

力学传感器

电阻应变片力传感器

深圳市凌雁电子有限公司

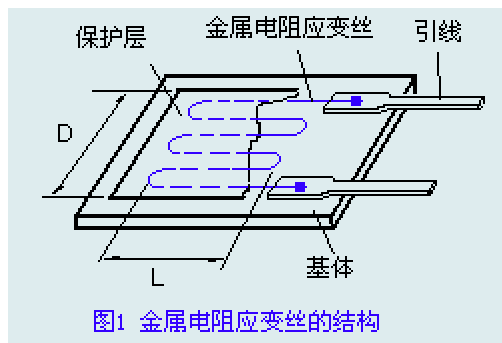
力学传感器是将各种力学量转换为电信号的器件，力学量可分为几何学量、运动学量及力学量三部分，其中几何学量指的是位移、形变、尺寸等，运动学量是指几何学量的时间函数，如速度、加速度等。力学量包括质量、力、力矩、压力、应力等。根据被测力学量的不同，这里我们首先要介绍的是应用最为广泛的应变式压力传感器，在以后的网页中，我们将逐步介绍其它类型的力学传感器。

力学传感器的种类繁多，如电阻应变片压力传感器、半导体应变片压力传感器、压阻式压力传感器、电感式压力传感器、电容式压力传感器、谐振式压力传感器及电容式加速度传感器等。但应用最为广泛的是压阻式压力传感器，它具有极低的价格和较高的精度以及较好的线性特性。下面我们主要介绍这类传感器。

在了解压阻式力传感器时，我们首先认识一下电阻应变片这种元件。电阻应变片是一种将被测件上的应变变化转换成为一种电信号的敏感器件。它是压阻式应变传感器的主要组成部分之一。电阻应变片应用最多的是金属电阻应变片和半导体应变片两种。金属电阻应变片又有丝状应变片和金属箔状应变片两种。通常是将应变片通过特殊的粘和剂紧密的粘合在产生力学应变基体上，当基体受力发生应力变化时，电阻应变片也一起产生形变，使应变片的阻值发生改变，从而使加在电阻上的电压发生变化。这种应变片在受力时产生的阻值变化通常较小，一般这种应变片都组成应变电桥，并通过后续的仪表放大器进行放大，再传输给处理电路（通常是 A/D 转换和 CPU）显示或执行机构。

◆ 金属电阻应变片的内部结构

如图 1 所示，是电阻应变片的结构示意图，它由基体材料、金属应变丝或应变箔、绝缘保护片和引出线等部分组成。根据不同的用途，电阻应变片的阻值可以由设计者设计，但电阻的取值范围应注意：阻值太小，所需的驱动电流太大，同时应变片的发热致使本身的温度过高，不同的环境中使用，使应变片的阻值变化太大，输出零点漂移明显，调零电路过于复杂。而电阻太大，阻抗太高，抗外界电磁干扰能力较差。一般均为几十欧至几十千欧左右。



◆ 电阻应变片的工作原理

金属电阻应变片的工作原理是吸附在基体材料上应变电阻随机械形变而产生阻值变化的现象，俗称为电阻应变效应。金属导体的电阻值可用下式表示：

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

式中： ρ ——金属导体的电阻率（ $\Omega \cdot \text{cm}^2/\text{m}$ ）
 S ——导体的截面积（ cm^2 ）

L ——导体的长度 (m)

我们以金属丝应变电阻为例,当金属丝受外力作用时,其长度和截面积都会发生变化,从上式中可很容易看出,其电阻值即会发生改变,假如金属丝受外力作用而伸长时,其长度增加,而截面积减少,电阻值便会增大。当金属丝受外力作用而压缩时,长度减小而截面增加,电阻值则会减小。只要测出加在电阻的变化(通常是测量电阻两端的电压),即可获得应变金属丝的应变情况。

某些固体材料受到外力的作用后,除了产生变形,其电阻率也要发生变化,这种由于应力的作用而使材料电阻率发生变化的现象称为“压阻效应”。利用压阻效应制成的传感器称为压阻式传感器。

压阻式传感器有两重类型:一种是利用半导体材料的体电阻做成粘贴式应变片,称为半导体应变片,用此应变片制成的传感器称为半导体应变式传感器,另一种是在半导体材料的基片上用集成电路工艺制成的扩散电阻,以此扩散电阻的传感器称为扩散型压阻传感器。

◆ 半导体应变式传感器

半导体应变式传感器的结构形式基本上与电阻应变片传感器相同,也是由弹性敏感元件等三部分组成,所不同的是应变片的敏感栅是用半导体材料制成。图1所示为半导体应变片典型结构。半导体敏感条1粘贴在由胶膜制成的基底2上,并有引线5将其与联接片4相接,变于焊接外部引线3。

半导体应变片与金属应变片相比,最突出的优点是它的体积小而灵敏高。它的灵敏系数比后者要大几十倍甚至上百倍,输出信号有时不必放大即可直接进行测量记录。此外,半导体应变片横向效应非常小,蠕变和滞后也小,频率响应范围亦很宽,从静态应变至高频动态应变都能测量。由于半导体集成化制造工艺的发展,用此技术与半导体应变片相结合,可以直接制成各种小型和超小型半导体应变式传感器,使测量系统大为简化。

但是半导体应变片也存在着很大的缺点,它的电阻温度系统要比金属电阻变化大一个数量级,灵敏系数随温度变化较大,它的应变—电阻特性曲线性较大,它的电阻值和灵敏系数分散性较大,不利于选配组合电桥等等。

◆ 扩散型压阻式传感器

扩散型压阻传感器的基片是半导体单晶硅。单晶硅是各向异性材料,取向不同时特性不一样。因此必须根据传感器受力变形情况来加工制作扩散硅敏感电阻膜片。

利用半导体压阻效应,可设计成多种类型传感器,其中压力传感器和加速度传感器为压阻式传感器的基本型式。

图2为压阻式压力传感器结构示意图。

硅压阻式压力传感器由外壳、硅膜片(硅杯)和引线等组成。硅膜片是核心部分,其外形状象杯故名硅杯,在硅膜上,用半导体工艺中的扩散掺杂法做成四个相等的电阻,经蒸镀金属电极及连线,接成惠斯登电桥再用压焊法与外引线相连。膜片的一侧是被测系数相连接的高压腔,另一侧是低压腔,通常和大气相连,也有做成真空的。当膜片两边存在压力差时,膜片发生变形,产生应力应变,从而使扩散电阻的电阻值发生变化,电桥失去平衡,输出相对应的电压,其大小就反映了膜片所受压力差值。

“中国电子技术信息网”（简称“中国电子网”）是一个专业的电子技术网站，是一个提供全面电子信息的平台。我们以电子技术为核心，面向工程师的需求选取了大量技术文章与资料；同时我们以信息服务为目标，为业界提供全面的最新的行业动态和市场信息。

我们的宗旨是务实、求是、渊博。我们选取资料以实用为标准，坚决杜绝泛泛而谈或花而不实的素材出现。我们立题广而不滥，每个专题都是以网友关心的具体技术来设立。我们慎重处理每位网友的意见与需求，力求为大家提供完善的服务。

www.EC66.com