

如在图 2 的水晶片样品中的组分比误差 $\approx 4\%$ 。

参 考 文 献

- [1] eds. J. W. Mayer and J. F. Ziegler, Proc. Int. Conf. On Ion Beam Surface Layer Analysis Elsevier Sequoia S. A, Lousanne, 1973.
[2] eds. O. Mayer, G. Linker and F. K ppler, Proc.

- 2nd. Int. Conf. On Ion Beam Surface Layer Analysis Plenum Press, New York, 1976.
[3] eds. E. A. Wolicki, J. W. Butler, P. A. Treado; Proc. 3rd. Int. Conf. On Ion Beam Analysis 发表在 *Nucl. Inst. and Meth.*, 149(1978), 1—760.
[4] J. F. Ziegler and W. K. Chu, *Atomic Data and Nuclear Data Table*, 13(1974), 463.
[5] O. Meyer, J. Gyulai and J. W. Mayer, *Surface Sci.*, 22(1970), 263.

液晶在检验电子器件上的应用试验*

江寿平 朱林福 杨慧儒 李淑德

(中国科学院上海生物化学研究所) (上海半导体器件研究所)

液晶是一种具有特定分子结构的有机化合物,它在相变时,不是由固态直接转变成液态,而要经过一个过渡态,人们称此介于固态和液态之间的这一过渡态为液晶态,简称为液晶。此态具有液态又具有固态的性质,即它的机械性能具有液体特性,而光学性能方面具有晶体的特性。它对光线、电场、磁场、温度、应力和蒸汽等的反应都非常灵敏,所以具有广泛的用途。我们曾应用液晶于探伤、探瘤、电子元件以及其它一些试验工作。本文仅介绍应用液晶显示电子器件在工作状态下的热分布情况,特别是应用于集成电路上。

集成电路内部异常状态的显示,国外有的是用红外装置来检验,但这种装置结构复杂,价格昂贵,只有少数实验室有这种仪器。随着电子工业的发展,需要使用更简便的检验方法。我们知道胆甾相液晶具有温度效应,用来检验器件和材料中的缺陷,对其热分布图形进行观察,方便、迅速而经济。

一、原理与特点

胆甾相液晶是液晶的一种,它在经过相变温度冷却的过程中,在反射光中会观察到出现一系列的颜色,依次为紫、蓝、绿、黄、红,最后为

无色。颜色随温度变化很灵敏,而且是可逆的,但不是所有的胆甾型液晶材料都按上述次序变化,或具有上述所有颜色。其所以能显示颜色,是由于其分子结构成螺旋状排列的缘故。当螺旋结构的螺距和光的波长一致时,就产生强烈的选择性反射。正是由于胆甾相液晶薄膜对微小温度梯度的灵敏性,而被广泛用来做各种热显示。液晶显示的特点:

①以彩色显示,对比度清晰,分辨力高,在适当条件下最小可检测缺陷的直径为 20 微米左右。

② 能得二维的热显示图象。

③ 响应速度快(0.1 秒左右),不仅可做静态还可做动态显示。

④ 使用简便,价格便宜。

集成电路体积小,重量轻,广泛的应用于卫星、导弹和计算机等,对每一元件的可靠性要求是很重要的,而可靠性往往与其内部的热分布是否正常有直接和间接关系。利用液晶的热效应特性,可显示集成电路内部的热分布与缺陷,这对寻找内部缺陷,提供较合理的设计或许有所帮助。因而我们对此做了一些试验。

* 1978 年 7 月 10 日收到。

二、材料与方 法

材 料

用胆甾烯基壬酸酯,显示的颜色范围是紫—蓝—绿—黄—橙—红到无色.它和胆甾烯基油烯基碳酸酯以不同的比例混合,出现颜色变化的温度单调地随胆甾烯基壬酸酯的浓度增大而升高.具体的混合比例,依据试验条件而定.我们所用的液晶混合物,胆甾烯基壬酸酯是取75%,胆甾烯基油烯基碳酸酯是取25%的混合物.在这混合物中,再加入一些黑色细碳粉,其温度灵敏度约 0.5°C .

方 法

把配好的液晶混合物先加热熔化,用细金属针挑取少许涂于集成电路蕊硅片上,对该硅片加热(用红外线灯或其它加热设备均可),使液晶混合物在该硅片上融化成一均匀而且薄的薄膜覆盖其上.待冷却后,即可把该集成电路通电,在显微镜下观察硅片上热分布图象的变化.

注意 事项:

(1)液晶混合物的比例,应根据具体试验条件,由试验决定之.

(2)由于液晶是透明的,所以底色必须是黑色,如试验物体不是黑色,要在液晶混合物中加入细碳粉.

(3)液晶在经过相变温度冷却过程中,在反射光中会观察到出现一系列彩色.

(4)为使涂于试验物上的液晶薄而均匀,或试验后把液晶除去,可用有机溶剂如丙酮、酒精、三氯甲烷等清洗被试物体的表面.

(5)若液晶保持在液晶相的时间长了,灵敏度会降低,这时只要用小棒或毛笔等轻轻刷一下试样表面的液晶,灵敏度就会提高,颜色强度就恢复.

三、试 验 与 结 果

试验用的集成电路是5JZ12,原理见图1.

