

汽车陶瓷传感器 发展与现状

吴雄

文章编号：1006-883X (2001) 07-0013-03

一、前言

汽车电子控制系统发展迅猛，不仅极大地提高了汽车快捷、安全、节能、环保、舒适等各项性能，而且正改变着汽车的结构设计，改进汽车零部件观念。汽车依赖电子化的程度越来越高，目前，电子零部件在平均每辆高档车零部件成本中占有30%的比率，汽车传感器多达上百至数百只，以往安装在豪华、高档车或专用车辆上的先进传感器，现也纷纷落户在中、低档车上，陶瓷传感器就是其产品之一。

汽车陶瓷传感器采用电子功能陶瓷技术制作，具有可大批量生产、尺寸小、灵敏度高、高温下性能稳定、耐恶劣环境等特性、价格低廉适用、受到汽车厂商和电子生产厂家的重视，形成

摘要：汽车电子控制系统是将微电子和传感器融为一体的机电技术，被日益广泛地应用在汽车上。本文扼要评述国内外汽车陶瓷传感器的部分主导产品，并对其发展现状与应用作了介绍。

关键词：汽车传感器、敏感元件、敏感陶瓷。

了一批应用广泛的商品化产品，成为汽车传感器中无可替代的重要组成部分，推动着汽车电子化进程。

二、热敏陶瓷

在汽车中，检测温度通常是一个重要项目，一辆汽车上一般需用10余只陶瓷温度传感器。例如，发动机电喷系统需要连续精确地测量冷却水温度、进气温度、排气温度的传感器，以便根据温度变化修正或补偿燃油喷射量，改变怠速转速控制目标值等，获得最佳空燃比。负温度系数NTC热敏电阻的温度特性为一种指数函数，随温度升高电阻

值减小，呈现出负温度特性，灵敏度高，价格便宜，常用作检测冷却水和进气以及机油温度传感器。NTC热敏电阻由Mn、Cu、Ni、Fe等过渡金属氧化物配方，经陶瓷烧结工艺制作，按配方的不同，主要分为二元系、三元系、四元系等材料。工作温度范围在-20°C~130°C的NTC用于水温进气温度的检测，其结构是将NTC电阻装配在螺栓型金属外壳内，与电控单元的电阻串联。另一类以BaTiO₃为主要材料，与金属氧化物混合烧结制成的正温度系数PTC热敏电阻，则用作汽车的液面水平传感器或低温启动加热元件。

<http://sensorworld.com.cn>

三、气敏陶瓷

利用固体电解质气敏陶瓷材料,研制出用于汽车尾气监测的氧传感器,测定尾气排放中的氧浓度来检测发动机空燃比,除可节省燃油外,还能减少 CO、NO₂ 等有害气体的排放量。ZrO₂ 氧传感器因灵敏度高、可靠性好,在汽车的实际应用中大多数均为这种类型,其主要结构由产生电动势的 U 形 ZrO₂ 电解质敏感管以及起电极作用的衬套、电阻加热器、有废气进口的防护外壳、多孔陶瓷帽组成。ZrO₂ 管的内外表面涂覆有薄薄一层 Pt, Pt 既作电极又具有电动势放大作用,以及 Pt 涂覆在 ZrO₂ 管上的催化作用,外电极是测量电极,内电极是参比电极。气体要通过多孔陶瓷帽(扩散障)的小孔,从环境中扩散至阴极。当进气量小,排气温度低时,由电控单元给电阻加热器通电加热,保证氧传感器正常工作。ZrO₂ 氧传感器安装在歧管或前排气管内,在 400°C 高温下,敏感管内外存在氧浓度差时就会产生电动势,提供 0~1V 的反馈信号,通过检测废气中的氧压比,非常适于空燃比的控制。按工作原理,可分为浓差电池型和电化学泵的极限电流型氧传感器,这两种结构类似,制造工艺相似,分别适宜理论空燃比和稀薄燃烧系统空燃比的控制。此外, TiO₂、

Nb₂O₅、CeO₂ 等氧化物陶瓷氧传感器、薄膜和厚膜型氧传感器的研发及在汽车中的应用开发也在积极深入开展。

汽车采用柴油发动机作动力时,除氧传感器外,用氮氧化物 NO_x 传感器进一步改善燃烧状态和废气再处理也是十分重要的。利用溅射法在氧化铝基板上形成约 100μm 厚的 ZnO 及 SnO₂ 薄膜,然后加上电极,并在基板内侧装上加热器,构成 NO_x 传感器。NO_x 在薄膜表面上吸附负电荷,NO_x 浓度增加时,薄膜电阻增大,在 3~15s 内即可检测出废气中的 NO_x 浓度,灵敏度为 5~800ppm。

四、压电陶瓷

压电陶瓷在汽车中有多种应用,常见的有压电陶瓷爆震传感器、超声波传感器、加速度传感器等类别。压电陶瓷爆震传感器由压电陶瓷振子、金属片、密封垫、金属外壳等构成。压电振子产生的电荷与发动机气缸发生的振动成正比,所产生的电压经屏蔽线进入电控单元,由此检测出 7kHz 左右振动所产生的电压,电控单元根据这一电压的大小判断爆震强度,及时修正或相应推迟点火提前角消除爆震,使发动机在接近爆震、热效率最高、燃料消耗量最少的点火时刻工作,实现无爆震工作状态,保证发动机以最大可能的功率与

