

JC 多功能测磁仪在教学实验中的应用

苏 镇 梁 晓 春

(北京师范学院半导体器件厂)

我厂研制的 JC 多功能测磁仪是大学及中等专业学校电磁学教学的专用仪器。

1. 它是教学中必要的演示仪器。磁学的重要定律——毕奥-萨伐尔定律,是揭示电流产生磁场的规律。教师在课堂上既要传授知识,又要教给学生认识客观规律的科学方法:观察实验现象→分析实验结果→提出假说→实践检验→假说上升为理论。多功能测磁仪设计的出发点之一就是这一点。本仪器有助于解决教学上的难点,教师不用再在黑板上讲实验、分析实验结果。用该仪器辅助教学,对提高课堂教学质量有促进作用,可得到预想的教学效果。

2. 充实目前实验教学大纲内容,以利于增强学生对“磁场”的感性认识。利用多功能测磁仪可定量地研究几种典型载流回路的磁场分布和验证霍耳效应以及亥姆霍兹磁场均匀区。它在实验内容上有多种功能,在实验方法和测试手段上也有新的思想。

一、工作原理

本仪器测量磁场的关键部件是磁电传感元件即霍耳元件(详见本刊 1984 年第 2 期霍耳元件及特斯拉计)。从霍耳元件输出的电动势 V_H 与输入电流 I 有如下近似¹⁾关系:

$$V_H = K_H I B,$$

式中 K_H 是霍耳元件灵敏度(元件出厂标出,也可由实验测定)。由此可见,磁电传感元件在有电流输入的条件下,当有穿过元件平面的磁场作用时,它能将磁场转化为电信号(通过电器仪表测出)。当 I 为常数时,则 $V_H \propto B$ 。

这种用霍耳元件测磁场的方法已被列入现行普物实验教学大纲。它的优点是稳定可靠、

直观和测量手段先进。

二、实验内容及电路

本仪器在 $43 \times 31 \text{ cm}^2$ 的底板上布局了圆线圈、长直导线、长直螺线管、亥姆霍兹线圈以及为防止磁化的铝质传感装置。可以提供的实验内容有:

1. 载流圆线圈轴线上的磁场分布以及空间任意点的磁感应强度的量值; 2. 载流长直导线周围的磁场分布; 3. 载流长直螺线管内、外的磁场分布; 4. 验证磁场迭加原理; 5. 显示霍耳效应; 6. 验证亥姆霍兹线圈磁场均匀区。

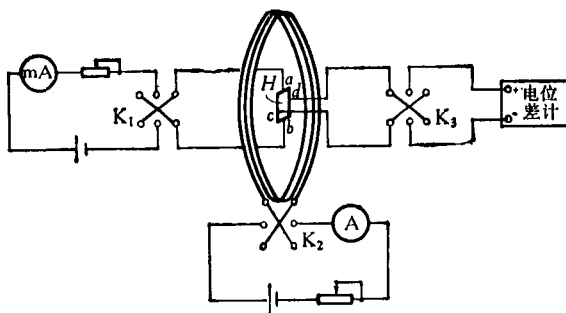


图 1 电路原理图

现在以测量圆线圈轴向磁场分布为例略谈实验中的有关问题。

此实验的电路如图 1 所示。K₁, K₂ 换向开关的作用是为了消除伴随霍耳电动势产生的副

1) 这里用“近似”是指公式中忽略一项与霍耳元件长宽比 L/W 及霍耳角 θ 有关的因子即 $f_H(L/W, \theta)$ 。霍耳角 θ 定义为: $\tan \theta = E_H/E_1$, 式中 E_H 为霍耳电场, E_1 为输入电流极电场。霍耳角的大小反映了霍耳效应的强弱, L/W 过小, 则霍耳电场因输入电流极短路而削弱, L/W 过大, 则会导致元件输入功耗增加。当 $L/W \rightarrow 2$, $\theta \rightarrow 85^\circ$ 时, $f_H(L/W, \theta) \rightarrow 1$, 此时, 霍耳电压因短路效应影响最小而有最大的输出。

效应所对应的电动势¹⁾以及不等位电压²⁾的输出。为此,需要改变控制电流和磁场方向。实验时,对空间每点分别测出四个霍尔电势值,再求其平均。目的是减少副效应带来的系统误差。如果用数字电压表测量, K_3 可省去。

