



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103714861 B

(45)授权公告日 2017.04.12

(21)申请号 201210585230.X

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2012.12.28

G11C 29/08(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

(56)对比文件

申请公布号 CN 103714861 A

CN 1307341 A, 2001.08.08,

CN 101504923 A, 2009.08.12,

(43)申请公布日 2014.04.09

US 6563751 B1, 2003.05.13,

(30)优先权数据

US 2009/0125763 A1, 2009.05.14,

2012-218788 2012.09.28 JP

审查员 杜兴批

(73)专利权人 株式会社东芝

地址 日本东京都

(72)发明人 中谷博司 大西直哉 天木智

鲛田芳富 登古诚

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 杨谦 胡建新

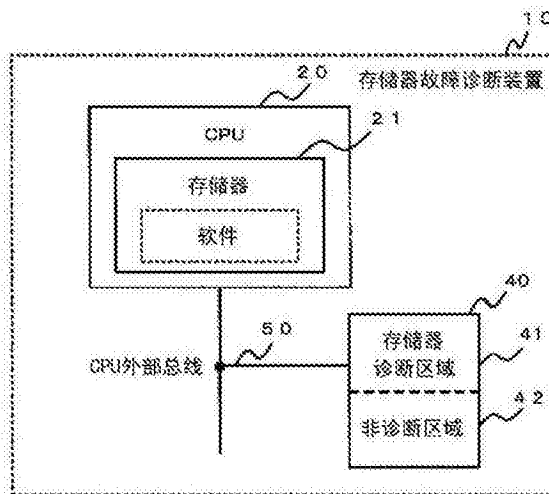
权利要求书3页 说明书10页 附图6页

(54)发明名称

存储器故障诊断装置、存储器故障诊断方法

(57)摘要

本发明的目的在于,提供一种使用预先设定的控制周期内的应用执行后的间隔时间,用最小时间进行存储器的故障诊断,使得诊断对象区域的存储器全部故障诊断时间成为最小的存储器故障诊断装置和存储器故障诊断方法。存储器的区域具备诊断区域(41)和非诊断区域(42),诊断区域被分割成各个区域不重叠的多个行区域,并且,各个行区域被分割成各自不重叠的多个单元区域,存储器故障诊断方法为2级的诊断,具备:针对行区域内的1组单元区域的全部组合的单元区域间进行诊断的行区域内诊断步骤;和针对诊断区域内的1组行区域的全部组合的行区域间进行诊断的行区域间诊断步骤,将行区域尺寸设置成使行区域内诊断时间与行区域间诊断时间相等。



1. 一种存储器故障诊断方法,使用预先设定的控制周期内的应用执行后的间隔时间来诊断存储器的故障,其特征在于,

所述存储器的区域具备预先设定的成为诊断对象的诊断区域、和不在所述应用以及所述存储器故障诊断中使用的诊断对象以外的非诊断区域,

所述诊断区域被分割成各个区域不重叠的多个行区域,并且,各个所述行区域被分割成各自不重叠的多个单元区域,所述单元区域以所述存储器的数据总线宽度尺寸、字节尺寸和字尺寸、以及字节尺寸和字尺寸的整数倍中的某个尺寸来构成,

所述行区域的尺寸设定为大于等于所述单元区域的尺寸的整数倍且小于等于所述诊断区域的1/2、并且所述行区域内诊断时间和所述行区域间诊断时间相等的尺寸,

所述存储器故障诊断方法包括:

针对所述行区域内的1组所述单元区域的全部组合进行诊断的行区域内诊断步骤;和

针对所述诊断区域内的1组所述行区域的全部组合进行诊断的行区域间诊断步骤,

所述行区域内诊断步骤包括:

在所述控制周期中的应用执行已结束的定时,使预先设定的1组所述单元区域的数据保全到作为保全区域的非诊断区域中的步骤;

针对1组所述单元区域,写入并生成4种相同位位置的样式为相互反转关系的组合,每次写入时读出该单元区域的数据,比较1组该单元区域的值,判断该值是否是期望值的步骤;

在比较的结果是期望值的情况下,向该1组单元区域中写回已保全到所述保全区域中的数据的步骤;和

在比较的结果不是期望值的情况下,判断该1组单元区域为“故障”的步骤,

所述行区域间诊断步骤包括:

在所述控制周期中的应用执行已结束的定时,使预先设定的所述行区域的1组数据保全到所述非诊断区域中的步骤;

针对1组所述行区域,写入并生成4种相同位位置的样式为相互反转关系的组合,每次写入时读出该行区域的数据,比较1组该行区域的值,判断该值是否是期望值的步骤;

在比较的结果是期望值的情况下,向该1组行区域中写回已保全到所述保全区域中的数据的步骤;和

在比较的结果不是期望值的情况下,判断该1组行区域为“故障”的步骤。

2. 根据权利要求1所述的存储器故障诊断方法,其特征在于,用下述的数学式1,根据预先设定的所述行区域内诊断的容许诊断时间,赋予所述行区域的尺寸,

数学式1为:

$$\text{行区域尺寸} \leq \frac{2 \times \text{单元区域尺寸}^2 \times \text{时钟数} \times \text{容许诊断时间}}{\text{每1个诊断循环 RW 次数} \times \text{诊断区域尺寸} \times \text{每单元区域存取循环数}}$$

其中,1次存储器存取时间=1/时钟数。

3. 根据权利要求1所述的存储器故障诊断方法,其特征在于,用下述的数学式2赋予所述行区域的尺寸范围,

数学式2为:

$$\frac{1}{2}\sqrt{\text{诊断区域尺寸}\times\text{单元区域尺寸}}\leq\text{行区域尺寸}\leq 2\sqrt{\text{诊断区域尺寸}\times\text{单元区域尺寸}}。$$

4. 根据权利要求1所述的存储器故障诊断方法,其特征在于,用所述存储器的物理地址中的行地址的宽度尺寸设定所述行区域的尺寸。

5. 根据权利要求1所述的存储器故障诊断方法,其特征在于,关于所述行区域的尺寸,针对所述存储器的物理地址中的各行地址,仅将列方向上开头的单元区域的1个单元区域的量作为该行区域,使得在所述行区域间诊断中将行方向的存取削减了“行区域尺寸/单元区域尺寸”的数量。

6. 根据权利要求1所述的存储器故障诊断方法,其特征在于,
在应用的执行时间固定时,将所述间隔时间设定为固定值,
在该应用的执行时间可变的情况下,在每次应用结束时求出所述间隔时间,
另外,在所述行区域内诊断时以及所述行区域间诊断时,在所述4种组合的样式数据的诊断循环中,每次该1个组合样式数据下的诊断结束时,求出剩余的间隔时间,

在剩余间隔时间变为小于等于预先规定的诊断时间的情况下,将下个组合下的诊断暂时中断,并存储所述下个组合下的诊断的诊断顺序号,

在下个控制周期中,在所述应用已结束的時刻,从下个诊断顺序号开始诊断。

7. 一种存储器故障诊断装置,使用预先设定的控制周期内的应用执行后的间隔时间来诊断存储器的故障,其特征在于,

所述存储器的区域具备预先设定的成为诊断对象的诊断区域、和在所述应用以及所述存储器诊断中不使用的诊断对象以外的非诊断区域,

所述诊断区域被分割成各个区域不重叠的多个行区域,并且,各个所述行区域被分割成各自不重叠的多个单元区域,所述单元区域以所述存储器的数据总线宽度尺寸、字节尺寸、字尺寸、字节尺寸和字尺寸的整数倍中的某个尺寸来构成,

所述行区域的尺寸设定为大于等于所述单元区域的尺寸的整数倍且小于等于所述诊断区域的1/2、并且所述行区域内诊断时间和所述行区域间诊断时间相等的尺寸,

所述存储器故障诊断装置具备:

针对所述行区域内的1组所述单元区域的全部组合进行诊断的行区域内诊断机构;和

针对所述诊断区域内的1组所述行区域的全部组合进行诊断的行区域间诊断机构,

所述行区域内诊断机构在所述控制周期中的应用执行已结束的定时,使预先设定的1组所述单元区域的数据保全到作为保全区域的非诊断区域中,

针对初始化后的1组所述单元区域,写入并生成4种相同位位置的样式为相互反转关系的组合,每次写入时读出该单元区域的数据,比较1组该单元区域的值,判断该值是否是期望值,

