



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102735360 B

(45)授权公告日 2017.03.22

(21)申请号 201210108048.5

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2012.04.13

G01K 7/01(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 董立静

申请公布号 CN 102735360 A

(43)申请公布日 2012.10.17

(30)优先权数据

2011-089080 2011.04.13 JP

(73)专利权人 瑞萨电子株式会社

地址 日本东京

(72)发明人 有坂直也 伊藤崇泰 堀口真志

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 申发振

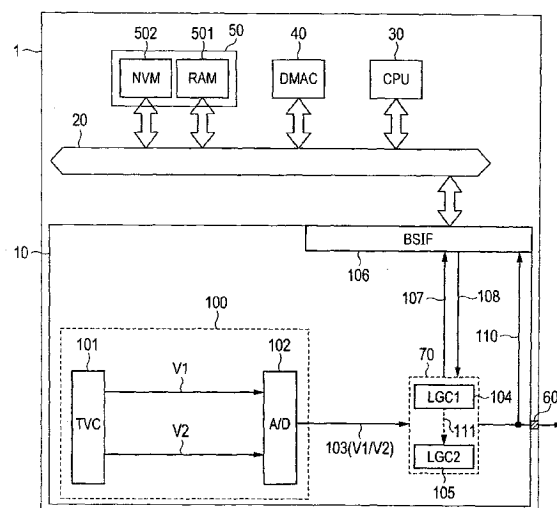
权利要求书2页 说明书17页 附图21页

## (54)发明名称

半导体器件和数据生成方法

## (57)摘要

本公开涉及半导体器件和数据生成方法。目标在于提高温度传感器的精度,抑制测试过程中测试温度的数量。半导体器件包括系数计算单元和校正运算单元,系数计算单元计算系数直至N阶(N为大于等于一的整数)的校正函数作为特征函数的N阶近似,特征函数表示由温度传感器单元测量的温度数据与基于N+1个温度数据得到的温度的对应关系,这N+1个温度数据包括特征函数在预定温度下的理论值以及由温度传感器单元在N个温度点测量的N个温度数据测量值;校正运算单元通过借助应用了算出系数的校正函数以由温度传感器单元测量的温度数据为基础执行计算来生成包括温度相关信息的数据。



1. 一种半导体器件,包括:

温度传感器单元;

系数计算单元,可操作用于基于 $N+1$ 个温度数据计算校正函数的零阶到 $N$ 阶的系数作为特征函数的 $N$ 阶近似, $N$ 为大于等于二的整数,所述特征函数表示由温度传感器单元测量的温度数据与温度的对应关系,所述 $N+1$ 个温度数据包括所述特征函数在预定温度下的温度数据理论值以及由所述温度传感器单元在 $N$ 个温度点测量的 $N$ 个温度数据测量值;以及

校正运算单元,可操作用于通过借助应用了所算出的系数的所述校正函数,在由所述温度传感器单元输出的温度数据的基础上执行计算来生成作为温度传感器检测温度的运算结果,

其中所述温度传感器单元在第一电压和第二电压的基础上生成所述温度数据,所述第一电压在绝对零度的极限值为零,所述第二电压在绝对零度的极限值由非零常数给出,

其中所述预定温度为绝对零度,并且

其中所述温度数据表示与所述第一电压和所述第二电压的比值相对应的数值。

2. 如权利要求1所述的半导体器件,

其中所述第一电压对应于具有相互不同的发射极面积的两个双极晶体管的基极-发射极电压的差分电压,且所述第二电压对应于PN结的正向电压。

3. 如权利要求1所述的半导体器件,

其中所述校正运算单元通过根据温度范围切换关于所述系数的信息来执行计算。

4. 如权利要求3所述的半导体器件,

其中所述校正运算单元切换关于所述系数的信息中的关于 $N$ 阶系数的信息。

5. 如权利要求3所述的半导体器件,

其中所述校正运算单元被配置来切换校正运算系数,

其中所述校正运算单元在温度的测量值在比预定的温度高的温度范围内时使用第一系数,而在温度的测量值在比所述预定的温度低的温度范围内时使用第二系数。

6. 如权利要求1所述的半导体器件,

其中所述温度传感器单元包括:

温度-电压转换电路,可操作用于输出所述第一电压和所述第二电压;以及

模数转换单元,可操作用于输入与所述第一电压相对应的电压以及与所述第二电压相对应的电压,通过每一个采样电容器采样所输入的电压并生成温度数据。

7. 如权利要求6所述的半导体器件,

其中所述温度传感器单元进一步包括:

第一屏蔽线,可操作用于屏蔽借以提供所述第一电压的信号线;以及

第二屏蔽线,可操作用于屏蔽借以提供所述第二电压的信号线,并且

其中所述第一屏蔽线和所述第二屏蔽线的电位被设置为所述温度-电压转换电路的参考电位。

8. 如权利要求6所述的半导体器件,

其中所述温度传感器单元进一步包括:

第一选择单元,可操作用于响应于选择信号从所述第一电压和所述第二电压切换至相应的外部输入电压并输出至所述模数转换单元。

9. 如权利要求8所述的半导体器件,

其中所述温度传感器单元进一步包括:

第二选择单元,可操作用于切换由所述模数转换单元生成的所述温度数据的输出目的地,并且

其中所述第二选择单元响应于所输入的选择信号将所述温度数据输出至所述校正运算单元中的输入信号线或输出信号线。

10. 一种数据生成方法,用于借助程序运行设备生成表示由半导体器件使用的校正函数的零阶到N阶的系数的数据,所述半导体器件使用所述校正函数作为特征函数的N阶近似,N为大于等于二的整数,所述特征函数表示由温度传感器测量的温度数据和温度的关系,并且所述半导体器件根据由所述温度传感器测量的温度数据生成包括温度相关信息的数据,

其中由所述程序运行设备执行的处理包括基于N+1个温度数据生成表示N阶系数的数据的步骤,所述N+1个温度数据包括所述特征函数在预定温度下的温度数据理论值以及由所述温度传感器单元在N个温度点测量的N个温度数据测量值,

其中所述温度数据表示与第二电压和第一电压的比值相对应的数值,所述第二电压在绝对零度的极限值为零,所述第一电压在绝对零度的极限值由非零常数给出,并且

其中所述预定温度为绝对零度。

11. 如权利要求10所述的数据生成方法,

其中所述第一电压对应于PN结的正向电压,并且

其中所述第二电压对应于具有相互不同的发射极面积的两个双极晶体管的基极-发射极电压的差分电压。

## 半导体器件和数据生成方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 2011年4月13日提交的申请号为2011-089080的日本专利申请包括说明书、附图和摘要在内的公开内容通过引用而全部并入本文。

### 技术领域

[0003] 本发明涉及一种设有温度传感器的半导体器件以及一种用于半导体器件的数据生成方法,并且特别地涉及在应用于需要高度精确温度检测的半导体器件时很有效的技术。

### 背景技术

[0004] 近年来,对用于车辆发动机控制的以较高温度运行的微型计算机的需求在不断增加。与该需求相伴地,对于将温度传感器安装至微型计算机也有很高的需求。由于车辆发动机在非常高的温度下运行,因此安装的温度传感器特别需要在高温侧进行高精度的温度检测。

[0005] 过去例如在通过安装于微型计算机上的片上(on-chip)温度传感器进行温度检测的一种方法中,在温度传感器内采用具有正温度特性或负温度特性的电压以及通过某种方法生成的与温度无关的参考电压,并通过模拟或数字方法进行彼此比较,由此执行温度检测。上述具有正温度特性或负温度特性的电压例如使用了以下的电压。

[0006] 作为具有负温度特性的电压,也就是随着温度升高而减小的电压,使用在通过将二极管用作存在于利用CMOS工艺在硅基板上形成的阱之间的寄生二极管、寄生双极晶体管等而使得电流流过二极管时跨越二极管两端出现的电压。作为具有正温度特性的电压,也就是随着温度升高而成正比增大的电压,使用差分电压,也就是在像上述情况中那样使得具有不同数值的电流流过二极管时跨越二极管两端出现的电压差。作为具有正温度特性的电压的另一个示例,可以使用在使得具有相同数值的电流流过两个双极晶体管中每一个时由两个具有相互不同的发射极面积的寄生双极晶体管的基极-发射极电压的电压差得到的差分电压。

[0007] 这样的电压对温度具有比较高的线性度。但是,电压实际上具有二阶或更高阶的非线性分量,并且这一事实是降低温度检测精度的因素之一。通常已知的是利用CMOS工艺在硅基板上形成的器件(例如MOS晶体管、电阻器、电容器、双极晶体管、二极管)会由于工艺偏差、电源电压的波动和其他原因而表现出元件特性的绝对值和相对值上的差异。这一事实也是降低温度检测精度的因素之一。因此,为了减少由于工艺偏差等原因而造成的温度检测精度的降低,在很多情况下都会使用微调技术以对每一个芯片进行偏差补偿。在温度检测中还有一种通过使用基于硬件或基于软件的技术执行用于补偿温度的计算来提高检测精度的方法。例如专利文献1至专利文献3中公开了涉及用于补偿温度的相关计算方法。

[0008] 由专利文献1公开的设有温度传感器的半导体器件进一步包括实际温度测量电路。将由相关实际温度测量电路测得的温度定义为真实温度,根据该温度与温度传感器输

出值的对应关系来补偿和输出由温度传感器测量的温度。温度传感器在预定温度下的理论输出值根据理想公式进行计算,理想公式表示温度传感器输出值以及由先验知识得出的温度的对应关系,并且计算温度传感器在该温度下的理论输出值和实际输出值之间的差值。该差值被用作校正数据。然后,在执行温度测量时,将温度传感器的输出值加上或者减去校正数据之后获得的数值输出作为测量值。

[0009] 由专利文献2公开的设有温度传感器的半导体器件通过使用校正函数来补偿温度传感器的测量温度,校正函数表示温度和跨越用作温度传感器的二极管两端出现的电压之间的关系。用与半导体器件分开安装的温度测量器件预先测量温度,并且将测量温度定义为真实温度。同时也测量跨越二极管两端出现的电压。在两个温度点测量电压值,然后根据这些测量数据推导出电压值和温度的线性函数并用作校正函数。在执行温度测量时,利用校正函数将温度传感器的电压值转换成温度,并输出该温度作为测量值。

[0010] 由专利文献3公开的设有温度传感器的半导体器件预先在芯片以外建立了与温度传感器输出值相对应的校正数据。在实际操作中,半导体器件输出由输出值指引的相关校正数据作为测量温度。也就是说,用与相关半导体器件分开安装的温度测量器件测量温度并将其定义为真实温度。此时的电源电压数据和温度传感器输出值也要预先获得。校正数据在所获得数据的基础上创建。在执行温度测量时,由温度传感器输出值指引的校正数据被输出作为测量温度。温度补偿的精度由获取数据的数量决定,获取数据的数量对应于在创建校正数据时设立的温度和电源电压的组数。

[0011] (专利文献1) 日本公开专利2004-134472

[0012] (专利文献2) 日本公开专利2001-298160

[0013] (专利文献3) 日本公开专利平4(1992)-225250

## 发明内容

[0014] 但是,本发明人认为在上述相关方法中存在以下问题。

[0015] 首先,由专利文献1公开的温度补偿方法假定由形成在同一硅基板上作为温度传感器的实际温度测量电路测得的温度就是真实温度。但是,考虑到硅工艺偏差等因素,相关测量温度缺乏作为真实温度的可靠性。将温度传感器的输出值加上或减去校正数据被作为温度的校正方法执行。但是,仅通过加减运算难以在温度校正上获得足够的精度。

[0016] 其次,由专利文献2公开的温度补偿方法用线性校正函数的方式表达了温度传感器输出电压和温度的关系。但是,如上所述,由于实际上有二阶或更高阶的非线性分量,因此难以在温度校正上获得足够的精度。

[0017] 再次,根据由专利文献3公开的温度补偿方法,为了提高温度校正的精度,在创建校正数据时必须使用测试装置设立多组温度和电源电压模式并且必须要单独地获取用于每一个LSI的数据而不能执行基于函数的计算。因此,这种方法也不理想。

[0018] 为了解决这些问题,可以设想通过根据二阶或更高阶校正函数进行计算来执行温度补偿。但是,为了得到校正函数,必须要在例如批量生产的测试过程中的多个测试温度点来测量温度传感器的特性。因此,测试温度点的数量会随着校正函数变为更高阶而增多,从而导致测试时间以及测试过程成本的增加。

[0019] 本发明是考虑到上述情况而给出的,并且目标在于提高温度传感器的温度检测精

度,抑制测试过程中测试温度点的数量。

[0020] 根据本发明的说明书和附图中的描述,上述和其他的用途以及新颖的特征都将变得清楚。

[0021] 以下简要介绍由本申请公开的典型发明方案的概要。

[0022] 即,给出的半导体器件包括系数计算单元和校正运算单元。系数计算单元计算系数高达N阶(N为大于等于一的整数)的校正函数作为特征函数的N阶近似,特征函数表示由温度传感器单元测量的温度数据与基于N+1个温度数据的温度的对应关系,这N+1个温度数据包括特征函数在预定温度下的温度数据理论值以及由温度传感器单元在N个温度点测量的N个温度数据测量值。校正运算单元通过借助应用了算出的系数的校正函数在由温度传感器单元测量的温度数据的基础上执行计算来生成包括温度相关信息的数据。

[0023] 以下简要介绍由本申请公开的典型发明方案获得的效果。

[0024] 即,根据给出的半导体器件即可获得温度传感器的温度检测精度的提高,抑制测试过程中测试温度点的数量。

## 附图说明

[0025] 图1是根据实施例1示出了用于对车辆执行数据处理等的具有内置温度传感器的微型计算机示例的方块图;

[0026] 图2是示出了温度传感器10的工作概况的示意图;

[0027] 图3是示出了温度-电压转换电路101的示例的电路图;

[0028] 图4是示出了参考电压V1和V2的温度特性的示意图;

[0029] 图5是示出了作为A/D转换单元输入的电压比V1/V2和作为输出的A/D转换结果t之间关系的示意图;

[0030] 图6是示出了表达温度T和A/D转换结果t对应关系的特征函数的示意图;

[0031] 图7是示出了理想地在工艺中不存在偏差时的校正运算函数的示意图;

[0032] 图8是示出了校正运算系数 $a_n - a_0$ 的计算方法示例的示意图;

[0033] 图9是示出了在微型计算机1中存在特征偏差时的校正运算函数的示意图;

[0034] 图10是不使用理论值而确定校正运算函数的示意图;

[0035] 图11是示出了计算校正运算系数的示例的流程图;

[0036] 图12是示出了校正运算示例的流程图;

[0037] 图13是示出了用于实现校正运算系数计算的系数计算单元104的具体配置示例的示意图;

[0038] 图14是示出了用于实现校正运算的校正运算单元105的具体配置示例的示意图;

[0039] 图15是示出了用于实现温度测量的A/D转换单元102的具体配置示例的示意图;

[0040] 图16是示出了参考电压V1和V2的静电屏蔽方法的一个示例的示意图;

[0041] 图17是示出了参考电压V1和V2的静电屏蔽方法的另一示例的示意图;

[0042] 图18是根据实施例2示出了用于对车辆执行数据处理等的具有内置温度传感器的微型计算机示例的方块图;

[0043] 图19是根据实施例3示出了用于对车辆执行数据处理等的具有内置温度传感器的微型计算机示例的方块图;

[0044] 图20是示出了校正运算函数示例的示意图,其中校正运算系数对应于温度范围而切换;

[0045] 图21是示出了用于实现校正运算系数计算的系数计算单元204的具体配置示例的示意图;

[0046] 图22是示出了用于实现校正运算的校正运算单元205的具体配置示例的示意图;以及

[0047] 图23是示出了用于不执行校正运算就输出A/D转换结果t的校正运算单元305的具体配置示例的示意图。

## 具体实施方式

[0048] 以下,参照附图详细介绍本发明的实施例。

### [0049] 1. 实施例概述

[0050] 首先介绍在本申请中公开的本发明典型实施例的概要。在关于典型实施例概要说明内容的括号中引用的附图数字标记仅表示与该数字标记相关联的部件概念所包含的内容。

[0051] (1) (半导体器件,设有根据N个测量值和一个理论值计算N阶近似函数的系数的电路以及利用算出的系数执行计算的校正运算单元。)

[0052] 根据本发明典型实施例的半导体器件(1,2,3)包括温度传感器单元(100);和系数计算单元(104,204),其计算校正函数的直至N阶系数(N为大于等于一的整数)(公式11)作为特征函数的N阶近似(公式8),特征函数表示由温度传感器单元测量的温度数据(t)与基于N+1个温度数据得到的温度(T, $\tau$ )的对应关系,这N+1个温度数据包括特征函数在预定温度下的温度数据理论值以及由温度传感器单元在N个温度点测量的N个温度数据测量值。半导体器件还包括校正运算单元(105,205,305),其通过借助应用了所算出的系数的校正函数在由温度传感器单元输出的温度数据的基础上执行计算来生成包括温度相关信息的数据。

