



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108151901 B

(45) 授权公告日 2021. 10. 29

(21) 申请号 201711096414.9  
(22) 申请日 2017.11.09  
(65) 同一申请的已公布的文献号  
    申请公布号 CN 108151901 A  
(43) 申请公布日 2018.06.12  
(30) 优先权数据  
    2016-235730 2016.12.05 JP  
(73) 专利权人 瑞萨电子株式会社  
    地址 日本东京都  
(72) 发明人 熊原千明 小山哲弘 平野政明  
(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所  
    11256  
    代理人 王茂华 崔卿虎  
(51) Int.Cl.  
    G01K 7/16 (2006.01)  
    G01K 15/00 (2006.01)  
(56) 对比文件  
    CN 104596662 A, 2015.05.06

US 2004136436 A1, 2004.07.15  
KR 20040087152 A, 2004.10.13  
EP 1262755 A1, 2002.12.04  
CN 202442811 U, 2012.09.19  
CN 102466523 A, 2012.05.23  
US 2013073240 A1, 2013.03.21  
US 2006238267 A1, 2006.10.26  
CN 204115913 U, 2015.01.21  
JP 2005106766 A, 2005.04.21  
US 2004135643 A1, 2004.07.15  
JP 2014098614 A, 2014.05.29  
CN 105628243 A, 2016.06.01  
CN 102025368 A, 2011.04.20  
KR 100668739 B1, 2007.01.26

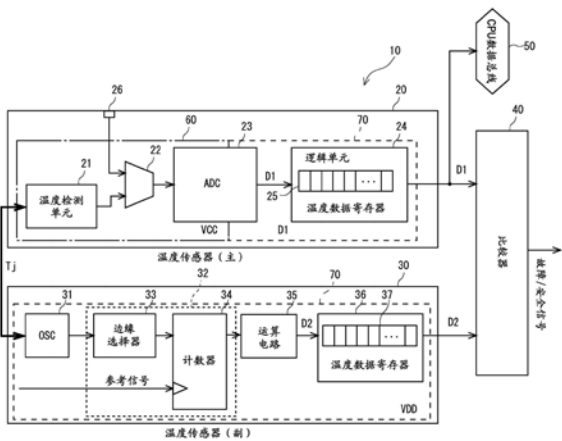
王薇. “基于ISO 18000-6B协议集成温度传感器的标签芯片设计”.《中国优秀博硕士学位论文全文数据库(硕士) 信息科技辑》.2014, (第04期), 第4.1-4.5节.

审查员 魏琳珊

权利要求书2页 说明书11页 附图9页

(54) 发明名称  
温度测量电路和方法以及微型计算机单元  
(57) 摘要

本文公开了温度测量电路和方法以及微型计算机单元。能够在防止电路规模扩大的同时检测温度传感器的故障。温度测量电路10包括温度传感器20和30以及比较器40。温度传感器20包括温度检测单元21和AD转换器，温度检测单元21包括电阻元件，电阻元件的电阻值根据温度变化而变化，AD转换器将温度检测单元21的电压转换为温度数字值D1。温度传感器30包括以温度相关的周期来振荡的环形振荡器31，并且基于由环形振荡器31输出的振荡信号来生成数字值D2。比较器40将温度数字值D1和D2相比较，并且基于比较结果来输出指示温度传感器20是否正常的信号。



CN 108151901 B

1. 一种温度测量电路,包括:

第一温度传感器,包括温度检测单元和模数转换器,所述温度检测单元包括电阻元件,所述电阻元件的电阻值根据温度变化而变化,所述模数转换器将所述电阻元件的电压值转换为第一温度数字值;

第二温度传感器,包括环形振荡器,所述环形振荡器以温度相关的周期振荡,所述第二温度传感器被配置为基于由所述环形振荡器输出的振荡信号来生成第二温度数字值;

比较器,被配置为将所述第一温度数字值与所述第二温度数字值相比较,并且被配置为基于比较结果来输出指示所述第一温度传感器是正常还是异常的信号。

2. 根据权利要求1所述的温度测量电路,其中所述第一温度传感器的所述温度检测单元在第一电源电压下操作并且所述第二温度传感器在第二电源电压下操作,所述第二电源电压从与供应所述第一电源电压的电源不同的电源来供应。

3. 根据权利要求1所述的温度测量电路,其中当由所述第一温度数字值指示的第一温度与由所述第二温度数字值指示的第二温度之间的差值落在预定值的范围内时,所述比较器输出指示所述第一温度传感器正常的信号。

4. 根据权利要求1所述的温度测量电路,其中当由所述第一温度数字值指示的第一温度关于由所述第二温度数字值指示的第二温度落在所述第二温度传感器的温度测量误差范围内时,所述比较器输出指示所述第一温度传感器正常的信号。

5. 根据权利要求1所述的温度测量电路,其中所述第一温度传感器的温度测量精度高于所述第二温度传感器的温度测量精度。

6. 根据权利要求1所述的温度测量电路,其中所述第二温度传感器还包括计数器,所述计数器在预定时段内通过使用参考信号来对由所述环形振荡器输出的振荡信号进行计数,所述参考信号的周期不是温度相关的。

7. 根据权利要求1所述的温度测量电路,其中所述第二温度传感器还包括内置的自测试电路。

8. 一种微型计算机单元,包括:

处理器;

存储器,能够从所述处理器被读出;

第一温度传感器,包括温度检测单元和模数转换器,所述温度检测单元包括电阻元件,所述电阻元件的电阻值根据温度变化而变化,所述模数转换器将所述电阻元件的电压值转换为第一温度数字值;

第二温度传感器,包括环形振荡器,所述环形振荡器以温度相关的周期振荡,所述第二温度传感器被配置为基于由所述环形振荡器输出的振荡信号来生成第二温度数字值;

比较器,被配置为将所述第一温度数字值与所述第二温度数字值相比较,并且被配置为基于比较结果来输出指示所述第一温度传感器是否正常的信号。

9. 根据权利要求8所述的微型计算机单元,

其中所述第一温度传感器还包括逻辑单元,所述逻辑单元包括被配置为存储所述第一温度数字值的第一温度数据寄存器,以及

所述处理器经由数据总线来参考存储在所述第一温度数据寄存器中的所述第一温度数字值。

10. 根据权利要求9所述的微型计算机单元，

其中所述逻辑单元还包括内置的自测试电路，以及

所述处理器通过操作所述内置的自测试电路来引起所述逻辑单元中的自测试被执行。

11. 根据权利要求8所述的微型计算机单元，

其中所述第二温度传感器还包括被配置为存储所述第二温度数字值的第二温度数据寄存器，以及

所述处理器经由数据总线来参考存储在所述第二温度数据寄存器中的所述第二温度数字值。

12. 根据权利要求8所述的微型计算机单元，

其中所述处理器分别确定由所述第一温度数字值指示的第一温度和由所述第二温度数字值指示的第二温度是否等于或小于与预定范围的下限相对应的第一温度阈值，或者是否等于或大于与所述预定范围的上限相对应的第二温度阈值。

13. 根据权利要求12所述的微型计算机单元，

其中当所述第一温度和所述第二温度中的至少一个温度等于或小于所述第一温度阈值或者等于或大于所述第二温度阈值时，所述处理器执行预定的处理。

14. 根据权利要求8所述的微型计算机单元，

其中所述第二温度传感器还包括内置的自测试电路，以及

所述处理器通过操作所述内置的自测试电路来引起所述第二温度传感器中的自测试被执行。

15. 根据权利要求14所述的微型计算机单元，

其中所述处理器引起所述第二温度传感器的所述内置的自测试电路在从处理开始到所述处理完成的操作周期内操作至少一次。

16. 根据权利要求8所述的微型计算机单元，

其中由所述比较器输出的并且指示所述第一温度传感器是否正常的信号通过外部端子被输出到外部外围电路。

17. 一种温度测量方法，包括：

将第一温度传感器中包括的电阻元件的电压值转换为第一温度数字值，其中所述电阻元件的电阻值根据温度变化而变化；

基于由第二温度传感器中包括的环形振荡器输出的振荡信号来生成第二温度数字信号，所述环形振荡器以温度相关的周期振荡；

将所述第一温度数字值与所述第二温度数字值相比较；以及

基于比较结果来输出指示所述第一温度传感器是正常还是异常的信号。

## 温度测量电路和方法以及微型计算机单元

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请基于并且要求于2016年12月5日提交的日本专利申请No.2016-235730的优先权,其全部内容通过引用并入本文。

### 技术领域

[0003] 本公开涉及温度测量电路和方法以及微型计算机单元,例如包括温度传感器的温度测量电路和微型计算机单元、以及用于这种温度测量电路和微型计算机单元的温度测量方法。

### 背景技术

[0004] 日本已公开已审查的申请H07-111381公开了一种数字温度计。日本已公开已审查的申请H07-111381中公开的数字温度计包括三个或更多个温度传感器。在日本已公开已审查的申请H07-111381中公开的数字温度计中,确定由从三个温度传感器中的每个温度传感器输出的温度信号指示的温度属于由预定温度范围分类的多个类别中的哪个类别。数字温度计确定属于它的温度的数目最多的类别,并且显示与所确定的类别相对应的温度指示信号。

