

物性型湿度传感器的物理性能及其应用

王志刚

(唐山师范学院物理系 河北 063000)

在科学技术日益发达的今天,人类对自身的生活环境及工作环境要求越来越高。湿度的监测与控制在国民经济各个部门,在国防、科研及人民生活等许多领域有着非常广泛的应用。众所周知,湿度的测量具有一定的复杂性,而对湿度进行控制则更不易实现。这样,人们熟知的毛发湿度计、干湿球湿度计等已不能满足现代要求的实际需要,为此,人们研制了各种湿度传感器。其中物性型湿度传感器以其测量范围宽,响应速度快,测量精度高,稳定性好,体积小,重量轻,制造工艺简单等显示出极大的优越性,在实际中得到了广泛应用。本文仅就这一类型传感器的感湿原理及应用领域作简要介绍。

一、物性型湿度传感器的感湿原理

所谓物性型湿度传感器是指其敏感元件的物理性能(或标志物理性能的物理量)随湿度而变化的传感器。敏感元件的物理性能变化为电信号,而电信号易于监测,易于数字化,易于用来控制湿度控制器(加湿机、去湿机等),这样就可以顺利地湿度进行监测和控制。最有代表性的是电阻式湿度传感器和电容式湿度传感器。

电阻式湿度传感器的敏感元件为湿敏电阻,其主要材料一般为电介质、半导体、多孔陶瓷,有机物及高分子聚合物。这些材料对水的吸附较强,其吸附水分多少随湿度而变化。而材料的电阻率(或电导率)也随吸附水分的多少而变化。这样,湿度的变化可导致湿敏电阻阻值的变化,电阻值的变化就可转化为需要的电信号。例如,氯化锂湿敏电阻,它是在绝缘基板上形成一对电极,涂上潮解性盐——氯化锂的水溶液而制成的。氯化锂的水溶液在基板上形成薄膜。随着空气中水蒸气含量的增减,薄膜吸湿脱湿,溶液中盐的浓度减小、增大,电阻率随之增大、减小,两极间电阻也就增大、减小。又如 $MgCr_2O_4 \cdot TiO_2$ 多孔陶瓷湿敏电阻,它是由 TiO_2 和 $MgCr_2O_4$ 在高温下烧制而成的多孔陶瓷,陶瓷本身是由许多小晶粒构成的。其中的气孔多与外界相通,相当于毛细管。通过毛孔可以吸附水分子。在晶界处水分子被化学吸附时,有羟基和氢离子形成,羟基又可对水分子进行物

理吸附,从而形成水的多分子层,此时形成极高的氢离子浓度。环境湿度的变化会引起离子浓度变化,从而导致两极间电阻的变化。

电容式湿度传感器的敏感元件为湿敏电容,主要材料一般为高分子聚合物、金属氧化物。这些材料对水分子有较强的吸附能力,吸附水分的多少随环境湿度而变化。由于水分子有较大的电偶极矩,吸水后材料的电容率发生变化。电容器的电容值也就发生变化。同样,把电容值的变化转变为电信号,就可以对湿度进行监测。例如,聚苯乙烯薄膜湿敏电容。通过等离子体法聚合的聚苯乙烯具有亲水性极性基团。随着环境湿度的增减,它吸湿脱湿,电容值也随之增减。从而得到的电信号随湿度的变化而变化。

二、湿度传感器的应用领域

任何行业的工作都离不开空气,而空气的湿度又与工作、生活、生产有直接联系,而湿度的监测与控制越来越显得重要。湿度传感器在许多部门得到了广泛应用,并起到了重要作用。湿度传感器的应用主要有如下几个方面:

(1) 气候 天气测量和预报对工农业生产、军事及人民生活 and 科学实验等方面都有重要意义,因而湿度传感器是必不可少的测湿设备,如树脂膨散式湿度传感器已用于气象气球测湿仪器上。

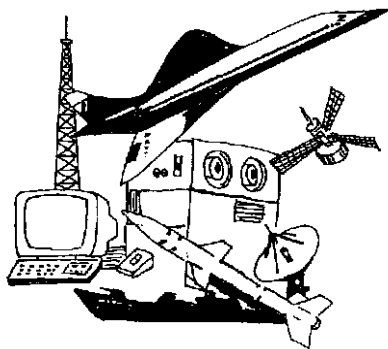
(2) 温室养殖 现代农林畜牧各产业都有相当数量的温室,温室的湿度控制与温度控制同样重要,把湿度控制在农作物、树木、畜禽等生长适宜的范围,是减少病虫害、提高产量的条件之一。例如,孵化雏鸡,相对湿度应控制在 68% 左右,湿度过高不利于雏鸡生长,过低不利于雏鸡出壳。目前,已有相当数量的养殖场温室安装上了空调机,对温度湿度进行调控。

