

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G06F 11/10 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200480003788.6

[45] 授权公告日 2008 年 5 月 14 日

[11] 授权公告号 CN 100388220C

[22] 申请日 2004.2.9

[21] 申请号 200480003788.6

[30] 优先权

[32] 2003.2.7 [33] DE [31] 10305008.6

[86] 国际申请 PCT/DE2004/000330 2004.2.9

[87] 国际公布 WO2004/070487 德 2004.8.19

[85] 进入国家阶段日期 2005.8.8

[73] 专利权人 罗伯特·博世有限公司

地址 德国斯图加特

[72] 发明人 J·韦伯 A·奥厄

[56] 参考文献

CN1383617A 2002.12.4

DE19964012A1 2001.7.12

US6438056B2 2002.8.20

US6279128B1 2001.8.21

US6101614A 2000.8.8

审查员 陈颖

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 程天正 张志醒

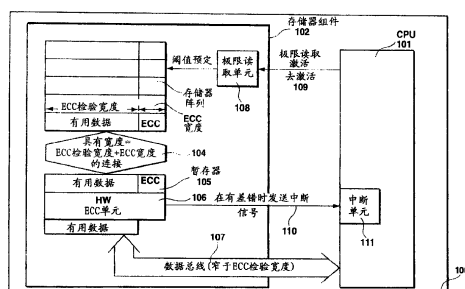
权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图 3 页

[54] 发明名称

用于监控电子控制的方法和设备

[57] 摘要

用于监控电子控制的方法和设备，其中设法将至少一个存储器的完整的数据相继读入可由存储器很迅速填充的 ECC 单元中并且在那里自动地进行检验，而不必费时地向处理器传输完整的数据，其中 ECC 检验宽度包括存储器的多个存储单元的数据，并且可被构成为处理器的读取字宽的多倍，其中为 ECC 检验宽度的数据分别形成附加信息，并且可以将其存放在存储器中，以及因此除了持续地存取指令之外还可以通过以下方式检验至少一个存储器的整个代码/数据区，即对于处理器对一个唯一的存储单元的内容的每个请求，从存储器中以完整的 ECC 检验宽度连同附加信息来填充 ECC 单元，其中从完整的 ECC 检验宽度的数据中形成检验信息，并且自动地在 ECC 单元中将检验信息与所存储的附加信息进行比较。



1. 用于监控电子控制的方法，其中在至少一个存储器中存放有作为代码的控制指令和/或数据，其中在正在进行指令存取时通过字线从所述至少一个存储器向具有一定字宽的控制单元传输所述代码，从而控制工作流程，其中所述字宽包括所述存储器的多个存储单元的代码，以及为字宽的所述代码分别形成附加信息，并且将所述附加信息存放在所述存储器中，

其特征在于，

在正在进行的指令存取之外，通过以下方式来检验所述至少一个存储器的整个代码，即对于包括多个存储单元的代码和所述附加信息的每个字宽选出恰好一个存储单元，并且因此将完整的字线从所述的至少一个存储器激活至具有完整字宽的控制单元，其中由所述完整的字线的代码形成检验信息，并且将所述检验信息与所存储的附加信息进行比较。

2. 按权利要求 1 的方法，其特征在于，由 ECC 单元执行所述检验，并且所述字宽对应于 ECC 检验字宽，因此所述 ECC 检验字宽包括所述存储器的多个存储单元的代码。

3. 按权利要求 2 的方法，其特征在于，所述 ECC 检验字宽对应于所述控制单元的读取字宽的多倍。

4. 按权利要求 2 的方法，其特征在于，按照所述控制单元对所述存储器的存储单元的内容的请求，自动地以完整的 ECC 检验字宽连同附加信息来填充所述 ECC 单元，并且由所述完整的 ECC 检验字宽的代码形成所述检验信息，并且与所述附加信息进行比较。

5. 按权利要求 1 的方法，其特征在于，在所选出的存储单元中附加地确定当前的电荷状态，并且将该电荷状态与可预定的电荷阈值进行比较。

6. 按权利要求 2 的方法，其特征在于，在所选出的存储单元中附加地读出具有可预定的电荷阈值的代码，并且通过与所述电荷阈值的比较由所述 ECC 单元来检验所述具有可预定的电荷阈值的代码的正确性。

7. 按权利要求 1 的方法, 其特征在于, 通过从第一存储单元的起始地址出发重复设置增量来实现相应字宽的存储单元的选择, 其中每隔所述增量的距离选出每个存储单元。