### 发明内容

[0005] 在日本已公开已审查的申请H07-111381中公开的数字温度计对三个或更多个温度传感器执行多数投票,并且获取温度测量结果。通过这样做可以获取准确的温度指示,即使在三个温度传感器之一发生异常的情况下。然而,在日本已公开已审查的申请H07-111381中,需要至少三个温度传感器,并且还需要执行多数投票的逻辑单元。为此,日本已公开已审查的申请H07-111381中公开的数字温度计具有电路规模扩大的问题。

[0006] 从说明书和附图的以下描述中,本公开的现有技术和新特征的其他问题将变得显而易见。

[0007] 根据示例方面,一种温度测量电路包括:使用包括电阻元件的温度检测单元来测量温度的第一温度传感器、使用环形振荡器来测量温度的第二温度传感器、和将第一温度传感器的温度测量结果与第二温度传感器的温度测量结果相比较的比较器。

[0008] 根据以上示例方面,可以在防止电路规模扩大的同时检测温度传感器的故障。

### 附图说明

[0009] 从结合附图对某些实施例的以下描述中,以上和其他方面、优点和特征将更加明显,在附图中:

[0010] 图1是示出根据第一实施例的温度测量电路的框图;

[0011] 图2是示出包括温度测量电路的半导体集成电路的框图;

[0012] 图3是示出在数字电路中实现的BIST电路的框图;

- [0013] 图4是示出温度测量电路中的操作过程的流程图；
- [0014] 图5是示出由两个温度传感器测量的温度的示例的曲线图；
- [0015] 图6是示出根据第二实施例的温度测量电路的框图；
- [0016] 图7是示出由第二实施例中的两个温度传感器测量的温度的示例的曲线图；
- [0017] 图8是示出由第二实施例中的两个温度传感器测量的温度的另一示例的曲线图；
- [0018] 图9是示出根据第三实施例的温度测量电路的框图；
- [0019] 图10是示出微型计算机单元的框图。

## 具体实施方式

[0020] 在给出实施例的说明之前,描述发明人如何达到下面所示的实施例的思想。一般来说,有两种类型的温度传感器:模拟温度传感器和数字温度传感器。在本节中,考虑具有模拟温度传感器的温度测量电路。模拟温度传感器包括模拟电路块、ADC(模数转换器)和逻辑单元。模拟电路块包括温度检测单元,温度检测单元包括电阻元件,诸如双极晶体管元件或二极管元件。从温度检测单元的电阻元件输出的温度相关的模拟电压由ADC数字地进行转换。逻辑单元包括温度数据寄存器,并且在这个温度数据寄存器中存储有数字地转换后得到的测量温度。

[0021] 在以上模拟温度传感器中,关于逻辑单元,可以通过在逻辑单元中实现BIST(内置的自测试)电路并且引起BIST电路操作来检测电路的故障。类似地,在利用由温度测量电路测量的温度的用户系统中,可以通过配置引起BIST电路在系统操作期间操作的系统来检测逻辑单元的故障。

[0022] 另一方面,关于包括ADC的模拟电路,可以通过实现用于各种IP(知识产权)核的测试模式的以及用于施加外部(在芯片内部或外部)电压的测试电路,并且评估与所施加的电压相对应的转换值,来检测电路的故障。

[0023] 关于模拟电路块的温度检测单元,在其中结温度 $T_j$ 诸如在晶片测试中受到控制的环境中,可以检测故障(缺陷),因为目标数字值可以被标识。然而,在正常操作时不可能针对温度检测单元执行测试,因为在正常操作状态下温度没有被标识并且在未标识的温度环境中难以标识目标数字值。因此,当使用模拟温度传感器时,难以通过IP核本身来检测故障,特别是在操作状态期间。

[0024] 在日本已公开已审查的申请H07-111381中,为了解决上述问题,使用三个或更多个温度传感器,并且通过执行三个温度传感器的输出信号的多数投票来确定温度指示信号。通过这样做可以通过IP核本身来检测到故障。然而,在日本已公开已审查的申请H07-111381中,三个温度传感器具有相同的配置。在这种情况下,存在系统容易受到共因故障(ISO 26262)的影响的问题。此外,由于需要布置至少三个温度传感器,还存在电路规模扩大的问题。

[0025] 在下文中,将参考附图详细描述包含用于解决上述问题的装置的实施例。为了说明的清楚,可以适当地省略或简化以下描述和附图。此外,在附图中被示出为执行各种处理的功能块的每个元件可以由CPU(中央处理单元)、存储器和其他电路以硬件来形成,并且可以由加载在存储器中的程序以软件来实现。因此,本领域技术人员将理解,这些功能块可以通过仅硬件、仅软件、或其组合以各种方式来实现而没有任何限制。在整个附图中,相同的

部件由相同的附图标记表示,并且将适当地省略重复的描述。

[0026] 以上程序可以使用任何类型的非暂态计算机可读介质来存储和提供给计算机。非暂态计算机可读介质包括任何类型的有形存储介质。非暂态计算机可读介质的示例包括磁存储介质(诸如软盘、磁带、硬盘驱动器等)、光磁存储介质(例如,磁光盘)、CD-ROM(光盘只读存储器)、CD-R(可记录光盘)、CD-R/W(可重写光盘)、和半导体存储器(诸如掩模ROM、PROM(可编程ROM)、EPROM(可擦除PROM)、闪存ROM、RAM(随机存取存储器)等)。程序可以使用任何类型的暂态计算机可读介质来提供给计算机。暂态计算机可读介质的示例包括电信号、光信号和电磁波。暂态计算机可读介质可以经由有线通信线路(例如,电线、光纤)或无线通信线路向计算机提供程序。

[0027] 在以下实施例中,为了方便起见,每当情况需要时,本公开通过将其分为多个部分或实施例来被描述。然而,除非另有特别说明,否则这些部分或实施例可以彼此相关。一个部分或实施例可以与一些或所有其他部分或实施例的修改、应用、细节、补充说明等相关。在以下实施例中,当参考元件数目等(包括件数、数值、数量、范围等)时,其数目不限于特定数目,并且可以大于或小于或等于具体数目,除非另有特别说明并且在原则上明确限于具体数目。

[0028] 此外,在以下实施例中,除非另有特别说明并且在原则上被认为是必不可少的,否则部件(包括操作步骤等)并不总是必要的。类似地,在以下实施例中,当参考部件等的形状、位置关系等时,除非另有特别说明并且在原则上被认为不是绝对的,否则它们将包括例如在它们形状等上基本上近似或类似的那些。类似地,这也适用于甚至上述数目等(包括件数、数值、数量、范围等)。

[0029] [第一实施例]

[0030] 图1示出了根据第一实施例的温度测量电路。温度测量电路10包括温度测量传感器20、温度测量传感器30和比较器40。温度测量电路10例如在构成半导体集成电路的芯片中实现。半导体集成电路例如被配置为包括处理器(CPU)和从处理器可读的存储器的微型计算机单元(MCU)。温度传感器20和温度测量传感器30分别测量例如其中实现了温度测量电路10的半导体集成电路的芯片温度(例如,结温度 $T_j$ )。

[0031] 在温度测量电路10中,温度传感器20用作主温度传感器。另一方面,温度传感器30用作副温度传感器。温度传感器20具有符合设备产品规格的性能和精度。假设温度传感器20的温度测量精度高于温度测量传感器30的温度测量精度。换言之,假设温度传感器20的温度测量误差低于温度传感器30的温度测量误差。与温度测量电路10在相同的芯片上实现的CPU可以是指由温度传感器20通过CPU数据总线50测量的温度。CPU可以基于温度传感器20的温度测量结果来执行各种处理。

[0032] 温度传感器20包括温度检测单元21、多路复用器22、AD转换器(ADC)23和逻辑单元24。温度检测单元21是检测温度(例如结温度 $T_j$ )的单元。温度检测单元21包括电阻元件,电阻元件的电阻值根据温度变化而变化。例如,使用双极晶体管元件或二极管元件作为这种电阻元件。随着电阻元件的电阻值根据温度而变化,温度检测单元21输出温度相关的电压。温度检测单元21被配置为模拟电路。

[0033] 多路复用器22选择性地由AD转换器23输出由温度检测单元21输出的电压(模拟电压)和施加到测试模拟电压输入端子26的模拟电压。测试模拟电压输入端子26用于AD转换

器23的测试。多路复用器22在正常操作状态下将由温度检测单元21输出的电压输出到AD转换器23。

[0034] AD转换器23将经由多路复用器22输入的模拟电压转换为数字值。AD转换器23在正常操作状态下将被包括在温度检测单元21中的电阻元件的电压转换为温度数字值D1。由于电阻元件的电压是温度相关的,通过电阻元件的电压的AD转换获取的温度数字值D1也是温度相关的。数字温度值D1指示由温度检测单元21检测到的温度。

[0035] 逻辑单元24被配置为包括温度数据寄存器25的数字电路。温度数据寄存器25存储温度数字值D1。存储在温度数据寄存器25中的温度数字值D1被输出到比较器40和CPU数据总线50。未示出的CPU可以通过CPU数据总线50来参考存储在温度数据寄存器25中的温度数字值D1。

[0036] 温度传感器30包括环形振荡器31、定时器模块32、运算电路35和逻辑单元36。环形振荡器31构成温度传感器30中的温度检测单元。例如,与施加到温度传感器20的温度检测单元21的温度相同的温度(例如,结温度 $T_j$ )被施加到环形振荡器31。环形振荡器31以温度相关的周期振荡。环形振荡器31输出温度相关的振荡信号(时钟信号)。