[0053] 为了计算校正函数中的N阶系数,N+1个测试温度点的测量值是必须的。但是,段1中的半导体器件是根据N个测量值和1个理论值来计算校正函数的直至N阶系数。根据该器件,为了计算N阶系数,测试过程中只需要在N个温度点而不是N+1个温度点执行测量即可。因此即可实现温度测量的精度提高而不必增加测量点数量。

[0054] (2) (绝对零度下的理论值)

[0055] 在根据段1的半导体器件中,温度传感器单元在第一电压(V1)和第二电压(V2)的基础上生成温度数据,第一电压在绝对零度的极限值为零,第二电压在绝对零度的极限值由非零常数给出。预定温度为绝对零度,并且温度数据表示与第一电压和第二电压的比值相对应的数值(V1/V2)。

[0056] 由于第一电压在绝对零度降低至“0”(零)作为极值,因此第一电压和第二电压的比值也减小为“0”。也就是说,由于第一电压和第二电压的比值的极限值在绝对零度下减小为零,因此在绝对零度下的理论值和测量值之间几乎不存在误差;所以即使是通过将理论值认定为测量值来计算校正函数的N阶系数,也几乎不会造成误差。因此,根据段2中的半导体器件可以执行具有更高精度的温度测量。

[0057] (3) (V1和V2的具体示例)

[0058] 在根据段2的半导体器件中,第一电压对应于具有相互不同的电流密度的两个双极晶体管的基极-发射极电压的差分电压,且第二电压对应于PN结的正向电压。

[0059] 根据该器件即可容易地生成第一电压和第二电压。

[0060] (4) (设有专用逻辑电路的校正运算单元)

[0061] 在根据段1至段3之一的半导体器件中,校正运算单元包括专用逻辑电路。

[0062] 如果由校正运算单元完成的算术函数是通过由微型计算机运行程序来实现,那么执行计算的微型计算机可能会在半导体器件的温度变高时陷入失控状态(runaway state)。当校正运算单元陷入失控状态时,很可能就无法再获得校正运算结果,并且温度传感器的温度测量精度也可能会恶化。根据段4的半导体器件,由于校正运算单元设有专用逻辑电路,因此温度测量精度就不太可能由于热失控而恶化;相应地可以预见在高温下也能保持稳定操作。

[0063] (5) (设有专用逻辑电路的系数计算单元)

[0064] 在根据段1至段4之一的半导体器件中,系数计算单元包括专用逻辑电路。

[0065] 根据该器件,正如段4中的情形那样,系数计算单元不太可能出现任何的热失控;相应地可以预见在高温下也能保持稳定操作。

[0066] (6) (校正运算单元通过根据温度范围切换系数来执行校正运算)

[0067] 在根据段1至段5之一的半导体器件(3)中,校正运算单元(205)通过根据温度范围切换关于系数的信息来执行计算。

[0068] 例如当在要求的测量温度总范围内使用一种校正函数时,校正精度很可能会随着进一步偏离用于计算校正函数的N个测试温度点而恶化,并且温度测量精度也很可能会恶化。根据段6的半导体器件,由于是通过根据温度范围切换校正函数来执行计算,因此在要求的测量温度范围内就可以避免温度测量精度的恶化。

[0069] (7) (校正运算单元通过切换N阶系数来执行校正运算)

[0070] 在根据段5和段6之一的半导体器件中,校正运算单元切换关于系数的信息中的关于N阶系数的信息。

[0071] 根据该器件,由于并不是切换校正函数中的所有系数,而是切换对温度测量精度有高度影响力的高阶系数,因此在测试过程中就不必针对校正函数中的所有系数都准备多个数值,并且测试过程中的增量即可被抑制为最小值;相应地可以容易避免温度测量精度的恶化。

[0072] (8) (校正运算单元在高温侧和低温侧通过切换系数执行校正运算)

[0073] 在根据段5至段7之一的半导体器件中,校正运算单元在较高温度范围和较低温度范围内参照所需测量温度的温度范围内的预定温度来切换关于系数的信息。

[0074] (9) (温度传感器单元的配置)

[0075] 在根据段1至段8之一的半导体器件中,温度传感器单元包括输出第一电压和第二电压的温度-电压转换电路(101),以及模数转换单元(102),其输入与第一电压相对应的电压以及与第二电压相对应的电压,通过每一个采样电容器采样输入电压,并生成温度数据。

[0076] (10) (A/D转换单元输入级的GND电位与传感器单元的GND电位相同)

[0077] 在根据段9的半导体器件中,采样电容器的一端被设置为与温度-电压转换电路的



参考电位 (GND\_TVC) 相同的电位, 并且采样电容器的另一端在采样时被供以第一电压或第二电压, 并且在刷新采样电容器时被设置为与温度-电压转换电路的参考电位相同的电位。

[0078] 当在噪声等的影响下在温度-电压转换电路的参考电压 (例如对地电压) 和模数转换单元的参考电压 (例如对地电压) 之间出现电位差时, 就有可能存在根据模数转换单元的参考电压衡量的第一电压数值在绝对零度下可以不为零的情况, 并且这种情况可能会造成测量误差。因此, 在根据段10的半导体器件中, 采样电容器的一端被设置为与温度-电压转换电路的参考电位相同的电位, 并且采样电容器的另一端在刷新采样电容器时被设置为与温度-电压转换电路的参考电位相同的电位。相应地可以抑制噪声等的影响并且避免测量精度的恶化。

[0079] (11) (围绕传感器单元的输出线路设置传感器的GND电位屏蔽)

[0080] 在根据段8和段9之一的半导体器件中, 温度传感器单元进一步包括第一屏蔽线 (1011), 用于屏蔽借以提供第一电压的信号线; 以及第二屏蔽线 (1012), 用于屏蔽借以提供第二电压的信号线。第一屏蔽线和第二屏蔽线的电位被设置为温度-电压转换电路的参考电位 (GND\_TVC)。

[0081] 根据该器件, 即使在借以提供第一电压的信号线和借以提供第二电压的信号线上加有噪声, 也仍然可以降低噪声的影响, 原因在于第一电压、第二电压和参考电压同相变化并且具有相同的幅度。

[0082] (12) (用于选择并输出传感器电压和外部电压的选择器)

[0083] 在根据段8至段11之一的半导体器件 (2, 3) 中, 温度传感器单元 (200, 201) 进一步包括第一选择单元 (112, 113), 其响应于选择信号从第一电压和第二电压切换至相应外部输入电压并输出至模数转换单元。

[0084] 根据该器件即可在测试过程中容易地执行模数转换单元的确认操作。

[0085] (13) (用于直接输出A/D转换结果的选择器)

[0086] 在根据段8至段12之一的半导体器件 (2, 3) 中, 温度传感器单元 (200, 201) 进一步包括第二选择单元 (114), 其切换由模数转换单元生成的温度数据的输出目的地。第二选择单元响应于输入的选择信号 (12) 将温度数据输出至校正运算单元中的输入信号线或输出信号线。

[0087] 根据该器件不用执行计算即可输出温度数据。相应地, 例如在不要求高精度的温度测量时, 校正运算单元不用执行计算, 因此有助于降低半导体器件的功耗。

[0088] (14) (系数计算方法)

[0089] 根据本发明典型实施例的一种数据生成方法, 借助程序执行设备生成表示由半导体器件 (1, 2, 3) 使用的校正函数中系数的数据 ( $a_n - a_0$ ), 半导体器件使用校正函数作为特征函数的N阶近似 (N为大于等于一的整数), 特征函数表示由温度传感器测量的温度数据和温度的关系, 并且根据由温度传感器测量的温度数据生成包括温度相关信息的数据。由程序运行设备执行的处理包括基于N+1个温度数据生成表示N阶系数的数据的步骤, 这N+1个温度数据包括特征函数在预定温度下的温度数据理论值以及由温度传感器单元在N个温度点测量的N个温度数据测量值。

[0090] 根据该方法, 正如段1中的情形那样, 为了计算N阶系数, 测试过程中只需要在N个温度点而不是N+1个温度点执行测量即可。因此, 可以实现温度测量的精度提高而不必增加

测量点的数量。

[0091] (15) (绝对零度下的理论值)

[0092] 在根据段14的数据生成方法中,温度数据表示与第二电压(V1)和第一电压(V2)的比值相对应的数值,第二电压在绝对零度的极限值为零,第一电压在绝对零度的极限值由非零常数给出,并且预定温度为绝对零度。

[0093] 根据该方法,正如段2中的情形那样,在绝对零度下将理论值认定为测量值来计算校正函数的N阶系数时,几乎不会造成误差。因此即可确定具有更高精度的校正函数。

[0094] (16) (V1和V2的具体示例)

[0095] 在根据段15的数据生成方法中,第一电压对应于PN结的正向电压,且第二电压对应于具有相互不同的电流密度的两个双极晶体管的基极-发射极电压的差分电压。

[0096] 根据该方法即可容易地生成第一电压和第二电压。

[0097] 2. 实施例的详细内容

[0098] 进一步完整详细地介绍各实施例。

[0099] 《实施例1》

[0100] 图1是根据本发明作为半导体器件的一个实施例示出了用于例如对车辆执行数据处理等的具有内置温度传感器的微型计算机示例的方块图。尽管并未具体限定,但是图1中示出的微型计算机1通过熟知的CMOS集成电路制造技术被形成在半导体基板(例如单晶硅)上。

[0101] 微型计算机1包括中央处理单元(CPU) 30、温度传感器10、传输控制单元(DMAC(直接存储器存取控制器)) 40、存储器单元50、总线20和其他外围电路(未示出)。CPU 30执行车辆的发动机控制等并且处理相关控制所用的数据等。CPU 30通过由总线20提供温度检测指令使温度传感器10执行温度测量。

[0102] 存储器单元50包括非易失性存储器(NVM) 502和易失性存储器(RAM:随机存取存储器) 501。NVM 502例如是快闪存储器等并且存储用于指示CPU 30执行数据处理等的各类程序。NVM 502还存储:A/D转换单元102在产品发货前的测试过程中的测试温度下测量的输出(V1/V2),用作随后要介绍的温度检测的校正运算中所需参数的校正运算系数,及其它内容。RAM 501例如是SDRAM等并且被用于临时存储CPU 30的数据处理过程中的数据等。CPU 30设定传输条件等并且传输控制单元40根据来自CPU 30、温度传感器10或其他外围电路(未示出)的传输请求来执行送往存储器单元50的数据传输。

[0103] 温度传感器10包括传感器单元100、逻辑单元70(系数计算单元(LGC1) 104和校正运算单元(LGC2) 105)以及总线接口单元106。温度传感器10响应于来自CPU 30的温度检测请求执行温度测量并且通过总线接口单元(BSIF) 106或输出端子60输出测量结果。

[0104] 图2是示出了温度传感器10的工作概况的示意图。

[0105] 如图2中所示,温度-电压转换电路(TVC) 101检测芯片温度 $T_j$ 并生成与芯片温度 $T_j$ 相对应的两种模拟电压(参考电压V1和参考电压V2)。参考电压V1和V2在随后的阶段被输入A/D转换单元(A/D) 102内。A/D转换单元102将参考电压V1和V2的比值(V1/V2)转换为数字值并输出A/D转换结果103。校正运算单元105根据A/D转换结果103执行校正运算并输出运算结果110。校正运算利用表达A/D转换结果103和温度对应关系的特征函数的近似函数执行(该近似函数在下文中也被称为“校正运算函数”)。校正运算函数的系数值由系数计算单元

104计算。例如,在发货之前批量生产时的测试过程中,系数计算单元104根据在测试温度下测量的A/D转换结果103计算系数并将算出的系数存储在非易失性存储器502内。在发货之后实际使用时,将关于系数的信息从非易失性存储器502传送至校正运算单元105。校正运算单元105使用应用了传送的系数的校正运算函数来执行校正运算并输出运算结果110作为温度传感器的检测温度。

[0106] 以下详细介绍温度传感器10中的每一个功能块。

[0107] 传感器单元100包括温度-电压转换电路(TVC) 101和A/D转换单元(A/D) 102。

[0108] 温度-电压转换电路101输出表现温度依赖性的两个参考电压V1和V2。

[0109] 图3是示出了温度-电压转换电路101的示例的电路图;图3中示出的温度-电压转换电路101被设有发射极面积不同的两个双极晶体管。温度-电压转换电路101输出对温度具有正温度依赖性的参考电压V1以及具有很低的温度依赖性的参考电压V2。CMOS工艺的寄生双极晶体管被主要用于双极晶体管。图3作为一个示例示出了使用垂直NPN型寄生双极晶体管的情况。作为用于改变发射极面积的一种方式,相同种类的多个双极晶体管可以并联耦合。

[0110] 现在介绍温度-电压转换电路101的工作原理。在图3中,当运算放大器的输出电压V2被加至一个寄生双极晶体管TB\_NPN\_1的基极(B1)和m个寄生双极晶体管TB\_NPN\_m(m是大于等于一的整数)的基极时,在流过单个寄生双极晶体管TB\_NPN\_1的发射极以及多个寄生双极晶体管TB\_NPN\_m的发射极的电流的电流密度上会出现差异。根据电流密度的不同,寄生双极晶体管TB\_NPN\_1的基极-发射极电压和寄生双极晶体管TB\_NPN\_m的基极-发射极电压之间的差分电压 $\Delta V_{BE}$ 跨越电阻器R3的两端出现。差分电压 $\Delta V_{BE}$ 表现出正温度特性。利用该差分电压 $\Delta V_{BE}$ 生成具有正温度特性的参考电压V2和参考电压V1。参考电压V1和V2用以下的公式(1)和公式(2)表示。在公式中,k是伯尔兹曼常数,q是电子电荷,且T是温度。用公式2表示的参考电压V2的值在常温下大约是1.2V。

[0111] [公式1]

$$[0112] \quad V1 = \frac{2kT}{q} \frac{R4}{R3} \ln m$$

[0113] [公式2]

$$[0114] \quad V2 = V_{BE} + \frac{2kT}{q} \frac{R4}{R3} \ln m$$

[0115] 在将参考电压V1和V2表示为温度T的函数时,获得如下的公式3和公式4。A,C,D和E在此为常数。

[0116] [公式3]

$$[0117] \quad V1 = AT$$

[0118] [公式4]

$$[0119] \quad V2 \cong C + DT + ET^2$$

[0120] A/D转换单元102输入由温度-电压转换电路101以模拟信号形式输出的参考电压V1和V2,将预定温度下参考电压V1和V2的比值转换为j位的数字信号(j是大于等于一的整数),并输出A/D转换结果103。下文中将介绍A/D转换单元102的详细内容。

[0121] 校正运算单元105根据A/D转换结果103执行校正运算并输出运算结果110。如上所

述,校正运算利用校正运算函数执行,并且通过系数计算单元104来计算校正运算函数中的系数值。

[0122] 现详细介绍校正运算。

[0123] 图4是示出了参考电压V1和V2的温度特性的示意图。如图4所示,以相同的间距取温度 $\tau_1, \tau_2, \tau_3$ 和 $\tau_4$ ,每一温度下的参考电压V1和V2的值被假设为V11-V14和V21-V24。A/D转换单元102例如将温度 $\tau_1$ 下的电压比V11/V21转换为数字值并将其输出作为A/D转换结果103,以及例如将温度 $\tau_2$ 下的电压比V12/V22转换为数字值并将其输出作为A/D转换结果103。在此,由于参考电压V1与温度成正比地线性增加,因此四个电压V11, V12, V13和V14中相邻两个之间的电压差是相等的。与此相比,由于参考电压V2是一种关于温度非线性相关的电压,因此四个电压V21, V22, V23和V24中相邻两个之间的电压差不相等。

[0124] 图5是示出了作为A/D转换单元102输入的电压比V1/V2和作为输出的A/D转换结果t之间关系的示意图。由于参考电压V2在相应温度下的四个电压V21, V22, V23和V24中相邻两个之间的电压差正如参照图4所介绍的那样关于温度 $\tau$ 具有非线性依赖性,因此即使在芯片温度 $\tau_1, \tau_2, \tau_3$ 和 $\tau_4$ 中相邻的两个之间的温差相等,电压比(V11/V21)、(V12/V22)、(V13/V23)和(V14/V24)中相邻两个之间的差值也并不相等。所以,即使A/D转换单元的线性度如图5所示是理想的,A/D转换结果t1, t2, t3和t4关于温度 $\tau$ 也具有非线性依赖性。A/D转换单元自身的INL(积分非线性)也是导致A/D转换结果的非线性温度依赖性的一项因素。

[0125] 在此要考虑A/D转换单元102的输入V1/V2在绝对零度下( $T \rightarrow 0$ 时)会收敛为怎样的值。由于参考电压V1如公式1和公式3所示与温度成正比,因此参考电压V1如下面的公式5所示在绝对零度下收敛于“0”(零)。如公式2中所示,参考电压V2是基极-发射极电压VBE(第一项)以及温度成正比的电压(第二项)之和。相应地,在绝对零度下( $T \rightarrow 0$ 时),参考电压V2中的第一项收敛于带隙电压而第二项收敛于“0”,并且因此参考电压V2如下面的公式6所示在绝对零度下( $T \rightarrow 0$ 时)收敛于带隙电压(常数C)。所以,电压比V1/V2如下面的公式7所示在绝对零度下收敛于“0”。最后,上述考量得到的结论是如图5所示经过原点(0,0)的A/D转换电路输入-输出特性曲线图。但是,温度-电压转换电路101和A/D转换单元102并不需要在绝对零度下工作,并且在发货之前的测试过程中不需要在绝对零度下进行任何测试。曲线图理论上经过原点(0,0)的事实可以根据参考电压V1的物理特性很好地导出。

