

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101600948 B

(45) 授权公告日 2012.01.11

(21) 申请号 200880001840.2

G01K 7/01 (2006.01)

(22) 申请日 2008.01.07

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

60/883,853 2007.01.08 US
11/860,633 2007.09.25 US

WO 9835282 A1, 1998.08.13,
US 5053640 A, 1991.10.01,
US 4060715 A, 1977.11.29,
CN 1545757 A, 2004.11.10,
CN 1869615 A, 2006.11.29,

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009.07.07

L. Crovini, etc. Accurate thermometry by means of industrial platinum resistance thermometers. 《Measurement》. 1992, 第10卷(第1期), 31-38.

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2008/050376 2008.01.07

审查员 徐翠平

(87) PCT申请的公布数据

W02008/086271 EN 2008.07.17

(73) 专利权人 密克罗奇普技术公司

地址 美国亚利桑那州

(72) 发明人 阿马多·阿贝拉·卡利博索

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限公司 责任公司 11287

代理人 王允方

(51) Int. Cl.

G01K 15/00 (2006.01)

权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 6 页

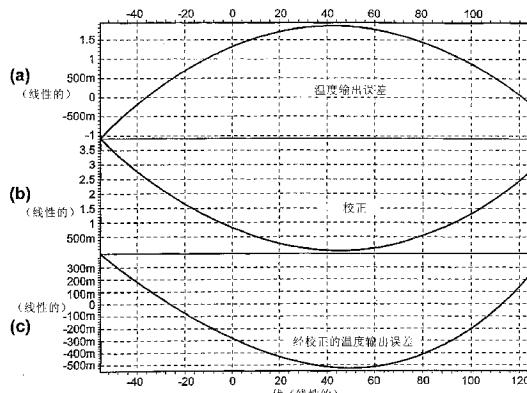
(54) 发明名称

温度传感器弓形补偿

(57) 摘要

固态温度传感器的输出是与参考电压成比例的电压的比率。所述固态温度传感器在其感测与参考电路中使用二极管，然而，这些二极管展示致使所述温度传感器输出响应偏离理想直线的二阶行为。此输出响应偏离具有类似抛物线形状的特性误差曲线。在已使用模 / 数转换器 (ADC) 将温度转换为数字值之后，可确定与所述温度传感器输出响应偏移的偏移相反地变化的偏移并将所述偏移作为偏移补偿而应用于数字域中。通过向所述 ADC 的数字输出添加此偏移补偿，所测量温度的数字表示将呈现更具线性的轨迹。

CN 101600948 B



1. 一种用于校正固态温度传感器的温度测量误差的方法,所述方法包括以下步骤:

(a) 提供能够产生多个温度输出值的固态温度传感器,所述固态温度传感器包含作为感测及参考元件的二极管,其中所述多个温度输出值中的每一温度输出值表示所述固态温度传感器可测量的相应温度;

(b) 从所述多个温度输出值的误差曲线中确定顶点值;

(c) 从所述多个温度输出值中的目前测量的一个温度输出值中减去所述顶点值;

(d) 对步骤(c)的结果求平方;

(e) 将步骤(d)的结果除以标量值,其中选择所述标量值以产生其经校正的值;及

(f) 将步骤(e)的结果与所述多个温度输出值中的所述目前测量的一个温度输出值相加以产生其经校正的温度输出值。

2. 如权利要求1所述的方法,其中所述多个温度输出值是所述固态温度传感器可测量的温度的数字表示。

3. 如权利要求2所述的方法,其中使用在数字处理器中运行的软件程序来执行步骤(b)-(f)。

4. 一种用于校正固态温度传感器的温度测量误差的系统,所述系统包括:

固态温度传感器,所述固态温度传感器包含二极管作为感测及参考元件,所述固态温度传感器能够产生多个温度输出值,其中所述多个温度输出值中的每一温度输出值表示所述固态温度传感器可测量的相应温度;

减法函数,其用于从所述多个温度输出值中的目前测量的一个温度输出值中减去从所述多个温度输出值的误差曲线的顶点值;

求平方函数,其用于对来自所述减法函数的输出求平方;

除法函数,其用于将来自所述求平方函数的输出除以标量值,其中选择所述标量值以产生其经校正的值;及

加法函数,其用于将所述多个温度输出值中的所述目前测量的一个温度输出值与所述除法函数输出相加,其中所述加法函数输出包括所述多个温度输出值中的所述目前测量的一个温度输出值的经校正温度输出值。

5. 如权利要求4所述的系统,其进一步包括模/数转换器,所述模/数转换器耦合到所述固态温度传感器且产生所述多个温度输出值中的所述目前测量的一个温度输出值的数字表示。