8. 按权利要求 2 或 7 的方法, 其特征在于, 以所述起始地址开始重复地累加根据所述 ECC 检验字宽预定的增量, 并且选出相应的存储单元。

9. 按权利要求 1 的方法, 其特征在于, 在所述检验信息和相应的附加信息不相同同时触发中断, 并且显示差错。

10. 按权利要求 1 的方法, 其特征在于, 在所述检验信息和相应的附加信息不相同同时识别出差错, 并且根据所述附加信息进行校正。

11. 按权利要求 5 的方法, 其特征在于, 在所述当前的电荷状态达到或低于所述可预定的电荷阈值时, 执行相应存储单元或所述相应字宽的所有存储单元或所述存储器的所有存储单元的电荷状态的刷新。

12. 按权利要求 5 的方法, 其特征在于, 在所述当前的电荷状态达到或低于所述可预定的电荷阈值时识别出未来的差错, 并且显示该未来的差错。

13. 用于监控电子控制的设备, 其中在至少一个存储器中存放有作为代码的控制指令和/或数据, 其中在正在进行指令存取时通过字线从所述至少一个存储器向具有一定字宽的控制单元传输所述代码, 从而控制工作流程, 其中所述字宽包括所述存储器的多个存储单元的代码, 以及为字宽的所述代码分别形成附加信息, 并且将所述附加信息存放在所述存储器中,

其特征在于,

包含有装置, 这些装置在正在进行的指令存取之外通过以下方式检验所述至少一个存储器的整个代码, 即对于包括多个存储单元的代码和所述附加信息的每个字宽选出恰好一个存储单元, 并且这些装置因此将完整的字线从所述的至少一个存储器激活至具有完整字宽的控制单元, 其中包含有检验装置, 这些检验装置从所述完整的字线的代码中形成检验信息, 并且将所述检验信息与所存储的附加信息进行比较。

14. 按权利要求 13 的设备, 其特征在于, 所述设备包括作为装置的 ECC

单元。

15. 按权利要求 13 的设备, 其特征在于, 此外包含有电荷检验装置, 这些电荷检验装置在相应字宽的所选出的存储单元中确定当前的电荷状态, 并且将该电荷状态与可预定的电荷阈值进行比较。

16. 按权利要求 13 或 14 的设备, 其特征在于, 包含有中断装置, 这些中断装置在所述检验信息和所述附加信息不相同和/或在所述当前的电荷状态达到或低于所述可预定的电荷阈值时触发中断。

17. 按权利要求 13 或 14 的设备, 其特征在于, 包含有显示装置, 这些显示装置在所述检验信息和所述附加信息不相同和/或在所述当前的电荷状态达到或低于所述可预定的电荷阈值时显示差错。

用于监控电子控制的方法和设备

技术领域

本发明涉及一种根据独立权利要求的用于监控电子控制的方法和设备，其中在至少一个存储器中存放有作为代码的控制指令和/或数据、尤其是常数，其中在持续地存取指令时，通过尤其是数据总线的字线将尤其是数据的代码从至少一个存储器向具有一定字宽的控制单元、尤其是向用于控制工作流程的处理器传输。

背景技术

在现有技术中公开了用于监控电子控制的方法，这些方法基于在整个或部分代码范围上周期性地计算校验和。因此如果已改变了代码，则应该识别出来；假设是通过调整（Tuning）或通过存储元件的电荷丢失。在启动系统时应执行针对操作或针对数据丢失的校验和计算，以便达到最大可能的安全性。但是基于长的时间这是不能应用的，因为由此会延缓系统的启动特性，并且客户将这感觉为缺陷，该时间由超过 100 KB 直至几兆字节代码的完整的校验和计算所产生。

在持续地存取指令时，即在工作中，已知一种以硬件为特色的方法，用于在快闪存储元件有电荷丢失的问题时防止数据丢失。在该利用相应硬件的、也称为 ECC（差错校验和校正）的方法中，不仅存在着存储信息所需要的、即用于控制指令和/或数据、原来的代码的存储单元，而且也附加地存在着若干具有附加信息的存储单元，通过该附加信息可以查明，用于信息存储的单元中的信息是否已改变。这在持续地存取指令时、即在工作中通过硬件来实现。例如在 DE 38 33 713 A1 中公开了这种硬件。正如名称已说明的那样，通过这些附加信息也可以部分地校正被破坏的数据。不过在所述的方法中，在持续的工作中，也就是在持续地存取指令时检验相应的数据，使得由持续的指令存取不常询问或完全不询问的数据或存储器部分不常或完全不进行检验。因此在所述的公布文献的范围内公开的方法不保证有规律地监控或检验存储器的所有存储单元。