[0126] [公式5]

$$[0127] \quad \lim_{T \rightarrow 0} V1 = 0$$

[0128] [公式6]

$$[0129] \quad \lim_{T \rightarrow 0} V2 = C$$

[0130] [公式7]

$$[0131] \quad \lim_{T \rightarrow 0} \frac{V1}{V2} = 0$$

[0132] 图6是示出了表达温度T( $\tau$ )和A/D转换结果t对应关系的特征函数的示意图。如图6所示,水平轴是A/D转换结果t且垂直轴是温度T(K)。在附图中,假定温度T1, T2, T3和T4分别对应于A/D转换结果t1, t2, t3和t4。温度T1, T2, T3和T4分别对应于图4中的温度 $\tau_1, \tau_2, \tau_3$ 和 $\tau_4$ 。

[0133] 图6中示出的特征函数由公式8表示。

[0134] [公式8]

$$[0135] \quad T = a_n (t - t')^n + a_{n-1} (t - t')^{n-1} + \dots + a_1 (t - t') + a_0$$

[0136] 在该公式中,  $a_n - a_0$  是校正运算系数且  $t'$  是测试温度下的A/D转换结果。如上所述, 由于A/D转换结果  $t$  在绝对零度下 ( $T \rightarrow 0$  时) 收敛于“0”, 因此表达校正运算后A/D转换结果  $t$  与温度传感器检测温度  $T$  之间关系的特征函数当然也经过原点 (0, 0)。

[0137] 特征函数例如还可以用分数函数 (公式9) 或指数函数 (公式10) 的形式表示。但是, 作为示例, 通过将特征函数用公式8的形式表示来介绍本实施例。

[0138] [公式9]

$$[0139] \quad T = \frac{a(t-t')}{b_{n-2}(t-t')^n + b_{n-3}(t-t')^{n-1} + \dots + b_1(t-t') + b_0} + c$$

[0140] [公式10]

$$[0141] \quad T = \frac{e^{af(t-t')} - e^{bf(t-t')}}{2} + c$$

[0142] 如图6所示, 在使用由公式8表示的特征函数时, 可以根据A/D转换结果  $t$  计算温度  $T$  的值。因此, 在微型计算机1中, 校正运算单元105使用近似于高阶特征函数的校正运算函数来根据A/D转换结果  $t$  计算温度  $T$  的值。以下的说明在假定校正运算函数是特征函数的二阶近似函数的基础上给出。但是, 并不局限于这种情况, 而且在要以更高的精度执行温度检测时, 特征函数可以用高于二阶的高阶函数 (例如三次函数) 来近似。

[0143] 图7是示出了理想地在工艺中不存在偏差时的校正运算函数的示意图。在图7中, 由圆圈标记的点是工艺中没有偏差的理想状态下的A/D转换结果  $t$  和芯片温度  $\tau$  的对应点, 并且以点划线绘制的曲线300即为校正运算函数。校正运算函数300是特征函数的二阶近似并且用公式11表示。

[0144] [公式11]

$$[0145] \quad T = a_2 (t - t_1)^2 + a_1 (t - t_1) + a_0$$

[0146] 在公式中,  $a_2$  是二阶校正运算系数,  $a_1$  是一阶校正运算系数, 并且  $a_0$  是零阶校正运算系数。作为示例, 还可以假定测试温度下的A/D转换结果  $t'$  就是测试温度  $\tau_1$  下的A/D转换结果  $t_1$ 。

[0147] 当不存在工艺偏差时, 温度传感器检测温度  $T$  和芯片的实际温度  $\tau$  基本上等于可以通过电路仿真或类似手段推算的数值; 因此, 芯片温度  $\tau$  和校正运算结果  $T$  的误差很小。但是, 由于如上所述元件特性通过工艺偏差等表现出偏差, 因此温度传感器10的特性在芯片之间也会表现出偏差; 相应地, 特征函数对于每一个芯片都有可能不同。也就是说, 校正运算系数  $a_n - a_0$  对于每一个芯片都有可能不同。因此, 在微型计算机1中, 系数计算单元104根据测试过程中在测试温度下的测量结果来计算用于每一个芯片的校正运算系数  $a_n - a_0$ 。

[0148] 图8是示出了校正运算系数  $a_n - a_0$  的计算方法示例的示意图。图8作为示例示出了二阶校正运算函数的情形。在图中, 假定在发货之前的测试过程中A/D转换结果  $t$  在测试温度  $\tau_1$  下为  $t_1$  且A/D转换结果  $t$  在测试温度  $\tau_2$  下为  $t_2$ 。

[0149] 通常, 为了计算  $N$  阶函数的  $N$  阶系数, 必须要有  $N+1$  个测量点。如图8所示在试图根据

两个测量结果 $(\tau_1, t_1)$ 和 $(\tau_2, t_2)$ 计算校正运算系数时,可以计算出一阶校正运算系数 $a_1$ 和零阶校正运算系数 $a_0$ ;但是无法计算出二阶校正运算系数 $a_2$ 。为了计算二阶校正运算系数 $a_2$ ,必须要有另外一个测量结果 $(\tau_3, t_3)$ 。因此在实施例1中,鉴于理论上A/D转换结果 $t$ 在绝对零度下( $T \rightarrow 0$ 时)的极限值收敛于“0”的事实,基于 $N+1$ 个A/D转换结果来计算 $N$ 阶校正运算系数,而这 $N+1$ 个A/D转换结果包括在 $N$ 个测试温度点的 $N$ 个测量值以及在绝对零度下的理论值。例如,在图8的情况下,通过求解将测量结果 $(\tau_1, t_1)$ 、 $(\tau_2, t_2)$ 和理论值 $(0, 0)$ 代入上述公式11得到的联立方程而获得校正运算系数 $a_2$ – $a_0$ 。具体地,这些方程由下面的公式12–公式14表示。

[0150] [公式12]

$$[0151] \quad a_2 = \frac{t_1 \tau_2 - t_2 \tau_1}{t_1 t_2 (t_2 - t_1)}$$

[0152] [公式13]

$$[0153] \quad a_2 = \frac{t_1^2 \tau_2 + \{(t_2 - t_1) - t_1\} t_2 \tau_1}{t_1 t_2 (t_2 - t_1)}$$

[0154] [公式14]

$$[0155] \quad a_0 = \tau_1$$

[0156] 因此,通过在两个测试温度点进行测量即可确定全部的三个校正运算系数。

[0157] 图9是示出了在微型计算机1中存在特征偏差时的校正运算函数的示意图。在图9中,圆圈表示工艺中没有偏差的理想状态下的A/D转换结果 $t$ 和实际芯片温度 $\tau$ 的对应点,并且与附图标记301相关联的曲线即为工艺中没有偏差的理想状态下的校正运算函数。三角形表示A/D转换结果 $t$ 的测量值和实际芯片温度 $\tau$ 的对应点,并且与附图标记302相关联的曲线即为基于测量值的校正运算函数。

[0158] 例如,在微型计算机1的测试过程中,当A/D转换结果 $t$ 的值在测试温度 $\tau_1$ 下为 $(t_1 - \delta t_1)$ 并且A/D转换结果 $t$ 的值在测试温度 $\tau_3$ 下为 $(t_3 - \delta t_3)$ 时,系数计算单元104通过上述方法利用测量值 $(\tau_1, t_1 - \delta t_1)$ 和 $(\tau_3, t_3 - \delta t_3)$ 以及理论值 $(0, 0)$ 来计算校正运算系数 $a_{2\_2}$ 、 $a_{1\_2}$ 和 $a_{0\_2}$ 。随后,校正运算单元105使用应用了算出的校正运算系数 $a_{2\_2}$ 、 $a_{1\_2}$ 和 $a_{0\_2}$ 的校正运算函数302( $a_{2\_2}(t - t_1)^2 + a_{1\_2}(t - t_1) + a_{0\_2}$ )来进行计算,然后输出温度检测结果 $T$ 。

[0159] 用这种方式,通过使用测量值,即使在A/D转换结果 $t$ 对于芯片温度 $\tau$ 因工艺偏差而从理想值偏移时,也能够确定与芯片特性相对应的校正运算函数。因此就可以减小芯片温度 $\tau$ 和温度检测结果 $T$ 之间的误差。

[0160] 在上述的公式11–公式14中,假定测试温度下的A/D转换结果 $t'$ 就是测试温度 $\tau_1$ 下的A/D转换结果 $t_1$ 。但是,本发明并不局限于这种情况。由于公式11仅仅是近似函数,误差可能会随着温度偏离测试温度而变大。因此,优选的是对应于其中需要提高温度检测精度的温度范围来确定测试温度 $t'$ 。例如,当需要在温度 $t_2$ 的邻域内提高温度检测精度时,公式11的A/D转换结果 $t'$ 可以优选地被设定为测试温度 $\tau_2$ 下的A/D转换结果 $t_2$ 。

[0161] 图10示出了其中不使用理论值而确定校正运算函数的比较示例。在图10中,圆圈表示工艺中没有偏差的理想状态下的A/D转换结果 $t$ 和实际芯片温度 $\tau$ 的对应点,并且与附图标记301相关联的曲线即为工艺中没有偏差的理想状态下的校正运算函数。三角形表示A/D转换结果 $t$ 的测量值和实际芯片温度 $\tau$ 的对应点,并且与附图标记303相关联的曲线即为

基于测量值的校正运算函数。

[0162] 例如,当A/D转换结果 $t$ 的值在测试温度 $\tau_1$ 下为 $(t_1-\delta t_1)$ 并且A/D转换结果 $t$ 的值在测试温度 $\tau_3$ 下为 $(t_3-\delta t_3)$ 时,能够根据测量值 $(\tau_1, t_1-\delta t_1)$ 和 $(\tau_3, t_3-\delta t_3)$ 算出且无需使用理论值 $(0, 0)$ 的校正运算系数是一阶校正运算系数 $a_{1\_3}$ 和零阶校正运算系数 $a_{0\_3}$ 。二阶校正运算系数 $a_{2\_3}$ 由于测量点不足而无法计算;因此将在仿真中提前推算的数值等用于二阶校正运算系数。校正运算单元105使用应用了校正运算系数 $a_{2\_3}$ 、 $a_{1\_3}$ 和 $a_{0\_3}$ 的校正运算函数303 ( $a_{2\_3}(t-t_1)^2+a_{1\_3}(t-t_1)+a_{0\_3}$ ) 来进行计算,并且算出温度检测结果 $T$ 。据此,如图10所示,在测试温度 $\tau_1$ 和 $\tau_3$ 下,可以使来自校正运算结果 $T_1$ 和 $T_3$ 的误差很小,但是,随着工作点偏离测试温度,芯片温度 $\tau$ 和校正运算结果(温度检测结果) $T$ 之间的误差就会增大,导致温度传感器的精度提高不够。另一方面,根据该实施例的微型计算机1通过除了测试温度下的测量值以外还使用绝对零度下的理论值而根据 $N$ 个测量值计算 $N$ 阶校正运算系数。因此,在发货之前只需在 $N$ 个温度点进行测试即可获得与在 $N+1$ 个温度点进行测试的情况相等价的效果,并且还可以用更高的精度来校正温度传感器10中的偏差。

[0163] 下面介绍由微型计算机1执行的校正运算过程。

[0164] 图11是示出了计算校正运算系数的示例的流程图。图11示出了在产品发货之前的测试中计算校正运算系数的工艺流程。

[0165] 例如,在安装微型计算机1作为测试装置内的测量目标之后,测试温度被设定在 $\tau_1$  (S101)。在温度稳定时,响应于来自CPU 30和其他设备的温度检测请求,温度传感器10测量温度并且将测量结果 $(\tau_1, t_1)$ 存储在非易失性存储器502内 (S102)。然后,测试装置将测试温度设定在 $\tau_2$  (S103)。与步骤S102相同,响应于来自CPU 30和其他设备的温度检测请求,温度传感器10测量温度并且将测量结果 $(\tau_2, t_2)$ 存储在非易失性存储器502内 (S104)。然后,存储在非易失性存储器502内的测量结果 $(\tau_1, t_1)$ 和 $(\tau_2, t_2)$ 被传送至系数计算单元104 (S105)。系数计算单元104通过上述方法利用传送的测量结果 $(\tau_1, t_1)$ 和 $(\tau_2, t_2)$ 以及理论值 $(0, 0)$ 来计算校正运算系数 $a_2, a_1$ 和 $a_0$  (S106)。将算出的校正运算系数 $a_2, a_1$ 和 $a_0$ 存储在非易失性存储器502内 (S107)。

[0166] 图12是示出了校正运算示例的流程图。图12示出了在产品发货之后实际操作时执行校正运算的工艺流程。

[0167] 例如,响应于来自CPU 30和其他设备的温度检测请求,温度传感器10开始温度测量 (S201)。首先,温度传感器10从非易失性存储器502中读取校正运算系数 $a_2, a_1$ 和 $a_0$  (S202)。读取的校正运算系数 $a_2, a_1$ 和 $a_0$ 例如被保持在校正运算单元105内的寄存器中。然后,传感器单元100执行温度测量并输出A/D转换结果 $t$  (S203)。校正运算单元105输入A/D转换结果 $t$ 并利用保持在校正运算单元105内的寄存器中的校正运算系数 $a_2, a_1$ 和 $a_0$ 执行校正运算 (S204)。然后,校正运算单元105输出校正运算结果 $T$ 作为温度检测结果并且温度测量的处理结束 (S205)。在该过程中,步骤S202和步骤S203的顺序可以改变,或者步骤S202和步骤S203可以同时执行。

[0168] 图13示出了用于实现校正运算系数计算的系数计算单元104的具体配置示例。系数计算单元104设有专用逻辑电路LGC1,其包括减法器1040-1042、乘法器1043-1048、加法器1049、除法器1050和1051等。系数计算单元104还包括寄存器等(未示出),用于保持从非易失性存储器502传送出的测量结果 $(\tau_1, t_1)$ 和 $(\tau_2, t_2)$ 等。

[0169] 图13示出了用于实现通过上述公式12-公式14进行计算的逻辑电路的配置示例。

如果由系数计算单元104完成的算术函数是通过由微型计算机运行程序来实现,那么当微型计算机1的芯片温度升高时执行计算的微型计算机就可能会陷入失控状态,并且很可能无法再获得校正运算结果。但是,由专用逻辑电路实现算术函数就允许即使在高温下也能稳定操作。

[0170] 图14示出了用于实现校正运算的校正运算单元105的具体配置示例。校正运算单元105设有专用逻辑电路LGC2,其包括乘法器1052和1055以及加法器1053和1054等。

[0171] 图14示出了利用上述的二阶校正运算函数(公式11)实现计算的逻辑电路的配置示例。如果由校正运算单元105完成的算术函数是通过由微型计算机运行程序来实现,那么当微型计算机1的芯片温度升高时执行计算的微型计算机就可能会陷入失控状态,并且很可能无法再获得校正运算结果。但是,由专用逻辑电路实现算术函数就允许即使在高温下也能稳定操作。

[0172] 图15示出了用于实现温度测量的A/D转换单元102的具体配置示例。A/D转换单元102包括输入级1020和用于执行A/D转换的A/D转换电路(ADC)1021。输入级1020设有用于保持输入电压的采样电容器C1和C2以及开关。A/D转换单元102保持采样电容器C1和C2中的参考电压V1和V2,并且A/D转换电路1021采样电容器C1和C2中保持的电压;由此A/D转换单元102执行A/D转换并输出A/D转换结果t。

[0173] 当在噪声的影响下例如在温度-电压转换电路101的参考电压(对地电压GND\_TVC)和模数转换单元102的参考电压(对地电压GND\_ADC)之间引发电位差时,参考电压V1在绝对零度下( $T \rightarrow 0$ 时)的极限值为“0”的上述前提条件对于A/D转换电路1021的对地电压GND\_ADC来说就不再成立。因此该事实就可能成为温度检测结果T的误差因素。为了抑制噪声的影响,在采样电容器C1和C2的刷新操作时,采样电容器不是由A/D转换电路1021的对地电压GND\_ADC刷新,而是由温度-电压转换电路101的对地电压GND\_TVC来刷新。也就是说,传感器单元100被布置为使得采样电容器的一端被耦合至对地电压GND\_TVC的节点且采样电容器的另一端在刷新时被耦合至对地电压GND\_ADC的节点。

[0174] 图16和图17示出了参考电压V1和V2的静电屏蔽方法示例。

[0175] 在图16中,屏蔽线1011被安装为使之与提供参考电压V1的信号线并联设置,而屏蔽线1012被安装为使之与提供参考电压V2的信号线并联设置。屏蔽线1011和1012被供以温度-电压转换电路101的对地电压GND\_TVC。因此,参考电压V1和V2以及屏蔽线1011和1012的电压即使在加有噪声时也同相变化并且具有相同的幅度;所以在参考电压V1和V2的信号线以及屏蔽线1011和1012之间没有电荷移动。由此即可降低噪声的影响。因此即可执行具有更高精度的温度检测。

