〔19〕中华人民共和国专利局　　[11]公开号 CN 1073009A

〔12〕发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 91111424.6　　[51] Int.Cl[5]
G01K 7/02

〔43〕公开日 1993年6月9日

[22]申请日 91.12.7
[71]申请人 机械电子工业部北京机械工业自动化研究所
地址 100011 北京市德外校场口1号
[72]发明人 张开逊

说明书页数: 3　　附图页数:

[54]发明名称 线性半导体结型温度传感器

[57]摘要

一种高线性度、高灵敏度、高响应速度的半导体温度传感器，以半导体结型器件做感温元件，注入与绝对温度的幂函数成正比的正向电流，以其正向电压为测温信号。消除了半导体结型温度传感器元件固有的非线性，产生与温度呈线性关系的测温信号，用于医学、气象、海洋、油井、热化学分析、工业生产过程、自然科学及工程技术基础研究，实现高响应速度精密温度测量与控制。

权　利　要　求　书

1、一种由电子器件构成的温度传感器，其特征是它包括一个肖特基势垒二极管（1）有一个与绝对温度的平方成正比的电流源为（1）提供正向电流，（1）的正向电压是传感器输出的温度信号。

2、权利要求1所说的半导体结型器件（1），其特征在于它们是半导体PN结或金属半导体结肖特基势垒二极管。

3、权利要求1所说的为（1）提供正向电流的与绝对温度的幂函数T^{r}成正比的电流源，其特征是它由以下方式构成，在（1）旁边有一个辅助PN结温度传感器（2），（2）与（1）同时置于被测温度场中，（2）的一端与另一端相联，（4）的两端与幂函数发生器的输入端相联，（5）的输入端与电压——电流转换器（6）相联，（6）输出与绝对温度的幂函数T^{r}成正比的电流。

4、权利要求1所说的半导体结型器件（1）是金属半导体结肖特基势垒二极管。

5、权利要求1所说的为金属半导体结肖特基势垒二极管提供正向电流的电流源，其特征是所提供的正向电流值与绝对温度T的平方T^{2}成正比。

6、权利要求（2）所说的直流电源（3），其特征是它的输出电压等于辅助PN结温度传感器（2）半导体材料禁带宽度值（电子除以电子电荷绝对值。

说　　明　　书

线性半导体结型温度传感器

本发明涉及一种新的以电子学手段获得信号的半导体温度传感器。

目前半导体温度传感器有三大类，一是半导体热敏电阻，二是PN结温度传感器，三是半导体集成温度传感器。半导体热敏电阻线性不良，PN结温度传感器线性虽有改进，但其固有非线性仍达1%左右，半导体集成温度传感器的非线性亦与PN结温度传感器相当。本发明目的在于以一种新的方案获得线性良好的半导体温度传感器，为医学、工业过程控制与气象观测提供一种灵敏度高、响应速度快、线性度好的温度测量手段。

本发明是这样实现的：向半导体结型器件（1）注入与绝对温度的幂函数成正比的正向电流，以其正向电压为测温信号，这种信号与温度呈良好的线性关系。所说的与绝对温度的幂函数成正比的正向电流是这样产生的，在（1）旁边有一个辅助PN结温度传感器（2），（2）与（1）同时置于被测温度场中，（2）的一端与直流电源（3）的一个输出端相联，（2）的另一端通过电阻（4）与（3）的另一个输出端相联，电源（3）的输出电压值为辅助PN结温度传感器（2）半导体材料禁带宽度值（单位为电子伏特）除以电子电荷绝对值，例如（2）是硅PN结时，（3）的输出电压为1.12伏，（2）是砷化镓PN结时，（3）的输出电压为1.43伏等。如图1所示的电路，电阻（4）两端电压与（1）和（2）所在环境的绝对温度值T成正比。电阻（4）两端与幂函数发生器（5）的两个输入端相联，在（5）的输出端得至与绝对温度T的幂函数成正比的电压，（5）的输出端与电压——电流转换器（6）相联，

在（6）的输出端得到绝对温度T的幂函数成正比的电流，以这样的电流注入半导体结型器件（1）使其正向导通，在（1）的两端产生了与绝对温度T呈线性关系的正向电压，如图1。

它的原理是这样的：半导体结型气件正向导通电流密度的解析表达式如下：

$J=AT^{r}Exp(-qe_b/KT)\{exp(qv/Kt)-1\}$

J--电流密度

A--由工艺条件绝定的系数

r--无量纲指数，r>1

q--电子电荷绝对值

e_b--势垒高度

K--波兹曼常数

T --绝对温度

V--正向偏置电压

在实际测量环境中，$Exp(qv/KT)>>1$.上式简化为

$J\approx AT^{r}Exp\{q(v-e_b)/KT\}$

$V=e_b+KT/q\{lnJ-lnT^{r}-lnA\}$

当正向注入电流密度J与绝对温度T的幂函数T，r是大于1的无量纲指数成正比时，J可以写作如下形式，$J=BT^{r}$，B为与温度无关的常数。

这时半导体结型器件（1）的正向电压具有如下函数表达式：

$V=e+Kt/q\times ln\times B/A$

即（1）的正向电压与绝对温度T之间呈线性关系，这种温度传感器的测温灵敏度为（K ln B／A）／q

采用辅助PN结传感器（2）、直流电源（4）、电阻

（３）、（４）获得与绝对温度成正比电压的原理是这样的。

ＰＮ结温度传感器（２）、正向电压与绝对温度Ｔ之间有如下近似关系Ｖｆ－－Ｅｇ／ｑ－ＣＴ

其中Ｖｆ－－ＰＮ结温度传感器正向电压

Ｅｇ－－半导体材料禁带宽度值

ｑ－－－电子电荷绝对值

ｃ－－－测温灵敏度

设电阻（３）、（５）之和为Ｒ，当（４）的直流电压为Ｅｇ／ｑ时，电阻（３）与（５）上电压之和为Ｅｇ／ｑ－Ｖｆ＝ＣＴ，即与（１）所处环境的绝对温度成正比。

半导体器件（１）是半导体ＰＮ结或金属半导体结肖特基势垒二极管。当（１）是金属半导体结肖特基势垒二极管时，无量纲指数ｒ等于２，幂函数发生器（５）是一个平方器。

按本发明提出的方案制造的温度传感器可以工作在很宽的温度区段，具有优良的线性，已经通过一种特殊的物理机制从器件内部消除了传感器的固有非线性，成为一种高灵敏度、高响应速度、低功耗、低阻抗的线性温度传感器。

将广泛应用于以下领域，解决目前尚未解决的问题：

１、精密医学温度测量，肿痛早期温度诊断。

２、实现气象观测站温度全自动高精度测量。

３、精确热化学分析。

４、油井、海洋温度场梯度精密测量。

５、实现精密温度计的大批量工业化低生产成本。