



中华人民共和国国家标准

GB/T 20522—2006/IEC 60747-14-3:2001

半导体器件 第 14-3 部分：半导体传感器—— 压力传感器

Semiconductor devices—
Part 14-3: Semiconductor sensors—
Pressure sensors

(IEC 60747-14-3:2001, IDT)

2006-08-23 发布

2007-02-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

GB/T 20522—2006/IEC 60747-14-3:2001

前 言

《半导体器件 第14部分:半导体传感器》分为以下三部分:

- 第1部分:总则和分类;
- 第2部分:霍尔元件;
- 第3部分:压力传感器。

本标准第3部分,适用于半导体压力传感器,它等同采用 IEC 60747-14-3:2001《半导体器件 第14.3部分:半导体传感器—压力传感器》(英文版)。

IEC 60747-14-3 中对于 FSS 和 FSO 有些混用。本标准明确所有测量结果均是相对于 FSS 的百分比,这样也与目前国内的情况统一,这是本标准与 IEC 60747-14-3 的主要区别。

本标准由中华人民共和国信息产业部提出。

本标准由全国半导体器件标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:中国电子技术标准化研究所(CESD)。

本标准主要起草人:张秋、陈勤。

本标准首次发布。

半导体器件

第 14-3 部分: 半导体传感器—— 压力传感器

1 范围

本标准规定了测量绝压、表压和差压的半导体传感器的要求。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 17573—1998 半导体器件 分立器件和集成电路 第 1 部分:总则(idt IEC 60747-1:1983)

GB/T 20521—2006 半导体器件 第 14-1 部分:半导体传感器——总则和分类

3 术语和定义、文字符号

下列术语和定义、文字符号适用于本标准。

3.1 通用术语

3.1.1

半导体压力传感器 semiconductor pressure sensors

半导体压力传感器将两个压力之间的差转化为电输出量,其中一个可能是参考压力(见 3.2.3)。半导体压力传感器包括线性压力传感器和压力开关。

线性传感器的电输出量随着压力的变化而线性地改变。

开关型传感器的输出量随着增加或减小的压力差超过特定阈值时,在接通或断开这两个稳定的状态之间切换。

在本标准中,电输出量是用电压来描述的,也适用于其他输出量,如 GB/T 20521—2006 中 3.8 所描述的阻抗、电容、电压比、频调输出或数字输出等输出量。

3.1.2

传感方式 sensing methods

3.1.2.1

压电式 piezoelectric sensing

压电器件的基本原理是压电材料受到应力,产生电荷,经电荷放大器放大,转化为与电荷成正比的电压。压电式传感器的主要优点是工作温度范围宽(可达 300℃),频率范围宽(可达 100 kHz)。

3.1.2.2

压阻式 piezoresistive sensing

压阻的基本原理是当敏感电阻受到应力作用产生形变时,阻值发生变化。敏感电阻可以分成 p 型和 n 型两种。当其位于压力传感器膜片上的合适位置上时,对应变和压力非常敏感。四个合适取向的电阻构成桥式应变计。

除了桥式应变计,还可以采用横向电压应变计。它是膜片上的一个单电阻单元,电压抽头位于电阻两端的中心。当电流流过电阻时,没有受到应力作用,则输出电压相等;受到应力作用,则产生电压差输出。

GB/T 20522—2006/IEC 60747-14-3:2001

3.1.2.3

电容式 capacitive sensing

膜片和极板间的小介质间隙构成了电容器,其电容量随膜片的运动而变化。单电容或差分电容技术可用于开路或闭路系统中。电容或电容的变化量可由桥式电路或开关电容技术来测量。任何采用微机械结构的电容敏感技术都要在被测电容上施加交流电压。电容式传感有下列优势:体积小,工作温度范围宽,易于修调,线性度好,与 CMOS 信号调理电路兼容。

3.1.2.4

硅谐振式 silicon vibrating sensing

通过压电或电场能驱动,使微机械结构的硅谐振单元保持振荡。施加在硅膜上的压力使微机械结构产生应变,测量振动频率可以确定所施加的压力。

3.1.2.5

信号调整 signal conditioning

半导体压力传感器主要指含有敏感单元的微机械结构。其他电路可与敏感单元集成封装在一起。大多数压力传感器集成了信号调理功能。

信号调理将传感器的初始输出信号转化为一个校准信号,这个过程可以包括几种功能,例如,零点输出和压力灵敏度的校准,零点和灵敏度的温度补偿,输出信号的放大和非线性的补偿。