[0176] 在图17中,除了屏蔽线1011和1012以外,屏蔽线1013被安装在提供参考电压V1的信号线和提供参考电压V2的信号线之间。屏蔽线1011,1012和1013被供以温度-电压转换电路101的对地电压GND\_TVC。因此即可进一步降低噪声的影响。同样优选的是在V1和V2的线路以及屏蔽线1011-1013的下层和上层中安装屏蔽层。因此即可更进一步地降低噪声的影响。

[0177] 根据上述内容清楚的是在根据实施例1的微型计算机1中,除了测试温度下的测量值以外还使用了绝对零度下的理论值;因此仅通过在N个温度点进行测试即可获得与在N+1个温度点进行测试的情况相等价的效果。由此即可通过温度传感器10实现精度提高的温度



测量而无需进一步增加测试过程。

[0178] 上述说明内容已经给出了在发货前的测试阶段对校正运算系数 $a_n-a_0$ 执行计算的方法。但是,本发明并不局限于该方法,并且优选地也可以采用在发货后实际操作时执行计算的方法。例如,在发货前的测试阶段中,测试温度下的A/D转换结果被存储在非易失性存储器502内。然后,在发货后的实际操作中,当出现来自CPU 30和其他设备的温度测量请求时,系数计算单元104读取非易失性存储器502内存储的测量结果。系数计算单元104根据读取的测量结果和理论值计算校正运算系数并将计算结果传送至校正运算单元105。根据该方法,可以与上述方法中的情形一样实现精度提高的温度测量,并且可以通过省略测试过程中的系数计算处理来缩短测试时间。由系数计算单元104计算校正运算系数不必在每一次出现来自CPU 30和其他设备的温度测量请求时都执行。但是,例如在微型计算机1启动并且取消复位之后,系数计算单元104可以执行校正运算系数的计算,并且可以将校正运算系数保持在校正运算单元105的寄存器等内。

[0179] 可选地,无需使用系数计算单元104,即可在发货前的测试阶段由测试装置中的程序运行设备(例如PC等)计算校正运算系数 $a_n-a_0$ ,并且算出的校正运算系数 $a_n-a_0$ 可以被存储在非易失性存储器502内。系数的计算方法与由系数计算单元104完成的方法相同。根据该方法,无需像上述情况中那样增加测试的温度即可实现温度传感器10精度提高的温度测量,并且还可以因为不必再有系数计算单元104而有助于减小微型计算机1的芯片面积。

#### [0180] 《实施例2》

[0181] 图18是根据实施例2示出了用于对车辆执行数据处理等的具有内置温度传感器的微型计算机示例的方块图。尽管并未具体限定,但是图18中示出的微型计算机2通过熟知的CMOS集成电路制造技术被形成在半导体基板(例如单晶硅)上。

[0182] 如上所述,为了提高温度传感器12的精度,必须要计算校正运算系数 $a_n-a_0$ 并执行校正运算。但是,必须要测试前级内每一个功能块的操作并检验存在还是不存在操作异常。因此,为了便于进行每一个功能块的操作测试,根据实施例2的微型计算机2除了根据实施例1的微型计算机1中提供的功能以外还进一步包括用于操作测试的功能块。具体地,微型计算机2进一步包括输入选择器112和113、输出选择器(SEL) 114以及输入-输出端子61-65。在图18中,相同的标记被附加至与微型计算机1中相同的部件,并且省略其详细说明。

[0183] 输入选择器112响应于通过端子64从外部输入的输入选择信号116而选择并输出由温度-电压转换电路101输出的参考电压 $V_1$ 或者通过端子63从外部输入的外部输入电压 $V_1'$ 。输出电压117被输入A/D转换单元102内。输入选择器113响应于通过端子62从外部输入的输入选择信号115而选择并输出由温度-电压转换电路101输出的参考电压 $V_2$ 或者通过端子61从外部输入的外部输入电压 $V_2'$ 。输出电压118被输入A/D转换单元102内。

[0184] 输出选择器114响应于通过端子65从外部输入的输出选择信号122而切换A/D转换结果119的输出目的地。具体地,选择系数计算单元104和校正运算单元105的输入端子或者校正运算单元105的输出信号线作为A/D转换结果119的输出目的地。

[0185] 现在介绍使用输入选择器112和113以及输出选择器114的测试方法。

[0186] A/D转换单元102的测试方法如下。例如,输入选择信号115和116以及输出选择信号122被设置为使输入选择器112和113选择外部输入电压 $V_1'$ 和 $V_2'$ ,而输出选择器114绕过逻辑单元70输出A/D转换结果 $T$ 。此时通过比较输出的A/D转换结果 $t$  (119) 以及由外部输入

电压 $V1'$ 和 $V2'$ 推算出的值 $V1'/V2'$ 即可确定A/D转换单元102是否在正常工作。

[0187] 逻辑单元70(系数计算单元104和校正运算单元105)的测试方法如下。例如,输出选择信号122被设置为使输出选择器114可以将A/D转换结果119输入到逻辑单元70内。当在A/D转换单元102的上述测试中已经确认A/D转换单元102在正常工作时,通过比较校正运算结果T和运算结果的推算值即可确定系数计算单元104和校正运算单元105是否在正常工作。

[0188] 温度-电压转换电路101的测试方法如下。输入选择信号115和116被设置为例如使输入选择器112和113可以选择参考电压 $V1$ 和 $V2$ 。当在A/D转换单元102和逻辑单元70的上述测试中已经确认A/D转换单元102和逻辑单元70在正常工作时,通过比较输入电压为参考电压 $V1$ 时的A/D转换结果119和输入电压为外部输入电压 $V1'$ 时的A/D转换结果119之间的差异即可确定参考电压 $V1$ 是否被正常输出。同样的方法也适用于参考电压 $V2$ 。另一种测试方法也是优选的,其中输入选择器112被设计用于将参考电压 $V1$ 输出至端子63,并且在芯片以外监测参考电压 $V1$ 用于确定工作正常。同样的方法也适用于输入选择器113。

[0189] 还可以将输出选择器114用于测试以外的其他用途。例如,在温度传感器12不需要进行高精度的温度检测时,输出选择信号122被设置为使输出选择器114可以绕过逻辑单元70输出A/D转换结果T。在此情况下,例如从CPU 30和其他设备输入开关信号而不是从外部输入输出选择信号122。此时,逻辑单元70被禁用并且其输出被设置为高阻抗。因此,尽管不能实现提高精度的温度检测,但是微型计算机1的功耗可以由于逻辑单元70不工作而降低。

[0190] 根据上述内容清楚的是在根据实施例2的微型计算机2中,与实施例1的情况相同,可以实现精度提高的温度测量而无需增加测试过程,并且可以容易地执行每一个功能块的操作测试。

[0191] 《实施例3》

[0192] 图19是根据实施例3示出了用于对车辆执行数据处理等的具有内置温度传感器的微型计算机示例的方块图。尽管并未具体限定,但是图19中示出的微型计算机3通过熟知的CMOS集成电路制造技术被形成在半导体基板(例如单晶硅)上。

[0193] 除了根据实施例2的微型计算机2中提供的功能以外,微型计算机3还设有用于根据温度范围切换校正运算函数的功能。具体地,微型计算机3进一步包括用于确定温度范围的比较器123。在图19中,相同的标记被附加至与微型计算机1和2中相同的部件,并且省略其详细说明。

[0194] 如上所述,为了提高温度传感器12的精度,必须要计算校正运算系数 $a_n$ - $a_0$ 并执行校正运算。但是,为了进一步降低测试成本,对只在一个温度点 $\tau_1$ 进行测试并且使用校正运算函数的情况予以考虑。在此情况下,通过使用两个点即测量结果( $t_1, \tau_1$ )和理论值(0,0)即可算出二阶函数的三个校正运算系数 $a_2, a_1$ 和 $a_0$ 中一阶校正运算系数 $a_1$ 和零阶校正运算系数 $a_0$ 。但是无法算出二阶校正运算系数 $a_2$ 。因此,二阶校正运算系数 $a_2$ 使用通过电路仿真等推算出的值。所以如参照图10所述的那样,温度精度很可能会在偏离测试温度 $\tau_1$ 的温度下恶化。具体地,这种影响在温度传感器要求的有效温度范围的规格是宽范围时还会变得更加显著。因此,在微型计算机3中,通过根据温度范围切换二阶校正运算系数 $a_2$ 来执行校正运算。

[0195] 图20是示出了校正运算函数示例的示意图,其中校正运算系数对应于温度范围而

切换。在图20中,圆圈表示工艺中没有偏差的理想状态下的A/D转换结果 $t$ 和实际芯片温度 $\tau$ 的对应点,并且三角形表示A/D转换结果 $t$ 的测量值和实际芯片温度 $\tau$ 的对应点。与附图标记401相关联的曲线是在比A/D转换结果 $t_p$ 的对应温度更高的温度范围内的校正运算函数,而与附图标记402相关联的曲线则是在比A/D转换结果 $t_p$ 的对应温度更低的温度范围内的校正运算函数。

[0196] 如图20所示,校正运算函数401的校正运算结果 $T$ 随着温度变低而更加明显地偏离测量值,并且校正运算函数402的校正运算结果 $T$ 随着温度变高而更加明显地偏离测量值。因此,以A/D转换结果 $t_p$ 的对应温度处为边界,在高温侧使用二阶校正运算系数为 $a_{2\_H}$ 的校正运算函数401;而在低温侧使用二阶校正运算系数为 $a_{2\_L}$ 的校正运算函数402。通过电路仿真等推算出的值被用于二阶校正运算系数 $a_{2\_H}$ 和 $a_{2\_L}$ 。根据该器件,即使在测试过程中测量点有所减少时,与以上参照图10介绍的方法相比也可以提高温度检测精度。

[0197] 在温度范围被分为两个温度范围:即从低温到常温的范围和从常温到高温的范围时,优选的是将对应于A/D转换结果 $t_p$ 的温度设置为常温(例如25℃)。

[0198] 图21示出了用于实现图20中的校正运算系数计算的系数计算单元204的具体配置示例。系数计算单元204设有专用逻辑电路,其包括乘法器2041、加法器2042和除法器2043。系数计算单元204还包括寄存器等(未示出)以保持例如从非易失性存储器502传送出的测量结果( $\tau_1, t_1$ )等。图21示出了用于计算一阶校正运算系数 $a_1$ 和零阶校正运算系数 $a_0$ 并将固定值用于二阶校正运算系数 $a_2$ 的逻辑电路的配置示例。用于计算一阶校正运算系数 $a_1$ 和零阶校正运算系数 $a_0$ 的公式通过将测量结果( $\tau_1, t_1$ )和理论值(0,0)带入公式11并求解方程而获得。用公式15和公式16将其表示如下。

[0199] [公式15]

$$[0200] \quad a_1 = a_2 t_1 + \frac{\tau_1}{t_1}$$

[0201] [公式16]

$$[0202] \quad a_0 = \tau_1$$

[0203] 图22示出了用于实现图20中校正运算的校正运算单元205的具体配置示例。校正运算单元205设有专用逻辑电路,其包括乘法器2050和2051、加法器2052和2053以及系数选择器2054。在图中,利用上述二阶校正运算函数(公式11)实现计算的逻辑电路设有乘法器2050和2051以及加法器2052和2053。输入乘法器2050内的二阶校正运算系数由系数选择器2054切换。具体地,比较器123监测参考电压 $V_1$ 和参考电压 $V_2$ 并且例如在电压比 $V_1/V_2$ 达到与A/D转换结果 $t_p$ 相对应的数值时反转开关信号124的逻辑。系数选择器2054响应于开关信号124将校正运算系数 $a_{2\_H}$ 或校正运算系数 $a_{2\_L}$ 输出至乘法器2050。

[0204] 如上所述,根据实施例3,根据执行校正运算时的温度范围来切换二阶校正运算系数 $a_2$ 。因此,即使在减少了测试温度点数量的情况下,也可以抑制温度检测精度的恶化,并且还可以实现测试成本的进一步下降。与计算三个校正运算系数的方法相比,该方法的精度可能会由于参考电压 $V_1$ 和 $V_2$ 的工艺偏差以及比较器123的特性影响而相对较差。

[0205] 以上对切换二阶校正运算系数 $a_2$ 的方法进行了说明以作为用于降低测试成本的示例。但是并不局限于此,还可以将切换系数的功能用于其他用途。例如,作为测试模式也可以输出A/D转换结果 $t$ 而并不执行校正运算。

[0206] 图23示出了用于不执行校正运算就输出A/D转换结果t的校正运算单元305的具体配置示例。校正运算单元305除了校正运算单元205中的功能部件以外还进一步包括系数选择器2055和2056。二阶校正运算系数 $a_2$ 的系数选择器2054选择并输出“0”或“ $a_{2\_x}$ ”。一阶校正运算系数 $a_1$ 的系数选择器2055选择并输出“1”或“ $a_{1\_x}$ ”。零阶校正运算系数 $a_0$ 的系数选择器2056选择并输出“t1”或“ $a_{0\_x}$ ”。选择信号125例如可以从CPU 30和其他设备输入,或者可以通过输出选择器114从外部端子输入。例如,当选择信号125指示正常工作模式时,系数选择器2054输出“ $a_{2\_x}$ ”,系数选择器2055输出“ $a_{1\_x}$ ”,且系数选择器2056输出“ $a_{0\_x}$ ”。因此,校正运算单元305输出运算结果“ $T=a_{2\_x}(t-t1)^2+a_{1\_x}(t-t1)+a_{0\_x}$ ”。当选择信号125指示测试模式时,系数选择器2054输出“0”,系数选择器2055输出“1”,且系数选择器2056输出“t1”。因此,校正运算单元305输出运算结果“ $T=t$ ”。如上所述,根据校正运算单元305甚至是通过执行校正运算即可取得A/D转换结果t以及执行A/D转换单元102的操作测试等。

[0207] 如上所述,已经基于不同的实施例具体介绍了由本发明人完成的本发明。但是,需要充分强调的是,本发明并不受限于实施例,而是可以在并不偏离主旨的范围内对本发明进行各种改变。

[0208] 例如,在实施例1至实施例3中已经介绍了使用二阶校正运算函数的方法,但是并不局限于此,而是可以使用三阶或更高阶的校正运算函数。根据该方法,尽管测试成本增加,但是也可以进一步提高温度检测的精度。本发明的实施例已经给出了系数计算单元104和204以及校正运算单元105,205和305以专用逻辑电路配置的情形。但是,例如在不太可能由于要求的温度检测范围过窄等原因而出现热失控时,它们也可以通过由CPU运行程序等来实现。

[0209] 实施例3已经给出了将用于切换校正运算系数的功能应用于根据实施例2的微型计算机2的情形。但是并不局限于该情形,而是也可以将切换功能应用于根据实施例1的微型计算机1。