6. 如权利要求5所述的系统,其中所述减法、求平方、除法及加法函数是使用耦合到所述模/数转换器的数字处理器执行的。

7. 如权利要求6所述的系统,其中所述数字处理器在软件程序的控制下执行所述减法、求平方、除法及加法函数。

8. 如权利要求6所述的系统,其中所述数字处理器使用硬件逻辑来执行所述减法、求平方、除法及加法函数。

9. 如权利要求6所述的系统,其中所述数字处理器选自由微处理器、微控制器、专用集成电路(ASIC)、可编程逻辑阵列(PLA)、现场可编程门阵列(FPGA)及数字信号处理器(DSP)组成的群组。

温度传感器弓形补偿

[0001] 相关申请案交叉参考

[0002] 本申请案主张由阿马 多艾贝 拉凯利伯索 (Amado Abella Caliboso) 在 2007 年 1 月 8 日提出申请的名称为“温度传感器弓形补偿 (Temperature Sensor BowCompensation)”的序列号为 60/883,853 的共同拥有的美国临时专利申请案的优先权，其借此出于所有目的以引用方式并入本文中。

技术领域

[0003] 本发明涉及固态温度传感器，且更特定来说涉及一种补偿由固态温度传感器二极管的非线性特性造成的固态温度传感器中的误差的方法。

背景技术

[0004] 单片式数字温度传感器利用二极管来作为固态温度传感器中的感测与参考元件。在这些固态温度传感器中用作感测与参考电路的部分的二极管具有与温度成反比的电压。然而，导致此关系偏离理想直线曲线的二阶项引入传感器输出的误差。这是温度输出的重大误差源且限制了传感器的准确性。

[0005] 解决由二极管电压曲率引入的问题时所使用的多数方法均为在温度传感器的模拟区段中实施补偿。用于进行线性化的另一方法是具有查找表，从而可在转移曲线中的不同点处做出不同校正。但当仅实施少数校正点时，此导致不平滑的校正。如果添加更多查找点，则所需的电路的量（例如查找表大小）变大。

发明内容

[0006] 为减少固态温度传感器的测量误差，需要一种在一定温度范围（二极管电压曲率）内补偿非线性二极管特性的方法。

[0007] 根据本发明的特定实例性实施例，一种用于校正固态温度传感器的温度测量误差的方法包括以下步骤：(a) 提供能够产生多个温度输出值的固态温度传感器，其中所述多个温度输出值中的每一值表示所述固态温度传感器可测量的相应温度；(b) 从所述多个温度输出值的误差曲线中确定顶点值；(c) 从所述多个温度输出值中的目前测量的一个值中减去所述顶点值；(d) 对步骤 (c) 的结果求平方；(e) 用步骤 (d) 的结果除以标量值，其中选择所述标量值以产生其经校正值；及 (f) 将步骤 (e) 的结果与所述多个温度输出值中的目前测量的一个值相加以产生其经校正的温度输出 值。

[0008] 根据本发明另一特定实例性实施例，一种用于校正固态温度传感器的温度测量误差的系统包括：固态温度传感器，其能够产生多个温度输出值，其中所述多个温度输出值中的每一个值表示所述固态温度传感器可测量的相应温度；减法函数，其用于从所述多个温度输出值中的目前测量的一个值中减去顶点值；求平方函数，其用于对来自所述减法函数的输出求平方；除法函数，其用于用来自所述求平方函数的输出除以标量值；及加法函数，其用于使所述多个温度输出值中的目前测量的一个值与所述除法函数输出相加，其中所述

加法函数输出包括所述多个温度输出值中的目前测量的一个值的经校正温度输出值。

附图说明

- [0009] 通过结合附图参照下文说明可获得对本发明的更全面了解,附图中:
- [0010] 图 1 是显示在不同电流密度下操作的两个半导体二极管之间的电压差 ΔV_{be} 随温度而变的图表;
- [0011] 图 2(a) 是显示二极管电压 V_{be} 与温度成反比变化的图表;
- [0012] 图 2(b) 是二极管电压 V_{be} 的曲率随温度而变的图表,其显示 V_{be} 从理想的直线的偏离;
- [0013] 图 3 是显示带隙参考电压随温度而变的图表;
- [0014] 图 4(a) 是显示温度传感器的温度输出的图表;
- [0015] 图 4(b) 是显示从理想直线的温度输出偏离的图表;
- [0016] 图 5(a) 是显示温度输出误差的图表;
- [0017] 图 5(b) 是显示温度输出的经计算校正的图表;
- [0018] 图 5(c) 是显示在将校正加回到温度输出后的温度误差的图表;
- [0019] 图 6(a) 是根据本发明特定实例性实施例用于校正温度输出误差的示意性函数方块图;且
- [0020] 图 6(b) 是用于执行如图 6(a) 中所图解说明校正温度输出误差的操作的系统的示意性方块图。
- [0021] 尽管本发明易于做出各种修改及替代形式,但在图式中已显示并在本文中详细描述了其特定实例性实施例。然而,应了解,本文中对特定实例性实施例的说明并不希望将本发明限定于本文中所揭示的特定形式,而是相反,本发明打算涵盖所附权利要求书所界定的所有修改及等效形式。