3.1.2.6

温度补偿 temperature compensation

半导体传感器对温度敏感,有些传感器没有温度补偿,有些则利用附加电路或材料来补偿温度误差。

对于没有温度补偿的传感器,由温度带来的变化遵从物理定律,用温度系数(α)描述这种现象。

对于有温度补偿的传感器,补偿后残留误差与温度补偿的方法有关,这种误差用最大的温度偏差(Δ)来表示。

3.2 定义

GB/T 17573 中的定义及下列定义适用于本标准。

3.2.1

压阻系数 piezoresistance coefficient

半导体材料在应力作用下的压阻效应的度量。

3.2.2

绝对压力 absolute pressure

以绝对真空作为参考点的压力。

3.2.3

参考压力 reference pressure

用来定义其他压力的压力参考点,通常是绝对真空或环境大气压力。

3.2.4

差压 differential pressure

同时作用在膜片两个相对端面上的两个(绝对)压力的差。

3.2.5

相对压力 relative pressure

当把两个压力的其中一个作为参考压力,另一个作为被测压力时,两个压力之差为相对压力。

3.2.6

表压 gauge pressure

当把环境大气压力作为参考压力时的相对压力。

3.2.7

系统压力(或共模压力) system pressure (or common-mode pressure)

对差压传感器来讲,作用在传感器上但并不被转化的静态压力。

3.2.8

过压能力 over-pressure capability

可以施加在传感器上且不会损坏传感器或使传感器失去校正精度的最大压力。

3.2.9

微分输出电阻 differential output resistance

在规定压力下输出电压作为输出电流一阶导数。该术语用于基本传感器(没有集成信号放大器)。

注:实际上,微分输出电阻可以用输出负载阻抗的微小变化而带来的输出电压的变化与输出电流变化的比值来表示。

3.2.10

输入电阻 input resistance

供电电压与供电电流的比值。

3.2.11

绝缘电阻 isolation resistance

传感器与被测介质接触的敏感部分与传感器所有电气引出端之间的电阻。

注:实际上,当被测介质不导电时(如气体或油),本概念不适用。

3.2.12

标称的压力范围 calibrated pressure range

设计的器件的工作范围,在此压力范围内,传感器的转换特性符合规定的极限值。

3.2.13

零点电压温度系数 temperature coefficient of offset voltage

零点电压相对温度变化的变化。

3.2.14

满量程输出温度系数 temperature coefficient of full-scale span voltage

满量程输出电压相对温度变化的变化。

3.2.15

灵敏度的温度系数 temperature coefficient of the pressure sensitivity

压力灵敏度相对温度变化的变化。

3.2.16

零点输出的最大温度偏差 maximum temperature deviation of the offset voltage

传感器在规定的温度范围内,零点输出电压与参考温度下的零点输出电压之间的最大偏差。

3.2.17

满量程输出的最大温度偏差 maximum temperature deviation of the full-scale span voltage

在规定的温度范围内传感器的满量程输出与传感器在参考温度下的满量程输出之间的最大偏差。

3.2.18

满刻度压力 full-scale pressure

指校准压力范围上限的压力。

3.2.19

零刻度压力 zero-scale pressure

指校准压力范围下限的压力。

3.2.20

零点输出(也叫零压力下的零点输出) null offset (also called zero pressure offset)

传感器在零压力时的电输出量,也就是作用在传感器感应膜片两边的压力相等时的输出。

GB/T 20522—2006/IEC 60747-14-3:2001

3.2.21

破坏压力 burst pressure

给传感器带来不可恢复损坏的压力值。

3.2.22

(端点)线性误差 (end-point) linearity error

在给定压力下,实际输出电压与端点直线对应电压值之间的差。

3.2.23

总误差 total error

如果真实电压在零刻度压力和满刻度压力下与标称值相等,且输出电压按照这两点所确定的直线线性变化,则在给定压力下根据这条直线所计算出理论电压值与输出电压的真实值之间的差叫总误差。