[0037] 定时器模块32包括边缘选择器33和计数器34。边缘选择器33选择由环形振荡器31输出的时钟信号的上升沿或下降沿。边缘选择器33可以被省略。

[0038] 计数器34通过使用周期不是温度相关的参考信号来计数通过边缘选择器33输入的时钟信号。参考信号是周期不是温度相关的高精度时钟信号,并且该参考信号由温度补偿振荡器等生成。计数器34通过使用参考信号来在预定的时间段内对时钟信号的时钟脉冲进行计数。计数器34的计数值与时钟信号的频率(周期)相对应,并且根据温度变化而变化。

[0039] 运算电路35将计数器34的计数值转换为温度数字值D2。温度数字值D2被校准以便关于相同的温度具有与温度数字值D1相同的值。温度数字值D2指示由构成温度检测单元的环形振荡器31检测到的温度。逻辑单元36包括温度数据寄存器37。温度数据寄存器37存储由运算电路35输出的温度数字值D2。存储在温度数据寄存器37中的温度数字值D2被输出到比较器40。

[0040] 注意,在温度传感器20中,温度检测单元21被配置为模拟电路,并且逻辑单元24被配置为数字电路。相反,在温度传感器30中,每个元件被配置为数字电路。在温度测量电路10中,模拟电路和数字电路分别通过从彼此不同的电源供应的电源电压来操作。在图1中,区域60指示由从用于模拟电路的电源供应的电压VCC来操作的区域。此外,区域70指示由从用于数字电路的电源供应的电压VDD来操作的区域。例如,电压VCC为3.3V,并且电压VDD为1.8V。

[0041] 在温度传感器20中,温度检测单元21布置在区域60中,并且由电压VCC来操作。另一方面,在温度传感器30中,作为温度检测单元的环形振荡器31布置在区域70中,并且由电压VDD来操作。在操作温度传感器20和温度传感器30中的温度检测单元的电源彼此不同的情况下,能够减少共因故障。

[0042] 比较器40将由温度传感器20输出的温度数字值D1与由温度传感器30输出的温度数字值D2相比较。比较器40基于比较结果来输出指示温度传感器20是正常还是异常的信号。比较器40例如计算由温度数字值D1指示的温度与由温度数字值D2指示的温度之间的差值。当差值落在预定值的范围内时,比较器40将温度传感器20视为正常,并且输出指示温度

传感器20正常的信号。当差值偏离预定值的范围时,比较器40将温度传感器20视为异常(不正常),并且输出指示温度传感器20异常(不正常)的信号。

[0043] [故障/安全信号]

[0044] 图2示出了其中包括温度测量电路10的半导体集成电路。半导体集成电路80包括具有图1所示的配置的温度测量电路10和外部端子81。温度测量电路10的比较器40基于由温度传感器20测量的温度与由温度传感器30测量的温度之间的比较结果来输出指示温度传感器20是否正常的信号(故障/安全信号)。

[0045] 由比较器40输出的故障/安全信号例如是数字信号。这个故障/安全信号的高电平和低电平中的一个对应于温度传感器20正常,另一个对应于温度传感器20异常。比较器40向外部端子81输出故障/安全信号,以向在芯片外部的连接到外部端子81的设备(外部外围设备)通知温度传感器20是正常还是异常。作为其替代,或者除此之外,比较器40可以向芯片内的设备通知温度传感器20是正常还是异常。

[0046] [BIST]

[0047] 可以针对温度传感器20和温度传感器30的被配置为数字电路的逻辑单元24进行BIST。尽管在图1中被省略,但是逻辑单元24和温度传感器30分别包括BIST电路。在逻辑单元24和温度传感器30中,通过操作相应的BIST电路,可以进行逻辑单元24和温度传感器30的操作确认。

[0048] 图3示出了在数字电路中实现的BIST电路。数字电路90包括BIST电路91、多个FF(触发器)92和期望比较电路93。BIST电路91生成测试模式。每个FF(扫描FF)92构成扫描链。由BIST电路91输出的测试模式经由多个FF 92并且在图3的情况下经由三个FF92输入到期望比较电路93。

[0049] 期望比较电路93将经由多个FF 92输入的信号与对应于测试模式的期望值相比较。通过在期望比较电路93中将经由多个FF 92输入的信号与期望值相比较,确认其中布置有BIST电路91的数字电路是否正常操作。期望比较电路93将比较结果输出到芯片内的CPU 94和外部端子95中的至少一个。例如,当输入信号和期望值相匹配时,期望比较电路93将BIST结果“通过”输出到CPU 94和外部端子95中的至少一个。当输入信号和期望值不匹配时,期望比较电路93将BIST结果“故障”输出到CPU 94和外部端子95中的至少一个。

[0050] 关于温度传感器20的逻辑单元24,通过实现以上BIST电路91,例如可以在选择芯片期间进行缺陷故障的筛选。即使在导致在半导体集成电路中执行某个处理的用户模式中,当逻辑单元24中发生故障时,也能够通过操作BIST电路91来检测故障。在用户模式中,BIST电路91可以在从开始到完成的操作周期中被激活至少一次。

[0051] 类似地,关于温度传感器30,通过操作以上BIST电路91,可以进行BIST,并且从而能够在选择时和在用户模式中二者检测缺陷或故障。当在经由BIST确定温度传感器30正常操作的条件下使用温度测量电路10时,温度数字值D2被保证为指示正确温度的值。当温度传感器20不正常操作时,可以通过将该保证的温度数字值D2与由温度传感器20输出的温度数字值D1相比较来检测异常。

[0052] 应当注意,能够通过例如在选择时通过测试模拟电压输入端子26从外部设备向AD转换器23输入特定电压以及然后确定存储在温度数据寄存器25中的数字值是否与该特定电压相对应,来确定被包括在温度传感器20中的AD转换器23是否正常操作。在用户模式中,



能够通过例如使用被包括在半导体集成电路中的DAC (数模转换器) 向测试模拟电压输入端子26输入预定电压以及然后确定预期的数字值是否存储在温度数据寄存器25中来确定是否存在故障。

[0053] 关于温度检测单元21, 例如可以在晶片测试期间检测缺陷。具体地, 假设晶片台的温度等于施加到温度检测单元21的温度 (结温度 $T_j$ ), 则可以通过确定与晶片台的温度相对应的温度数字值D1是否被存储在温度数据寄存器25中来检测温度检测单元21的缺陷。在用户模式中, 通过使用能够执行BIST的上述温度传感器30并且将保证的温度数字值D2与温度数字值D1相比较, 能够检测温度检测单元21的故障。

[0054] [操作过程]

[0055] 图4示出了温度测量电路10中的操作过程。当包括温度测量电路10的半导体集成电路80 (参考图2) 的电源接通时 (步骤S1), 处理器 (未示出) 分别引起温度传感器20的逻辑单元24中的BIST电路91 (参考图3) 和温度传感器30中的BIST电路91 (参考图3) 操作。逻辑单元24和温度传感器30分别执行BIST (步骤S2)。

[0056] 在执行BIST之后, 如果逻辑单元24和温度传感器30中没有故障, 则温度传感器20和温度传感器30分别执行温度测量 (步骤S3)。在步骤S3中, 当温度传感器20执行温度测量时, 获得温度数字值D1。此外, 当温度传感器30执行温度测量时, 获得温度数字值D2。

[0057] 比较器40将由两个温度传感器获取的温度测量结果相比较。即, 比较器40将温度数字值D1与温度数字值D2相比较。比较器40确定比较结果是好还是坏, 即, 数字值是否匹配 (步骤S4)。如果由温度数字值D1指示的温度和由温度数字值D2指示的温度为大约相同的温度, 则比较器40确定数字值是匹配的。当在步骤S4中确定数字值不匹配时, 比较器40输出指示温度传感器20异常的信号以通知错误 (步骤S5)。当在步骤S4中确定数字值相匹配时, 处理器执行其他处理 (步骤S6)。

[0058] [操作示例]

[0059] 图5示出了由温度传感器20测量的温度和由温度传感器30测量的温度。在图5中, 温度传感器20的温度测量结果 (主) 通过圆形被绘制, 并且温度传感器30的温度测量结果 (副) 通过菱形被绘制。在图5中, 温度传感器30的误差范围由虚线表示。在图5中, 假设温度传感器30的温度精度为-10摄氏度至+10摄氏度, 关于由温度传感器30测量的温度的-10摄氏度至+10摄氏度的范围被指示为误差范围。

[0060] 例如, 如果由温度数字值D1指示的温度与由温度数字值D2指示的温度之间的差值落在温度传感器30的温度精度的范围内, 则比较器40输出指示温度传感器20正常的信号。换言之, 如果由温度数字值D1指示的温度关于由温度数字值D2指示的温度落在温度传感器30的温度误差的范围内, 则比较器40输出指示温度传感器20正常的信号。

[0061] 例如, 假设图4的步骤S3在图5所示的某一时刻 $t_{11}$ 处被执行, 由温度传感器20输出的温度数字值D1指示103摄氏度, 并且由温度传感器30输出的温度数字值D2指示95摄氏度。在这种情况下, 由于作为温度传感器20的温度测量结果的“103摄氏度”关于作为温度传感器30的温度测量结果的“95摄氏度”落在-10摄氏度至+10摄氏度的范围内, 比较器40输出指示温度传感器20正常的信号。

