

文章编号 :1004-3918(2011)05-0595-03

磁阻式与霍尔式接近开关性能比较

秦玉伟 , 张 莹

(渭南师范学院 物理与电子工程系, 陕西 渭南 714000)

摘 要: 介绍了磁阻式接近开关和霍尔式接近开关的工作原理及信号处理电路, 并对二者的动态特性进行了测量和分析. 实验表明, 磁阻式接近开关动态特性优于霍尔式接近开关, 该接近开关灵敏度高, 稳定性好, 且成本低, 可替代霍尔式接近开关, 用于铁磁性材料检测和控制.

关键词: 接近开关; 传感器; 磁敏电阻; 铽化钕; 霍尔效应

中图分类号: TP 212 文献标识码: A

接近开关是一种电子开关量传感器, 可以完成对位置量的检测, 并将位置量转换成开关量电信号输出, 从而实现对负载的控制或信号的转换与传递^[1]. 由于霍尔传感器和磁敏传感器都属于磁敏感性传感器, 因此霍尔式接近开关和磁阻式接近开关均采用磁钢触发, 动作距离除与传感器本身有关外, 还与磁钢的形状和磁感应强度有关^[1-2], 具有无触点、功耗低、寿命长、响应频率高等特点, 能够在恶劣的环境下工作, 实现定位和控制等功能, 比电感式接近开关响应频率高^[2-3].

1 工作原理

1.1 霍尔式接近开关

霍尔式接近开关核心元件为霍尔元件^[2], 基于霍尔效应原理, 即当通有电流的金属或者半导体垂直放在磁场中时, 其两端就会产生电位差, 即霍尔电势, 如图 1 所示.

霍尔电压可表示为 $U_H = R_H IB/d$, 式中 R_H 为霍尔系数, d 为材料的厚度, I 为输入电流, B 为磁感应强度. 可以看出, 霍尔电压 U_H 与磁感应强度 B 成正比, 霍尔式接近开关属于有源磁-电转换器件, 可将磁信号转换成开关量电信号, 输入信号以磁感应强度 B 来表征, 当 B 达到临界值时, 接近开关内部的触发器翻转, 输出电平状态随之发生跳变, 原理如图 2 所示.

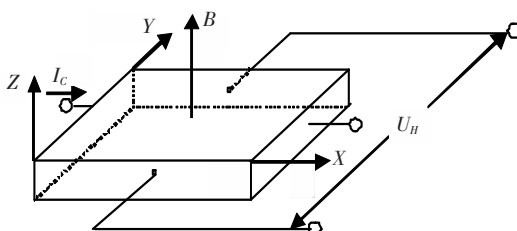


图 1 霍尔效应示意图

Fig.1 The schematic diagram of Hall effect

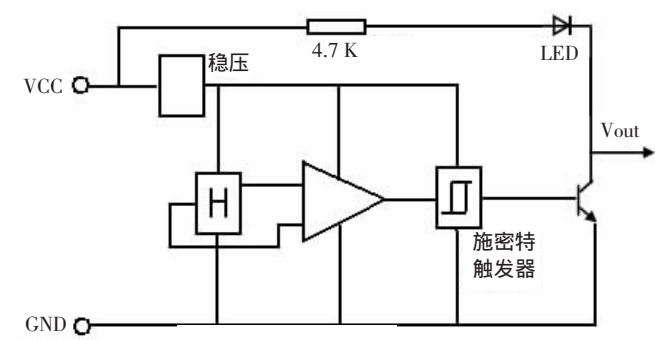


图 2 霍尔式接近开关原理图

Fig.2 The schematic diagram of the Hall proximity switch

收稿日期: 2011-02-14

基金项目: 渭南师范学院研究生专项(08YKZ040)

作者简介: 秦玉伟(1979-), 男, 山东诸城人, 讲师, 博士研究生, 研究方向为光电检测与传感器技术.

1.2 磁阻式接近开关

磁阻式接近开关核心部件为 InSb 磁敏电阻 , 基于磁阻效应原理 , 即当通有电流的半导体材料置于磁场中且磁场方向与电流方向垂直时 , 由于洛伦兹力的作用使载流子的运动方向发生偏转 , 加长了载流子运动路径 , 增大了材料的电阻率 , 即电阻增大 . 当载流子迁移率相差悬殊时 , 电阻变化率可以用下式表示^[4] :

$$(\rho_B - \rho_0) / \rho_0 = 0.275 \mu^2 B^2 , \tag{1}$$

式中 B 为磁感应强度 ρ_B, ρ_0 是磁感应强度分别为 B 和 0 时材料的电阻率 μ 为载流子的迁移率 . 由于 InSb 材料的电子迁移率较高 , 适合制作磁敏电阻 . InSb 磁敏电阻由引脚、磁阻元件 MR_1 和 MR_2 、永磁体、绝缘基片、金属外壳组成 , 并由环氧树脂灌封 , 其结构及等效电路如图 3 所示^[5].