3.2.24

准确度 accuracy

在整个压力范围和温度范围内,由各种误差源,例如:线性度、迟滞、重复性和温度漂移等,引起的实际输出值与标称值之间的最大偏差与 25℃ 时满量程的百分比。

3.2.25

迟滞 hysteresis

对应同一输入量,无论输入量增大行程和输入量减小行程,传感器产生相同的输出量的能力。在工作范围内,压力迟滞的测量是在恒定温度下进行的,温度迟滞的测量是在恒定压力下进行的。

3.2.25.1

压力循环迟滞 pressure-cycle hysteresis

室温下,对于传感器的工作压力范围内的任意压力,在增大行程接近并达到该压力和减小行程接近并达到该压力时,传感器两次输出之间的差。

3.2.25.2

温度循环迟滞 temperature-cycle hysteresis

在工作压力范围内,对应任意温度,当温度从最低工作温度接近并达到该温度和从最高工作温度接近并达到该温度时,传感器两次输出之间的差。

3.2.26

输出电压的压力循环漂移 pressure-cycling drift of output voltage

在其他工作条件保持恒定的情况下,传感器对应给定压力的初始输出电压与经过一系列压力循环后最终输出电压之间的差。

3.2.27

输出电压的温度循环漂移 temperature-cycling drift of output voltage

在其他工作条件保持恒定的情况下,传感器在给定温度下的初始输出电压与经过一系列温度循环后的最终输出电压之间的差。

3.2.28

输出电压的压力循环不稳定性范围 pressure-cycling instability range of output voltage

其他工作条件保持恒定,经过一系列压力循环后,在给定的压力下得到的最大输出电压与最小输出电压之间的差。

3.2.29

输出电压的温度循环不稳定性范围 temperature-cycling instability range of output voltage

其他工作条件保持恒定,经过一系列温度循环后,在给定的温度下得到的最大输出电压与最小输出电压之间的差。

3.2.30

满量程灵敏度 full-scale span sensitivity

满量程输出与校准压力范围之比。

3.2.31

满量程灵敏度的温度系数 temperature coefficient of full-scale span sensitivity

满量程灵敏度相对温度变化的变化。

3.3 文字符号

3.3.1 总则

GB/T 17573—1998 第 V 篇第 2,3,4 章适用于本标准。

3.3.2 文字符号表

名 称	文字符号	备 注
压阻系数 Piezoresistance coefficient	π_l, π_t	π_l 为纵向系数, π_t 为横向系数
绝对压力 Absolute pressure	P_{abs}	
参考压力 Reference pressure	P_{ref}	
差压 Differential pressure	ΔP	
相对压力 Relative pressure	P_{rel}	
零点输出电压 Offset voltage	V_{os}	
满刻度压力 Full-scale pressure	P_{fs}	
零刻度压力 Zero-scale pressure	P_{zs}	
破坏压力 Burst pressure	P_{burst}	
微分输出电阻 Differential output resistance	R_{do}	
绝缘电阻 Isolation resistance	R_{iso}	
满量程 Full-scale span	V_{FSS}	
响应时间 Response time	t_{resp}	
灵敏度 Sensitivity	S	

表(续)

名 称	文字符号	备 注
灵敏度的温度系数 Temperature coefficient of sensitivity	α_S	
总误差 Total error	$E_t, E_t(p)$	E_t 为任意压力下总误差, $E_t(p)$ 为规定压力下总误差
端点线性度误差 (End-point) linearity error	$E_1, E_1(p)$	E_1 为任意压力下, $E_1(p)$ 为规定压力下
输出电压的压力迟滞 Pressure hysteresis of output voltage	H_{ohp}	
输出电压的温度迟滞 Temperature hysteresis of output voltage	H_{ohT}	
零点输出的温度系数 Temperature coefficient of offset voltage	$\alpha_{V_{os}}$	
满量程输出的温度系数 Temperature coefficient of full-scale span	$\alpha_{V_{FSS}}$	
零点输出电压的最大温度偏差 Maximum temperature deviation of the offset voltage	ΔV_{os}	
满量程输出电压的最大温度偏差 Maximum temperature deviation of full-scale span	ΔV_{FSS}	
输出电压的压力循环漂移 Pressure-cycling drift of output voltage	ΔV_{cyp}	
输出电压的温度循环漂移 Temperature-cycling drift of output voltage	ΔV_{cT}	
输出电压的压力循环不稳定性范围 Pressure-cycling instability range of output voltage	ΔV_{mp}	
输出电压的温度循环不稳定性范围 Temperature-cycling instability range of output voltage	ΔV_{mT}	