物理

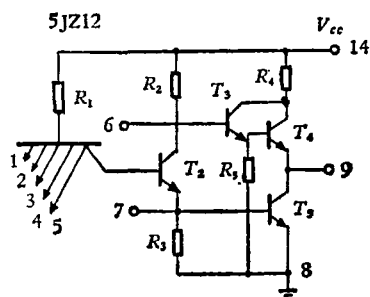


图 1 5JZ12 原理图

(1)在这一型号的集成电路中,用不同的联接方法,可以使电流集中在某一部分,让这一部位先发热,在这种情况下来观察液晶的变色状况.电路输入端开路,管足14接可调压电源,管足8接地.当电源电压调到3V时, R_2 开始变色;当增加到4V,通过电流为 $400\mu\text{A}$ 时, R_2 处清楚地呈现出紫色.电源电压继续增加,变色区域逐步扩大,最后整个硅片均呈紫色.故在这种接线时, R_2 上的电流较大.

(2)管足14接电源,管足8接地,管足9(输出端)串接 33Ω 电阻接于电源.当电压电源调至2.8V(通过电路电流是1.2mA)时, T_5 管首先变色,其次 R_2 变色.在这种接线方式下,流过 T_5 管的电流最大,变色部位与电流分布相符.

(3)管足14接电源,管足8接地,输入端也接地.当电压调至10V时, R_1 发热变色,在这种接线方式下,流过 R_1 至 T_1 这路电流最大,变色部位与电流分布相符.

(4)在动态情况下,电源电压固定为+5V,改变输入方波脉冲的幅度,发热变色情况亦有相应变化.当输入脉冲很低时,只有 T_3 、 T_4 管变色;脉冲幅度增至2.8V左右时,越加明显, R_4 、 T_3 、 T_4 变色逐渐减弱至脉冲幅度增加到4V以上,只见 R_2 变色与输入端开路时同.以上情况说明液晶能反映集成电路在动态时各管子的发热情况,与理论推测的各个晶体管的通导与截止情况一致.

除了上述的应用试验外,液晶在可靠性测试方面,还可显示电压为10V时,漏电流在 $20\mu\text{A}$ 以上的针孔,这对于保证硅片质量,提高

集成电路成品率会有帮助。又可显示不良的接触,检测电路封装是否严密,测量晶体管的结温等。其检验方法和必须注意事项如前述。

用液晶温度显示对查出异常区,对电路设

计,制作等或许有所裨益。我们的试验工作还是初步的,希能进一步提高和扩大液晶在电子器件方面应用的研究。

利用光学倍频效应判定粉末样品的非中心对称性*

顾本源 张安东 张志诚 于凤春**

(中国科学院物理研究所)

一、引言

关于晶体的对称性的研究,通常是使用X射线衍射技术。在确定晶体的结构时,判定其对称中心存在与否,是重要的问题之一。但是由于弗里德尔(Friedel)定律的存在,使得通常的X射线衍射技术不可能判定反演中心是否存在。利用X射线反常散射强度统计试验法^[1]或者使用帕特森(Patterson)分析法^[2],能够消除由于弗里德尔定律所引起的空间群的不确定性。不过这些方法很烦琐,工作量又大,而且在非中心对称的晶体混杂有高原子序数的中心对称的局域原子时,判断起来更加困难。

从对称性考虑,可以指出^[3]:具有非中心对称操作结构的晶体都有压电效应(除点群432外)。1925年,Giebe-Scheibe曾通过检测样品的压电性质来判定其非中心对称性。不过这个方法的灵敏度低,对于颗粒平均尺寸小于100微米的粉末样品不适用。当样品具有高电导率或强的吸湿性时,这个方法更失效。

我们知道,原则上可以通过检测非中心对称性的晶体的任何不等于零的三阶物理张量,来判定它们的对称性。实用上则对测试方法要求其灵敏度比较高,对样品的颗粒大小限制少,操作方便,设备简单,费用低,迅速可靠,重复性

好。

用激光照射粉末样品,检测样品所产生的光学二次谐波信号,来判定其非中心对称性,这个方法目前看来比较切实可行。库尔茨(Kurtz)和佩里(Perry)^[4]于1968年首次提出这个方法,目前已制成二次谐波分析器(Second Harmonic Analyzer简称SHA)专用设备,作为确定晶体结构的辅助工具。曾利用这类设备测量了一百多种化合物,发现使用Giebe-Scheibe方法时可信度只达到百分之五十,而用SHA可信度可达百分之九十九^[6]。

SHA可用作探索非线性光学新材料的重要工具之一。如果能在未长成大块的光学均匀性较好的样品之前,就能够初步知道晶体的某些性质,特别是有无非中心对称性,那末这将会缩短探索新材料的周期。因此SHA提供筛选优质性能晶体的一个方便的工具。此外,利用SHA可以研究晶体的结构相变。

本文首先扼要地说明粉末样品中二次谐波的产生原理。其次描述SHA的结构和操作过程。在第四节,分析各种因素和参数对SHA输出信号强弱的影响以及真伪信号的辨认。最后

* 1977年11月7日收到。

** 张志诚,于凤春二同志原是四川大学物理系的学生,他们在中国科学院物理研究所毕业实践期间参加了此项工作。