经济指标运转。

超声波传感器用作汽车倒车防撞报警装置,也被称为超声波倒车雷达或倒车声纳系统,尤其适用于加长型装载汽车、载重大货车、矿山汽车等大型车辆。超声波传感器通常由铝合金外壳、压电陶瓷换能器、吸声材料、引线电极所构成,具有水平方向特性宽,而垂直方向受到限制的方向性,原理上利用锆钛酸铅 PZT 压电陶瓷在电能与机械能之间相互转换的正、逆压电效应,既在压电陶瓷上加一电信号,便产生机械振动而发射超声波,当超声波在空气传播途中碰到障碍物立即被反射回来,作用于压电陶瓷时,则会有电信号输出,通过数据处理时间差测距,计算显示车与障碍物的距离及危险相撞时报警,可准确无误地探测汽车尾部及驾车者视角盲区的微小障碍物,实用性相当强。为获得高的发射效率和接收灵敏度,发射接收全并在一起的自发圆盘弯曲振动换能器的超声波传感器是目前市场上的主流产品,具有很高的发射效率与接收灵敏度以及尖锐的指向性。超声波有一定的探测角度和范围,欲覆盖汽车后部整个区域,窄体车辆需装用 2 只超声波传感器,而宽体车辆则安装 4 只或更多。用于汽车电控悬架系统直接计测车身底盘与路面距离的超声波传感器正在研制之中。超

声传感器还被用于空气流量计,检测发动机进气量大小。

压电陶瓷加速度传感器可用于汽车安全气囊系统,利用碰撞惯性形成的惯性力会在压电陶瓷体内产生剪切力作用,由此发生与加速度成正比的电荷及电压,高精度高可靠,冗余容错快速分辨碰撞实况。将两枚压电陶瓷片通过内部共同电极串联粘接起来,形成二极结构,安装在运动方向上并形成悬臂梁,并与外围电路厚膜集成制作在一个外壳内,检测汽车瞬间的低速或高速碰撞强度,转换成电信号输出,满足诊断控制多种算法要求,确保碰撞强度大时,安全气囊准确及时开启,提高汽车安全性能。

五、湿敏陶瓷

湿敏陶瓷的特点是测湿范围宽,响应时间较快,生产工艺较简单,成为汽车湿度传感器的主要材料,适用于车窗玻璃防霜、结露和发动机化油器进气部分空气湿度的检测。湿度传感器的内部装有用金属氧化物系列陶瓷材料制成的多孔烧结体,利用烧结体表面对水分子的吸附作用来敏感湿度,其灵敏度取决于材料的气孔率及孔径,感湿特征量为电阻,呈负的湿敏特性。当烧结体吸附了水分子时,其电阻值会发生变化,由镀覆电极输出,湿度增加时阻值减少,相对

湿度从 0 变化为 100%RH 时,传感器的电阻值有数千倍的变化,由此检测出湿度变化,目前主要使用的是在室温附近的质子传导型。

六、厚膜力敏

厚膜力敏传感器在汽车中的应用有两种结构,其一是将厚膜应变电阻由钎基厚膜力敏电阻浆料直接印制在陶瓷弹性体上,用 95%Al₂O₃ 陶瓷作弹性膜片,通过 850°C 高温烧结,应变电阻和弹性体牢固地成为一体,厚膜电阻因压阻效应,感受应力而产生阻值变化,用作汽车油压传感器。另一种是将硅压阻式绝对压力传感器和信号放大、温度补偿、处理电路,用厚膜混合工艺组装在陶瓷基板上,适应汽车环境的苛刻要求,用作发动机电喷系统进气歧管绝对压力传感器、涡轮增压器的增压传感器,把压力信号转换成电信号输出。其特点是耐振动,不易受温度变化影响,恶劣环境中的精度也特别高,响应速度快,在压力为 0~80kPa,温度-40°C~105°C 范围内,非线性误差为 0.3% 以下,应用较为广泛。

目前,国产汽车正站在进入家庭的门槛上,其技术性能好,防爆制动、安全气囊、自动变速、电喷等国际先进水平产品的配置应有尽有,但大都是舶来品,它要求其零部件配套厂商也要

有与国际供货商同等的产品开发能力和技术创新实力,以及质量控制水平,尤其是低廉的价格。在新世纪的第一个五年(十五)期间,国家发展汽车的各项政策更加趋于以市场为导向,零部件基础是薄弱环节,汽车传感器所面临的挑战尤为严峻。

Development and Current Status of Automotive Ceramic Sensors

Abstract: Automotive electronic control system is a kind of electromechanical technology integrated micro-electronics technology with sensor technology, and is widely used in automotive industry. Some leading products of automotive ceramic sensors are reviewed briefly in this paper, especially their development and application.

Keywords: Automotive transducer, Sensing element, Sensing ceramic

作者简介

吴雄:四川成都龙泉镇国营星光电工总厂(4431)情报室 邮编:610100

读者服务卡编号 003