在比较的结果是期望值的情况下,向该1组单元区域中写回已保全到所述保全区域中的数据,

在比较的结果不是期望值的情况下,判断该1组单元区域为“故障”,

所述行区域间诊断机构在所述控制周期中的应用执行已结束的定时,使预先设定的所述行区域的1组数据保全到所述非诊断区域中,

针对1组所述行区域,写入并生成4种相同位位置的样式为相互反转关系的组合,每次

写入时读出该行区域的数据,比较1组该行区域的值,判断该值是否是期望值,

在比较的结果是期望值的情况下,向该1组行区域中写回已保全到所述保全区域中的数据,

在比较的结果不是期望值的情况下,判断该1组行区域为“故障”。

8.根据权利要求7所述的存储器故障诊断装置,其特征在于,用下述的数学式3,根据预先设定的所述行区域内诊断的容许诊断时间,赋予所述行区域的尺寸,

数学式3为:

$$\text{行区域尺寸} \leq \frac{2 \times \text{单元区域尺寸}^2 \times \text{时钟数} \times \text{容许诊断时间}}{\text{每1个诊断循环 RW 次数} \times \text{诊断区域尺寸} \times \text{每单元区域存取循环数}}$$

其中,1次存储器存取时间=1/时钟数。

9.根据权利要求7所述的存储器故障诊断装置,其特征在于,用下述的数学式4赋予所述行区域的尺寸范围,

数学式4为:

$$\frac{1}{2} \sqrt{\text{诊断区域尺寸} \times \text{单元区域尺寸}} \leq \text{行区域尺寸} \leq 2 \sqrt{\text{诊断区域尺寸} \times \text{单元区域尺寸}}$$

10.根据权利要求7所述的存储器故障诊断装置,其特征在于,用所述存储器的物理地址中的行地址的宽度尺寸设定所述行区域的尺寸。

11.根据权利要求7所述的存储器故障诊断装置,其特征在于,关于所述行区域的尺寸,针对所述存储器的物理地址中的各行地址,仅将列方向上开头的单元区域的1个单元区域的量作为该行区域,使得所述行区域间诊断在行方向的存取中削减了“行区域尺寸/单元区域尺寸”的数量。

12.根据权利要求7所述的存储器故障诊断装置,其特征在于,

在应用的执行时间固定时,将所述间隔时间设定为固定值,

在该应用的执行时间可变的的情况下,在每次应用结束时求出所述间隔时间,

另外,在所述行区域内诊断时以及所述行区域间诊断时,在所述4种组合的样式数据的诊断循环中,每次该1个组合样式数据下的诊断结束时,求出剩余的间隔时间,

在剩余间隔时间变为小于等于预先规定的诊断时间的情况下,将下个组合下的诊断暂时中断,并存储所述下个组合下的诊断的诊断顺序号,

在下个控制周期中,在所述应用已结束的时刻,从下个诊断顺序号开始诊断。

存储器故障诊断装置、存储器故障诊断方法

技术领域

[0001] 本发明的实施方式涉及一种存储器故障诊断装置和存储器故障诊断方法。

背景技术

[0002] 例如在要求高安全性的成套设备等的安全测量仪表系统中,需要针对对系统进行控制的控制装置的存储器进行故障诊断。

[0003] 由于安全测量仪表系统要求以年为单位的长期无重启的连续运转,因此,不仅在系统启动时,在运转当中也需要进行对存储器的故障诊断。

[0004] 一般说来,在成为故障诊断对象的存储器的故障中,除了1个存储器单元的读/写(Read/Write)错误以外,还存在读/写了某个存储器单元时,其他存储器单元的值发生变化的耦合失效。

[0005] 该耦合失效的故障诊断算法有走步式(Walkpath)(也称为Walking Bit(走步位))或GALPAT(跳步模式)。

[0006] 走步式(Walkpath)是一种遍及诊断对象的整个存储器区域,一边接通/断开1位或者多位的关注存储器的值,一边试验剩余的存储器区域的值是否正确的方法。

[0007] 该方法能检测出整个存储器区域的耦合失效,但是由于存储器的写入读出(读/写)次数与存储器尺寸的平方成正比,因此存在诊断对象的存储器容量变大时故障诊断时间就加速增大的问题。

[0008] 对于该问题,作为缩短存储器故障诊断所需的处理时间的方式,有分级设定存储器的故障诊断区域来减少存储器存取次数的方式。

发明内容

[0009] 在上述的分级设定存储器的故障诊断区域来减少存储器存取次数的方式的情况下,在存储器故障诊断中,必须要进行禁止对诊断对象区域以外的存储器写入的排他处理的存储器区域很宽,因此,存在排他处理时间变长的问题。

[0010] 即,该存储器诊断在利用走步式的诊断方式中,采取向1个存储器单元写入并确认对剩余整个区域的影响的方式。因此,需要禁止向该区域写入存取的排他处理,直到确认对剩余整个区域的处理结束为止。

[0011] 但是,例如在安全测量仪表系统中,由于在控制周期内必须要使用执行应用处理后的间隔时间来进行存储器的故障诊断,因此,在诊断对象区域的存储器尺寸大的情况下,用于该存储器诊断的存取禁止时间会比间隔时间长,有遍及控制周期的多个循环来禁止对诊断对象区域的写入之虞。

[0012] 因此,要将有关应用处理的命令和数据复制到预先规定的存储器的保全区域中,使用保全区域来执行应用处理。

[0013] 另外,由于向存储器保全区域的复制也需要时间,因此,有复制期间将控制中断等的妨碍应用处理动作的问题。

[0014] 本发明是为了解决上述问题点而完成的,其目的在于,提供一种使用预先设定的控制周期内的应用执行后的间隔时间,用最小时间进行存储器的故障诊断,使得诊断对象区域的存储器全部故障诊断时间成为最小的存储器故障诊断装置和存储器故障诊断方法。

[0015] 为了达到上述目的,本实施方式的存储器故障诊断方法是一种使用预先设定的控制周期内的应用执行后的间隔时间来诊断存储器的故障的存储器故障诊断方法,其特征在于,所述存储器的区域具备预先设定的成为诊断对象的诊断区域、和不在所述应用以及所述存储器故障诊断中使用的诊断对象以外的非诊断区域,所述诊断区域被分割成各个区域不重叠的多个行(Row)区域,并且,各个所述行区域被分割成各自不重叠的多个单元(Cell)区域,所述单元区域以所述存储器的数据总线宽度尺寸、字节尺寸和字尺寸、以及字节尺寸和字尺寸的整数倍中的某个尺寸来构成,所述行区域尺寸设定为大于等于所述单元区域尺寸的整数倍且小于等于所述诊断区域的1/2、并且所述行区域内诊断时间和所述行区域间诊断时间相等的尺寸,所述存储器故障诊断方法具备:针对所述行区域内的1组所述单元区域的全部组合进行诊断的行区域内诊断步骤、和针对所述诊断区域内的1组所述行区域的全部组合进行诊断的行区域间诊断步骤,所述行区域内诊断步骤包括:在所述控制周期中的应用执行已结束的定时,使预先设定的1组所述单元区域的数据保全到所述非诊断区域中的步骤;针对1组所述单元区域,写入并生成4种相同位位置的样式(pattern)为相互反转关系的组合,每次写入时读出该单元区域的数据,比较1组该单元区域的值,判断该值是否是期望值的步骤;在比较的结果是期望值的情况下,向该1组单元区域中写回已保全到所述保全区域中的数据的步骤;以及,在比较的结果不是期望值的情况下,判断该1组单元区域为“故障”的步骤,所述行区域间诊断步骤包括:在所述控制周期中的应用执行已结束的定时,使预先设定的所述行区域的1组数据保全到所述非诊断区域中的步骤;针对1组所述行区域,写入并生成4种相同位位置的样式为相互反转关系的组合,每次写入时读出该行区域的数据,比较1组该行区域的值,判断该值是否是期望值的步骤;在比较的结果是期望值的情况下,向该1组行区域中写回已保全到所述保全区域中的数据的步骤;以及,在比较的结果不是期望值的情况下,判断该1组行区域为“故障”的步骤。