[0062] 接下来, 假设步骤S3在时刻 $t_{12}$ 处被执行, 由温度传感器20输出的温度数字值D1指示105摄氏度, 并且由温度传感器30输出的温度数字值D2指示111摄氏度。在这种情况下, 与

上述情况类似,由于作为温度传感器20的温度测量结果的“105摄氏度”关于作为温度传感器30的温度测量结果的“111摄氏度”落在-10摄氏度至+10摄氏度的范围内,比较器40输出指示温度传感器20正常的信号。

[0063] 此外,假设步骤S3在时刻t13处被执行,由温度传感器20输出的温度数字值D1指示105摄氏度,并且由温度传感器30输出的温度数字值D2指示117摄氏度。在这种情况下,作为温度传感器20的温度测量结果的“105摄氏度”关于作为温度传感器30的温度测量结果的“117摄氏度”偏离-10摄氏度至+10摄氏度的范围。通过在步骤S2中执行的BIST确认温度传感器30正常操作,并且因此保证温度传感器30的温度测量结果正确。因此,当温度数字值D1和温度数字值D2指示不同的温度时,可以确定在温度传感器20中没有获得正确的温度测量结果。在这种情况下,比较器40输出指示温度传感器20异常的信号。

[0064] [概要]

[0065] 在本实施例中,温度测量电路10包括温度传感器20和温度传感器30。温度传感器20是使用电阻元件的温度传感器,电阻元件的电阻值根据温度变化而变化。相比之下,温度传感器30是使用环形振荡器的温度传感器,环形振荡器以温度相关的周期振荡。在本实施例中,温度测量电路10包括两种不同类型的温度传感器,并且将由两个温度传感器获取的温度测量结果相比较。在本实施例中,温度传感器被配置为异构复用系统,并且因此与其中使用相同配置的多个温度传感器的系统相比,不太可能发生共因故障。

[0066] 在本实施例中,具体地,在温度传感器20中使用模拟电路进行温度检测,并且在温度传感器30中使用数字电路进行温度检测。通过在温度传感器20中通过模拟电源来操作温度检测单元21并且在温度传感器30中通过数字电源来操作构成温度检测单元的环形振荡器31,能够减轻由共因引起的故障。由于能够减轻由共因引起的故障,在本实施例中可以省略布局测量的耗时的实现。

[0067] 此外,在本实施例中,温度传感器30被配置为数字电路,并且因此BIST可以在温度传感器30中执行。能够通过BIST确认温度传感器30在用户模式中正常操作,并且因此,能够确保由温度传感器30测量的温度是正确的。在本实施例中,通过将温度传感器20的温度测量结果与温度传感器30的温度测量结果相比较,能够确定温度传感器20的温度测量结果是否正确。

[0068] 特别是,如果温度测量传感器20和温度测量传感器30在相同的芯片上实现,则可以保证单个芯片的半导体器件中的温度测量值。如果温度传感器20的温度测量值没有被保证是正确的,则可想到外部温度传感器可以分离地布置在半导体器件的外部,以针对其中温度传感器20无法正常操作的情况做好准备。然而,在这种情况下,系统中的部件的数目增加。在本实施例中,由于温度传感器20的温度测量值被保证在单个芯片中,与其中分离地布置外部温度传感器的情况相比,可以获得能够减少部件数目的有益效果。

[0069] 此外,在本实施例中,用作副温度传感器的温度传感器30被配置为包括环形振荡器的数字电路,并且因此不需要在其上实现AD转换器。此外,在温度传感器30中不需要模拟电源的电路设计。由于这些原因,例如,温度传感器30可以在实现用作主温度传感器的温度传感器20的区域的大约1/4尺寸的实现区域中被实现,并且可以获得减小面积的效果。

[0070] 与日本已公开已审查的申请H07-111381相比,虽然在日本已公开已审查的申请H07-111381中需要三个或更多个温度传感器,但是在本实施例中可以使用仅两个温度传感

器。此外,虽然在日本已公开已审查的申请H07-111381中需要用于执行多数投票的逻辑单元,但是在本实施例中两个温度传感器的温度测量结果可以被比较,并且因此不需要用于执行多数投票的逻辑单元。因此,与日本已公开已审查的申请H07-111381相比,本实施例中能够减少电路规模。

[0071] [第二实施例]

[0072] 图6示出了根据第二实施例的温度测量电路。图1所示的根据第一实施例的温度测量电路10与根据本实施例的温度测量电路10a之间的差别在于,温度传感器30的温度数据寄存器37还将温度数字值D2输出到CPU数据总线50。在本实施例中,除了温度数字值D1之外,其中实现了温度测量电路10a的半导体集成电路的CPU还可以通过CPU数据总线50来参考温度数字值D2。

[0073] 在第一实施例中,CPU从温度传感器20的温度数据寄存器25获取例如温度数字值D1,并且根据获取的温度执行处理。在本实施例中,CPU可以从温度传感器30的温度数据寄存器37获取温度数字值D2,并且可以根据获取的温度执行处理。以这种方式,在本实施例中,不仅用于确定温度传感器20的正常或异常,温度数字值D2还可以用于CPU中的处理。

[0074] 例如,CPU检查由温度数字值D1指示的温度和由温度数字值D2指示的温度是否偏离相应的预定温度范围。更具体地,CPU分别确定由温度数字值D1指示的温度和由温度数字值D2指示的温度是否等于或小于与预定温度范围的下限相对应的温度阈值,或者是否等于或大于与预定温度范围的上限相对应的温度阈值。

[0075] 如果由温度数字值D1指示的温度和由温度数字值D2指示的温度中的至少一个温度偏离预定的温度范围,则CPU执行预定的处理。也就是说,当由温度数字值D1指示的温度和由温度数字值D2指示的温度中的至少一个温度等于或小于与预定温度范围的下限相对应的温度阈值或者等于或大于与预定温度范围的上限相对应的温度阈值时,CPU执行预定的处理。以这种方式,通过利用温度传感器20和温度传感器30的两个温度测量结果,与仅使用温度传感器20的测量结果的情况相比,可以构建更鲁棒的系统。

[0076] [操作示例]

[0077] 图7示出了由温度传感器20测量的温度和由温度传感器30测量的温度。在图7中,温度传感器20的温度测量结果(主1)通过圆形被绘制,并且温度传感器30的温度测量结果(主2)通过菱形被绘制。在图7中,温度传感器30的误差范围由虚线表示。在图7中,假设温度传感器30的温度精度为-10摄氏度至+10摄氏度,关于由温度传感器30测量的温度的-10摄氏度至+10摄氏度的范围被指示为误差范围。在图7中,指示了其中实现了温度测量电路10的半导体集成电路的操作保证温度范围的上限。

[0078] 例如,假设图4的步骤S3在图7所示的某一时刻t21处被执行,由温度传感器20输出的温度数字值D1指示140摄氏度,并且由温度传感器30输出的温度数字值D2指示135摄氏度。在这种情况下,由于作为温度传感器20的温度测量结果的“140摄氏度”关于作为温度传感器30的温度测量结果的“135摄氏度”落在-10摄氏度至+10摄氏度的范围内,指示温度传感器20正常的信号被输出。此外,由于作为温度传感器20的温度测量结果的“140摄氏度”和作为温度传感器30的温度测量结果的“135摄氏度”二者低于作为操作保证温度范围的上限的“150摄氏度”,CPU继续正常操作。

[0079] 接下来,假设步骤S3在时刻t22处被执行,由温度传感器20输出的温度数字值D1指

示149摄氏度,并且由温度传感器30输出的温度数字值D2指示137摄氏度。在这种情况下,虽然两个温度测量结果都低于操作保证温度范围的上限,但是作为温度传感器20的温度测量结果的“149摄氏度”关于作为温度传感器30的温度测量结果的“137摄氏度”偏离-10摄氏度至+10摄氏度的范围。在这种情况下,由于温度传感器20异常,从比较器40输出指示温度传感器20异常的信号,并且CPU执行预定的处理,例如安全处理。

[0080] 此外,假设步骤S3在时刻t23处被执行,由温度传感器20输出的温度数字值D1指示148摄氏度,并且由温度传感器30输出的温度数字值D2指示152摄氏度。在这种情况下,由于作为温度传感器20的温度测量结果的“148摄氏度”关于作为温度传感器30的温度测量结果的“152摄氏度”落在-10摄氏度至+10摄氏度的范围内,指示温度传感器20正常的信号被输出。然而,CPU确定作为温度传感器30的温度测量结果的“152摄氏度”高于操作保证温度范围的上限,并且执行预定的处理,例如安全处理。假设CPU仅参考温度传感器20的温度测量结果,由于温度测量结果“149摄氏度”低于操作保证温度范围“150摄氏度”,安全处理将不会被执行。在本实施例中,通过配置系统使得CPU获取两个温度传感器的温度测量结果并且当至少一个温度测量结果超过操作保证温度范围的上限时执行安全处理,能够构建更鲁棒的系统。