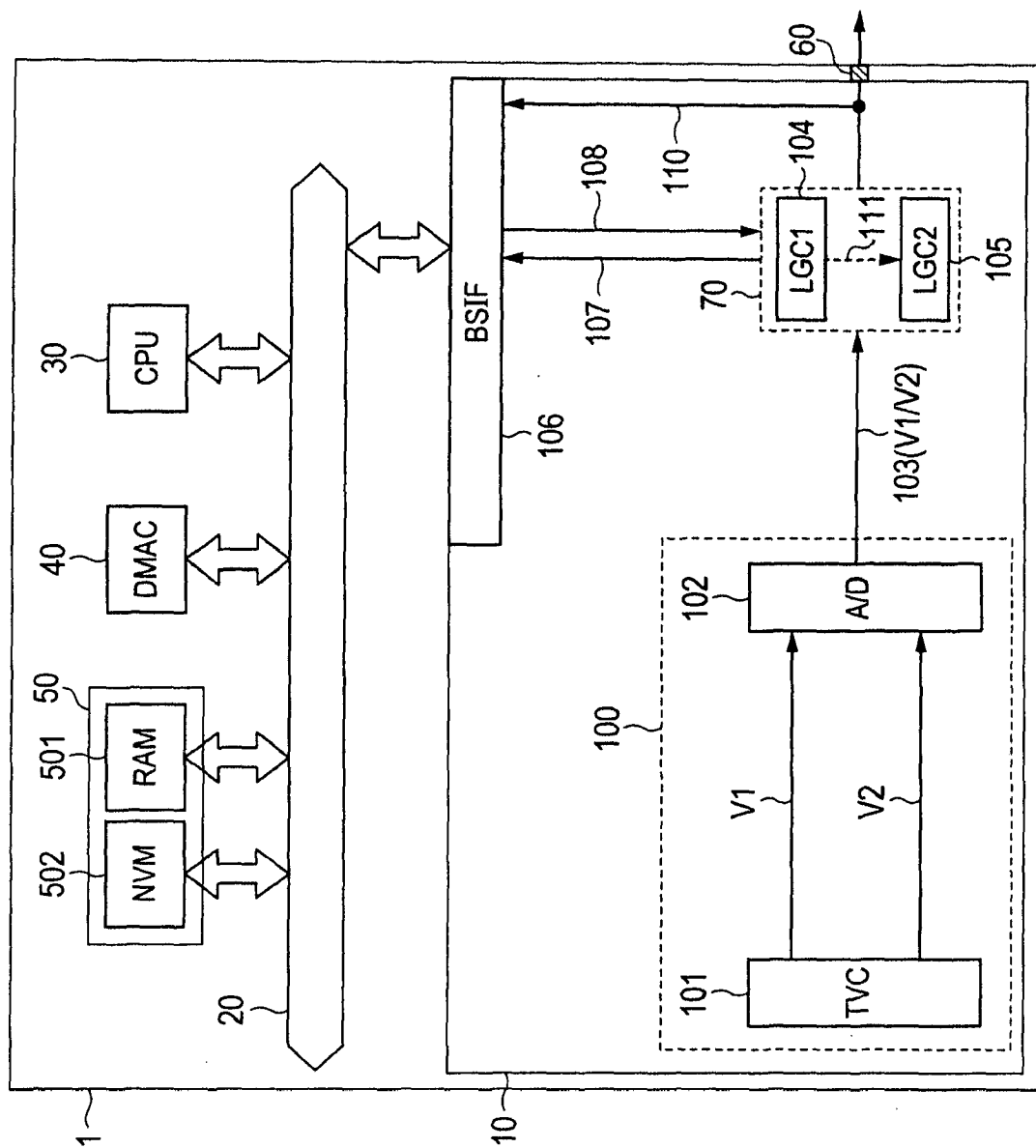


图1

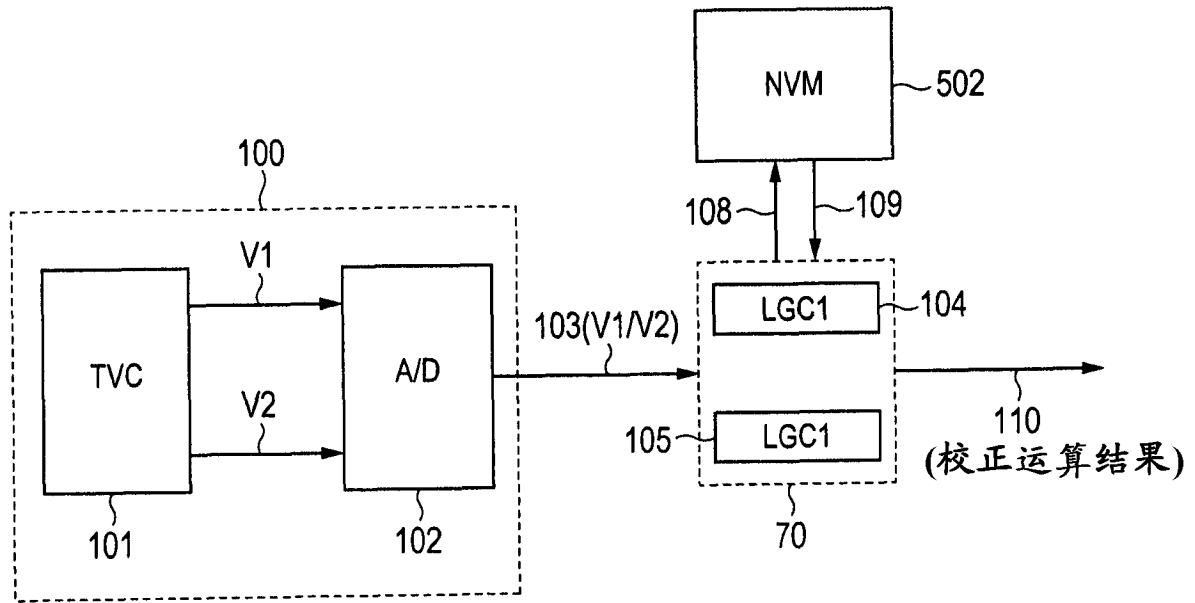


图2

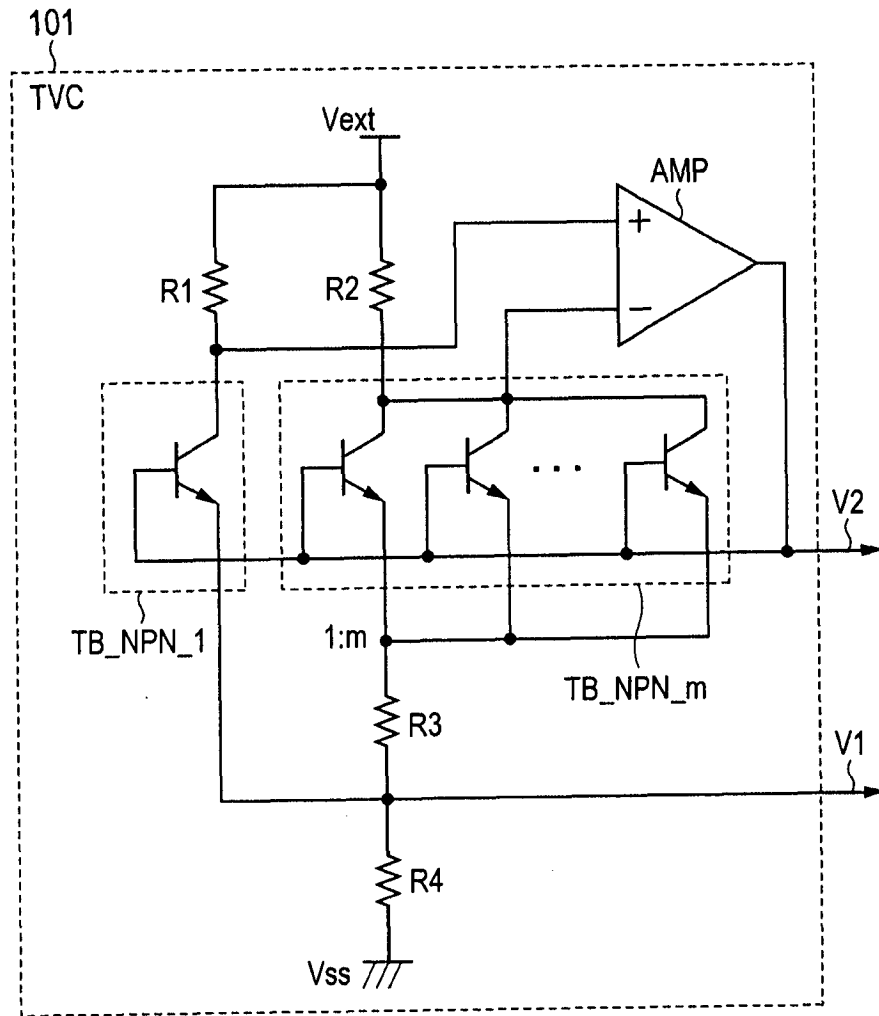


图3

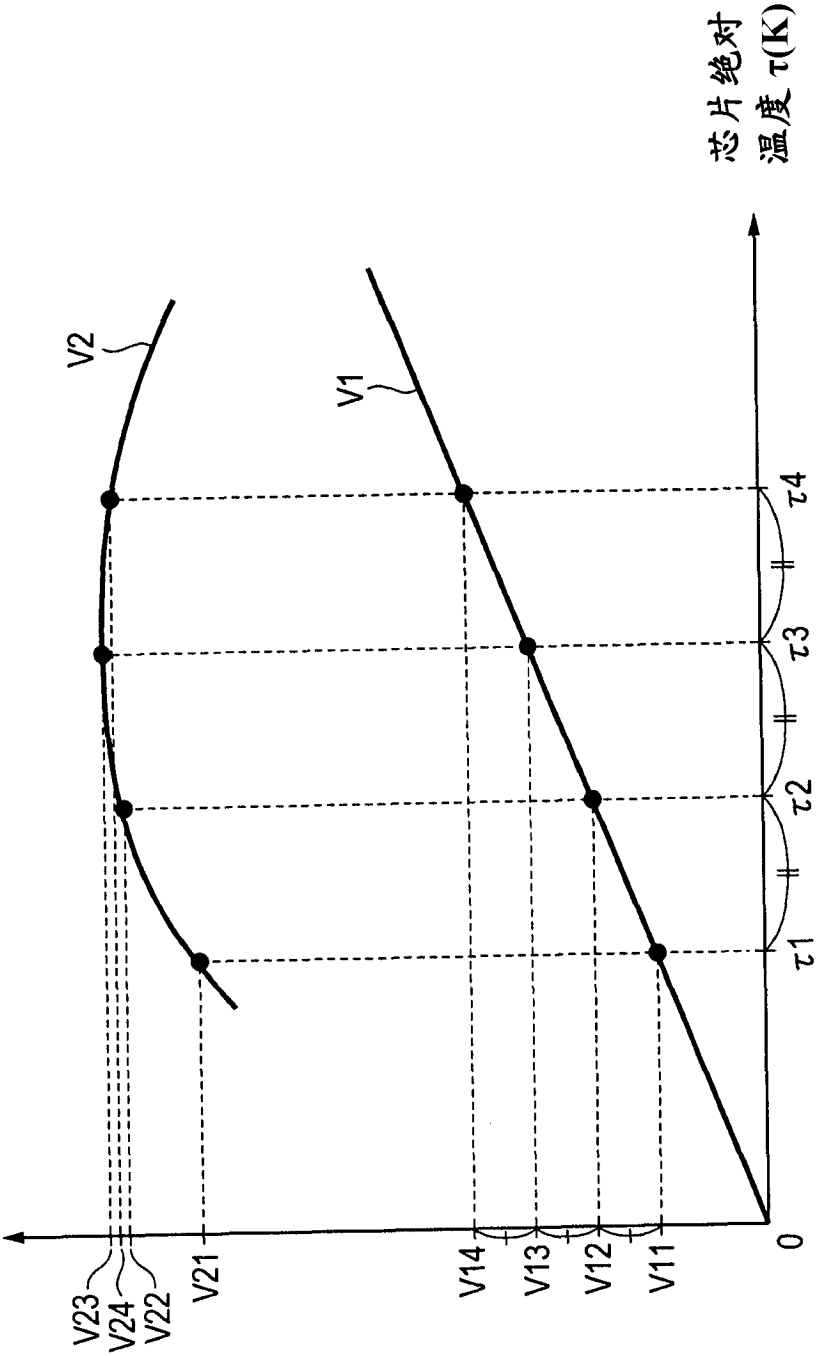


图4



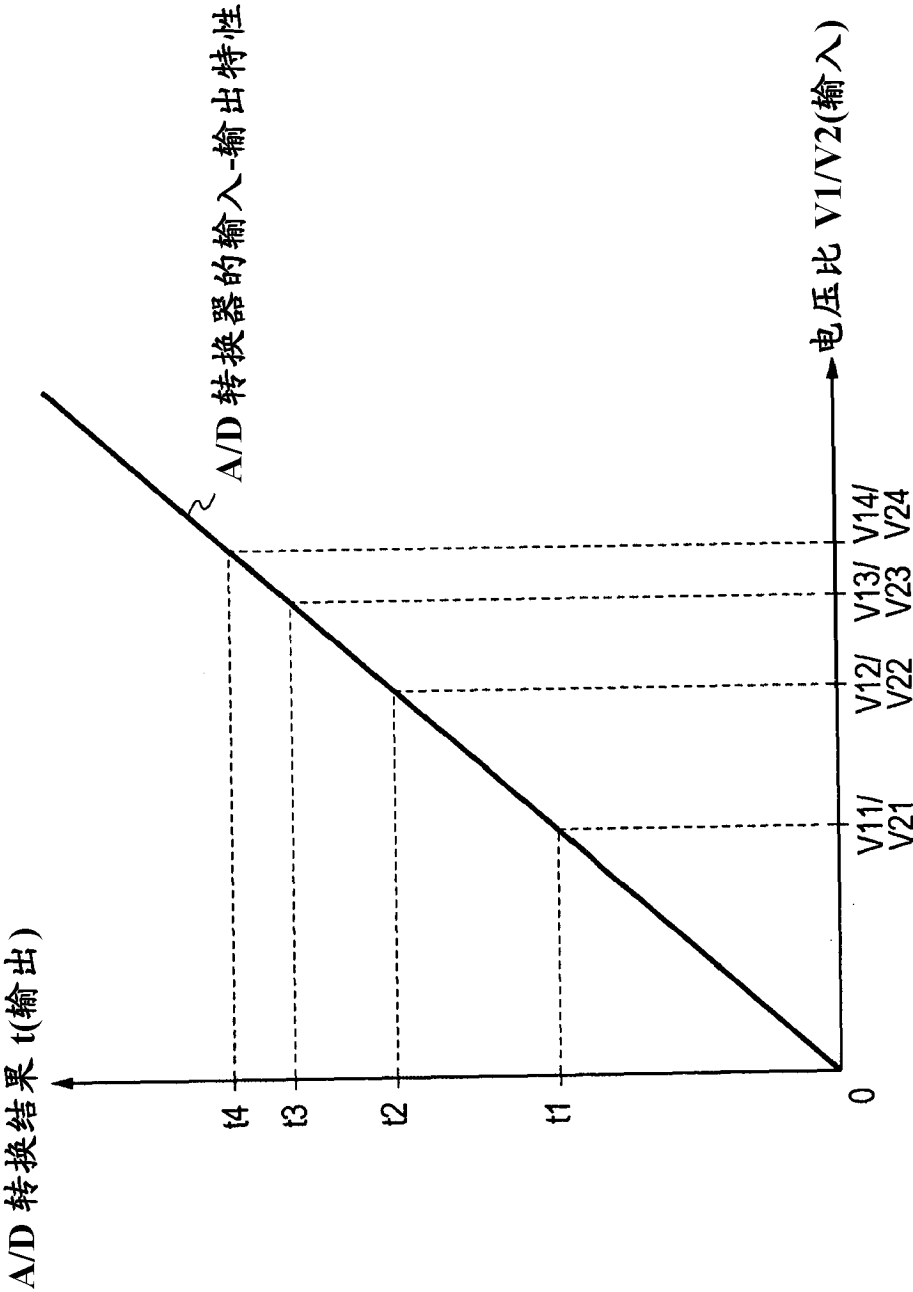


图5

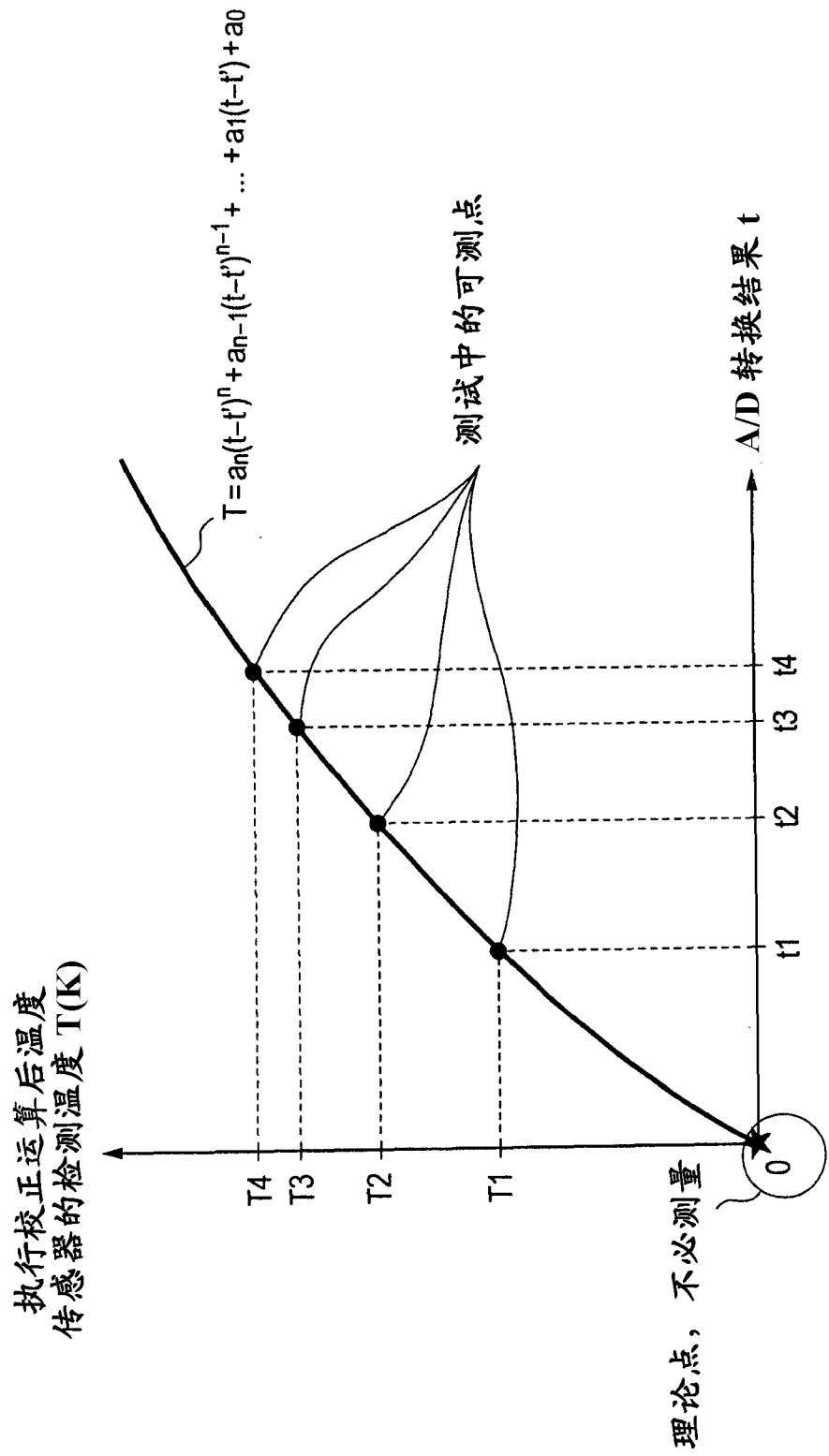