[0016] 为了达到上述目的,本实施方式的存储器故障诊断装置使用预先设定的控制周期内的应用执行后的间隔时间来诊断存储器的故障,其特征在于,所述存储器的区域具备预先设定的成为诊断对象的诊断区域、和在所述应用以及所述存储器诊断中不使用的诊断对象以外的非诊断区域,所述诊断区域被分割成各个区域不重叠的多个行区域,并且,各个所述行区域被分割成各自不重叠的多个单元区域,所述单元区域以所述存储器的数据总线宽度尺寸、字节尺寸、字尺寸、字节尺寸和字尺寸的整数倍中的某个尺寸来构成,所述行区域尺寸设定为大于等于所述单元区域尺寸的整数倍且小于等于所述诊断区域的1/2、并且所述行区域内诊断时间和所述行区域间诊断时间相等的尺寸,所述存储器故障诊断装置具备:针对所述行区域内的1组所述单元区域的全部组合进行诊断的行区域内诊断机构、和针对所述诊断区域内的1组所述行区域的全部组合进行诊断的行区域间诊断机构,所述行区域内诊断机构在所述控制周期中的应用执行已结束的定时,使预先设定的1组所述单元区域的数据保全到所述非诊断区域中,针对初始化后的1组所述单元区域,写入并生成4种相同位位置的样式为相互反转关系的组合,每次写入时读出该单元区域的数据,比较1组该单元区域的值,判断该值是否是期望值,在比较的结果是期望值的情况下,向该1组单元区域

中写回已保全到所述保全区域中的数据,在比较的结果不是期望值的情况下,判断该1组单元区域为“故障”,所述行区域间诊断机构在所述控制周期中的应用执行已结束的定时,使预先设定的所述行区域的1组数据保全到所述非诊断区域中,针对1组所述行区域,写入并生成4种相同位位置的样式为相互反转关系的组合,每次写入时读出该行区域的数据,比较1组该行区域的值,判断该值是否是期望值,在比较的结果是期望值的情况下,向该1组行区域中写回已保全到所述保全区域中的数据,在比较的结果不是期望值的情况下,判断该1组行区域为“故障”。

附图说明

- [0017] 图1是第一实施方式的控制装置的框图。
- [0018] 图2是第一实施方式的控制装置的其他结构的框图。
- [0019] 图3是应用处理和存储器诊断处理的时间图。
- [0020] 图4是应用处理和存储器诊断处理的流程图。
- [0021] 图5是存储器的结构图的例子。
- [0022] 图6是说明第一实施方式的行区域内诊断区域的设定和其动作的图。
- [0023] 图7是说明第一实施方式的行区域间诊断区域的设定和其动作的图。
- [0024] 图8是说明第一实施方式的存储器诊断动作的图。
- [0025] 图9是说明第一实施方式的存储器诊断的中断处理动作的图。
- [0026] 图10是说明测试样式的例子的图。
- [0027] 图11是说明第二实施方式的行区域间诊断区域的设定和其动作的图。
- [0028] 附图标记的说明
- | | | |
|--------|------|--------|
| [0029] | 10 | 控制装置 |
| [0030] | 20 | CPU |
| [0031] | 21 | 程序存储器 |
| [0032] | | 应用程序 |
| [0033] | | 诊断程序 |
| [0034] | 30 | 存储器接口部 |
| [0035] | 40 | 数据存储器 |
| [0036] | 41 | 诊断区域 |
| [0037] | 42 | 非诊断区域 |
| [0038] | 50 | 外部总线 |
| [0039] | 401 | 地址寄存器 |
| [0040] | 402 | 行译码器 |
| [0041] | 403 | 列译码器 |
| [0042] | 404 | 存储器阵列 |
| [0043] | 404i | 存储器单元 |
| [0044] | 501 | 地址总线 |

具体实施方式

[0045] 以下,参照附图,对本发明的实施方式进行说明。本实施方式的存储器故障诊断装置最好是具备执行应用的CPU和对CPU所执行的程序或数据进行存储的存储器的装置,应用所执行的控制对象可以任意。

[0046] (第一实施方式)

[0047] 参照图1~图10,对第一实施方式进行说明。图1和图2是说明第一实施方式的结构框图。存储器故障诊断装置10具备CPU20和存储器40,所述CPU20和存储器40用CPU外部总线50相连接。

[0048] CPU20具备存储软件存储器21,所述软件包括执行应用的应用软件(以后称为应用)和诊断存储器40的故障的存储器故障诊断软件(以后称为存储器故障诊断)。

[0049] 此外,存储器40具备预先设定的成为存储器故障诊断对象的诊断区域41和不成为诊断对象的对象的、成为用于诊断对象区域41的故障诊断的暂时保全存储区域的非诊断区域42。

[0050] 存储器故障诊断装置10也可以是具备未图示的CPU核心和内部存储器,并用CPU内部总线连接CPU核心和内部存储器的结构。

[0051] 此外,存储器故障诊断装置10也可以是如图1所示地用CPU外部总线50直接连接CPU20和存储器40的结构,也可以是如图2所示地通过存储器接口部30连接CPU20和存储器40的结构。

[0052] 此外,图2结构的CPU20也可以是代替具备软件21的结构,而用FPGA(Field-Programmable Gate Array:现场可编程逻辑门阵列)构成,并用FPGA执行应用和存储器故障诊断的结构。

[0053] 此外,存储器40的内部被分割成诊断区域41和非诊断区域42,但是既可以将两区域配置在同一物理存储器上,或者也可以用不同的物理存储器构成诊断区域41和非诊断区域42都可以。

[0054] 下面,参照图3和图4,对该存储器故障诊断装置10的动作概要进行说明。图3示出CPU20所执行的预先设定的控制周期 T_i 、在控制周期 T_i 内执行的应用处理时间 t_{ai} 、和能进行存储器故障诊断的间隔时间 t_{di} 的执行定时。

[0055] 考虑应用处理 t_{ai} 的偏差,对间隔时间 t_{di} 预先规定能用于存储器故障诊断的容许诊断时间 T_{av} 。

[0056] 此外,以后详细叙述的成为存储器故障诊断对象的存储器40,具备预先设定的成为诊断对象的诊断区域41、和存储器故障诊断中不使用的诊断对象以外的非诊断区域42。

[0057] 并且,如图4所示,CPU20反复执行应用处理 s_1 和存储器故障诊断处理 $s_2\sim s_4$ 。存储器故障诊断处理包括使诊断区域41的某个区域暂时保全到非诊断区域的数据储存(Data Store)(s_2)、针对该区域写入和读出预先规定的样式(pattern)数据后检验是否是期望值的数据的读/写校验(check)(s_3)、以及写回已暂时保全了的某个诊断区域的数据的数据恢复(Data restore)(s_4)。

[0058] 然后,横跨多个控制周期 T_i 反复执行该存储器故障诊断处理。

[0059] 下面,参照图5,对存储器40的结构进行说明。存储器40是能进行数据的写入和读出的易失性存储器,用随机存取存储器(RAM)构成,使用由1个晶体管构成且需要刷新充电的动态随机存取存储器(DRAM)或由多个晶体管构成的可高速存取静态随机存取存储器

(SRAM)。

[0060] 与此相对,作为CPU20中具备的对软件21进行存储的存储器,使用非易失性的只读存储器(ROM)。

[0061] 一般的RAM的结构如图5所示,具备连接在CPU20的地址总线501上的地址寄存器401、针对存储器阵列404的各存储器单元404i的行地址(Row address)和列地址(Column address)指定对1个存储器单元404i的存取的行译码器(Row Decoder)402和列译码器(Column decoder)403。

[0062] 各行(Row)叫作字线,各列(Column)叫作位线,存储器单元将字线与位线的交点之一认作地址,通过将各自的物理地址与逻辑地址相对应,就能够对行译码器402和列译码器403所指定的地址进行存取。