具体实施方式

- [0022] 现在参照图式,其示意性地图解说明实例性实施例的细节。图式中的相同元件将由相同的编号来表示,且相似的元件将由带有不同小写字母下标的相同编号来表示。
- [0023] 参照图 1,图中描绘显示在不同电流密度下操作的两个半导体二极管之间的电压差 ΔV_{be} 随温度而变的图表。温度传感器通常具有以下形式的转移函数:
- [0024] 温度 = $m*Vsens/Vref+n*Vref$ (1)
- [0025] 其中 $Vsens$ 是与温度成正比的变量,且 $Vref$ 是不随温度而变的常数。系数 m 与 n 经选择以具有所需的灵敏度(增益)及用于特定应用的偏移。在固态数字温度传感器中,上文方程式(1)中的各项可实施为:
- [0026] 温度输出 = $m*\Delta V_{be}/Vbandgap+n*Vbandgap$ (2)
- [0027] 其中 ΔV_{be} 是在不同电流密度下操作的两个二极管之间的电压差。此变量如图 1 的图表中所图解说明与温度成线性关系地变化。
- [0028] 参考 $Vbandgap$ 可实施为:
- [0029] $Vbandgap = V_{be}+k*\Delta V_{be}$ (3)
- [0030] 其中 V_{be} 是如图 2(a) 中所图解说明与温度成反比地变化的二极管电压,且 k 为定

标常数。

[0031] 由于 V_{be} 与 ΔV_{be} 两项的温度系数相反,因此在上文中的方程式 (3) 中,在适当地选择系数 k 的情况下,可使 $V_{bandgap}$ 的一阶行为大致不随温度而变。然而,虽然 ΔV_{be} 是线性的,但 V_{be} 具有随温度而变的曲率。图 2(b) 图解说明二极管电压 V_{be} 的曲率随温度而变的曲线图,其显示 V_{be} 从理想直线的偏离;此可产生具有类似曲率且可称为弓形的带隙电压。图 3 图解说明随温度而变的带隙参考电压的图表。

[0032] 当方程式 (2) 的实施方案是依照温度而绘制时,其结果大致类似于图 4(a) 与 4(b) 中所图解说明的内容。图 4(a) 图解说明温度传感器的温度输出的图表,且图 4(b) 图解说明从理想直线的温度输出偏离的图表。

[0033] 此行为极一致且可用于补偿从理想直线的温度输出偏离。此误差的大致校正可由下式确定:

$$\text{校正} = (\text{温度输出} - \text{顶点})^2 / \text{标量} \quad (4)$$

[0035] 其中顶点是发生在误差曲线顶点(最高峰)处的温度。此校正的量值随着温度输出从顶点偏离开而增大。可选择标量以在曲线端点处具有正确的量值。可接着将此校正与温度输出(来自温度传感器模/数转换器的输出)相加以获得更线性的输出。

[0036] 因此,经校正的温度输出可由下式来确定:

$$\text{经校正的温度输出} = m * \Delta V_{be} / V_{bandgap} + n * V_{bandgap} + \text{校正} \quad (5)$$

[0038] 根据本发明教示,方程式 (4) 与 (5) 中所涉及的算术运算可在数字域中被实施且可在于固态温度传感器的模拟电路中不改变及/或添加任何元件的情况下被执行。

[0039] 图 5(a) 是显示温度输出的误差的图表,图 5(b) 是显示温度输出的所计算校正的图表,且图 5(c) 是显示将图 5(b) 的校正与图 5(a) 的温度输出相加后的温度误差的图表。根据本发明教示,还可执行偏移校正以使最终误差分布居中。

[0040] 参照图 6(a),图中描绘根据本发明特定实例性实施例用于校正温度输出误差的示意性函数方块图。大致由数字 600 来表示的温度输出误差校正函数包括:用于从温度传感器 602 接收表示温度测量的输出 604 的输入。上文中更完整地描述了具有耦合到温度顶点值的输入 608 的符号反相器函数 606。加法器函数 610 具有耦合到温度传感器 602 的输出 604 的第一输入 612 及耦合到符号反相器函数 606 的输出的第二输入。求平方函数 616 耦合到加法器函数 610 的输出 618 且在其输出处产生其输入的平方。如上文中更完整地界定,除法器函数 620 具有耦合到求平方函数 616 的输出的分子输入 622 及耦合到标量值的除数输入 624。且加法器函数 626 具有耦合到温度传感器 602 的数字输出 604 的第一输入 628 及耦合到除法器函数 620 的输出的第二输入 630。加法器函数 626 的输出 632 产生如上文方程式 (5) 中更完整界定的经校正的温度输出。