4 基本额定值和特性

4.1 概述

4.1.1 用于压阻传感器的传感器材料

半导体压力传感器所用的材料是有显著压阻效应的半导体材料,例如,硅化合物半导体以及某些金属氧化物半导体。压力传感器的额定值取决于其所用的材料。

4.1.2 使用注意事项

使用传感器时,必须遵守 GB/T 17573—1998 第 IX 篇第 1 章中所给出的使用注意事项。

4.1.3 类型

必须说明压力传感器所测压力的类型,比如绝对压力、表压、差压等。

4.2 额定值

4.2.1 压力

4.2.1.1 最大压力($P_{\max}$)4.2.1.2 破坏压力(P_{burst})

4.2.1.3 过压能力

4.2.1.4 规定压力的最大的压力循环数。

4.2.2 温度

4.2.2.1 最低和最高贮存温度(T_{stg})4.2.2.2 最低和最高工作温度(T_{amb})

4.2.3 电压

最高供电电压(V_{smax})或最高供电电流(I_{smax})。

4.3 特性

除非另有规定,否则下面规定的特性只在 4.2.2.2 规定的工作温度范围内适用。

4.3.1 满量程输出(V_{FS})

工作温度为+25℃时,传感器输出上限与下限之间的代数差。

4.3.2 满刻度输出(V_{FSO})

工作温度为+25℃时,测量范围内传感器输出的上限。

注: $V_{\text{FSO}} = V_{\text{off}} + V_{\text{FS}}$

4.3.3 灵敏度(S)

在规定的供电电压或供电电流下,单位压力变化所引起的输出的变化。

4.3.4 满量程灵敏度的温度系数(α_s)

单位温度变化所引起的灵敏度的变化与规定温度(通常为 25℃)下灵敏度的百分比。

4.3.5 零点输出电压(V_{os})

在固定的工作温度和规定的供电电压或电流下,传感器在没有被施加压力时输出的最大和最小值。

4.3.6 零点输出电压的温度系数($\alpha_{V_{\text{os}}}$)

单位温度的变化所引起的零点输出电压的变化与规定温度下(通常为 25℃)的零点输出电压的百分比。

4.3.7 输出电压的压力迟滞(H_{dp})

在规定的压力范围内,在规定的供电电压或电流下,输出电压的最大和最小值与满量程输出电压的百分比。

4.3.8 输出电压的温度迟滞(H_{dT})

在规定的温度范围内,在规定的供电电压或电流下,输出电压的最大和最小值与满量程输出电压的百分比。

4.3.9 响应时间

从一个阶跃激励施加到传感器上,到传感器响应并稳定在规定值所需时间。

4.3.10 预热

预热是指传感器在供电并且压力达到稳定后,传感器达到规定的输出电压所需要的时间。

4.3.11 尺寸

技术图纸中应规定带公差尺寸。

4.3.12 机械特性

——质量;

——空腔体积;

——外体积;