[0063] 存储器40的故障包含这些结构各部分的故障,存储器单元404i的故障中除了因为邻近配置地址线 and 数据线以及邻近配置许多存储器单元而发生的耦合失效(Coupling fault)以外,还包含叫作固定故障和样式依赖故障的故障。

[0064] 由于根据某个存储器单元的内容,或者因为某个存储器单元的内容发生变化,而另外的存储器单元的内容进行变化,因此,可以通过适用称为GALPAT的诊断算法来诊断上述那样的包括耦合失效在内的存储器40的故障。

[0065] 即,通过向作为诊断对象的1组存储器单元中的一方写入0(或者1)后,使另一方的相同位数据位置的存储器单元的内容0→1变化(或者1→0),然后读出一方的内容,将1组存储器单元的值与期望值进行比较,来进行诊断。

[0066] 下面,参照图6和图7,对这样的基于利用GALPAT的诊断算法的存储器40的诊断区域41的设定方法进行说明。图6、图7示出了诊断区域41为n行k列的存储器阵列。

[0067] 诊断区域41被分割成各个区域不重叠的多个行(Row)区域41-i,并且,各个行区域41-i被分割成各自不重叠的多个单元(Cell)区域41-ij。

[0068] 此外,单元区域41-ij以存储器的数据总线宽度尺寸、字节尺寸和字尺寸、以及字节尺寸和字尺寸的整数倍尺寸中的某个尺寸构成。即,单元区域41-ij由多位的存储器单元构成。

[0069] 此外,将行区域41-i的尺寸设定在大于等于单元区域41-ij的尺寸的整数倍且小于等于诊断区域41的1/2的尺寸范围内。

[0070] 本实施方式的存储器故障诊断方法由2级诊断构成,该2级诊断为,针对行区域41-i内的1组单元区域41的全部组合进行诊断的行区域内诊断、以及针对诊断区域41内的1组行区域41的全部组合进行诊断的行区域间诊断。

[0071] 图6中,作为1组单元区域41,例如示出了单元区域41-13和单元区域41-1k作为它的一组,图7中示出了行区域41-1和行区域41-n-1作为它的一组。

[0072] 下面,对行区域内诊断进行说明。在行区域内诊断中,对1组单元区域写入和读出预先规定的测试样式后,比较并判断1组值是否是期望值。

[0073] 测试样式如图10所示,针对1组区域的对应位置上的位数据,只要其样式处于相互反转的关系,任意组合都可以。例如,使用如图10(b)所示地单元区域i的4位的测试样式全是0而反转测试样式全是1的组合、或如图10(c)所示地测试样式是55h而该样式的反转测试样式是AAh的组合等4种组合。

[0074] 在行区域内诊断中,对在1个行区域内所能取的全部的1组单元区域的组合实施存储器故障诊断处理。利用该诊断,除了各单元区域单位下的存储器故障,还能够检测出1个行区域内的单元区域单位下的包括耦合失效在内的存储器故障的全部样式。

[0075] 此外,对诊断区域41的全部行区域41-i分别实施行区域内诊断。这样,就能够针对诊断区域41中的全部存储器单元404i检测存储器故障,还能检测出各行区域内的单元区域41-i j单位下的包括耦合失效在内的存储器故障的全部样式。

[0076] 下面,对行区域间诊断进行说明。在行区域间诊断中,对1组行区域写入和读出预先规定的测试样式后,比较并判断1组值是否是期望值。

[0077] 测试样式与行区域内诊断同样,如图10(b)或者图10(c)所示,针对1组区域的对应位置上的位数据,只要其样式处于相互反转的关系,任意组合都可以。例如,使用如图10(b)所示地单元区域i的4位的测试样式全是0而反转测试样式全是1的组合、或如图10(c)所示地测试样式是55h而该样式的反转测试样式是AAh的组合等4种组合。

[0078] 在行区域间诊断中,对在1个诊断区域内41所能取的全部的1组行区域的组合实施存储器故障诊断处理。利用该诊断,除了各行区域单位下的存储器故障,还能够检测出诊断区域41内的行区域单位下的包括耦合失效在内的存储器故障的全部样式。

[0079] 此外,对诊断区域41的全部行区域41-i分别实施行区域间诊断。这样,就能够针对诊断区域41中的全部存储器单元404i检测存储器故障,还能检测出诊断区域41内的行区域41-i单位下的包括耦合失效在内的存储器故障的全部样式。

[0080] 下面,参照图8,对该行区域内诊断和行区域间诊断的诊断处理动作进行说明。图8是测试样式的4种组合内的、如图10(a)所示地将它的区域描述为A、B、C、...,将代表其区域状态的1位描述为测试样式来进行说明的图。

[0081] 在图8中,首先,当指定了1组单元区域A和单元区域B时,将该区域的数据保全处理到非诊断区域42中(数据储存)。

[0082] 接着,向1组单元区域A和单元区域B中写入0(W0)。然后,仅将单元区域A写入(0→)1(W1),针对写入结果,读出各个区域的数据(单元区域A-R1、单元区域B R0),求出所读出的1组区域的值,并与期望值进行比较,判断读出的值是否正确。在不一致的情况下,判断该组合的区域为“故障”。在一致的情况下,转移到下个数据的写入。

[0083] 下个数据向单元区域B写入(0→)1(W1)。然后,读出1组单元区域的数据(单元区域A-R1、单元区域B R1),求出所读出的1组区域的值,并与期望值进行比较,判断读出的值是否正确。在不一致的情况下,判断该组合的区域为“故障”。在一致的情况下,转移到下个数据的写入。

[0084] 下个数据向单元区域A写入(1→)0(W0)。然后,读出1组单元区域的数据(单元区域A-R0、单元区域B R1),求出所读出的1组区域的值,并与期望值进行比较,判断读出的值是否正确。在不一致的情况下,判断该组合的区域为“故障”。在一致的情况下,转移到下个数据的写入。

[0085] 下个数据向单元区域B写入(1→)0(W0)。然后,读出1组单元区域的数据(单元区域A-R0、单元区域B R0),求出所读出的1组区域的值,并与期望值进行比较,判断读出的值是否正确。在不一致的情况下,判断该组合的区域为“故障”。在一致的情况下,向1组单元区域A和单元区域B中写回保全区域中所存储的数据(数据恢复)。

[0086] 如以上说明地,在2个区域间的1个诊断循环中执行数据储存处理、对4种测试数据的组合的读/写校验处理、和数据恢复处理这3种处理,以后同样地执行该诊断循环,直到最后的组合区域为止。

[0087] 行区域间诊断与行区域内诊断相比,除了区域尺寸不同以外,动作是同样的,故省略其详细说明。此外,行区域间诊断和行区域内诊断中,诊断的顺序、组合也可以任意。

[0088] 在本实施方式中,由于在1个诊断循环中保全到非诊断区域42中的区域限于1组单元区域或者1组行区域,因此,能将图4记载的存储器故障诊断处理(从数据储存到数据恢复的1个诊断循环)收纳在1个控制周期 T_i 内。

[0089] 此外,在应用的执行时间固定的情况下,间隔时间 t_{di} 能够设定为固定值,但在设想间隔时间 t_{di} 可变,且不收纳在1个控制周期 T_i 内的情况下,每次应用结束时求出间隔时间 t_{di} 。

[0090] 另外,在行区域内诊断和行区域间诊断时,也可以在诊断循环中,在1个组合样式(数据)中的每次诊断结束时求出剩余间隔时间,在剩余间隔时间变为小于等于预先规定的诊断时间的情况下,将下个组合中的诊断暂时中断,并存储该诊断顺序号,在下个控制周期 T_i 中,在应用已结束的時刻,从下个诊断顺序号开始诊断。

[0091] 该情况下的诊断的中止定时可以是在图9的箭头所示的恢复并使能储存(Restore & Store enable)中示出的诊断循环的3处读出定时。即,在读取已写入的数据并结束了与期望值之间的比较处理之后,中断存储器故障诊断处理,从非诊断区域42恢复暂时保全的该区域的数据,然后再次开始应用。