此外，现代快闪存储器的特性是作为极限读取（Margin read）

公知的。在 DE 199 64 012 A1 中示出的该功能查明，存储单元中的信息是否在正常模式中、即在正常工作中也还是足够的，以便能够实现控制的无差错的功能。为此不用正常的位线负荷，而是用提高了的负荷来读出存储单元，或测量单元电流。如果单元的电荷还是足够的，则正确读出信息。如果单元的电荷是不足够的，则读出错误的信息。通过在不施加提高的负荷情况下再次读取信息，并且通过比较所读取的值可以查明，电荷是否还是足够的。不仅对于利用极限读取的读取来说，而且对于没有极限读取的读取来说，信息的读取在这里总是与校验和计算相结合的。如果两个过程的校验和是相同的，则出发点可以是充分地存在来自存储单元的电荷。但是这意味着，甚至在此也必须像上面已经表明的那样带着上述的缺点来执行费时的校验和计算。

发明内容

由此产生了以下任务，即提供一种方法和设备，利用该设备可以通过缩短用于检验的时间来周期性地监控或检验所有存储单元。

与此相应地，以下的解决方案实现了周期性地并且几乎无延迟地、尤其在启动之前监控或检验所有存储单元。

本发明展示了一种用于监控电子控制的方法和设备，其中在至少一个存储器中存放有作为代码的控制指令和/或数据，其中在持续地存取指令时，将代码通过字线从至少一个存储器向具有一定字宽的控制单元、尤其是向用于控制工作流程的处理器传输，其中字宽包括存储器的多个存储单元的代码，并且为字宽的代码分别形成附加信息并将其存放在存储器中，以及除了持续地存取指令之外还通过以下方式检验至少一个存储器的整个代码，即对于每个字宽选出恰好一个存储单元，并因此激活完整的字线，其中由完整的机载导线（Bordleitung）的代码形成检验信息，并且将该检验信息与所存储的附加信息进行比较。

因此按照具体的实施方案，这意味着一种用于监控电子控制的方法和设备，其中设法将至少一个存储器的完整的数据或代码相继读入可由存储器很迅速地填充的 ECC 单元中，并且在那里自动地进行检验，而不必费时地向处理器传输完整的数据或代码，其中 ECC 检验宽度包括存储器的多个存储单元的数据，并且是处理器的读取字宽的多倍，

以及为 ECC 检验宽度的数据分别形成附加信息，并且存放在存储器中，以及因此除了持续地存取指令之外还通过以下方式检验至少一个存储器的整个代码/数据区，即针对处理器对一个唯一的存储单元的内容的每个请求，从存储器中以完整的 ECC 检验宽度连同附加信息来填充 ECC 单元，其中由完整的 ECC 检验宽度的数据形成检验信息，并且自动地在 ECC 单元中将检验信息与所存储的附加信息进行比较。

因此可以以有利的方式尤其在汽车中在启动发动机之前评价整个存储内容的正确性，因为显著地降低了为此所需要的时间。合宜地，在一种特定的实施形式中，附加地在所选出的存储单元和/或所选出的存储器中确定当前的电荷状态，并且将该电荷状态与可预定的电荷阈值进行比较，或者通过改变位线负荷来为所选出的存储器和/或存储单元预定在读出数据和检验信息时已改变的电荷阈值。也就是说，在所选出的存储单元中附加地确定当前的电荷状态，或者读出具有已改变的阈值的数据，以及 ECC 单元完整地检验数据的正确性，而不必将所有要检验的数据传输到处理器上。于是通过在本发明方法中附加地采用刚才所述的极限读取，可以无需其它的时间花费附加地推断出存储器中的未来的不正确的信息，因为在存储器中有电荷丢失时，在 ECC 单元中不一致的情况下，识别每个 ECC 检验宽度的数据或代码和附加信息，这用纯粹的校验和方法是不可能实现的。在单元的不正确的电荷状态下可以防止启动，并且因此可以避免基于有错误的存储内容的安全临界状态。这意味着，原则上在本发明方法和设备中在处理器上不必进行数据或代码的比较，因为已经在 ECC 单元中进行了与附加信息的比较。