GB/T 20522—2006/IEC 60747-14-3:2001

——密封性。

5 测试方法

5.1 概述

5.1.1 注意事项

GB/T 17573—1998 第Ⅶ篇第2章所列出的注意事项适用于本标准。

5.1.2 测量条件

除非另有规定,测量应在 25℃ 下,在工作压力范围内进行。

5.2 输出电压的测量

5.2.1 目的

测量规定条件下的输出电压。

5.2.2 测量原理

a) 电路图——压阻型

b) 电路描述及要求

测量仪表和/或测量仪器的内阻不能影响被测电路的性能和测试结果。

注:半导体压力传感器对温度非常敏感,必须在被测传感器达到热稳定后再进行测量。

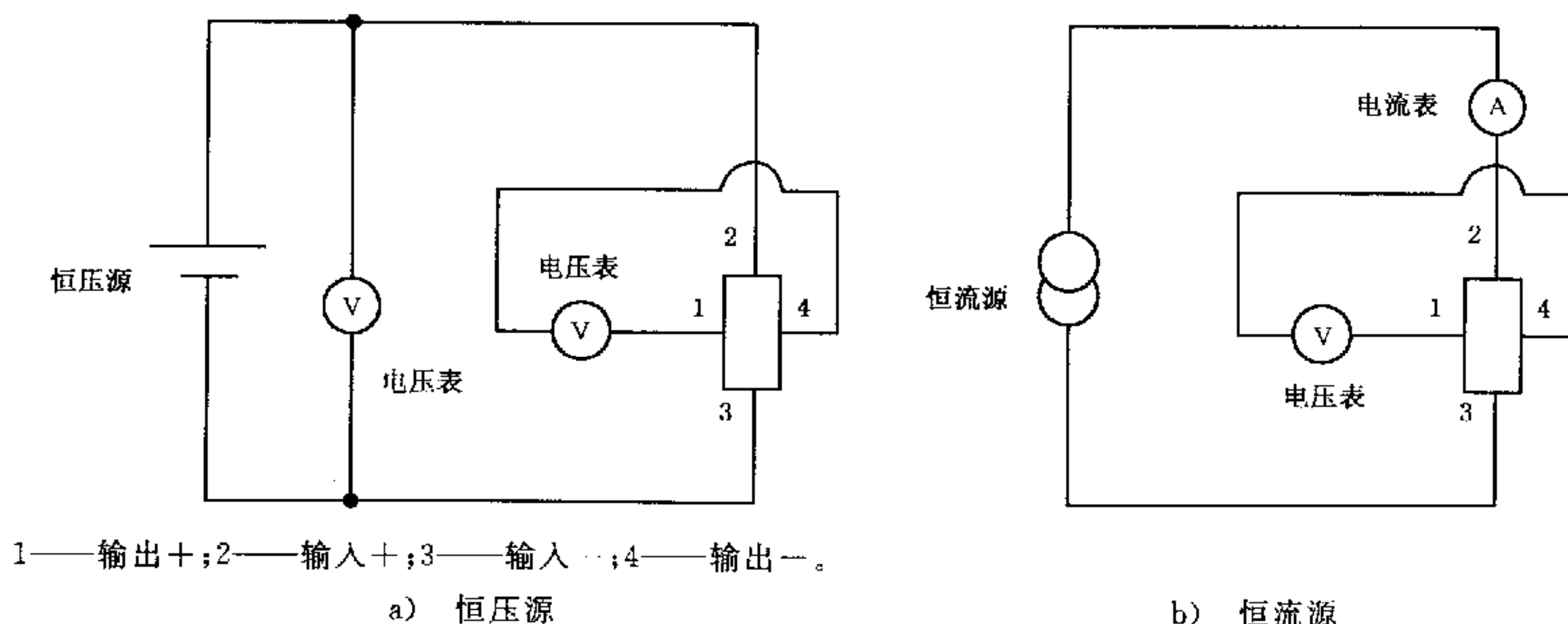


图 1 测量输出电压的基本电路

5.2.2.1 测量程序——满量程输出

环境温度已经稳定。

使用图 1 所示电路,在传感器的输入端施加规定的电压或电流。

将引出端接入电路的传感器置于规定压力下。等待温度稳定。

在最大压力 $P_{\max}$ 处测量满刻度输出 V_{FSO} ,在不施加压力的情况下测量零点输出 V_{OS} 。

利用下面的公式计算满量程输出 V_{FSS} :

$$V_{\text{FSS}} = V_{\text{FSO}} - V_{\text{OS}}$$

5.2.2.2 需要规定的测试条件

环境温度或参考温度。

施加的压力。

供电电压或电流。

5.3 灵敏度(S)

5.3.1 目的

测量传感器在规定条件下的灵敏度。

5.3.2 测量程序

测量传感器在压力 P_1, P_2 下的输出 V_1, V_2 , 则

$$S = (V_2 - V_1) / (P_1 - P_2)$$

注: 实际测量中, P_1, P_2 通常为压力范围的极限值; 参考温度为 25°C , 在这种情况下所得到的灵敏度也可以叫做满量程灵敏度。

5.3.3 需要规定的测试条件

环境温度或参考温度。

施加的压力。

供电电压或电流。

5.4 灵敏度的温度系数(α_s)

5.4.1 目的

测量在规定条件下传感器灵敏度的温度系数。

5.4.1.1 非补偿传感器

计算传感器在压力为最大值 $P_{\max}$ 时, 在整个温度范围内的灵敏度相对于在 25°C 时的灵敏度。

$$\alpha_s = [S(T_{\max}) - S(T_{\min}) \times 100] / [(T_{\max} - T_{\min}) \times S(25^\circ\text{C})]$$

