

5.2 压电材料

压电材料可分为三大类：压电晶体（单晶），如石英等；压电陶瓷（多晶半导瓷），如钛酸钡、锆钛酸铅等；新型压电材料，包括压电半导体（如硫化锌、碲化镉等）和高分子压电材料。

选取合适的压电材料是压电式传感器的关键，一般应从以下几个主要特性进行选择。

① 转换性能。要求具有较大的压电常数。

② 机械性能。压电元件作为受力元件，希望它的机械强度高、刚度大，以期获得宽的线性范围和高的固有振动频率。

③ 电性能。希望具有高电阻率和大介电常数，以减弱外部分布电容的影响并获得良好的低频特性。

④ 环境适应性。温度和湿度稳定性要好，要求具有较高的居里点，以获得较宽的工作温度范围。

⑤ 时间稳定性。要求压电性能不随时间变化。

5.2.1 石英晶体

石英 (SiO_2) 是一种具有良好压电特性的压电晶体。在几百摄氏度的温度范围内, 其介电常数和压电系数几乎不随温度而变化。但是当温度升高到 573°C 时, 石英晶体将完全丧失压电特性, 这个温度称为居里点。石英晶体的突出优点是性能非常稳定, 它有很大的机械强度和稳定的机械性能。但石英材料价格昂贵, 且压电系数比压电陶瓷低得多, 因此一般仅用于标准仪器或要求较高的传感器中。

石英晶体有天然和人工培养两种类型。人工培养的石英晶体的物理和化学性质几乎与天然石英晶体没有区别, 因此目前广泛应用成本较低的人造石英晶体。

因为石英是一种各向异性晶体, 因此, 按不同方向切割的晶片, 其物理性质 (如弹性、压电效应、温度特性等) 相差很大。在设计石英传感器时, 应根据不同使用要求正确地选择石英片的切型。

5.2.2 压电陶瓷

压电陶瓷具有很高的压电系数, 又有制作工艺简单、耐湿、耐高温等优点, 因而发展迅速, 应用极为广泛。压电陶瓷主要有以下几种。

1. 钛酸钡压电陶瓷

钛酸钡 (BaTiO_3) 是由碳酸钡 (BaCO_3) 和二氧化钛 (TiO_2) 按 1:1 分子比例在高温下合成的压电陶瓷。它具有很高的介电常数和较大的压电系数 (约为石英晶体的 50 倍)。不足之处是居里点温度低 (120°C), 温度稳定性和机械强度不如石英晶体。

2. 锆钛酸铅系压电陶瓷 (PZT)

锆钛酸铅是由 PbTiO_3 和 PbZrO_3 组成的固溶体 $\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$ 。与钛酸钡相比, 它的压电系数更大, 居里点温度在 300°C 以上, 各项机电参数受温度影响小, 时间稳定性好。此外, 还可在锆钛酸中添加一种或两种其他微量元素 (如铌、锶、锡、锰、钨等), 以获得不同性能的 PZT 材料。因此锆钛酸铅系压电陶瓷是目前压电式传感器中应用最广泛的压电材料。

5.2.3 新型压电材料

1. 压电半导体材料

压电半导体材料有 ZnO 、 CdS 、 ZnO 、 CdTe 等, 这种力敏器件具有灵敏度高、响应时间短等优点。此外用 ZnO 作为声表面波振荡器的压电材料, 可检测力和温度等参数。

2. 高分子压电材料

某些合成高分子聚合物薄膜经延展拉伸和电场极化后具有一定的压电性能, 这类薄膜称为高分子压电薄膜。目前出现的压电薄膜有聚二氟乙烯 PVF_2 、聚氟乙烯 PVF 、聚氯乙烯

第5章 压电式传感器

PVC、聚 γ 甲基-L谷氨酸酯 PMG 等。高分子压电材料是一种柔软的压电材料，不易破碎，可以大量生产和制成较大的面积。如果将压电陶瓷粉末加入高分子化合物中，可以制成高分子-压电陶瓷薄膜，它既保持了高分子压电薄膜的柔软性，又具有较高的压电系数，是一种很有希望的压电材料。