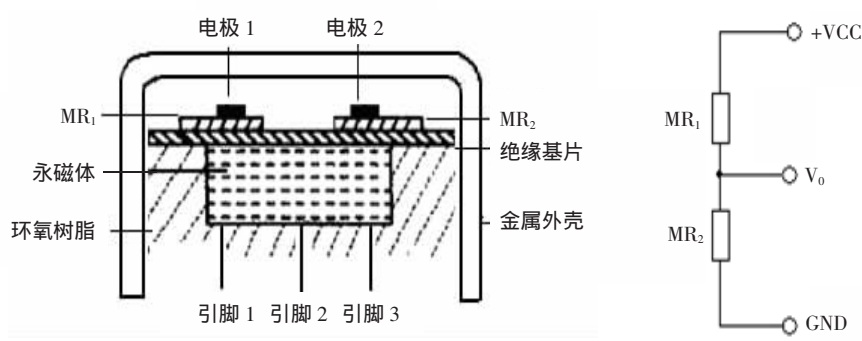


图 3 磁敏电阻结构及等效电路
Fig.3 The construction and equivalent circuit of MR

其中 , 永磁体为磁敏电阻提供偏置磁场 , 提高磁敏电阻的灵敏度 , 使其工作特性移动到电阻-磁场变化曲线的线性范围之内 , 使磁敏电阻不仅对磁铁非常敏感 , 而且对铁磁性物体也非常敏感 . 当无铁磁性物体靠近时 , 偏置磁场使磁敏电阻处于相同的磁场环境 , MR_1 和 MR_2 阻值大致相等 . 当铁磁性物体通过 MR_1 时 , 永磁体的磁场分布发生变化 , 通过 MR_1 的磁感线增多 , 通过 MR_2 的磁感线减少 , 即 MR_1 的阻值增大而 MR_2 的阻值减小 ; 反之 , 当铁磁性物体通过 MR_2 时 , MR_2 的阻值增大而 MR_1 的阻值减小 . 由于采用稳压电源供电 , 因此两个磁阻元件阻值的变化引起输出电压的变化 . 通过后级的信号处理电路进行电压放大 , 然后输入到电压比较级电路 , 就可得到与磁信号对应的开关量电压信号 , 电路如图 4 所示 .

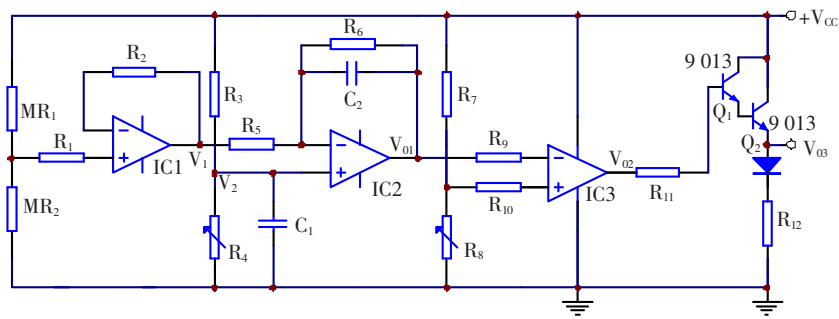


图 4 磁阻式接近开关信号处理电路
Fig.4 The signal processing circuit of the magnetoresistive proximity switch

2 动态性能测试及结果分析

动作距离、复位距离、回差和重复定位精度等是接近开关主要的性能指标 . 在相同工作环境下 , 分别测量霍尔式和磁阻式接近开关的动作距离、复位距离、回差和重复定位精度等动态性能值 , 可知二者工作性能的优劣 . 将磁铁由接近开关动作距离的 120 % 之外 , 逐渐靠近接近开关的动作区 , 运动速度保持 0.1 mm/s , 接近开关动作时 , 读出量具上的读数 , 然后退出动作区 , 使接近开关复位 , 重复 10 次实验 , 取 10 次测量的平

均值,测量结果如表 1 所示.

表 1 霍尔式接近开关与磁阻式接近开关性能比较

Tab.1 The characteristic comparison between Hall and magnetoresistive proximity switches

特性	动作距离/mm	复位距离/mm	回差/mm	重复定位精度/mm
霍尔式	6.05	6.10	0.05	0.04
磁阻式	8.41	8.45	0.04	0.03

由实验结果可以看出,相同的工作环境下,磁阻式接近开关动态性能优于霍尔式接近开关.取霍尔式和磁阻式接近开关分别进行频率特性测试,可知 $\rho\sim5\text{ kHz}$ 的工作频率范围内,二者都能正常工作.

3 结论

对磁阻式接近开关和霍尔式接近开关的工作原理以及信号处理电路进行了介绍和分析,并对二者的动态性能指标进行测试.结果表明,与霍尔式接近开关相比,磁阻式接近开关动态性能更加优良;同等条件下,磁阻式接近开关的动作距离优势更加明显.磁阻式接近开关可用于检测铁磁性物体,替代霍尔式接近开关和电感式接近开关,实现定位控制、齿轮转速测量等功能.

参考文献：

[1] 周 晴,李文旭. 接近开关的原理及应用[J]. 电子元器件应用,2007,9(6):18-20.
[2] 李 俐,李云晖. 轨道用磁敏定点接近开关传感器的研究[J]. 仪表技术与传感器,1996(7):7-9.
[3] 殷玲玲,尚群立. 磁阻传感器在接近开关中的应用[J]. 自动化仪表,2006,27(6):51-52.
[4] 张之圣,胡 明,刘志刚,等. InSb 磁敏电阻器导电机理及可靠性[J]. 半导体学报,1996,17(2):136-140.
[5] 刘 洪,黄钊洪,代贵华,等. InSb-In 共晶体薄膜磁阻式齿轮转速传感器[J]. 传感器技术,2002,21(5):19-21.

Performance Comparison between Magneto-Resistive and Hall Proximity Switches

Qin Yuwei , Zhang Ying

(Department of Physics and Electronic Engineering ,Weinan Teachers University ,Weinan 714000 ,Shaanxi China)

Abstract : The working principle and signal processing circuit of magnetoresistive proximity switch and Hall proximity switch were introduced. The dynamic characteristics of the proximity switches were measured and analyzed. The experiment shows that the dynamic characteristics of the magnetoresistive proximity switch are superior to Hall proximity switch with high sensitivity ,favorable stability and low cost. It can be used to substitute for Hall proximity switch for ferromagnetic material detecting and controlling.

Key words : proximity switch ; sensor ; magneto-resistance ; Indium-antimonide(InSb) ; Hall effect