[0092] 然后,在应用结束后的下个控制周期 T_i 中的间隔时间 t_{di} ,从中断后的诊断顺序号开始写数据并开始诊断循环。

[0093] 此外,在本实施方式中,由于存储器故障诊断处理中一切应用处理都不动作,因此,不需要在诊断区域41一侧执行应用处理。

[0094] 下面,针对用于使作为存储器故障诊断装置10的诊断时间最小的行区域41-i尺寸和单元区域41-i j尺寸的设定方法进行说明。

[0095] 在只将应用处理所需的程序和数据全部复制到非诊断区域中而在非诊断区域中执行应用的构造中,能减小与存储器故障诊断的1个诊断循环有关的存储器区域,但作为代价,有存储器诊断的组合数量变得庞大的缺点。

[0096] 为了预防该缺点,在本实施方式中,将诊断区域41设置成分割为行区域和单元区域2级的诊断处理。

[0097] 在本实施方式中,行区域的尺寸范围是单元区域的尺寸的整数倍,将其范围规定为单元区域尺寸 $\times 2 \leq$ 行区域尺寸 \leq 诊断区域尺寸 $\times 1/2$,但1组单元区域的组合数量与行区域尺寸的平方成正比。

[0098] 因此,若行区域的尺寸变大,则单元区域的组合数量增大,行区域内诊断的处理时间就增大,就会很难在控制周期内的间隔时间内使数据储存和数据恢复处理结束。

[0099] 另一方面,由于行区域间诊断的1组行区域的组合数量呈与行区域尺寸的平方成反比例的关系,因此,越减小行区域尺寸,诊断区域41内的行区域数量就越增多,从而,处于行区域间诊断的组合数量激增且行区域间诊断的总处理时间扩大的关系。

[0100] 以下求出用于使存储器故障诊断时间最小的、行区域间诊断时间、行区域内诊断

时间与诊断区域尺寸、行区域尺寸和单元区域尺寸的关系。

[0101] 参照图8,用下述式子求行区域间诊断时间 T_{Brow} 。

[0102] $T_{Brow} = (A) \cdot (B) \cdot (C) \cdot (D)$

[0103] 在此,(A)、(B)、(C)、(D)是下述定义的值,

[0104] (A)…图8的每个行区域间1诊断循环(数据储存~数据恢复)的读/写次数、

[0105] (B)…1组行区域间的总组合数

[0106] (C)…1个行区域中的存储器存取次数

[0107] (D)…1次存储器存取时间=1/时钟数

[0108] 在此,关于(B),若设 $m = \text{诊断区域尺寸} / \text{行区域尺寸}$,则

[0109] $(B) = m \cdot (m-1) / 2$ 。

[0110] 此外,(C)用 $(C) = (\text{行区域尺寸} / \text{单元区域尺寸}) \cdot \text{每单元区域的存取循环数}$ 表示。

[0111] 在此,在 m 是充分大的值的情况下,由于可以近似为 $m^2/2$,因此,用下述(数学式1)求行区域间诊断时间 T_{row} 。

[0112] **【数学式1】**

[0113] 行区域间诊断时间 = $\frac{\text{每个诊断循环 } RW \text{ 次数} \times \text{诊断区域尺寸}^2 \times \text{每单元区域存取循环数}}{2 \times \text{行区域尺寸} \times \text{单元区域尺寸} \times \text{时钟数}}$

[0114] 同样地,用下述式子(2)求行区域内诊断时间 T_{Irow} 。

[0115] $T_{Irow} = (A) \cdot (B) \cdot (C) \cdot (D) \cdot (E)$

[0116] 在此,(A)、(B)、(C)、(D)、(E)是下述定义的值,

[0117] (A)…图8的每个行区域内1诊断循环(数据储存~数据恢复)的读/写次数、

[0118] (B)…1组单元区域的总组合数

[0119] (C)…1个单元区域中的存储器存取次数

[0120] (D)…1次存储器存取时间=1/时钟数

[0121] (E)…诊断区域中的行区域数量

[0122] 在此,关于(B),若设 $n = \text{行区域尺寸} / \text{单元区域尺寸}$,则

[0123] $(B) = n \cdot (n-1) / 2$ 。

[0124] 此外,(C)用 $(C) = (\text{行区域尺寸} / \text{单元区域尺寸}) \cdot \text{每单元区域的存取循环数}$ 表示。

[0125] 在此,在 n 是充分大的值的情况下,由于可以近似为 $n^2/2$,因此,用下述(数学式2)求行区域内诊断时间 T_{Irow} 。

[0126] **【数学式2】**

[0127] 行区域内诊断时间 = $\frac{\text{每个诊断循环 } RW \text{ 次数} \times \text{行区域尺寸} \times \text{诊断区域尺寸} \times \text{每单元区域存取循环数}}{2 \times \text{单元区域尺寸}^2 \times \text{时钟数}}$

[0128] 在此,在将行区域内诊断时间 T_{Irow} (总所需时间)假设为存储器故障诊断处理能够花费的容许诊断时间 T_{av} 的目标的情况下,在行区域尺寸、单元区域尺寸、诊断区域尺寸和容许诊断时间之间,下述(数学式3)的关系成立。

[0129] **【数学式3】**

[0130] 行区域尺寸 $\leq \frac{2 \times \text{单元区域尺寸}^2 \times \text{时钟数} \times \text{容许诊断时间}}{\text{每个诊断循环 } RW \text{ 次数} \times \text{诊断区域尺寸} \times \text{每单元区域存取循环数}}$

[0131] 即,通过行区域尺寸满足(数学式3),行区域内诊断时间 T_{Irow} 就能够低于容许诊断时间 T_{av} 。

[0132] 再有,在不像本实施方式这样地将诊断区域分级,而是仅用行区域内诊断进行全部诊断区域的存储器故障诊断的方式的情况下,诊断时间变为如下述(数学式4)。

[0133] 【数学式4】

$$[0134] \quad \text{诊断时间(以前)} = \frac{\text{每1个诊断循环 } RW \text{ 次数} \times \text{诊断区域尺寸}^2 \times \text{每单元区域存取循环数}}{2 \times \text{单元区域尺寸}^2 \times \text{时钟数}}$$

[0135] 从而,比较(数学式1)、(数学式2)和(数学式4)可知,在以前的存储器故障诊断方式中,需要行区域间诊断时间 T_{Brow} 的(行区域尺寸/单元区域尺寸)倍和行区域内诊断时间 T_{Irow} 的(诊断区域尺寸/行区域尺寸)倍的处理时间。

[0136] 另一方面,本实施方式的存储器诊断时间成为行区域间诊断时间 T_{Brow} 与行区域内诊断时间 T_{Irow} 的合计时间。如(数学式1)、(数学式2)所示,行区域间诊断时间 T_{Brow} 与行区域尺寸呈反比例关系,行区域内诊断时间 T_{Irow} 与行区域尺寸呈正比例关系。因此,存储器诊断时间最小的是行区域间诊断时间 T_{Brow} =行区域内诊断时间 T_{Irow} 的情况。

[0137] 根据(数学式1)和(数学式2),下述(数学式5)能求出满足该关系的行区域尺寸。

[0138] 【数学式5】

$$[0139] \quad \text{行区域尺寸} = \sqrt{\text{诊断区域尺寸} \times \text{单元区域尺寸}}$$

[0140] 由于一般是用2的倍数来表现存储器尺寸,因此,在(数学式5)不等于2的倍数的情况下,与(数学式5)的值最接近的、行区域可取的最优值必然存在于(数学式5)的行区域尺寸的1/2倍到2倍之间。

[0141] 从而,本实施方式的使存储器诊断时间最小的行区域尺寸一般用下述(数学式6)来表现。

[0142] 【数学式6】

$$[0143] \quad \frac{1}{2} \sqrt{\text{诊断区域尺寸} \times \text{单元区域尺寸}} \leq \text{行区域尺寸} \leq 2 \sqrt{\text{诊断区域尺寸} \times \text{单元区域尺寸}}$$