因此可以以有利的方式在处理器本身上不进行数据的检验，而是直接在 ECC 单元的 HW 中进行该检验，而不必通过数据总线向处理器传输所有数据。在此，还有利的是，如果在一种特别的实施形式中处理器处理不是来自要检验的存储器校验码、而是来自另一个快速存储器的校验码、尤其是来自代码高速缓冲存储器 (CodeCache) 或来自单独的代码 RAM 的校验码。

此外有利的是，从第一存储单元的起始地址出发，通过重复设置增量来实现相应字宽的存储单元的选择，其中每隔所述增量的距离选出每个其它的存储单元。因此以一种特别的特征这样得出一种方法。

使得处理器只请求各个存储单元的选出的数据，而不请求存储器的所有数据，并且从第一存储单元的起始地址出发，通过每隔 ECC 检验宽度的距离向起始地址重复加上一个增量来实现所有其它的选择。这意味着，即使在这里，原则上在本发明的方法和设备中，在处理器上不必实现数据或代码的比较，因为已经在 ECC 单元中实现了与附加信息的比较。此外通过增量形成，处理器只须以每隔 ECC 检验宽度的距离的增量来请求各个存储单元的数据，而不必请求存储器的所有数据，因为余下的数据自动地与从存储器所请求的数据一起传输到 ECC 单元中，并且受到检验。因此从第一存储单元的起始地址出发，只须分别对于每个 ECC 检验宽度请求一个存储单元，用于访问每个其它的存储单元的增量相当于 ECC 检验宽度。

在代码的数据或检验信息与附加信息不相同，合宜地由 ECC 单元用信号将中断请求发送到处理器上，并且显示差错。

此外合宜的是，立即校正在该比较中识别出的差错，使得电子控制尽管数据或代码有差错仍能够继续工作。

有利地在采用极限读取时，即在当前的电荷状态达到或低于可预定的电荷阈值时，执行相应存储单元或相应字线的所有存储单元或存储器的所有存储单元的电荷状态的刷新，因为通过 ECC、或通过改变可预定的电荷阈值、或通过这两种方法的组合还可以建立正确的信息。如上面提及的那样，在该电荷比较时同样可以推断出未来的差错，并且存在显示未来差错的可能性，以及同时存在涉及该未来差错的防止可能性。

此外合宜的是，处理器处理不是来自要检验的存储器的校验码，而是来自另一个快速存储器、尤其来自高速缓冲存储器或独立的代码 RAM 的校验码。因而确保，一方面仅在 ECC 单元中检验预期的数据，而另一方面尤其在采用极限读取时，即使在不再达到预定的电荷阈值并且因此如果处理器从相同的存储器中提取它的指令则可能向该处理器发送错误的代码时，也还确保校验码的实施。

从说明书和权利要求的特征中得出其它的优点和有利的扩展方案。

附图说明

以下借助附图中示出的图来详述本发明。

图 1 展示了具有本发明硬件的控制设备。

图 2 中示出了具有各个存储单元的本发明的存储器，以及

由图 3a 和 3b 组成的图 3 借助流程图形式的特殊实施例说明了本发明。

具体实施方式

图 1 展示了一种包含有存储器 102 和控制单元 101、尤其是处理器的电子控制或控制设备 100。具有 ECC 硬件的控制单元和存储器通过双向的数据总线 107 彼此相连接。用 104、105 和 106 表示了第一装置，这些第一装置执行检验信息与附加信息的比较，因此这些第一装置在很大程度上相当于 ECC 硬件。用 108 示出了电荷检验装置，通过这些电荷检验装置可以激活极限读取，因此可以检验存储单元的电荷状态。110 展示了中断装置，这些中断装置 110 在识别出差错时触发差错反应、尤其就是中断 (Interrupt)。用 111 表征了处理器中的中断处理单元。为了说明本发明的各个特征，单独地示出了所有装置。但是这些装置也可以位于一个模块中，即集成地存在，也就是存在于处理器中或存储器单元 102 本身中，但是也可以存在于处理器或存储器单元 102 之外，并且仅仅与处理器和存储器相连接。此外可以例如通过显示装置来显示差错，该显示装置通过连接尤其与处理器保持连接。

在读取尤其是存储器阵列 103 的存储单元的作为数据的信息时，通过快速的双向连接 104 以完整的 ECC 检验数据宽度连同附加信息(即例如 64 比特数据 + 8 比特附加信息)从存储器中装载 ECC 单元 106 的暂存器 105，并且通过 ECC 硬件(在这里为 106)对 ECC 检验数据宽度的数据实施差错检验和校正功能。如果 ECC 查明了差错，则触发 CPU、即中断处理单元 111 或整个处理器 101 上的中断。