图6

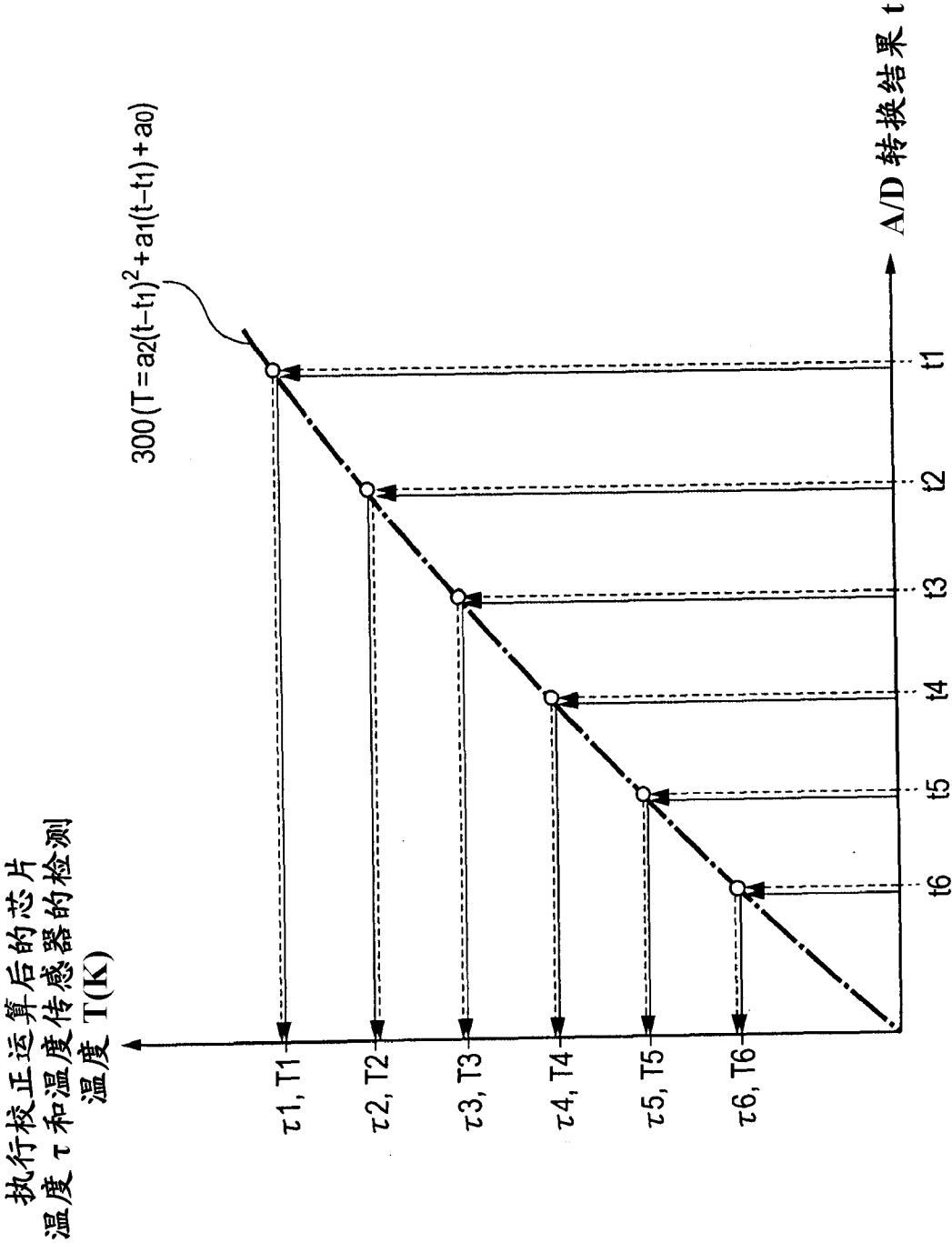


图7

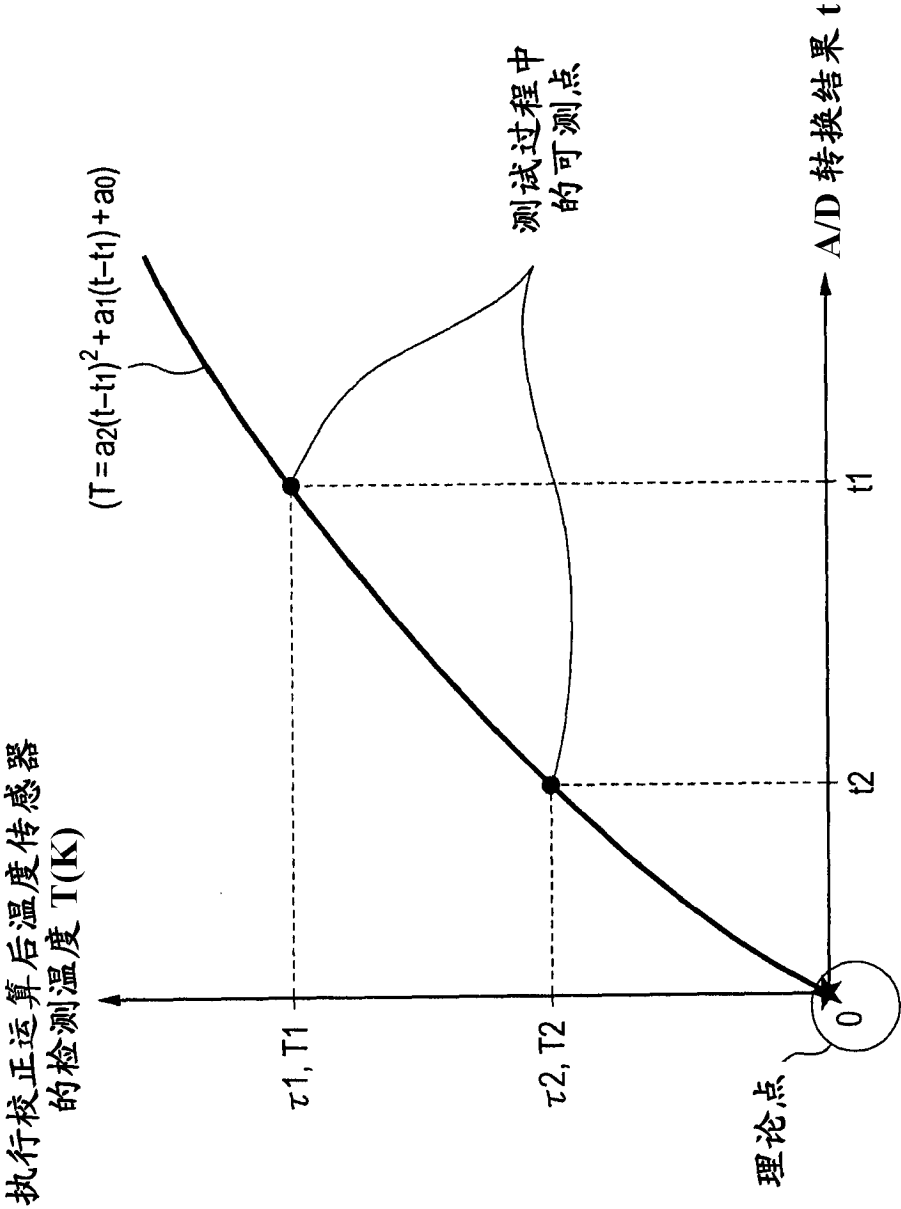


图8

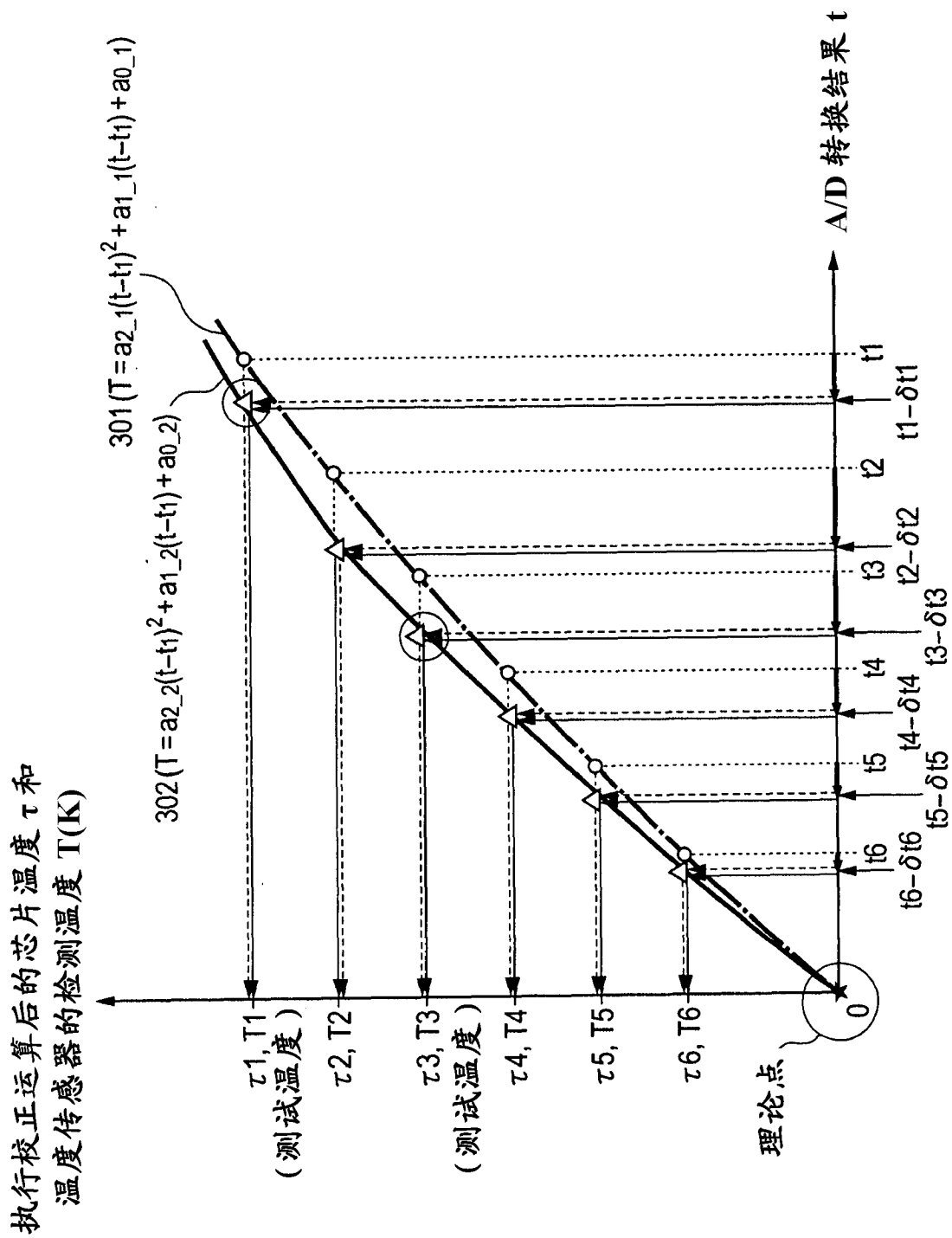


图9

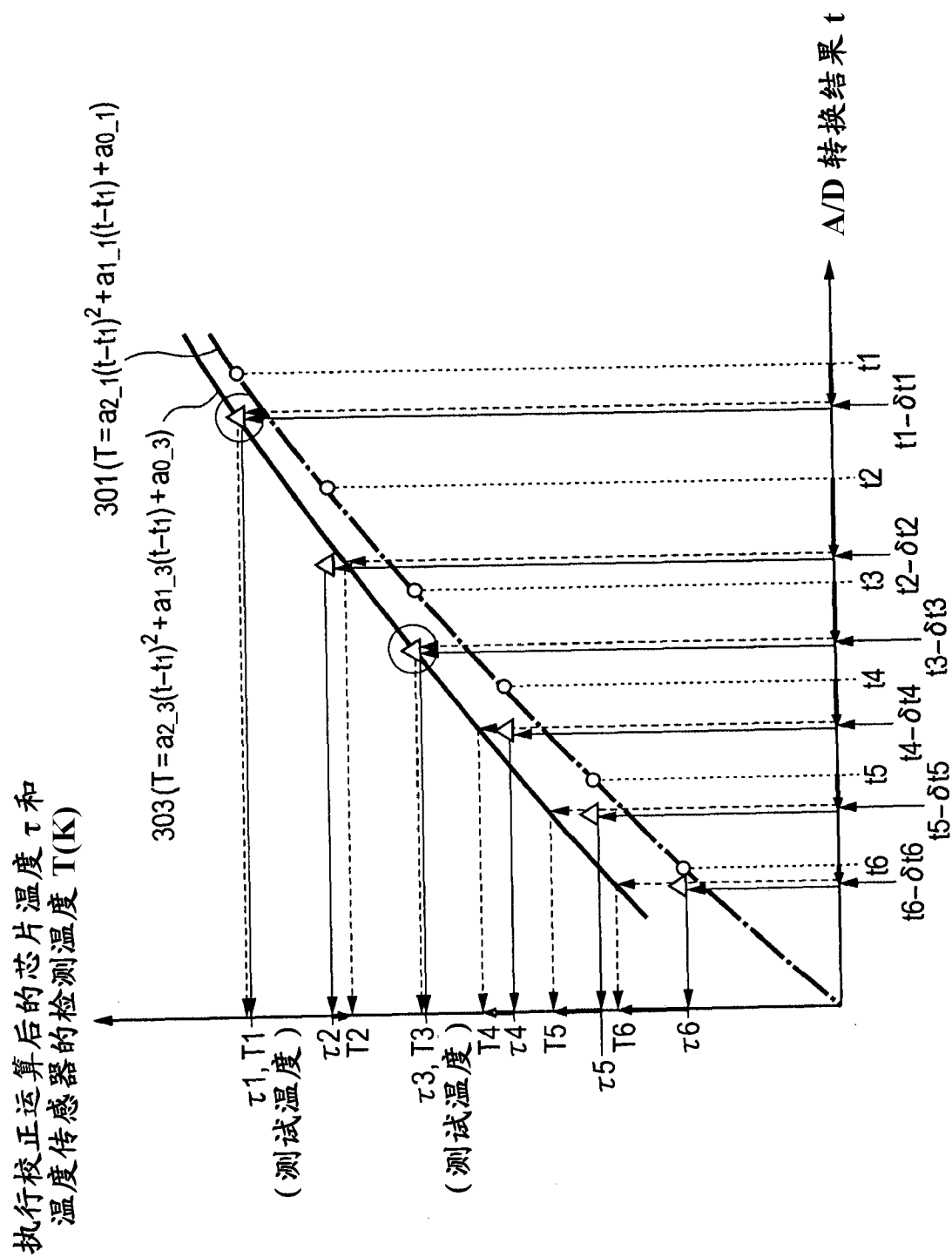


图10

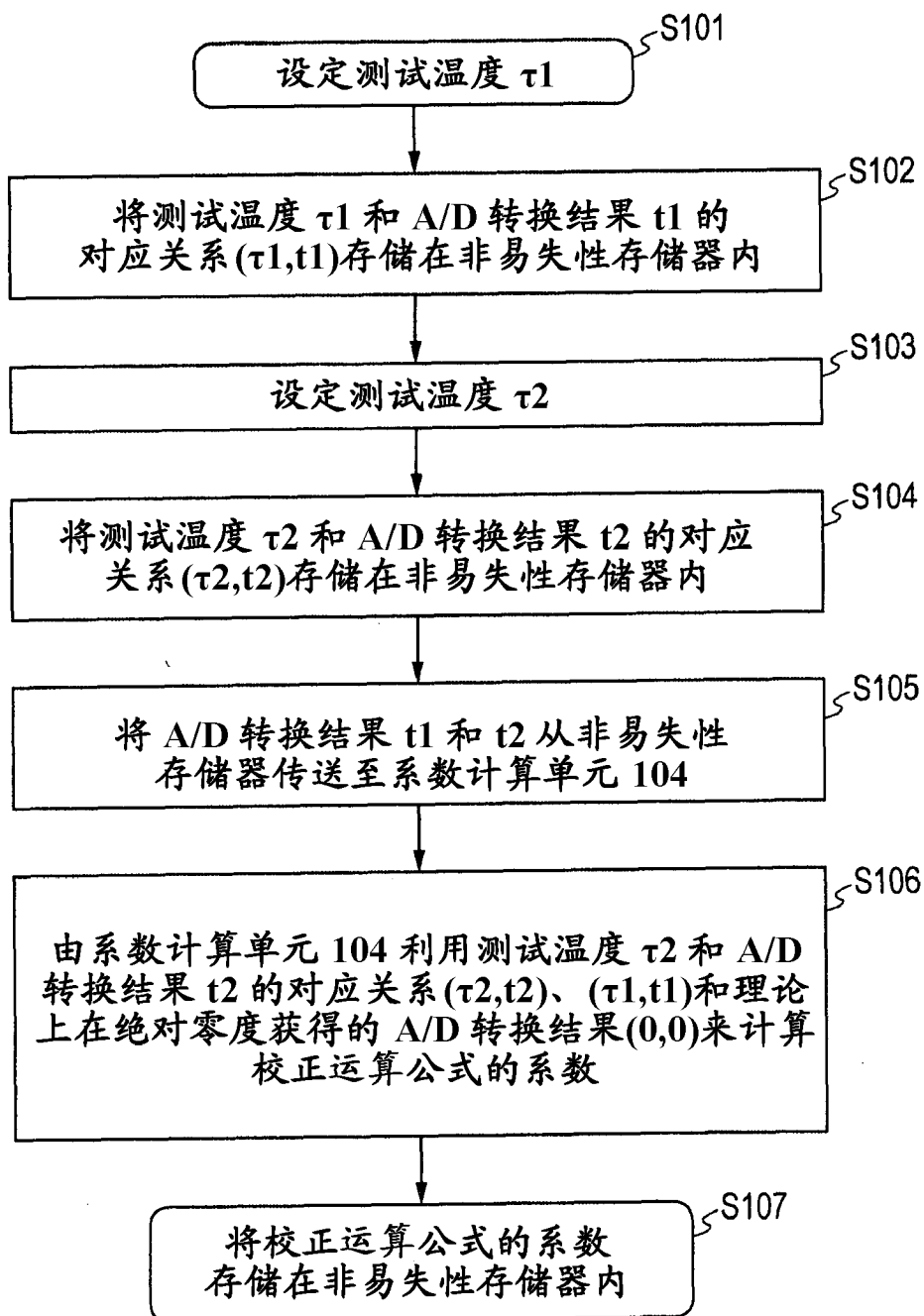


图11

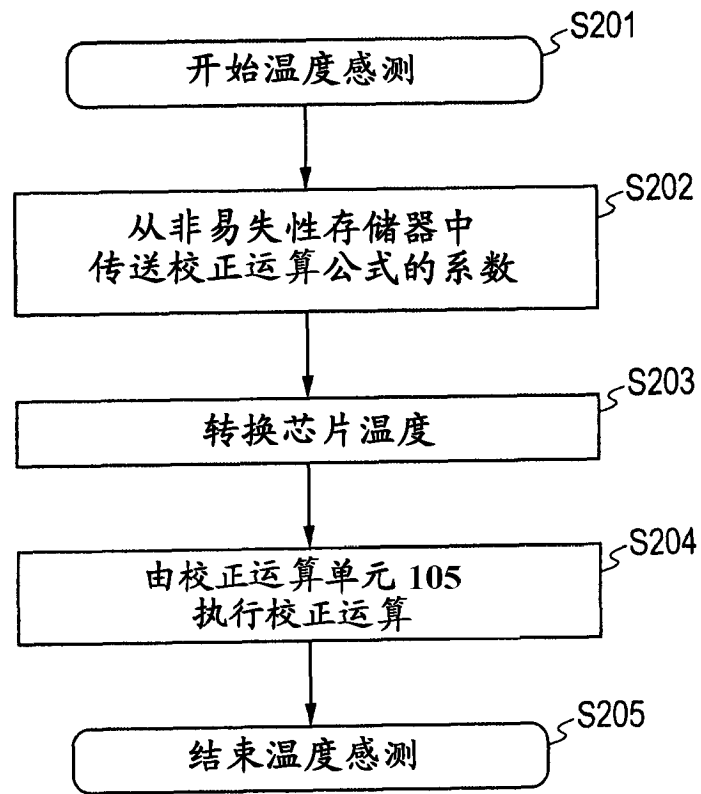