[0144] 此外,作为行区域尺寸的决定方法,也可以不是(数学式3)或(数学式6)式的方式,而能够是设置成遵照存储器的物理(硬件)结构的构成。

[0145] 具体而言,可以是使行区域的尺寸与如图5所示的物理存储器中的用行地址来区别的存储器尺寸相一致的结构。

[0146] 在DRAM内部,如图5所示,存储器单元排列成行(Row)·列(Column)的格子状。在DRAM的外部电路读写存储器空间时,用地址指定读写对象。地址信息在DRAM内部被分割成行地址和列地址。地址区域中的DRAM的耦合失效就其构造上来说具有在行地址彼此之间和列地址彼此之间更容易产生的特性。

[0147] 因此,例如在用第0位~第7位表现图5的列(Column)地址,用第8位~第18位表现行地址的存储器元件中,通过将行区域尺寸设置为256字节(=2⁸),就能够用列地址的组合操作进行行区域内诊断,用行地址的组合操作进行行区域间诊断。

[0148] 从而,根据本实施方式,在存储器故障诊断装置中,将诊断区域分割为行区域和单元区域,通过用行区域内诊断和行区域间诊断的这2级来进行存储器故障诊断,能够将存储器故障诊断的1个循环收纳在固定周期应用处理的控制周期内的间隔时间里。

[0149] 此外,由于不需要保全区域中的应用处理的执行而应用处理变得容易,并且还能够使得向保全区域复制1组诊断区域的时间也收纳在间隔时间里,因此,能够提供一种不妨

碍应用处理的执行的存储器故障诊断装置。

[0150] (第二实施方式)

[0151] 下面,参照图11,对本发明涉及的存储器故障检测装置的第二实施方式进行说明。对于第二实施方式的各部分,与第一实施方式相同的部分标记相同的符号,并省略其说明。

[0152] 第二实施方式与第一实施方式的不同点在于,对于行区域的尺寸,在第一实施方式中,在存储器的列方向上,将列宽度整体作为区域,但在第二实施方式中,针对存储器的物理地址中的各行地址,仅将列方向上开头的单元区域的1个单元区域的量作为区域,使得在行区域间诊断中将行方向的存取削减了行区域尺寸/单元区域尺寸的数量。

[0153] 在本实施例中,行区域间诊断中的读/写诊断的诊断范围缩小了。但是,由于在行区域内诊断中实施诊断区域41的诊断,因此,可以与第一实施方式同样地检测出对于存储器的特定地址的故障。

[0154] 此外,针对横跨不在行区域内诊断中诊断的行区域间的耦合失效,例如,在故障发生源是地址线的情况下,由于利用行区域间诊断,在横跨行区域的单元区域彼此之间进行读/写诊断,因此能检测出地址区域中的耦合失效。

[0155] 如以上说明地,根据本实施方式,能够提供一种使用预先设定的控制周期内的应用执行后的间隔时间,用最小时间进行存储器的故障诊断,使得诊断对象区域的存储器全部故障诊断时间成为最小的存储器故障诊断装置和存储器故障诊断方法。

[0156] 已经说明了本发明的几个实施方式,但是这些实施方式是作为例子而提出的,并不是想限定发明范围。这些新的实施方式可以以其他各种各样的方式进行实施,可以在不脱离发明主旨的范围内进行各种各样的省略、置换和变更。这些实施方式或其变形包含在发明范围或主旨内,并且也包含在权利要求书中记载的发明及其均等的范围内。