[0041] 参照图 6(b),图中描绘用于执行如图 6(a) 中所图解说明的校正温度输出误差的操作的系统的示意性方块图。来自温度传感器 602 的输出耦合到模/数转换器 (ADC) 640,所述模/数转换器将温度传感器 602 温度测量转换为其数字值。来自 ADC 640 的输出的数字温度测量值耦合到数字处理器 642 的数字输入。所述数字温度测量值可以是串行或并行的数字信息。数字处理器 642 可以是微处理器、微控制器、专用集成电路 (ASIC)、可编程逻辑阵列 (PLA)、现场可编程门阵列 (FPGA)、数字信号处理器 (DSP) 等。数字处理器 642 可通过在软件程序(未显示)的控制下进行操作来执行图 6(a) 中所图解说明的前述函数。ADC

640 及数字处理器 642 可以是一个集成电路装置,或 ADC 640 可以是温度传感器 602 的部分。

[0042] 预期前述函数可作为在数字处理器(例如微控制器)中运行的温度校正程序的软件步骤而在数字域中被执行;及 / 或借助于数字逻辑(完整地或部分地)被执行及 / 或借助于模拟函数在模拟域中被执行,或其任何组合,且所述执行方式均在本发明范围内。

[0043] 虽然已参照本发明的实例性实施例描绘、描述及界定了本发明各实施例,但此类参照并不暗示对本发明的限定,且不应推断出存在此限定。能够在形式及功能上对本发明标的物做出大量的修改、改变及等效形式,相关领域的和受益于本发明的技术人员将会构想出这些修改、改变及等效形式。所描绘及所描述的本发明实施例仅作为实例,且并非对本发明范围的穷尽性说明。