图12



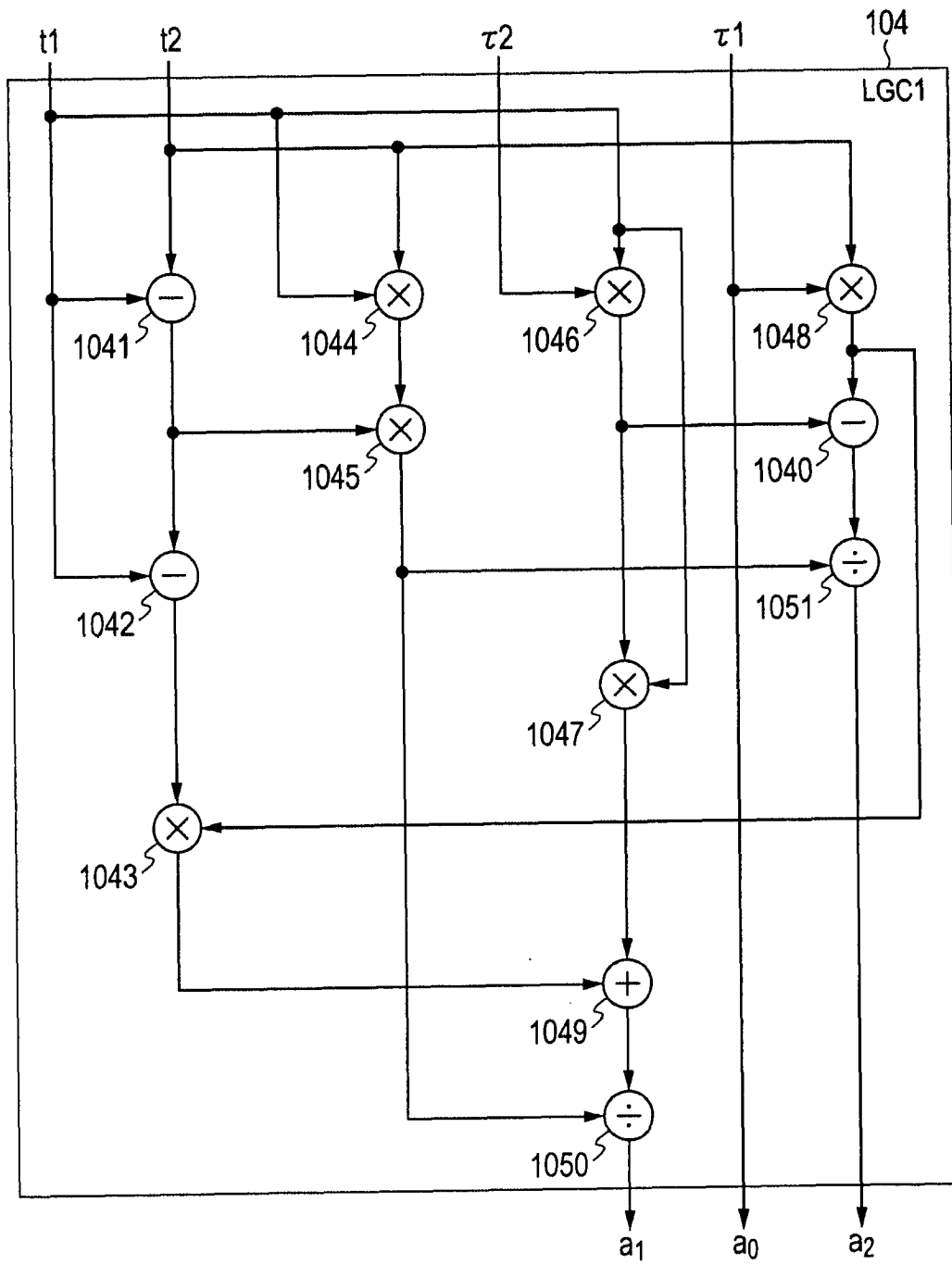


图13

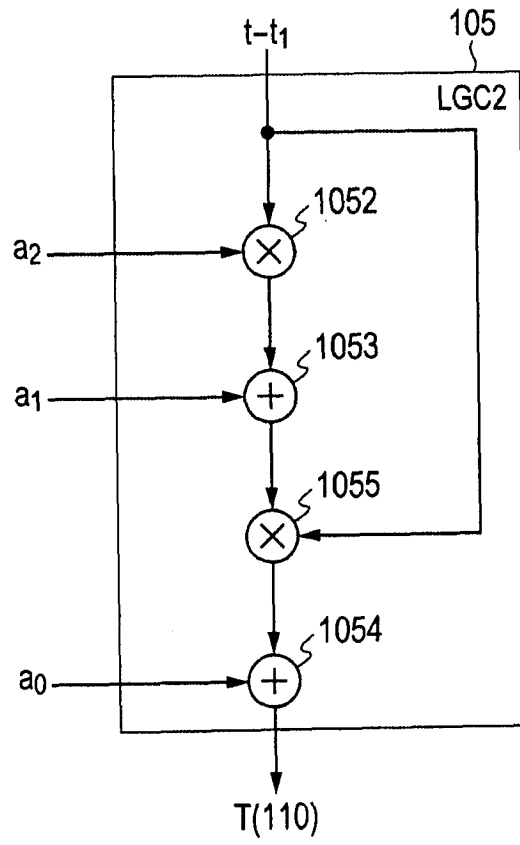


图14

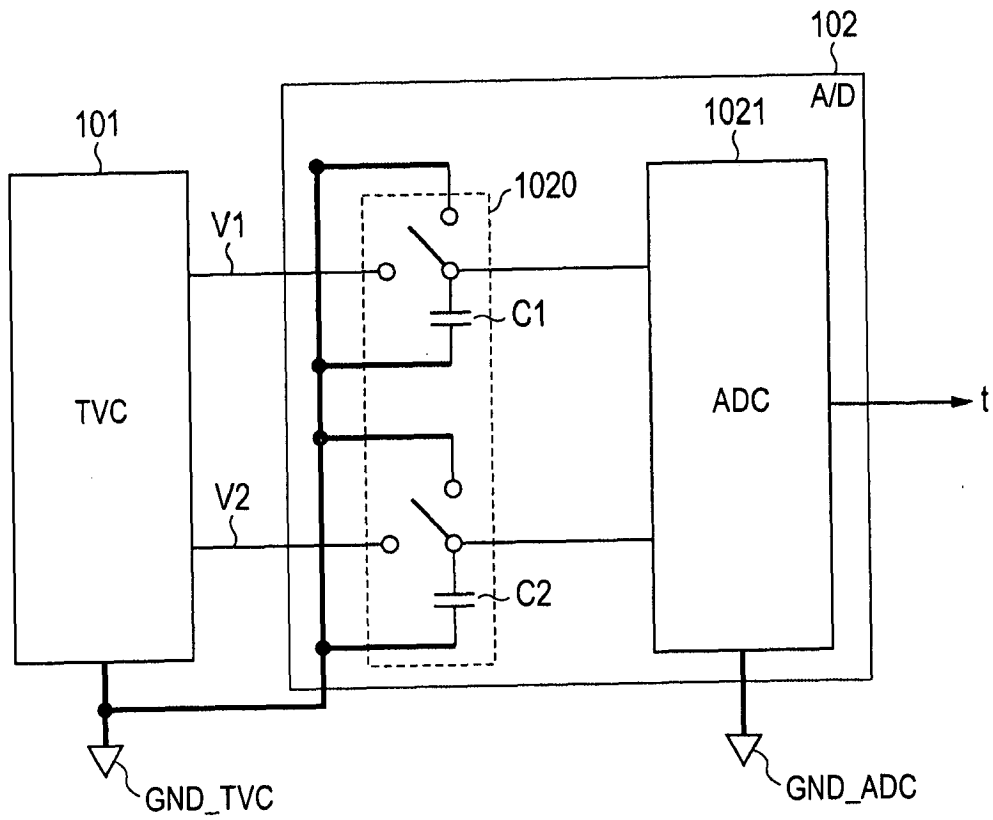


图15

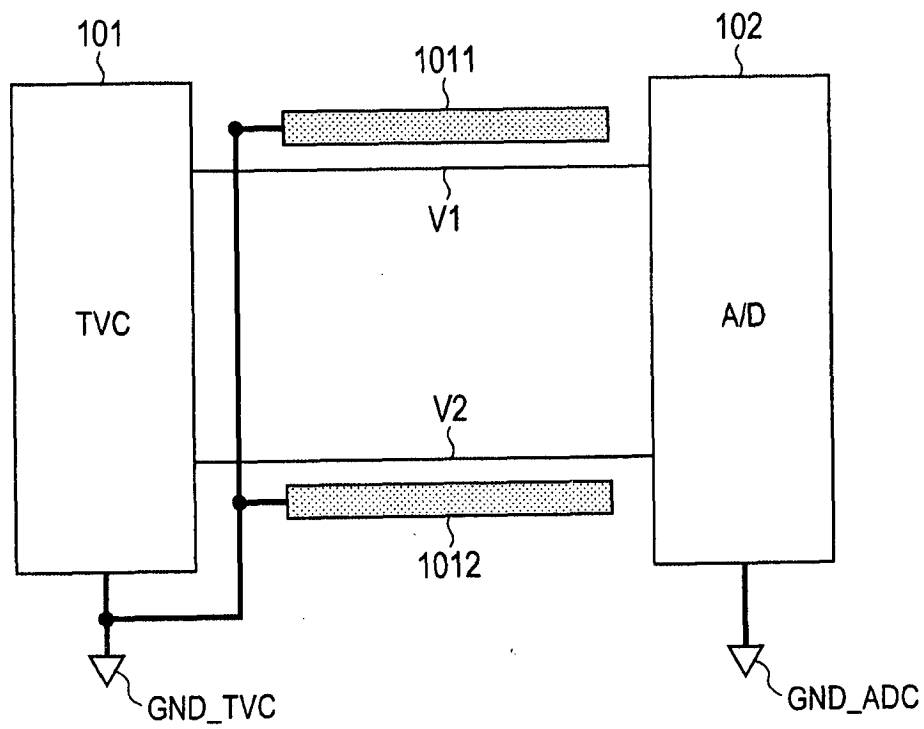


图16

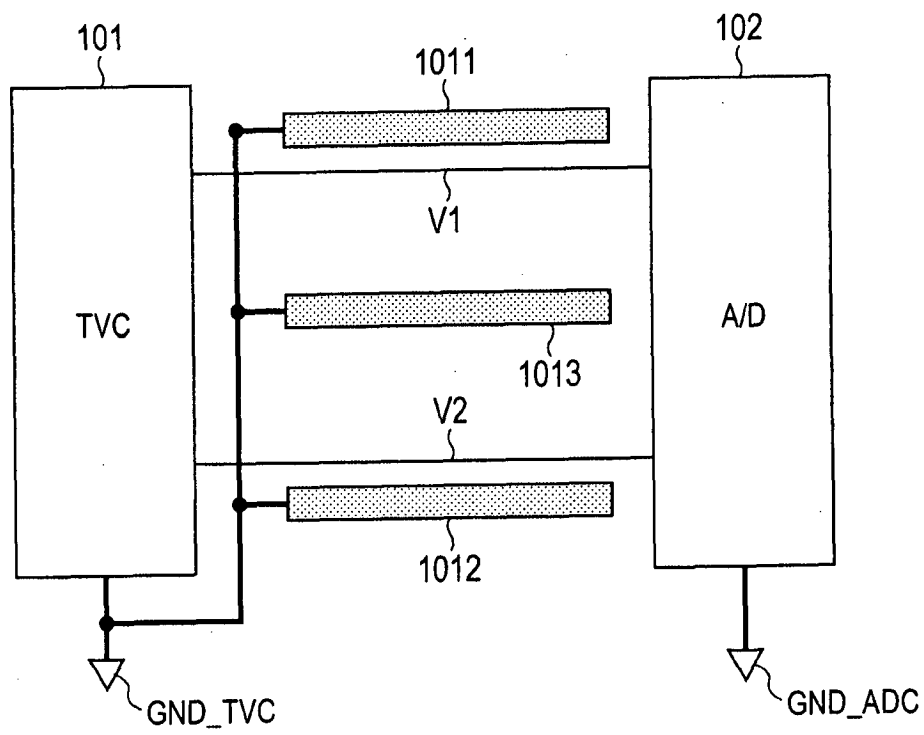


图17