[0081] 图8示出了由温度传感器20测量的温度和由温度传感器30测量的温度的另一示例。与图7的情况类似,在图8中,温度传感器20的温度测量结果(主1)通过圆形被绘制,并且温度传感器30的温度测量结果(主2)通过菱形被绘制。在图8中,温度传感器30的误差范围由虚线表示。在图8中,假设温度传感器30的温度精度为-10摄氏度至+10摄氏度,关于由温度传感器30测量的温度的-10摄氏度至+10摄氏度的范围被指示为误差范围。在图8中,指示了其中实现了温度测量电路10的半导体集成电路的操作保证温度范围的下限。

[0082] 例如,假设图4的步骤S3在图8所示的某一时刻t31处被执行,由温度传感器20输出的温度数字值D1指示-34摄氏度,并且由温度传感器30输出的温度数字值D2指示-42摄氏度。在这种情况下,由于作为温度传感器20的温度测量结果的“-34摄氏度”关于作为温度传感器30的温度测量结果的“-42摄氏度”落在-10摄氏度至+10摄氏度的范围内,指示温度传感器20正常的信号被输出。然而,CPU确定作为温度传感器30的温度测量结果的“-42摄氏度”低于操作保证温度范围的下限,并且执行预定的处理,例如安全处理。假设CPU仅参考温度传感器20的温度测量结果,由于该温度测量结果“-34摄氏度”高于“-40摄氏度”的操作保证温度范围,安全处理不会被执行。在本实施例中,通过配置系统使得CPU获取两个温度传感器的温度测量结果并且当至少一个温度测量结果低于操作保证温度范围的下限时执行安全处理,能够构建更鲁棒的系统。

[0083] 接下来,假设步骤S3在时刻t32处被执行,由温度传感器20输出的温度数字值D1指示-24摄氏度,并且由温度传感器30输出的温度数字值D2指示-30摄氏度。在这种情况下,由于作为温度传感器20的温度测量结果的“-24摄氏度”关于作为温度传感器30的温度测量结果的“-30摄氏度”落在-10摄氏度至+10摄氏度的范围内,指示温度传感器20正常的信号被输出。此外,由于作为温度传感器20的温度测量结果的“-24摄氏度”和作为温度传感器30的温度测量结果的“-30摄氏度”二者高于作为操作保证温度范围的下限的“-40摄氏度”,CPU继续正常操作。

[0084] 此外,假设步骤S3在时间t33处被执行,由温度传感器20输出的温度数字值D1指

示-14摄氏度,并且由温度传感器30输出的温度数字值D2指示-27摄氏度。在这种情况下,虽然两个温度测量结果都高于操作保证温度范围的下限,但是作为温度传感器20的温度测量结果的“-14摄氏度”关于作为温度传感器30的温度测量结果的“-27摄氏度”偏离-10摄氏度至+10摄氏度的范围。在这种情况下,由于温度传感器20异常,从比较器40输出指示温度传感器20异常的信号,并且CPU执行预定的处理,例如安全处理。

[0085] [概要]

[0086] 在本实施例中,温度传感器20的温度数据寄存器25和温度传感器30的温度数据寄存器37连接到CPU数据总线50,并且CPU可以参考温度传感器20和温度传感器30两者的温度测量结果。通过这样做CPU可以确定由两个温度传感器测量的温度是否分别落在预定范围内。在本实施例中,当温度传感器20的温度测量结果和温度传感器30的温度测量结果中的至少一个偏离预定范围时,CPU能够执行预定的处理。因此,与仅参考温度传感器20的测量结果的情况相比,可以实现更高精度的温度控制。

[0087] [第三实施例]

[0088] 图9示出了根据第三实施例的温度测量电路。除了图1所示的根据第一实施例的温度测量电路10的配置之外,根据本实施例的温度测量电路10b还包括定时器55。注意,本实施例可以与第二实施例组合。也就是说,除了根据图6所示的根据第二实施例的温度测量电路10a的配置之外,还可以采用其中根据本实施例的温度测量电路10b包括定时器55的配置。

[0089] 定时器55向温度传感器20的AD转换器23和温度传感器30的运算单元35输出测量触发。温度传感器20和温度传感器30响应于由定时器55输出的测量触发来执行温度测量,并且分别将温度测量的结果存储到温度测量数据寄存器25和温度数据寄存器37中。

[0090] 在本实施例中,其中实现了温度测量电路10b的半导体集成电路的CPU经由CPU数据总线50来向定时器55通知温度连续测量模式。当定时器55接收到温度连续测量模式的通知时,定时器55将测量触发周期性地输出到AD转换器23和运算电路35。由于定时器55周期性地输出测量触发,温度传感器20和温度传感器30周期性地执行温度测量。比较器40将周期性地获得的温度数字值D1与周期性地获得的温度数字值D2相比较,并且基于比较结果来周期性地输出故障/安全信号。

[0091] 根据本实施例的温度测量电路10b包括定时器55。在本实施例中,通过周期性地输出测量触发,例如以规则的时间间隔从定时器55输出测量触发,能够以规则的时间间隔来检查温度传感器20中是否存在故障,而不需要在CPU上执行软件的干预。

[0092] [微型计算机单元]

[0093] 注意,根据上述实施例中的每个实施例的温度测量电路可以在微型计算机单元中实现。图10示出了微型计算机单元。微型计算机单元100包括CPU 101、ROM 102、RAM 103、输入/输出(I/O)端口104、外围电路105和CPU总线106。例如,微型计算机单元100被配置为在诸如汽车等车辆中实现的车辆安装的微型计算机单元。例如,微型计算机单元100用于车辆中的ADAS(先进驾驶员辅助系统)。

[0094] CPU 101是处理器,并且执行微型计算机单元中的各种处理。CPU101经由CPU总线106连接到RAM 103、I/O端口104、外围电路105等。在CPU总线106中,包括图1所示的CPU数据总线50等。ROM102是诸如闪存等非易失性存储器,并且存储要由CPU 101执行的程序等。CPU

101执行从ROM 102读出的程序以执行各种处理。RAM103是用于存储各种数据的易失性存储器。

[0095] I/O端口104在微型计算机单元100与外部外围电路110和其他设备120之间输入和输出信号。在I/O端口104中,包括图1所示的测试模拟电压输入端子26、图2所示的外部端子81、图3所示的外部输出端子95等。外围电路105包括内置在微型计算机单元100中的各种外围电路。例如,在外围电路105中,包括图1所示的温度传感器20、温度传感器30和比较器40等。外围电路105可以通过I/O端口104与其他设备120通信。

[0096] 外部外围电路110包括电源111、振荡电路112、复位电路113等。电源111向微型计算机单元100供电。电源111可以包括用于向图1所示的区域60供电的用于模拟电路的电源和用于向区域70供电的用于数字电路的电源。振荡器112向微型计算机单元100供应时钟信号等。复位电路113复位微型计算机100。例如,当从外部端子81(参考图2)输出指示温度传感器20异常的故障/安全信号时,复位电路113复位微型计算机单元100。

[0097] 通过配置其中在微型计算机单元100中被实现为其一部分的温度测量单元10中以预定的时间间隔将温度传感器20的温度测量结果与温度传感器30的温度测量结果相比较的系统,能够使微型计算机单元100自身符合ISO 26262。此外,在温度测量电路10中,由于温度传感器30的温度检测单元被配置为使用环形振荡器31的数字电路,并且可以执行温度检测单元的BIST,微型计算机单元100作为抵抗ISO 26262的潜在的对策也是有效的。

[0098] [修改示例]

[0099] 应当注意,参考图4说明了示例,其中步骤S2在半导体集成电路的启动时(上电时)执行,并且BIST在温度传感器30中执行。然而,本公开内容不限于此。温度传感器30的BIST可以在半导体集成电路中从处理开始到处理完成的操作周期内至少执行一次,并且BIST的执行定时不限于特定的定时。例如,代替在上电时执行BIST,可以在断电时在半导体集成电路的关机过程中执行温度传感器30的BIST。

[0100] 在上述实施例中,说明了其中比较器40基于温度传感器20的温度测量结果与温度传感器30的温度测量结果之间的差值来输出指示温度传感器20是否正常的信号的示例。然而,本公开不限于此。例如,比较器40可以计算温度传感器20的温度测量结果与温度传感器30的温度测量结果之间的相关性,并且基于是否存在相关性来输出指示温度传感器20是否正常的信号。

[0101] 在上述实施例中的每一个中,说明了其中在微型计算机单元中实现温度测量电路的示例。然而,本公开不限于此。温度测量电路可以被配置为具有温度测量功能的另一集成电路(IC)。

[0102] 虽然已经在若干实施例的方面描述了本发明,但是本领域技术人员将认识到,本发明可以在所附权利要求的精神和范围内以各种修改来实践,并且本发明不限于上述示例。