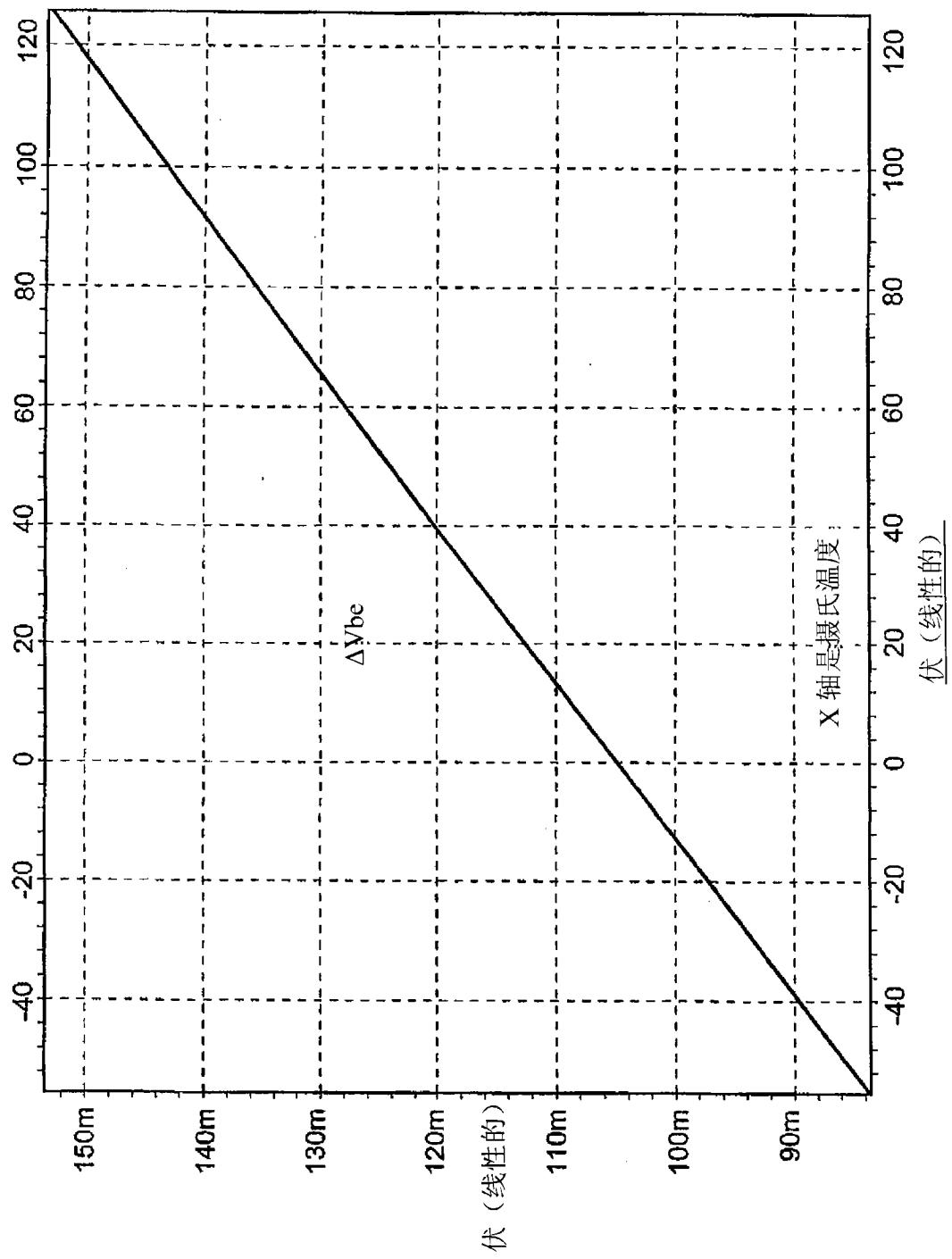


图 1

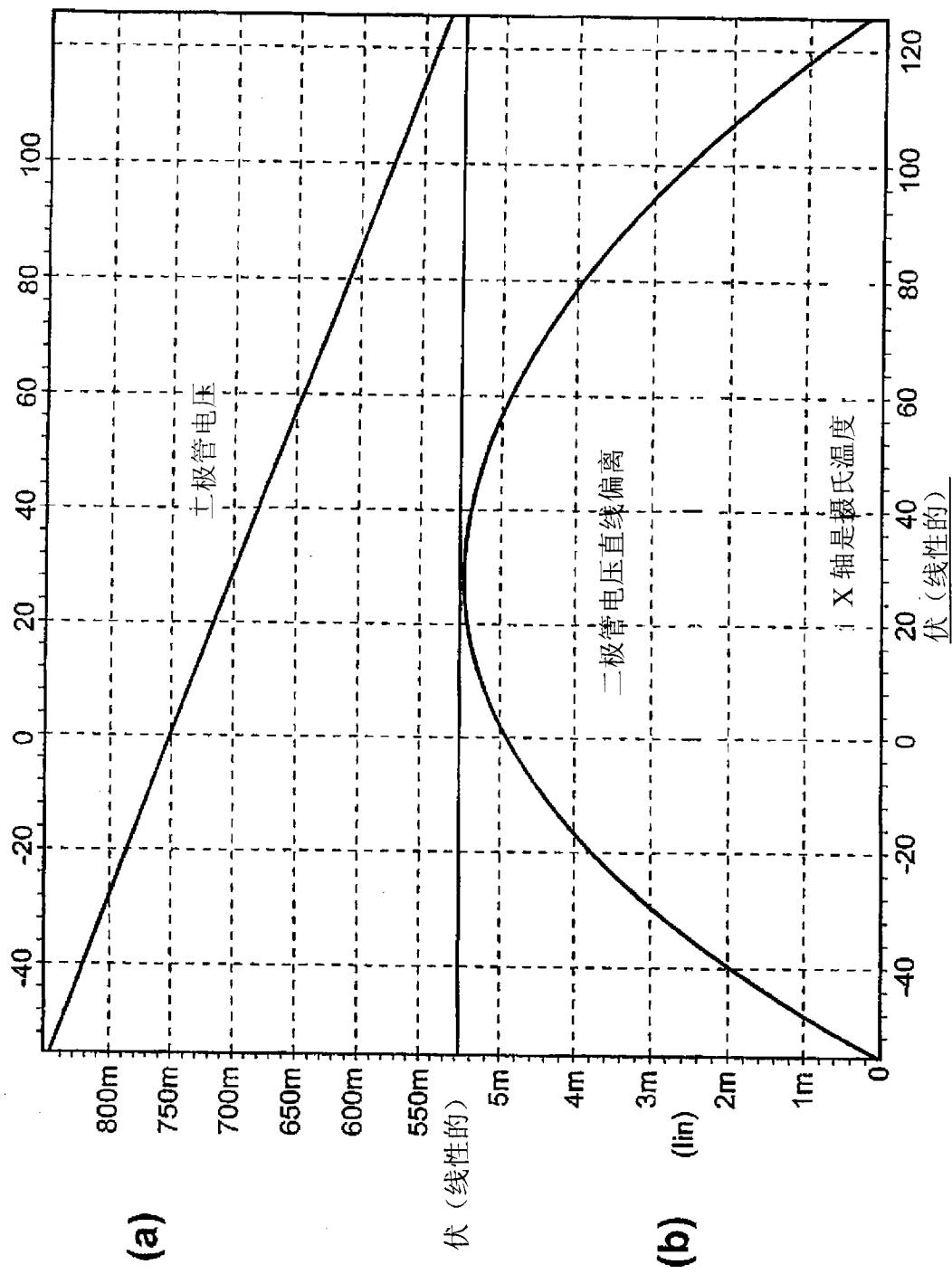