为了说明本方法，再次详细示出了图 2 中的存储器。其中包含存储单元 200 和 201。存储单元 200 在此包含有作为代码、即作为二进制信息的、例如总是逐 8 比特地作为字节 B1、B2、B3、B5 等等的控制指令和/或数据。其间在该特殊的实例中在存储单元 201 中存放了所述的附加信息 Z1、Z2、Z3 等等。如果现在激活存储单元、例如 B1，则通过连接线路 104 读出完整字宽的数据字，在我们的实例中为 32 比

特，即 4 字节。如果附加信息和数据或代码位于相同的存储器中，则以该方式例如用 32 比特、即用 4 个 8 比特在 32 比特连接线路的情况下以一次唯一的传送从存储单元 B1、B2、B3 和附加信息存储单元 Z1 中读出信息。所述的 ECC 硬件 106 随后可以在整个 ECC 检验宽度上的一次唯一的存取中在 ECC 暂存器 105 中执行差错校验和可能的校正。在此，可以借助不同的方法来形成和分析附加信息，这里例如为 Z1，这按照相应的方法以相应的 ECC 硬件 106 为前提。在此，除了循环冗余检验 CRC 之外，可以设想、可以实现并根据本发明预定任何另外的与此有关的方法、诸如 Hemming 码、Berger 码、累加、尤其是奇偶校验位形成等等。按照所选择的方法，附加信息可以包括一个或多个存储单元。同样，附加信息不必像这里那样总是跟随各自的数据存储单元，而是可以同样存放在存储器阵列 103 的单独的存储区中，但是同样可以存放在单独的存储器中。重要的只是，直接分配具有要检验的数据和相应附加信息的相应存储单元。于是不同于在该实例中也可以通过分开的线路除了正常的字宽之外将附加信息输送给 ECC 硬件，在该实例中附加信息被包含在由存储器阵列传输的字宽本身中。在此重要的是，在处理器中在接收每个单个存储单元的含义上不需要完整的校验和计算，而是可以在 ECC 硬件中通过一次唯一的存取来实现完整的测试，而不必将所有要测试的数据传输到处理器上。在此，32 比特的字宽是任意选择的。当然也可以采用像 8、16、24 比特那样的任何另外的字宽，或者甚至使用独有地选择的另外的字宽。如果例如采用 64 比特 ECC 检验宽度，则同时读取 64 比特数据和 ECC 的 8 比特，并且一旦处理器也仅请求其中的一部分，就执行 ECC 检验。因此处理器读取存储区的例如 16 或 32 比特的请求足以评价 64 比特组的正确性。处理器本身可以无需其它比较就忽视所提供的信息。这出于此原因是可能的，如果读取了错误的信息，则会由 ECC 单元触发中断。因此也可以在一个步骤中检验 256 比特信息存储器、即数据、和 32 比特 ECC 信息。

所述方法的优点是明显的：由于在处理器中不必像在现有技术中那样分开计算校验和，对存储器的读取访问可以直接彼此相继地跟随，这对于刚才所述的实例来说将意味着，一方面利用 CRC 方法会需要以下时间：3 个节拍，以便读取 32 比特，然后将 32 比特相加成校

验和，这又需要3个节拍，并且将整个乘以2，以便评价64比特。这会有以下后果，即需要 $(3 + 6) \times 2 = 12$ 节拍作为用于计算校验和的时间最小值。对于图3中再次详细示出的本发明方法来说，只会需要开始的三个节拍，刚好用于读取32比特。因此在所说明的实例中产生至少75%的缩短。

因此，与基于由实施单元来评价每个存储位置或每个存储单元的信息的方法相反，得出将ECC用于迅速检验整个存储内容的用途。

现在再次在由附图3a和3b组成的图3中详细示出本方法本身。为此在图3a的方框300中示出了本方法的开始。在方框301中实现初始化，这意味着，例如设置起始地址和结束地址，并且确定上面谈及的增量。在此，预定ECC硬件的ECC检验宽度的最佳增量，因为总是装载一个完整的ECC检验宽度，并且由ECC来评价，但是这在任何情况下是传输给处理器的读取字宽的多倍。