三、实验效果

本文仅以测量载流圆线圈轴向磁场及载流长直导线周围的磁场分布为例,说明其实验效果。本仪器的圆线圈直径为 20 cm, 匝数为 110

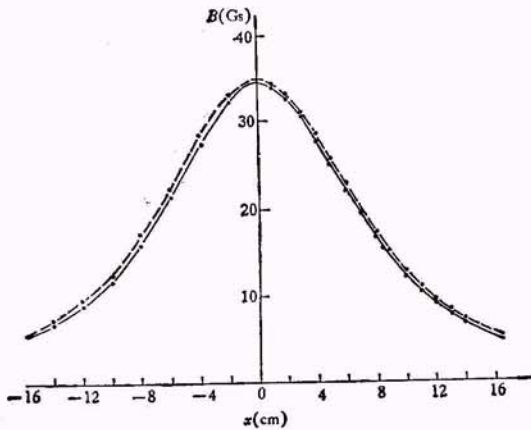


图2 载流圆线圈轴向磁场分布

± 2 ; 长直导线匝数 70 ± 1 , 长度 42 cm。

当圆线圈激磁电流为 5A 时,测量其轴向磁场分布,所得的 $B-x$ 曲线如图 2 所示。图中虚线代表实验曲线,实线代表理论曲线。可见,实验曲线与理论曲线基本是一致的,测量误差在 5% 以内。测量通过 4 A 长直导线周围磁场分布时得到的结果和理论曲线的误差也在 5% 以内。做教学演示实验时,因由大型演示电表直接显示磁感应强度值,限于该仪器精度较低,所以误差为 10% 以内。

其他实验内容的测量结果,在此不一一介绍。本仪器紧密配合教学,特别在演示实验方面填补目前演示仪器上的空白。它能将抽象问题形象化、具体化,对帮助学生巩固理论知识,建立磁场模型思想是有益的,对提高课堂教学质量、对培养学生分析问题和解决问题的能力能起到促进作用。

- 1) 副效应所对应的电动势主要指能斯脱电动势及勒杜克-里纪电动势。在元件输入电流方向有热能流通过时,造成元件在该方向出现温度梯度,由于热运动相互扩散时,在外磁场作用下一方面造成输出端电位不同,另一方面使输出端形成温差电动势。
- 2) 不等位电压是,当元件输入电流时由于工艺过程中输出端电极压焊不对称、元件几何形状不规整以及单晶材料在晶体结构和电性能方面不均匀等原因产生的。

(上接第 656 页)

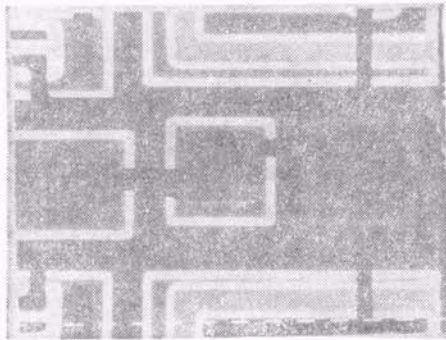


图7 隔离区的 p-n 结呈亮衬度的 EBIC 象 (320 \times)

结可以显示亮的衬度,也可以显示暗的衬度。图 7 所示的 p-n 结呈亮区。我们曾用 EBIC 讯号对 ECL (射极耦合逻辑) 电路隔离区的 p-n 结质量作过观察分析。

参 考 文 献

- [1] 杨钊和等,微电子学,2(1982),23.
- [2] 《半导体器件的可靠性》编写组编,半导体器件的可靠性,第三集,科学技术文献出版社重庆分社出版,(1977),15.
- [3] 张 明等,微电子学,2(1982),13.
- [4] 杨钊和等,微电子学,2(1982),23.
- [5] 杨钊和等,微电子学,2(1982),23.
- [6] J. E. Mueller, *J. Appl. Phys.*, 51 (1980), 3178.
- [7] J. Garrido et al., *Phys. Stat. Sol. (a)*, 65-1 (1981), 103.
- [8] В. Н. Вигдорович, *физ. тех. полупроводников* 15-3(1981),565.
- [9] R. A. 费尔斯, R. H. 帕克斯,放射性同位素实验室技术,科学出版社,(1977).

(上接第 650 页)

39 (1978), 873.

- [6] J. E. Mueller, *J. Appl. Phys.*, 51 (1980), 3178.
- [7] J. Garrido et al., *Phys. Stat. Sol. (a)*, 65-1 (1981), 103.