注 1: 实际测量中, $T_{\min}$ 常取测量温度范围的下限, $T_{\max}$ 常取测量温度的上限。单位是 $\%/^\circ\text{C}$ 。

5.4.1.2 补偿型传感器

输出电压在测量温度范围内的相对于 25°C 时的输出电压的偏差。

5.4.2 需要规定的测量条件

进行测量的温度。

供电电压或供电电流。

5.5 满量程温度系数($\alpha_{V_{FSS}}$)和满量程最大温度漂移(ΔV_{FSS})

5.5.1 目的

测量传感器在规定条件下的满量程温度系数。

5.5.1.1 非补偿型传感器

测量在最大压力下传感器在整个温度范围内的满量程输出电压, 与 25°C 时的满量程输出电压相比较。

$$\alpha_{V_{FSS}} = [(V_{FSS}(T_{\max}) - V_{FSS}(T_{\min})) \times 100] / [(T_{\max} - T_{\min}) \times V_{FSS}(25^\circ\text{C})]$$

注: 在实际测量中, $T_{\max}$ 和 $T_{\min}$ 通常是测量温度范围的高点和低点。单位是 $\%FSS/^\circ\text{C}$ 。

5.5.1.2 补偿型传感器

在最高和最低工作温度下传感器满量程输出电压之间的差, 与 25°C 时的满量程输出电压之比。

注: 在实际应用中使用了满量程输出的最大偏差(ΔV_{FSS})这个概念, 它是指在给定的温度范围内(如 $0 \sim 85^\circ\text{C}$)的满量程输出与 25°C 时满量程输出的最大偏差。

$$\Delta V_{FSS} = \text{Max}(V_{FSS}(T) - V_{FSS}(25^\circ\text{C}))$$

T 是整个测量温度范围内的任意温度。

5.5.2 需要规定的测试条件

进行测量的温度。

供电电压和电流。

5.6 零点输出电压的温度系数(α_{V_0})和零点输出电压的最大温度偏差(ΔV_0)

5.6.1 目的

测量零点输出电压的温度系数。

5.6.1.1 非补偿型传感器

计算传感器在没有压力作用时在温度 TH 和 TL 下的零点输出电压:

GB/T 20522—2006/IEC 60747-14-3:2001

$$\alpha_{V_{os}} = (V_{os}(T_{max}) - V_{os}(T_{min})) / (T_{max} - T_{min})$$

注：在实际测量中， T_{min} 在测量温度范围的较低点， T_{max} 在测量温度范围的较高点。单位是 $\mu V/^\circ C$ 。

5.6.1.2 补偿型传感器

在不施加力的情况下，传感器在整个测量温度范围内输出的变化与 $25^\circ C$ 时传感器输出的偏差。

注：实际上，用 ΔV_{os} 来表示零点输出电压的最大偏差，它是指传感器在规定的温度范围内（通常是 $0^\circ C \sim 85^\circ C$ ）的零点输出电压与 $25^\circ C$ 时的零点输出电压的最大偏差。

$$\Delta V_{os} = \text{Max}(V_{os}(T) - V_{os}(25^\circ C)), T \text{ 是温度范围内的任意温度。}$$

5.6.2 需要规定的测试条件

进行测量的温度。

供电电压和电流。

5.7 输出电压的压力迟滞 (H_{bp})

5.7.1 目的

测量输出电压的压力迟滞。

5.7.2 电路图和对电路的描述

按图 1。

对输出电压的压力迟滞的定义和说明请参照 GB/T 20521—2006 的 3.3 和图 2，在本条中，变量为所施加的压力，输出为规定条件下的输出电压。

5.7.3 需要规定的条件

进行测试时的温度。

供电电压或电流。

5.8 输出电压的温度迟滞 (H_{ot})

5.8.1 目的

测量输出电压的温度迟滞。

5.8.2 测量过程

对输出电压的温度迟滞的定义和说明请参照 GB/T 20521—2006 的 3.3 和图 2，在本条中，变量为温度，输出为规定条件下的输出电压。

5.8.3 需要规定的条件

进行测量时的压力。

供电电压或电流。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准

半导体器件

第 14-3 部分:半导体传感器——

压力传感器

GB/T 20522—2006/IEC 60747-14-3:2001

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街 16 号

邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 21 千字

2007 年 1 月第一版 2007 年 1 月第一次印刷

*

书号:155066·1-27674 定价 12.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533



GB/T 20522-2006