[0103] 上述实施例中的两个或更多个可以根据本领域普通技术人员的期望来组合。

[0104] 此外,权利要求书的范围不受上述实施例的限制。

[0105] 此外,注意,申请人的意图是涵盖所有权利要求要素的等同内容,即使在随后阶段期间被修改。

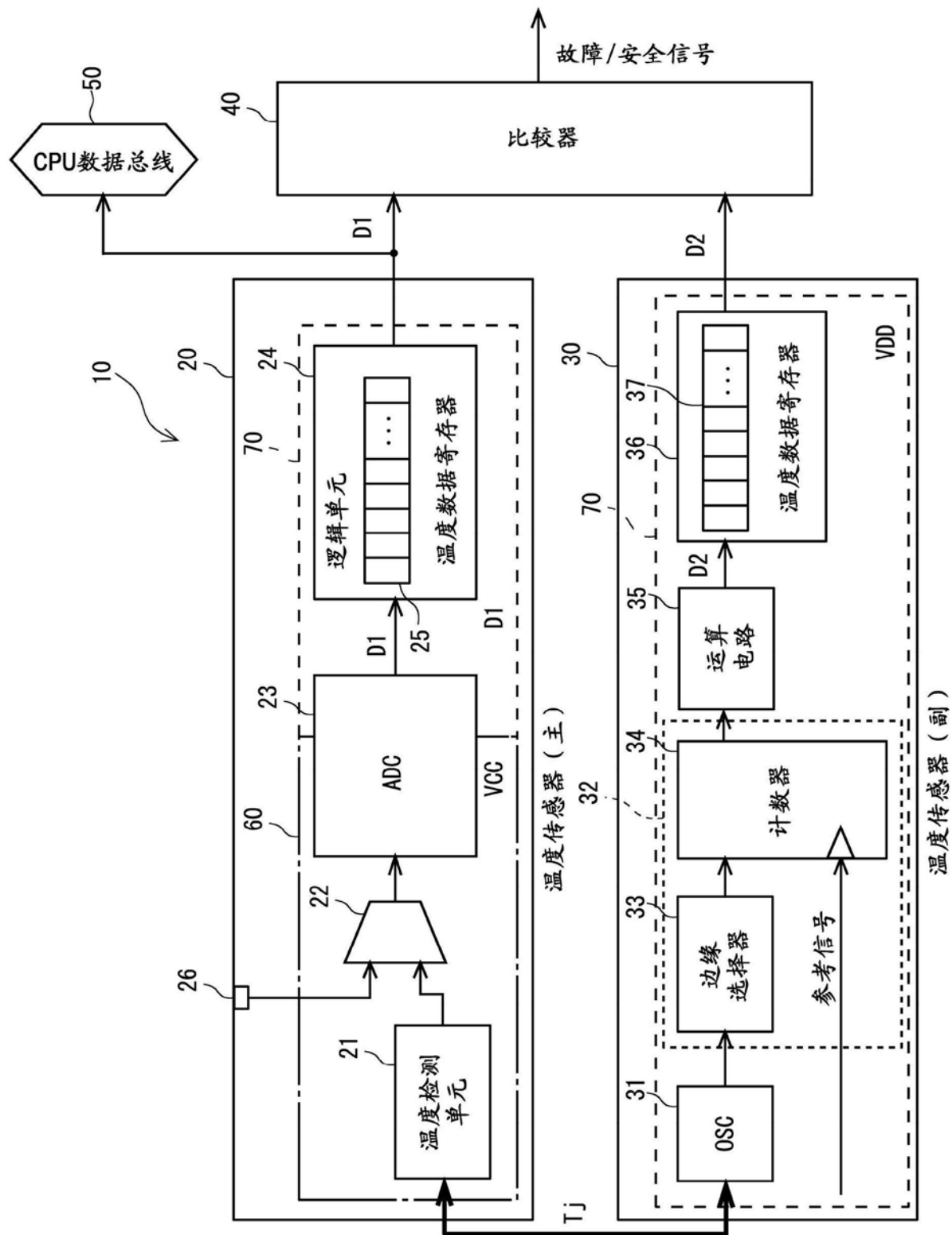


图1

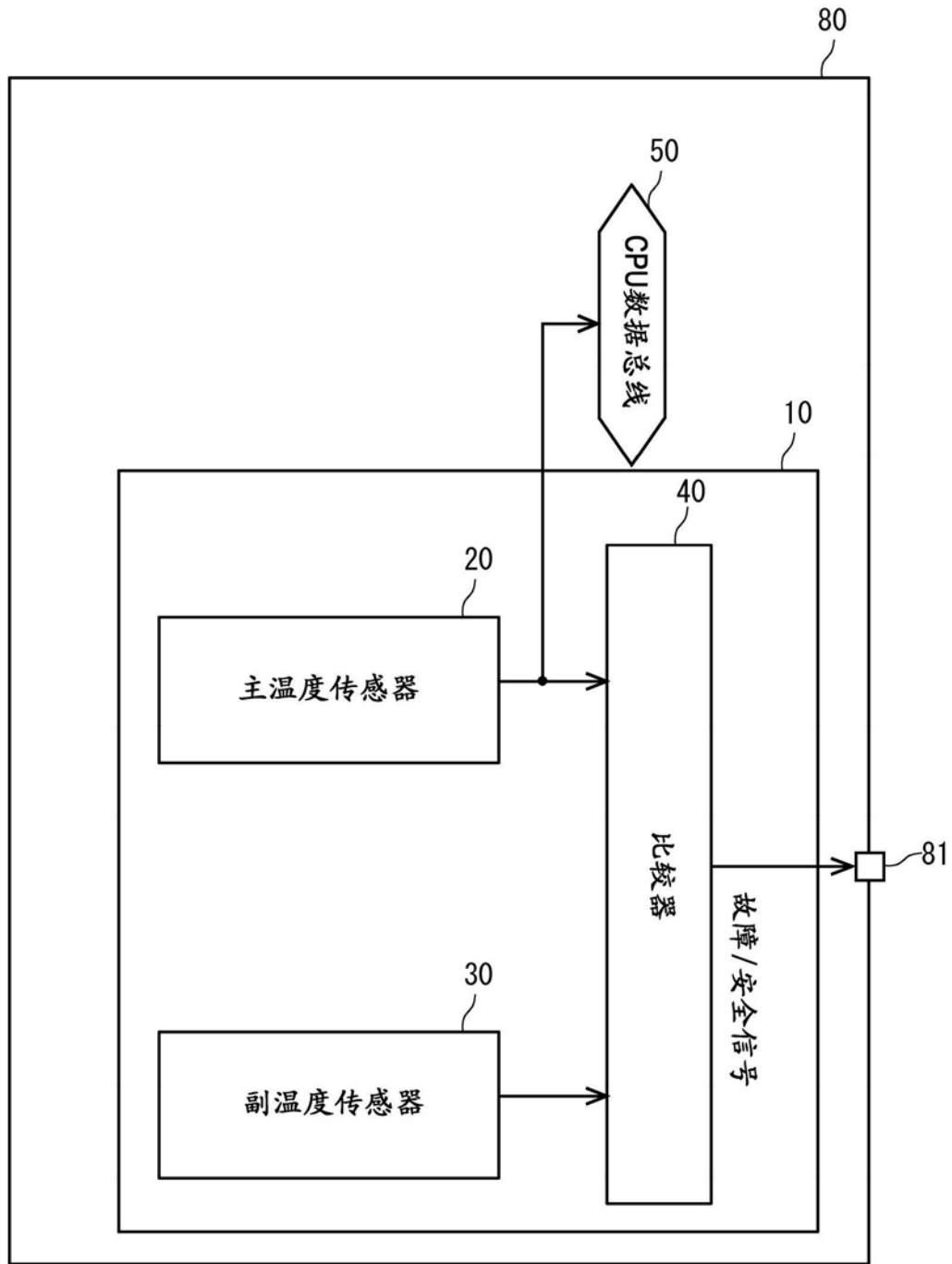