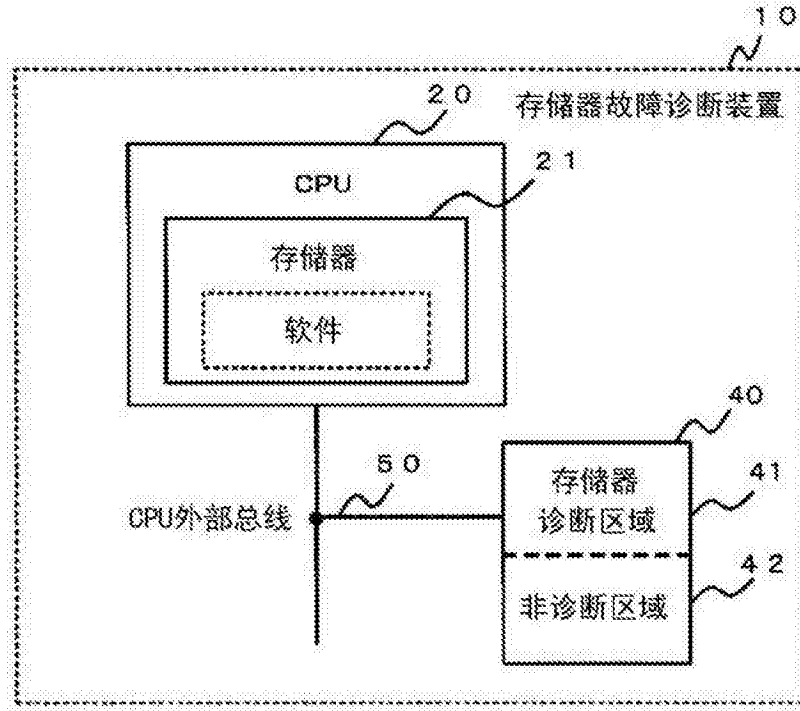


图1

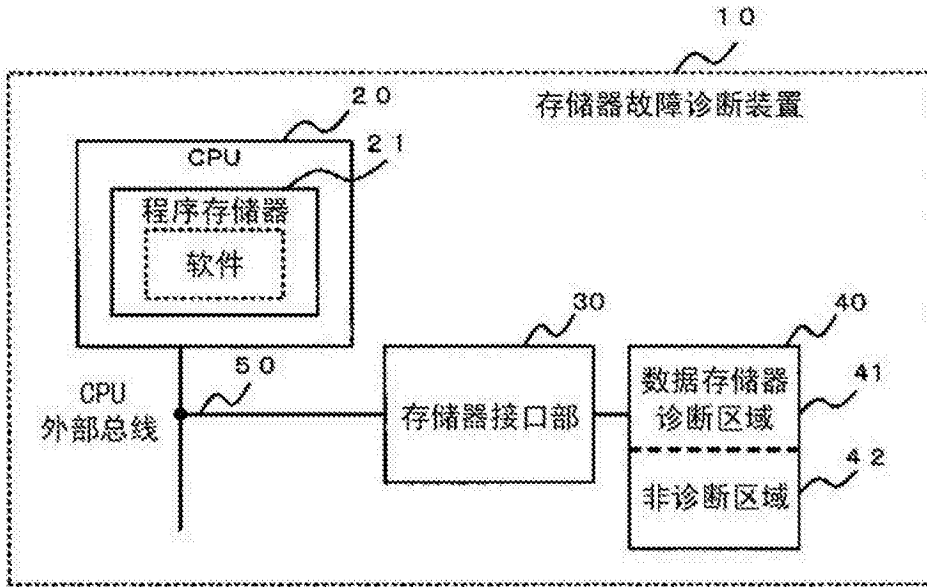


图2

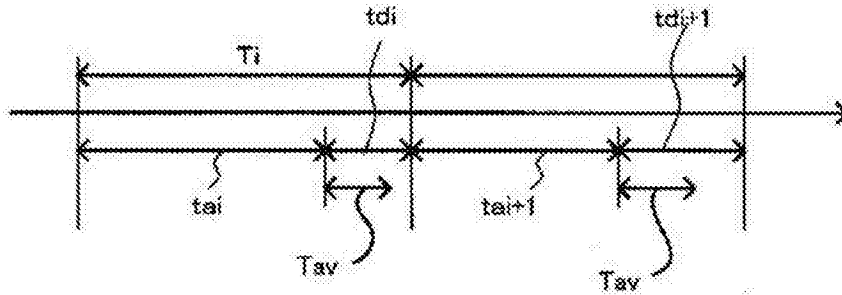


图3

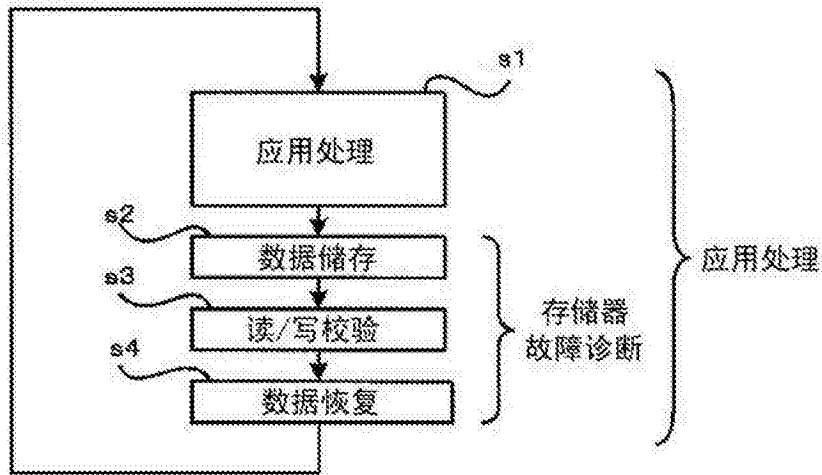


图4

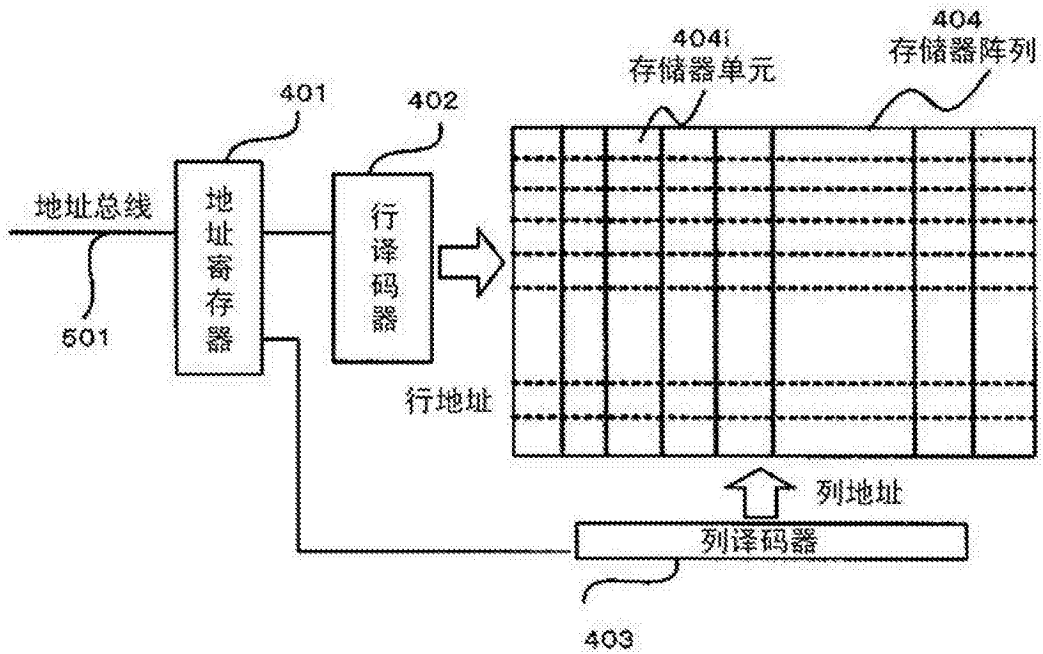


图5

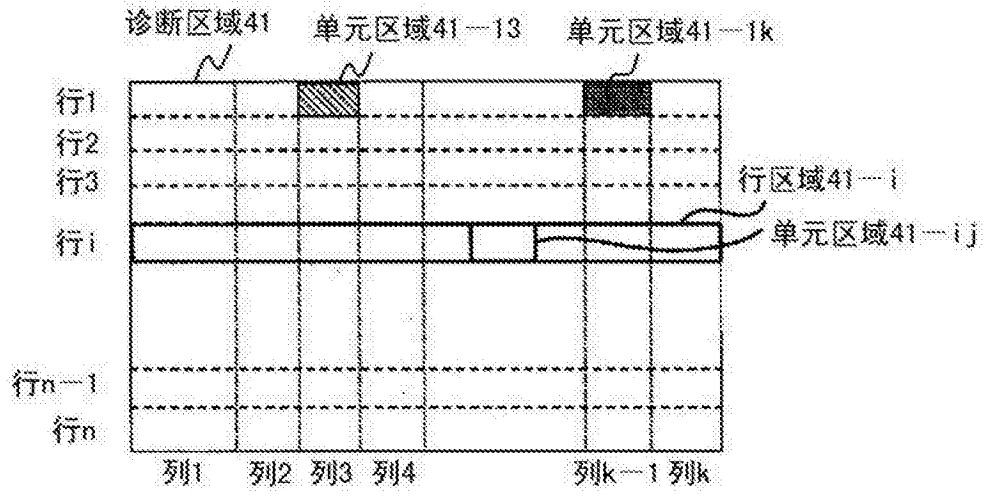