在方框302中可选择地接通极限读取、即电荷阈值法。为此不用正常的位线负荷、而是用提高了的负荷来读出存储单元、尤其是所选出的存储单元，或者测量单元电流。如果单元的电荷还是足够的，则正确地读出信息。如果单元的电荷不是足够的，则读出错误的信息，这自动地由ECC单元察觉到并发送信号。现在正好可以在方框302中执行该可选择的附加方法、即极限读取的可能的接通或接入。

现在在方框303中将地址设置成等于起始地址。在方框304中现在在进行查询，所读取的地址是否小于或等于所设置的结束地址。如果情况如此，则在方框305中请求存储器的该地址的内容。现在并行地在ECC单元中可选择地利用激活的极限读取来实现从存储器中请求整个ECC检验宽度的数据，这具有以下优点，同样可以识别出未来出现的差错。

在有差错的情况下，ECC单元中断处理器上的检验程序，并且借助中断单元来激活从根据图3b的方框308开始的中断业务程序。在方框309中可以显示、报告或校正差错。在此，于是可以再次（在这里未示出）进行区分，该差错是已经存在，还是将在未来出现。依赖于此可以实现不同的差错反应。在当前的电荷状态达到或低于在极限读取中可预定的电荷阈值时，例如作为校正而刷新相应的存储单元或字线的所有存储单元或整个存储器的所有存储单元的电荷状态。于是可以例

如通过显示单元来实现该差错的显示。但是同样也可以在差错存储器中存放并且稍后读出所识别出的差错。作为对这种差错的反应，可以一次性地实现差错的校正，或者也可以按照将差错如何临界地分级来实现转换到紧急运行状态、或者实现差错的显示和启动过程的中断。也就是说，可以将不同的优先等级分配给差错；要么通过表格来预定，要么取决于通过哪些和多少种差错识别机制、即通过 ECC 检验和极限读取、仅通过 ECC 检验或仅通过极限读取识别出了差错。

在结束了差错处理之后，在方框 310 中结束中断业务程序，并且在方框 306 中继续执行所中断的程序，在该方框 306 中于是用地址加增量来重新占用当前的地址。现在在不进一步处理所提供的数据的情况下在方框 304 中实现返回。在那里利用现在提高了增量的地址来检验，该地址是否小于或等于结束地址。如果情况还总是如此，则停留在刚才所述的方框 305、306 和 304 的环路中；否则，如果达到了结束地址，则在方框 307 中结束本方法。

因此按照所述方法一方面通过所展示的设备来监控电子控制，在所述方法中包含有装置，这些装置在持续地存取指令之外还通过以下方式检验至少一个存储器的所有数据，即处理器对于每个 ECC 检验宽度请求恰好一个存储单元，并且这些装置因此将每个 ECC 检验宽度的完整的数据连同附加信息装载到 ECC 暂存器中，其中在 ECC 单元中包含有检验装置，这些检验装置从每个 ECC 检验宽度的数据中形成检验信息，并且将检验信息与所存储的附加信息进行比较，正如这例如在装置 106 中所执行的那样。同样针对极限读取包含有检验装置 108，这些检验装置 108 在相应字线的所选出的存储单元中确定当前的电荷状态，或者读出具有已改变的阈值的数据。作为差错反应可能性，包含有中断装置，这些中断装置在检验信息和附加信息不相同和/或在当前的电荷状态达到或低于可预定的电荷阈值时触发中断，正如这里用 110 所示出的那样。

因此通过本发明方法和本发明设备可以在用于控制工作流程的电子控制中、尤其是在汽车中、但是也可以在其它设备或设施中，在启动之前在短时间内执行整个存储区、即所有存储单元的检验，使得一方面尤其总是在启动之前可以周期性地检验，而另一方面可以检验所有存储单元，并且因此在不损失舒适性的情况下引起安全性提高。