(3) 工业生产 在纺织、电子、精密机器、陶瓷工业等部门,空气湿度直接影响产品的质量和产量,必须有效地进行监测调控。例如,某些陶瓷胚体在干燥室干燥过程中,需将空气温度、湿度控制在一定范围内以保证胚体水分在所要求范围,否则在窑中

塞贝克效应与温差发电

许志建 徐行

(西安航空技术高等专科学校基础部 陕西 710077)



将两种半导体的两端结合在一起并使之一处于高温状态(热端),而另一端开路且处于低温状态(冷端),则在冷端(T_1)存在开路电压 ΔV ,这个效应称塞贝克效应。如图1所示。塞贝克电压 ΔV 与热冷两端的温度差 ΔT 成正比,即

$$\Delta V = \alpha_S \Delta T = \alpha_S (T_2 - T_1) \quad (1)$$

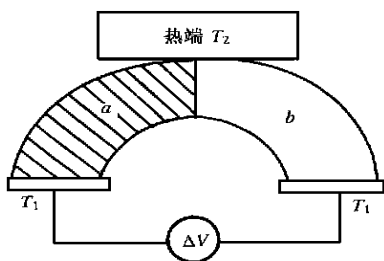


图1 塞贝克效应

其中 α_S 称为塞贝克系数,其单位是 V/K 或 $\mu V/K$ 。塞贝克系数由材料本身的电子能带结构决定的。

理论上N型半导体材料的塞贝克系数为

$$\alpha_S = - \frac{k_B}{e} \left[\ln \frac{N_e}{n} + 2.5 + r + \varphi_n \right] \quad (2)$$

其中 e 为电子电量, k_B 是波耳兹曼常数, N_e 是导带态密度, n 是电子浓度,由掺杂浓度确定, r 是一个指数因子, φ_n 表示声子的拖曳效应。 r 的典型值在 $-1 \sim 2$ 之间,它是载流子碰撞平均自由时间 τ 与载流子能量 E 间指数关系的幂次,即

$$\tau \propto E^r \quad (3)$$

对于声波、光波、中性杂质、电离杂质等散射机制, r 值分别等于 $-1/2$, $1/2$, 0 和 $2/3$ 。室温下 φ_n 的值在对应于重掺杂硅的 0 到低掺杂硅的 5 之间变化。对于P型硅的 α_S 值可以得到类似的表达式,但符号变成正值。表1给出一些常见材料的 α_S 值。

从应用讲,决定一种半导体热电材料的优劣不

烧制时就会出现不同程度的裂痕。为此,要烧出高质量的瓷品,干燥室就要配置有恒温器控制的空调器。又如生产厂家为了考核产品对自然环境的实用性设有湿热实验室,其中空气湿度温度可调,以模拟自然环境,这里湿度传感器必不可少。

(4) 储藏 各种物品对环境均有一定的适应性。湿度过高过低均会使物品丧失原有性能。如在高湿度地区,电子产品在仓库的损害严重,非金属零件发霉变质,绝缘性能降低,导致漏电击穿;金属零件腐蚀生锈。有研究表明:金属材料的邻界相对湿度为 70% ,非金属材料为 80% 。要较好地保存物品,仓库空气相对湿度应控制在物品的临界相对湿度以下。

(5) 精密仪器的使用保护 许多精密仪器、设备对工作环境要求较高。环境湿度必须控制在一定范围内,以保证它们的正常工作,提高工作效率及可靠性。如电话程控交换机工作湿度在 $55\% \pm 10\%$ 较好。温度过高会影响绝缘性能,过低易产生静电,影响正常工作。因而不少计算机房和程控交换机房

用上了装有恒温恒湿空调机甚至更高级的空调机。

(6) 医疗卫生 在医疗部门湿度传感器也有许多应用。例如,人呼吸时吸入的空气充分湿化对维护呼吸系统的正常生理功能极为重要,有助于保护气管、支气管黏膜等。正常人吸入空气的湿化是靠上呼吸道进行的。许多疾病可引起呼吸道湿化不足或所需湿化量增加,此时需要湿化治疗,对患者人工通气,气体的温度应控制在 $37^\circ C$,而相对湿度应控制在 70% 以上。又如,人们生活所处的空间,也要求湿度控制在适当的范围。湿度过高,会使人感到呼吸不畅,湿度过低,又使人感到口干舌燥。这些都不利人体的健康。为此,已有一些高级住宅、列车、汽车上安装了湿温控制空调机。

由以上可以看出,湿度传感器的应用是非常广阔的。随着科学技术的进步和人们物质文化水平的提高,对湿度传感器的需求也必将日益增加,并对其要求不断提高,这无疑会促进湿度传感器的制作和应用有更大的进展。我们相信在不久的将来湿控温控的高级空调机一定会进入人们的家庭。