图 2

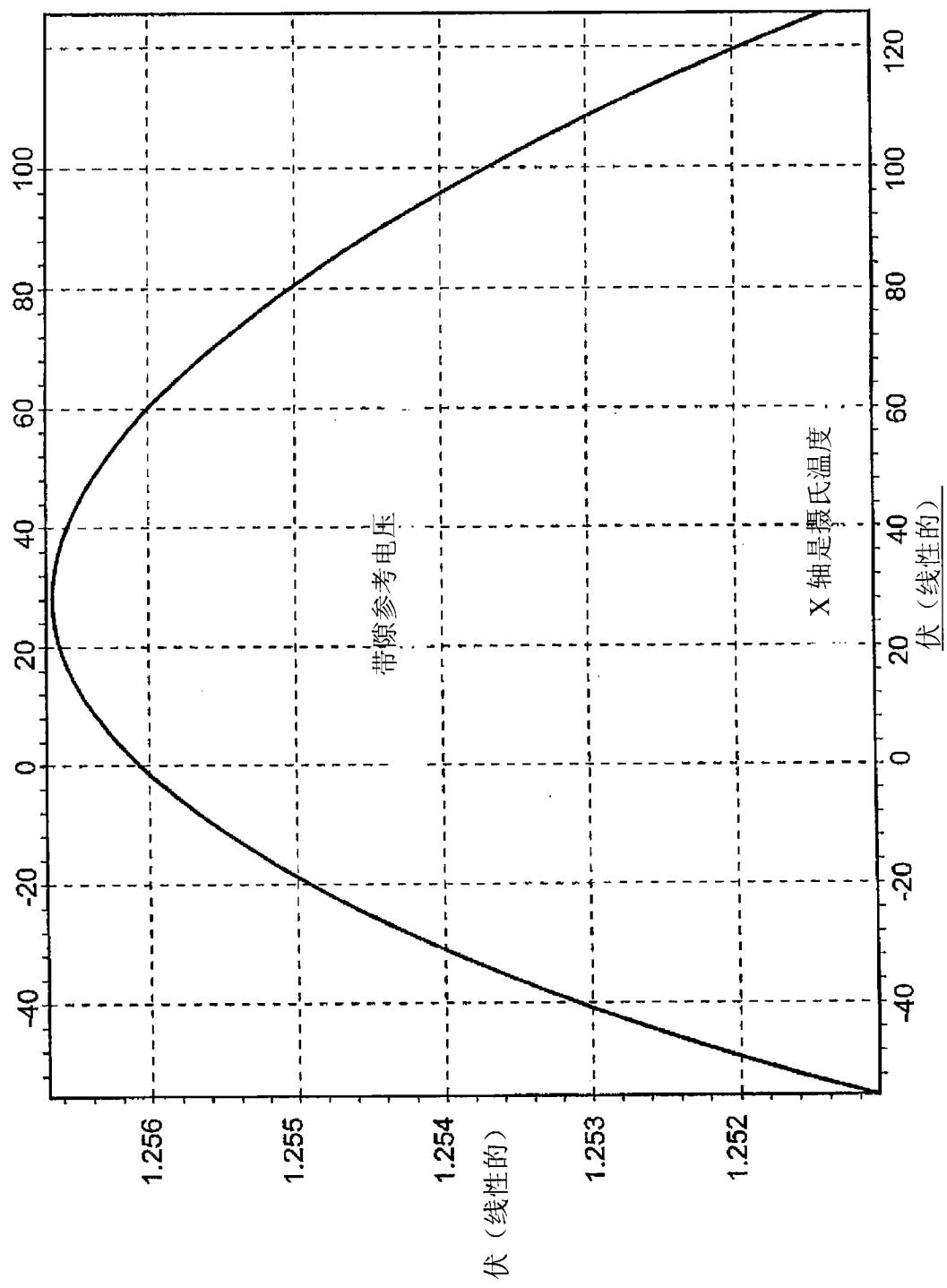


图 3