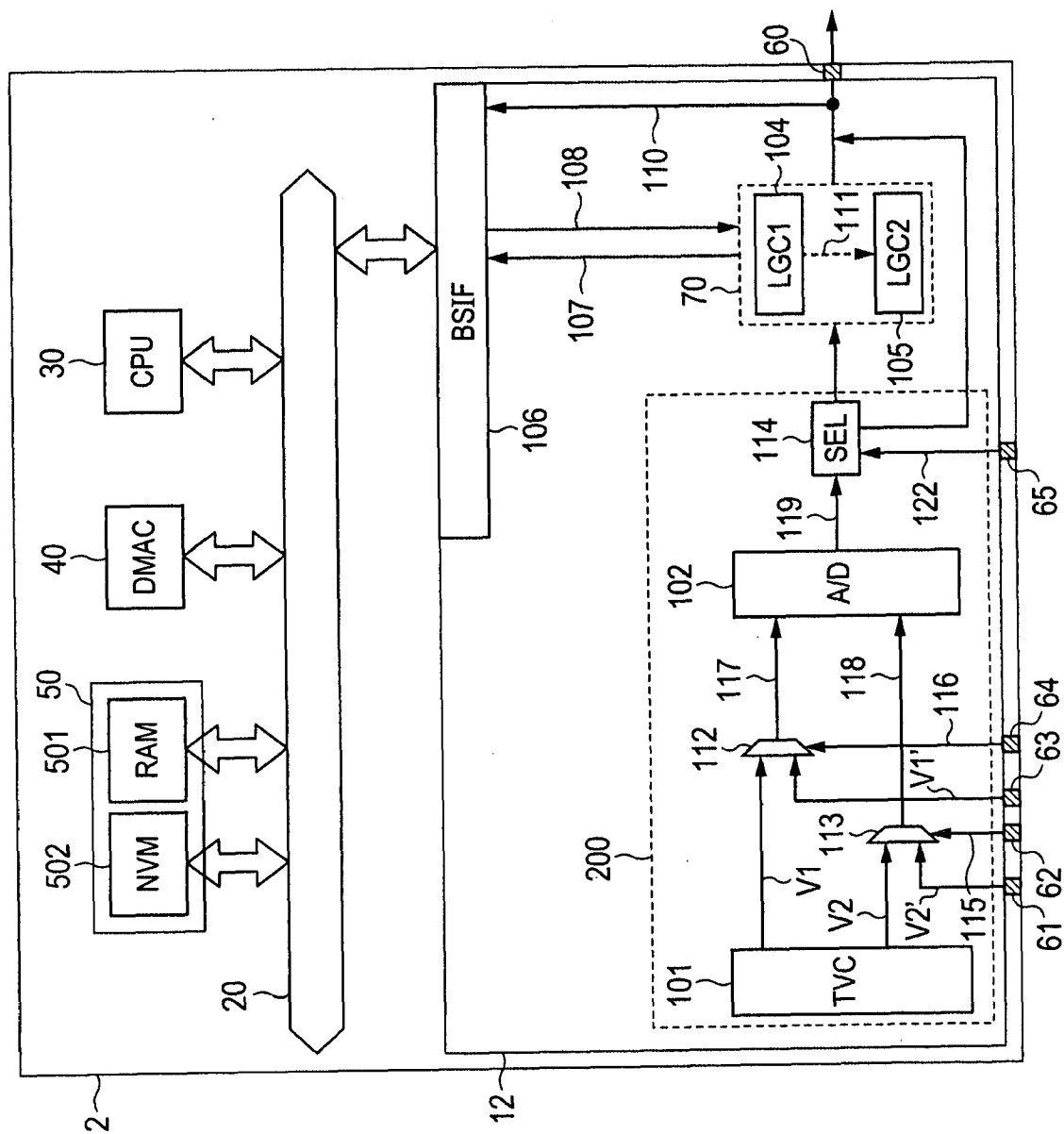


图18

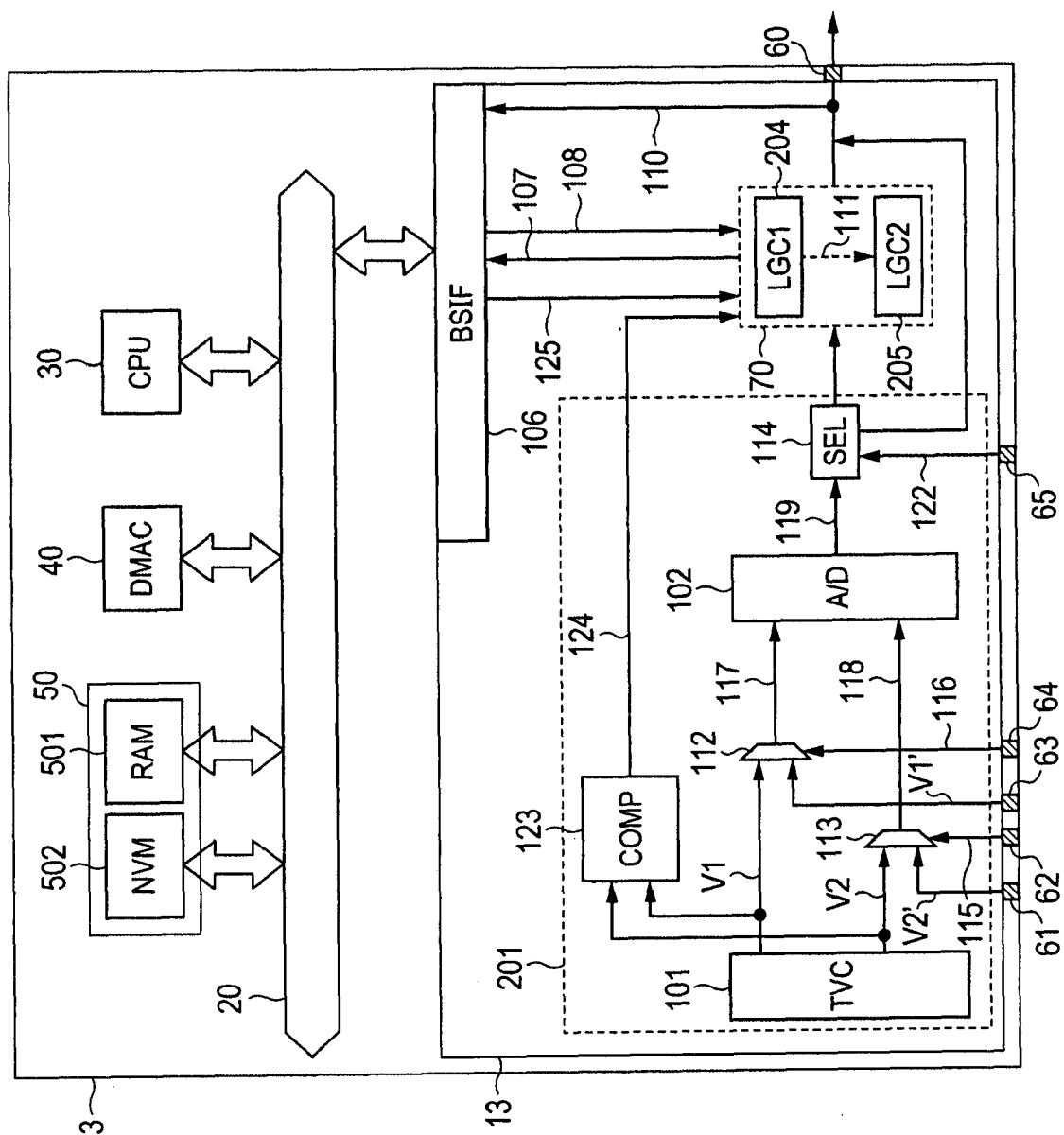


图19

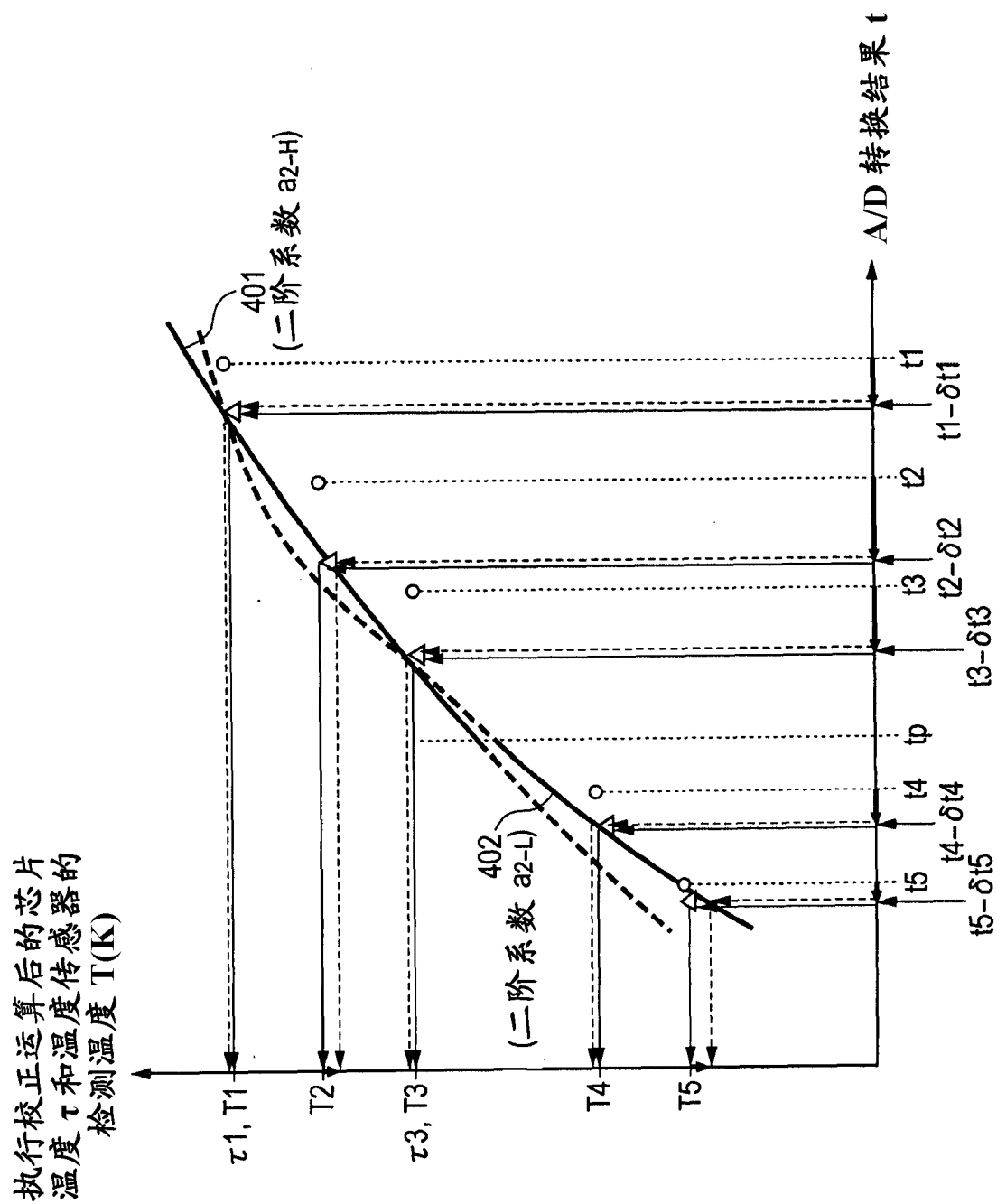


图20

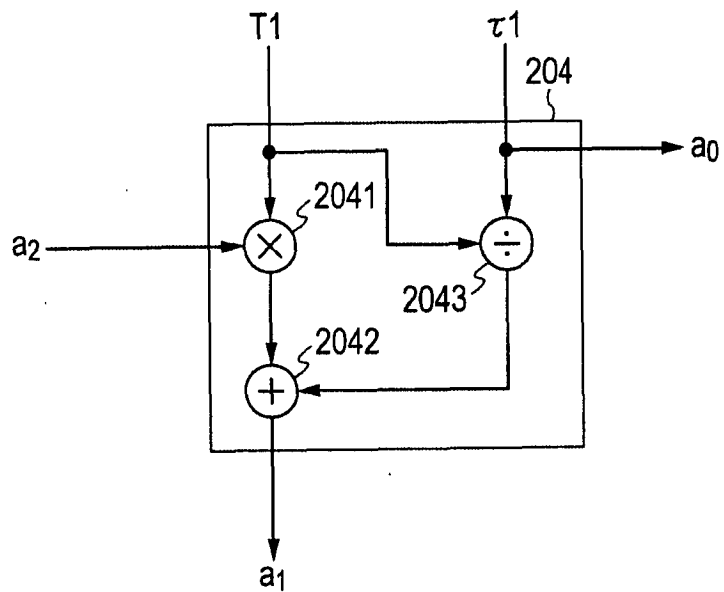


图21

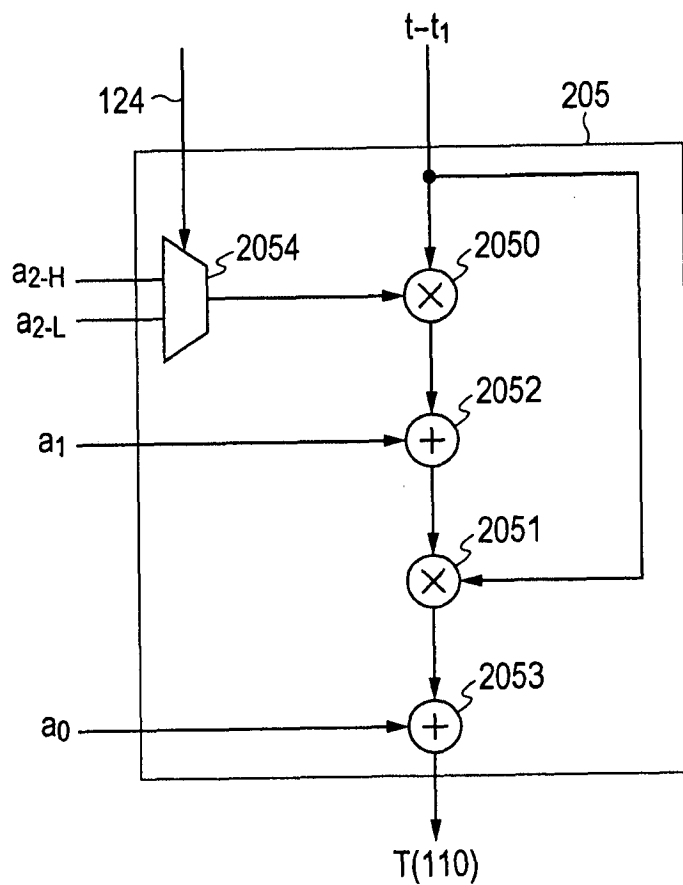


图22



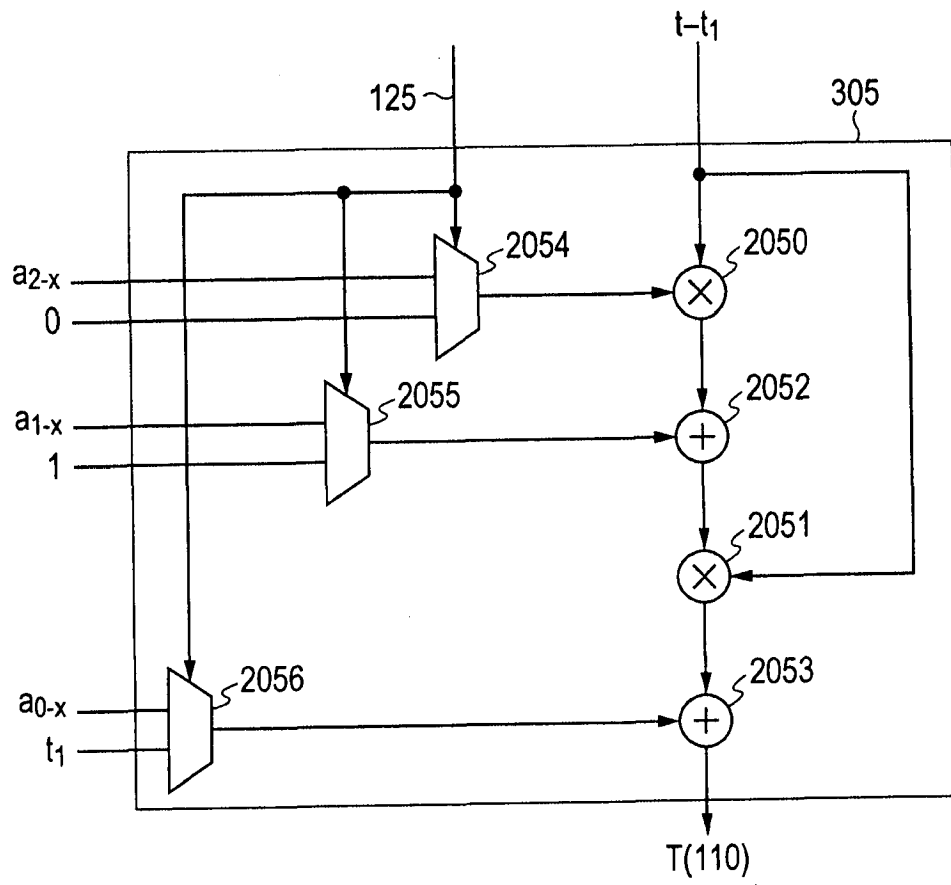


图23