图6

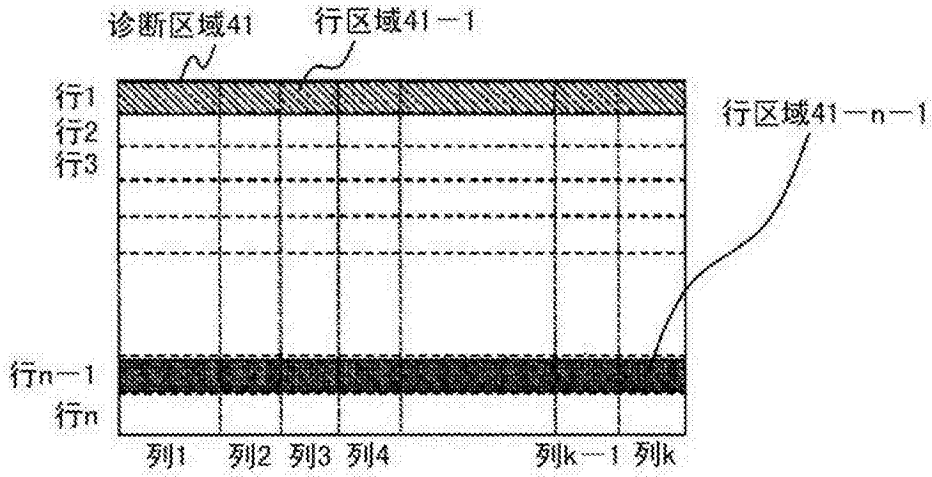


图7

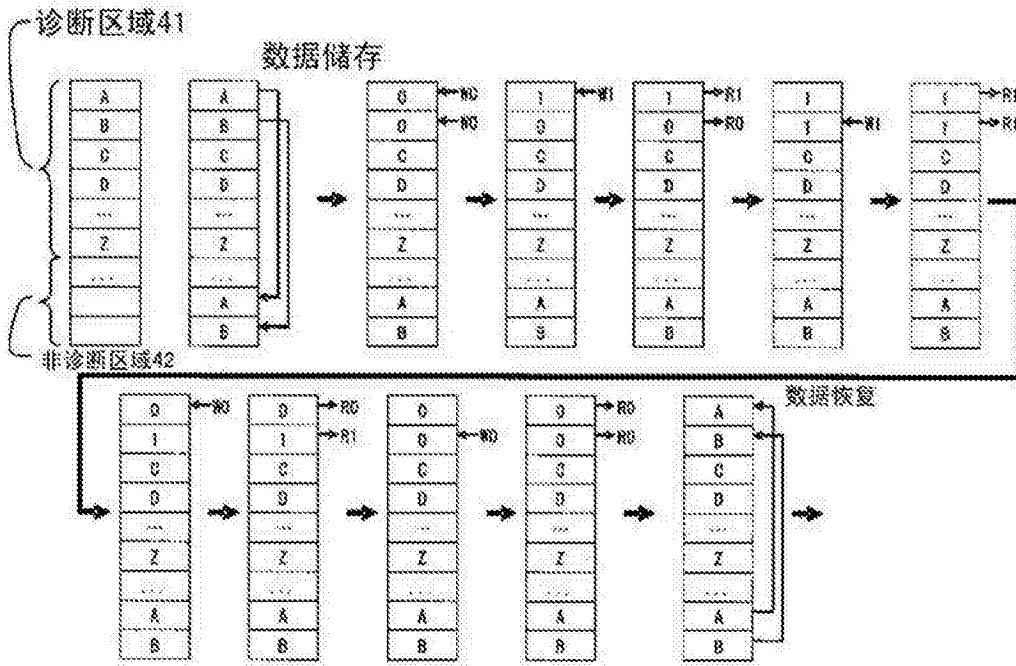


图8

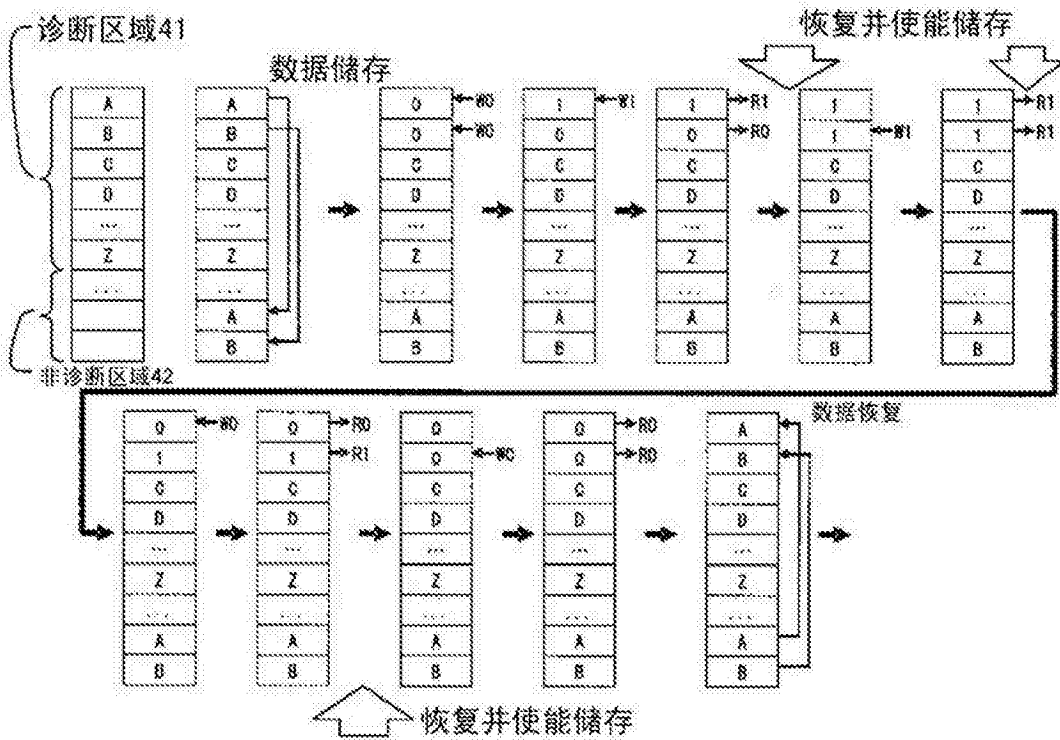


图9

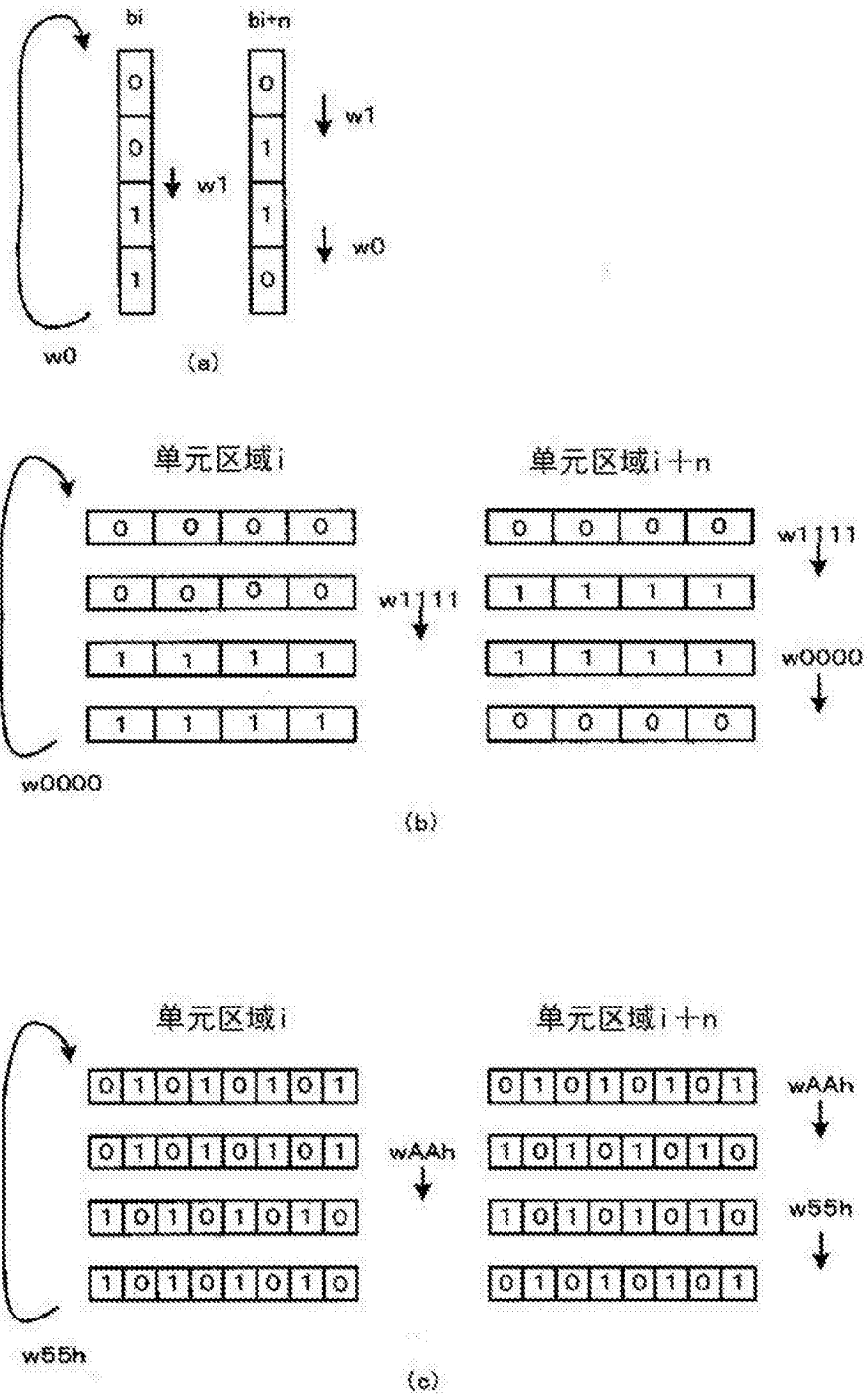


图10

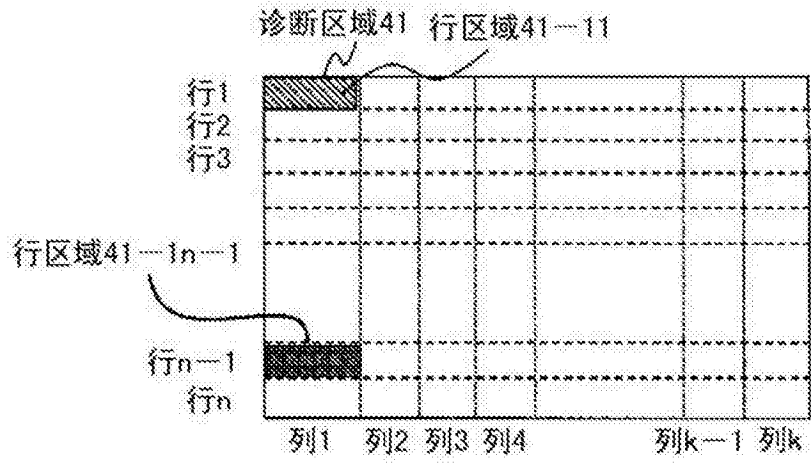


图11