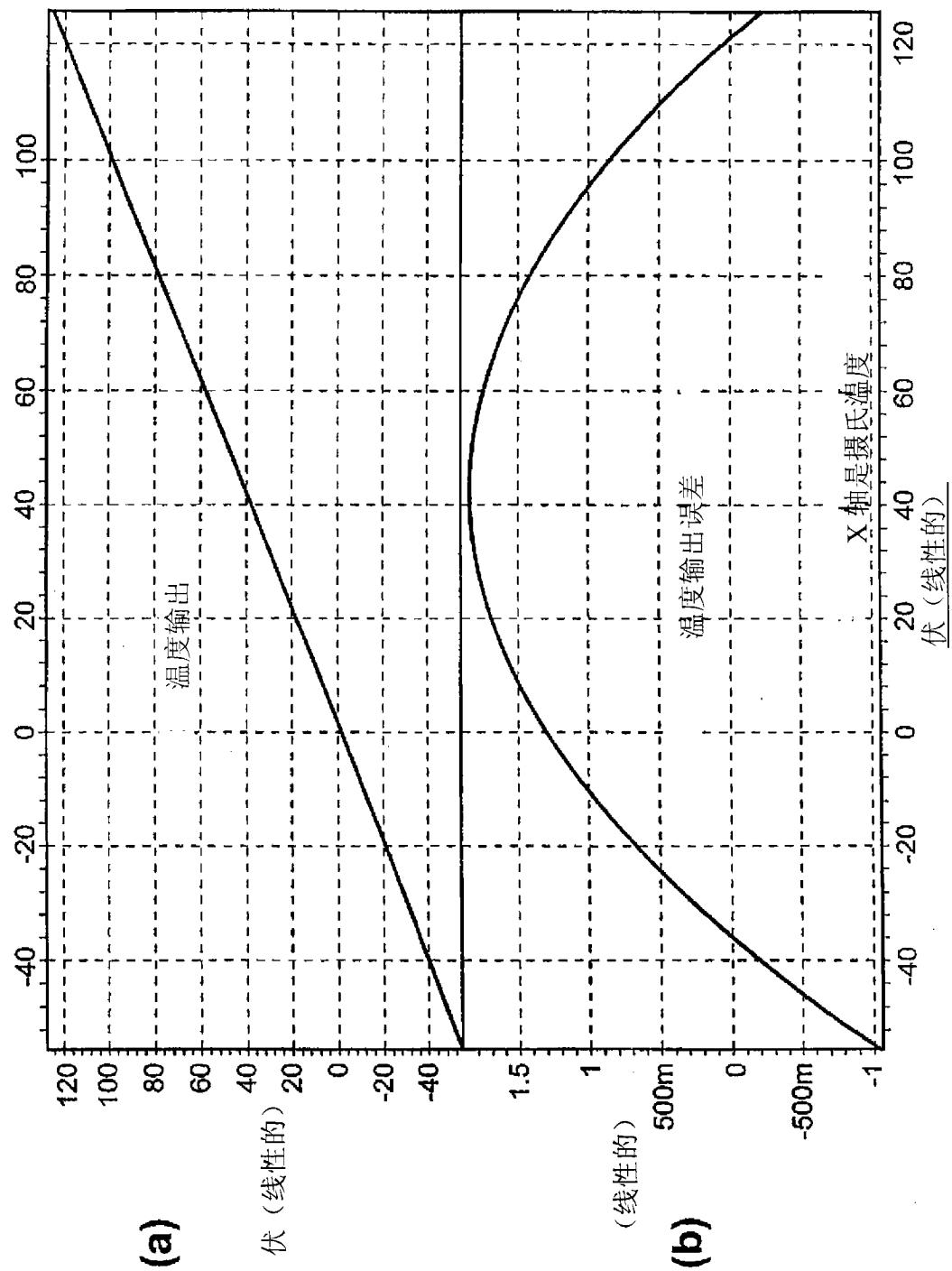


图 4

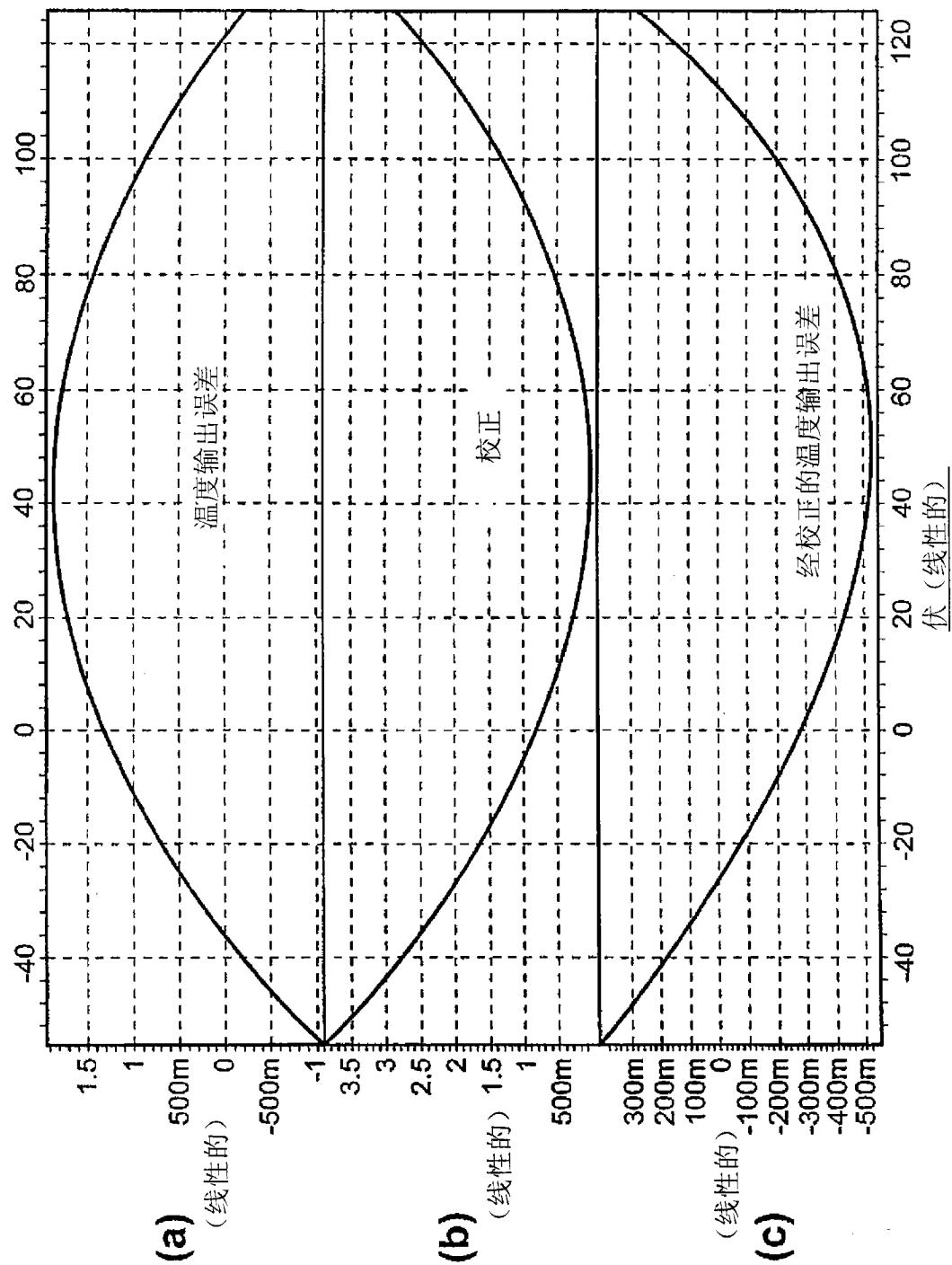


