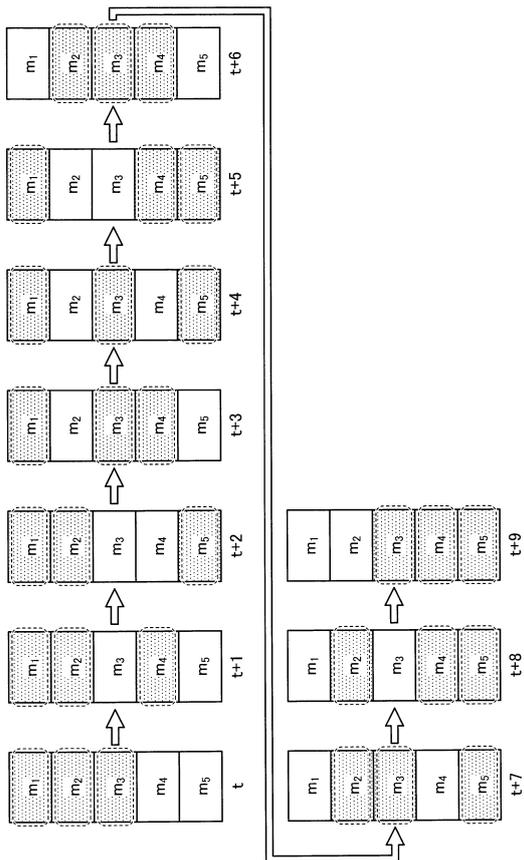
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

審査官 後藤 彰

- (56)参考文献 特開2014-71770(JP,A)
国際公開第2012/111135(WO,A1)
国際公開第2007/055068(WO,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G06F 12/16
G11C 29/00 - 29/56