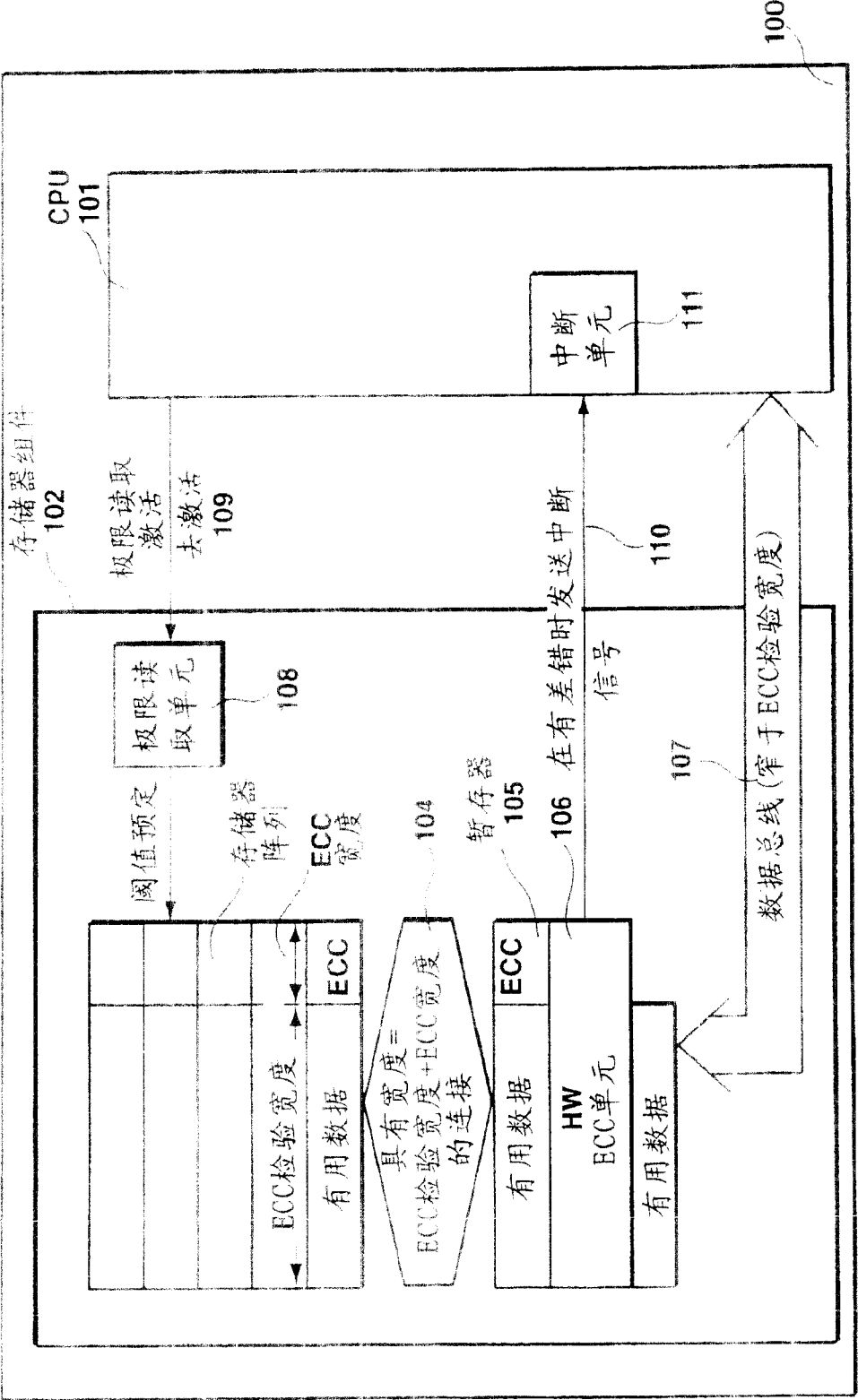


图 1

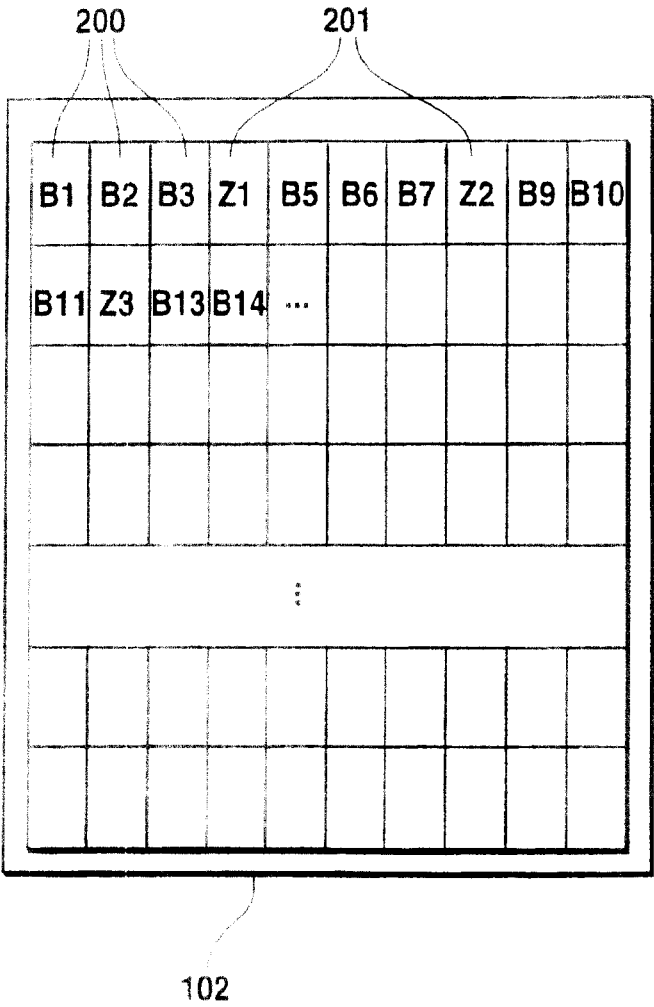


图 2