图 5

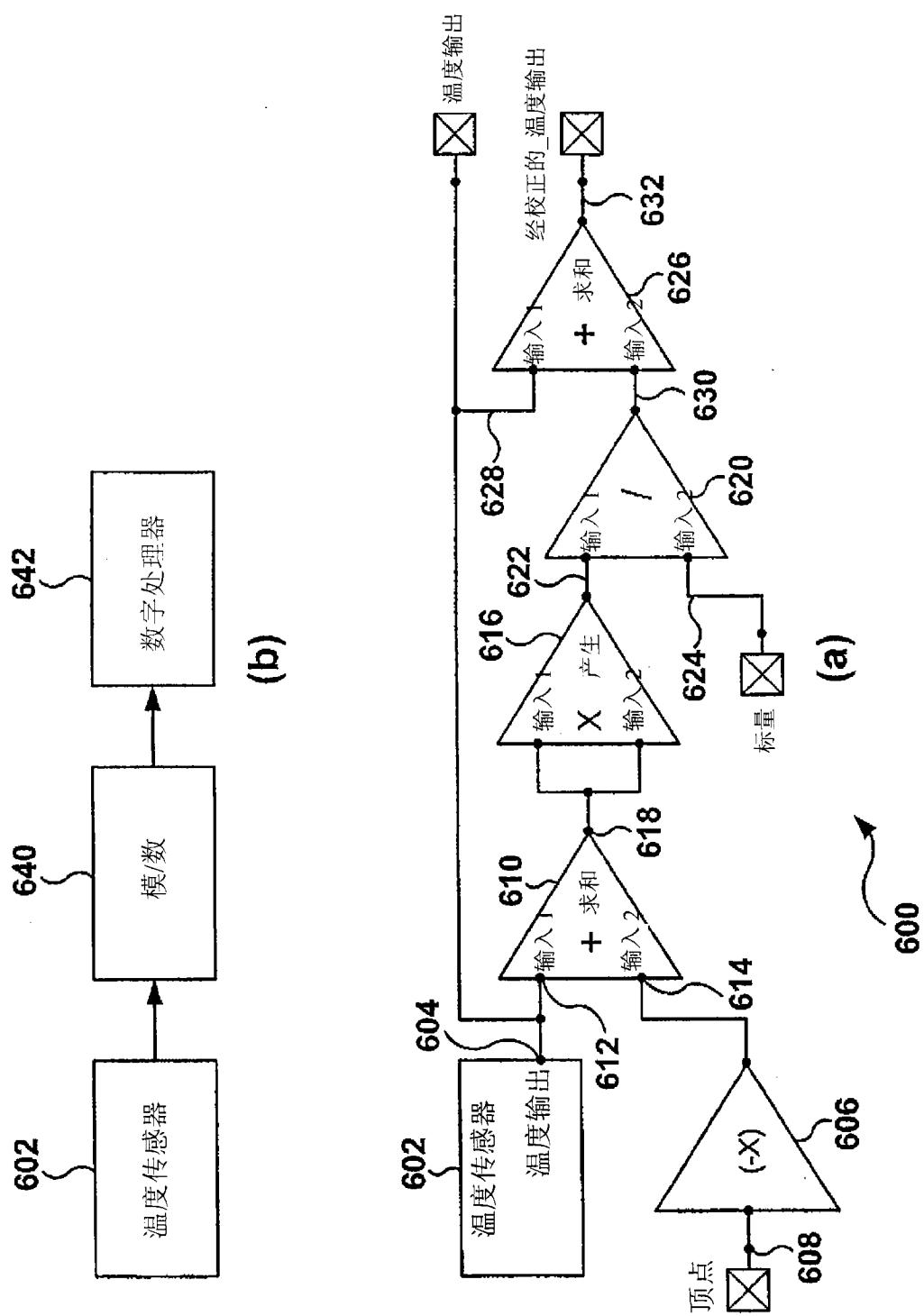


图 6