图2



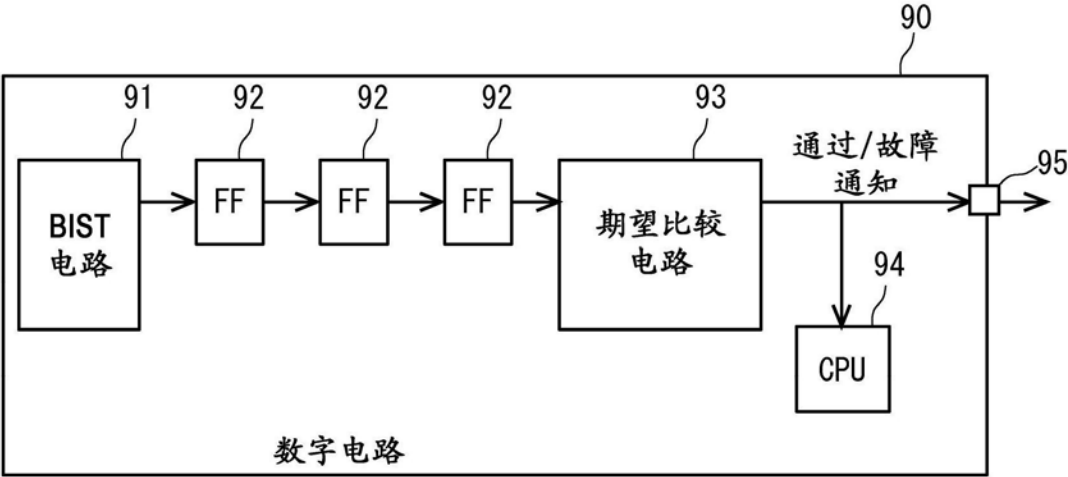


图3

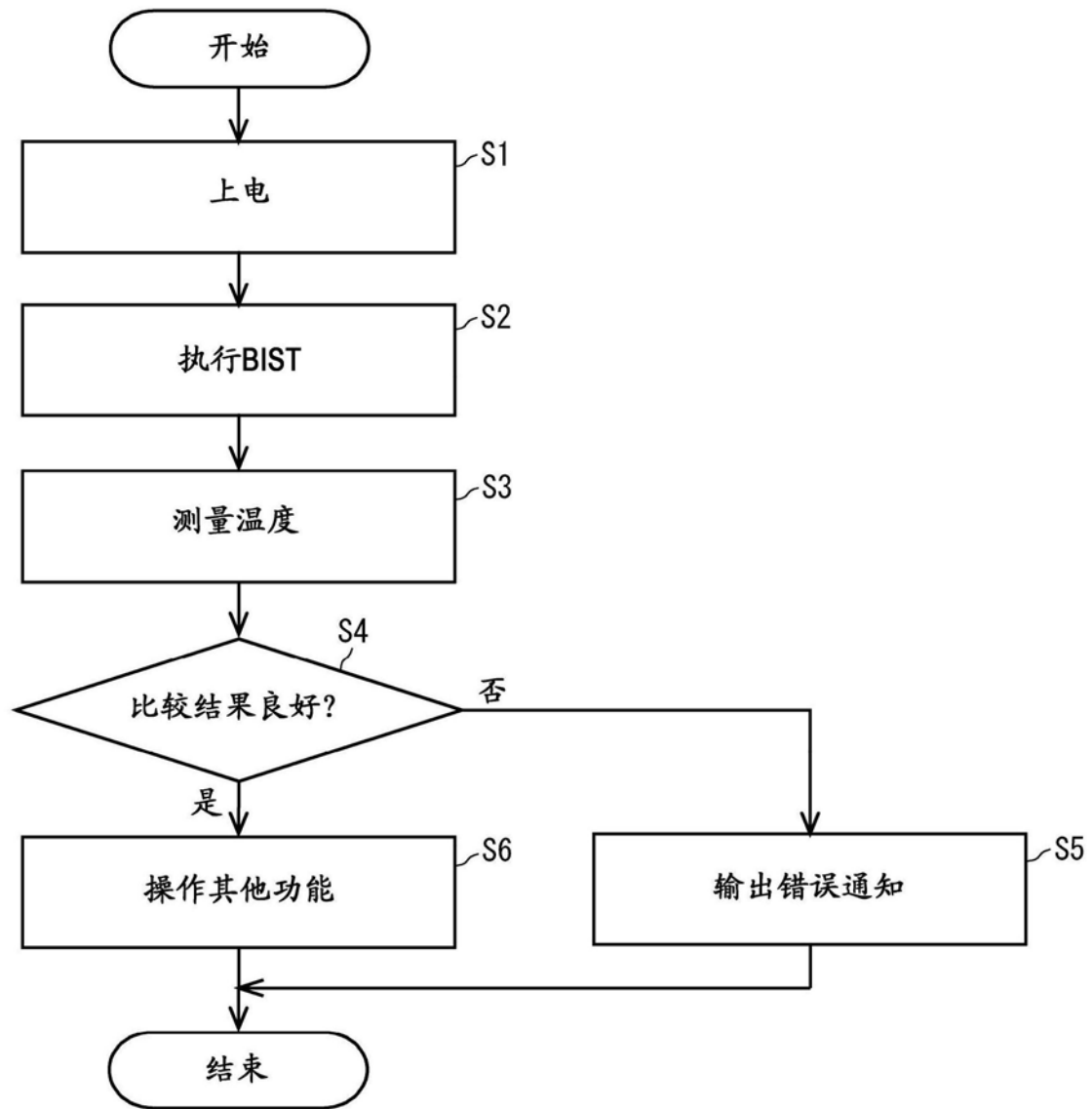


图4

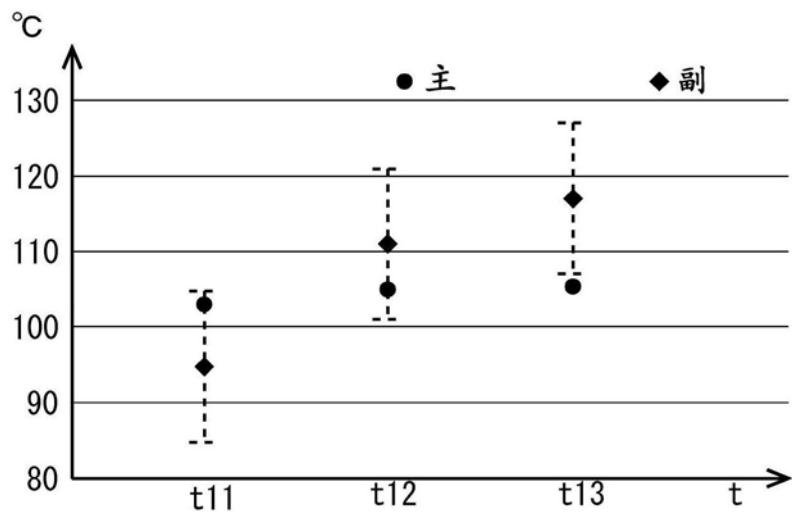


图5

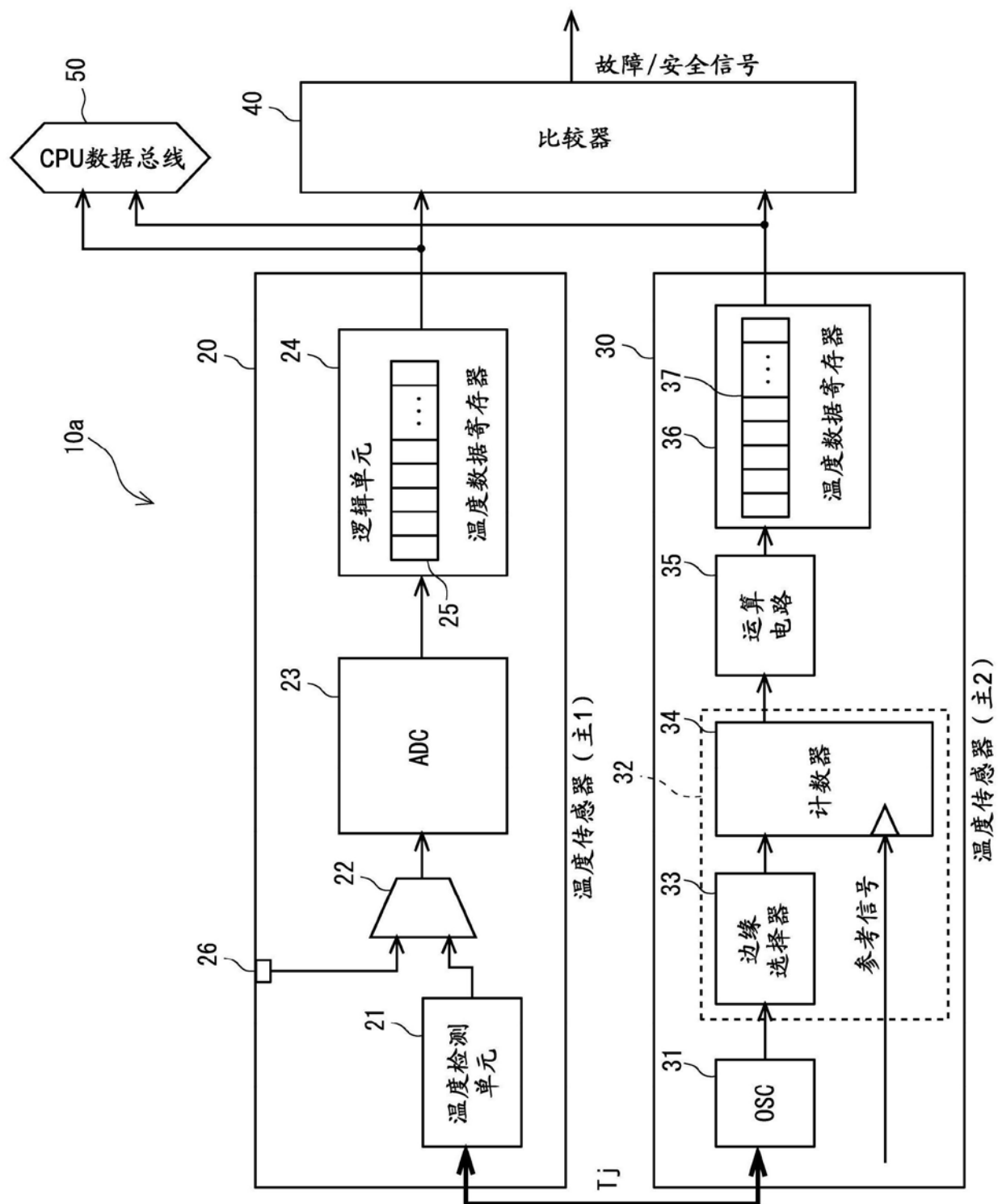