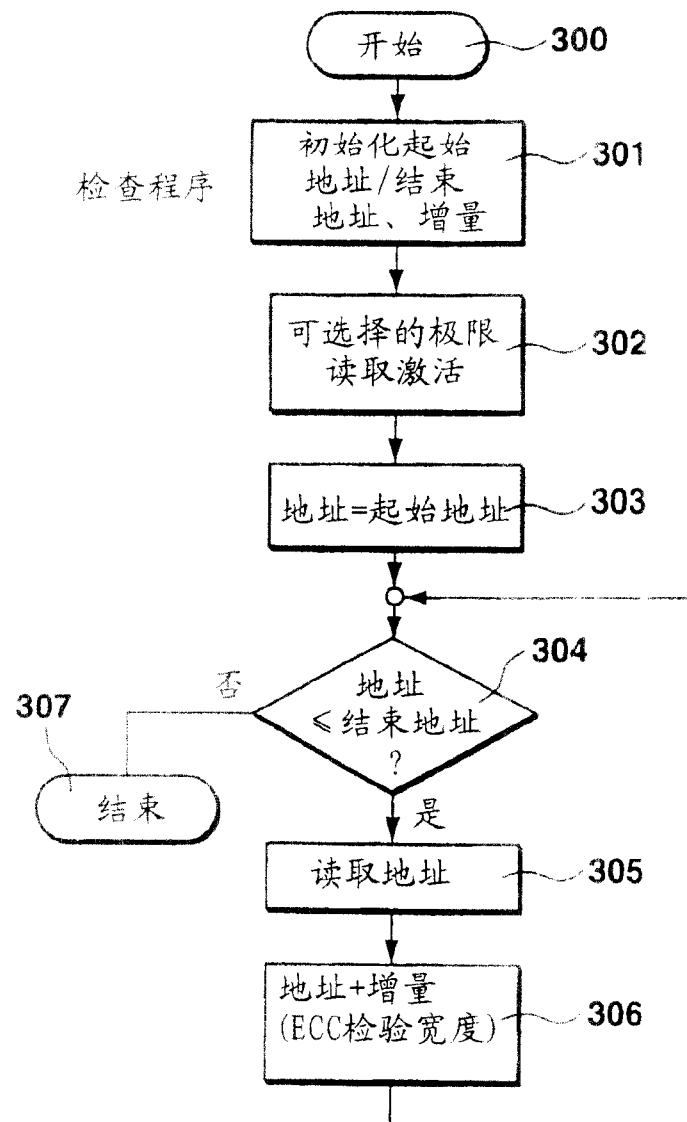


图 3a

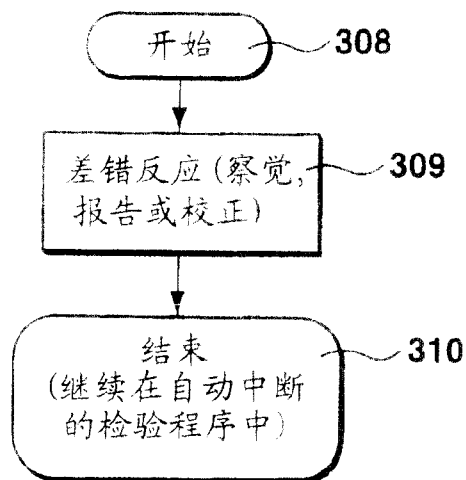


图 3b

中断业务程序
(在差错情况下由ECC
硬件自动地调用)