图6

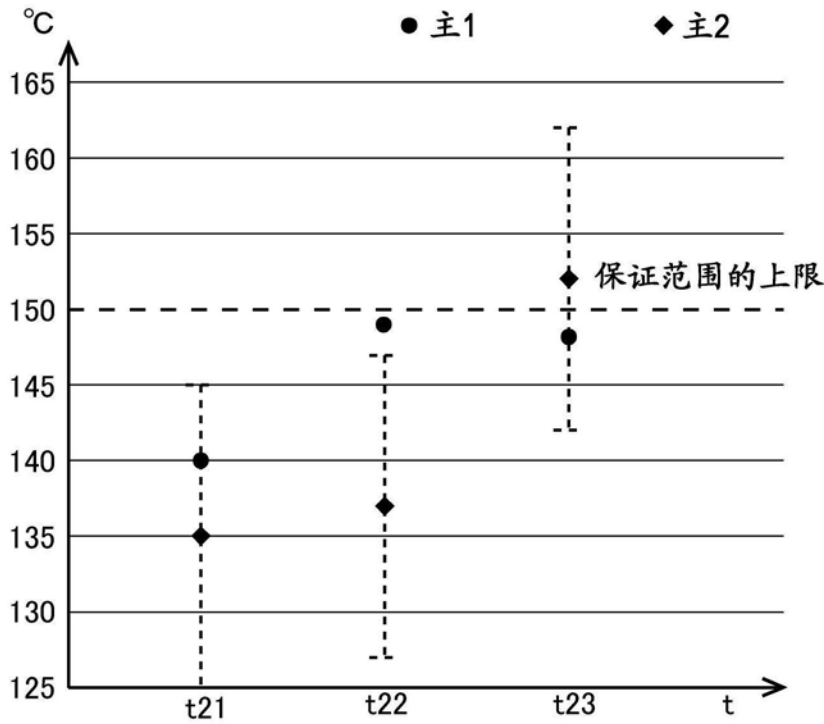


图7

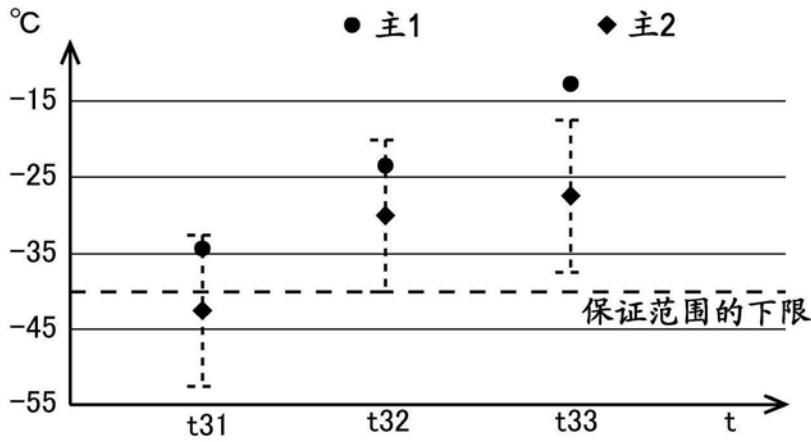


图8

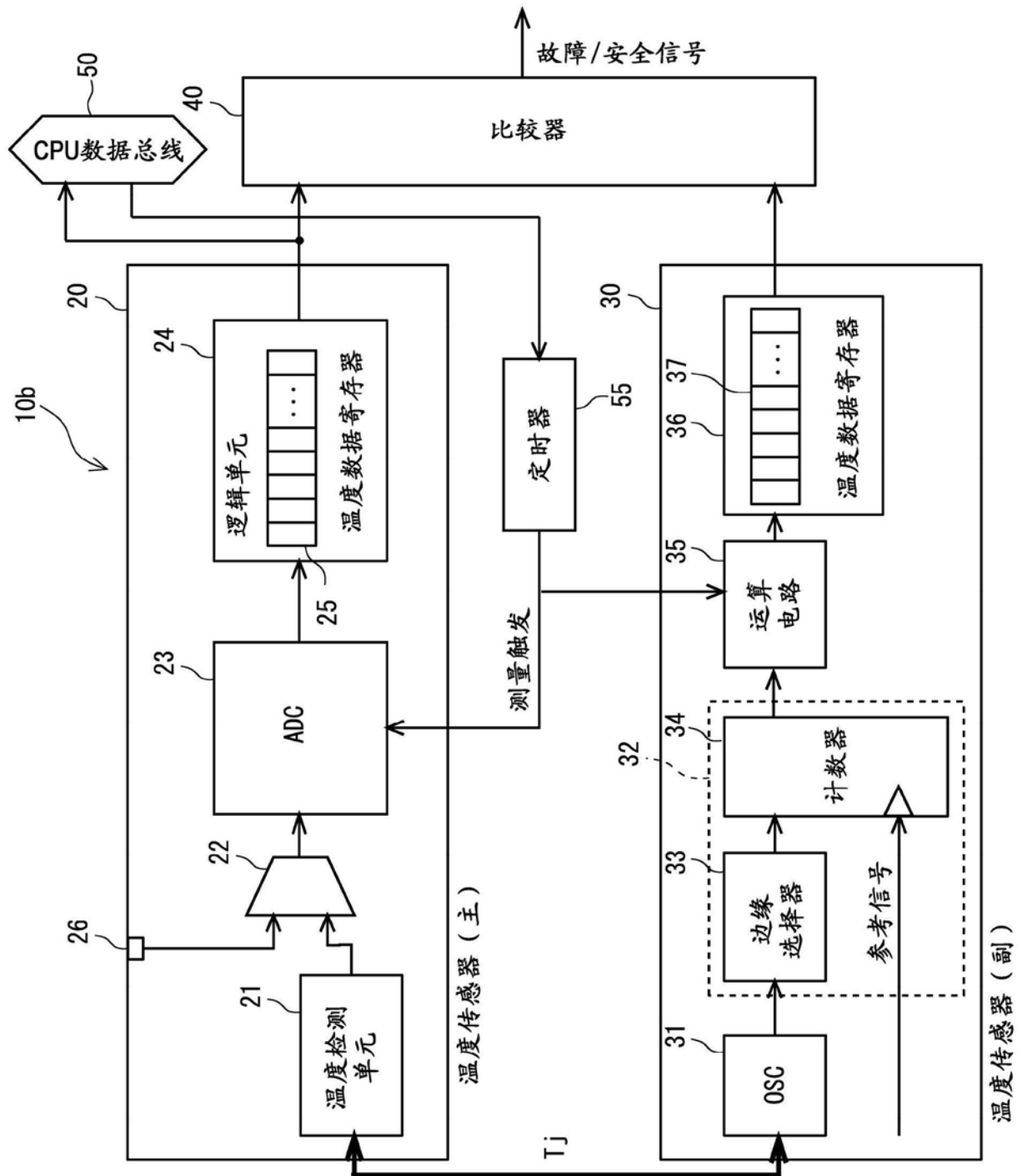


图9

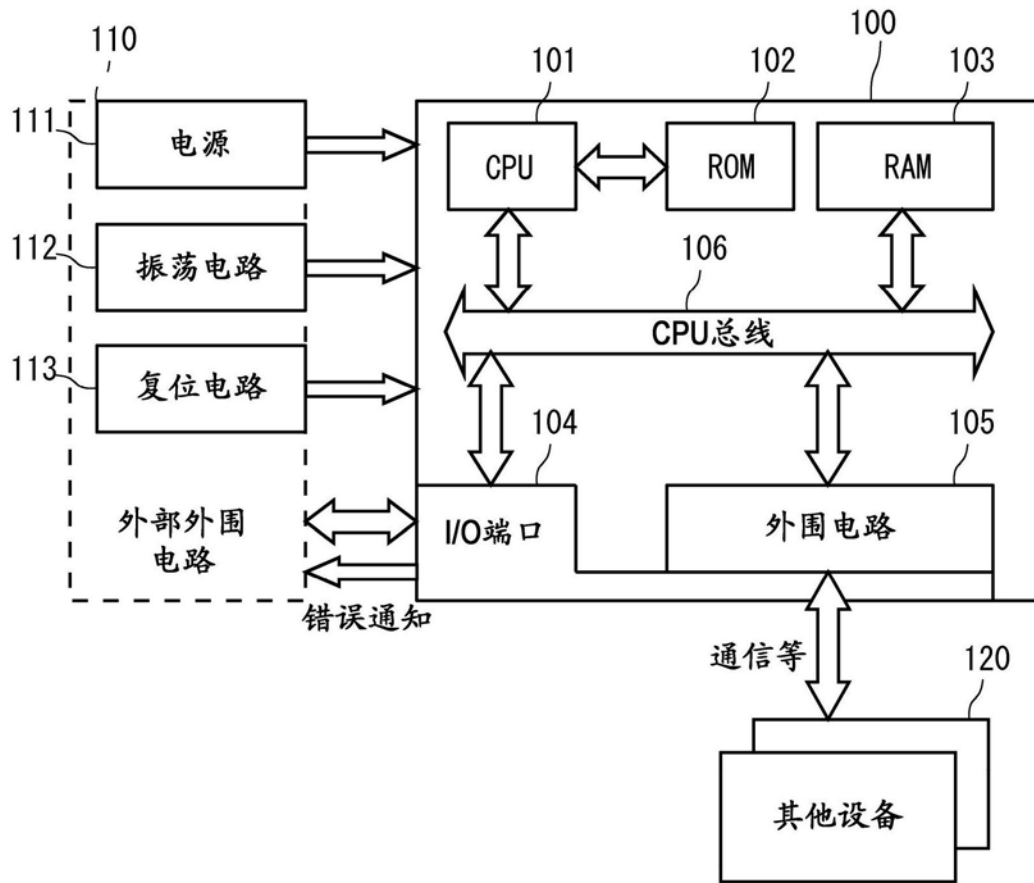


图10