

华南理工大学  
2016 年攻读硕士学位研究生入学考试试卷

(试卷上做答无效, 请在答题纸上做答, 试后本卷必须与答题纸一同交回)

科目名称: 电介质物理学

适用专业: 材料学, 微电子学与固体电子学

共 2 页

一、填写下列定义、概念或公式: (50 分, 每空 2 分)

[1] 根据导电载流子种类的不同, 固体电介质的电导可以分成以下几种形式:

①\_\_\_\_\_ ; ②\_\_\_\_\_, 其中\_\_\_\_\_是电介质中最主要的导电形式; 某些含钛酸盐类材料, 特别是以银做电极时, 常温下的\_\_\_\_\_的特征也很明显。

[2] 当介质中只有一种松弛极化时, 加上电压时, 松弛极化强度与时间的关系可近似地表示为: \_\_\_\_\_。

[3] 在金红石晶体中, 引入结构系数的概念对有效电场进行修正, 结构系数其实表示了被考察离子周围离子对被考察离子的影响, 当这种影响加强了外电场的作用时, 结构系数取\_\_\_\_\_ (正或负) 值。

[4] 当电场不很强时, 气体电介质的电导服从欧姆定律, 即电流密度  $J$  与电场强度  $E$  满足: \_\_\_\_\_。

[5] 气体常见的几种放电形式有: \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

[6] 实际固体电介质的击穿不仅与电介质本身的结构和物质组成有关, 还与工作环境条件和样品性状有关: ①电介质厚度增大, 击穿场强\_\_\_\_\_ (增大或减小); ②工作温度升高, 击穿场强\_\_\_\_\_ (增大或减小); ③工作频率升高, 击穿场强\_\_\_\_\_ (增大或减小); ④在非均匀电场中的击穿场强\_\_\_\_\_ (大于或小于) 均匀电场中的击穿场强。

[7] 电位移  $D$ 、电场强度  $E$  及极化强度  $P$  之间的数学表达式为: \_\_\_\_\_

[8] 光在电介质中的折射率与介电常数的关系式可表示为: \_\_\_\_\_。

[9] 要提高电介质的介电常数, 可以从三方面着手: ①\_\_\_\_\_ ;

②\_\_\_\_\_ ; ③\_\_\_\_\_。

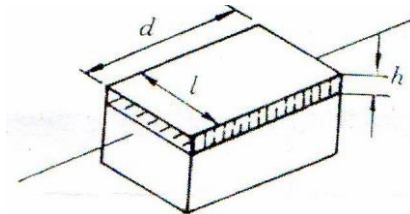
[10] 钛酸钡是典型的氧八面体结构的位移型相转变铁电体, 其居里温度为\_\_\_\_\_, 在居里温度以下发生顺电-铁电相变, 其晶体结构随温度发生相应的变化: 在居里点以上是\_\_\_\_\_, 介电常数遵守居里-外斯定律: \_\_\_\_\_; 在居里点以下转变为\_\_\_\_\_ ; 当温度下降到  $5^{\circ}\text{C}$  以下时, 晶格结构呈\_\_\_\_\_ ; 温度继续下降到  $-90^{\circ}\text{C}$  以下时, 晶体转变为\_\_\_\_\_。

二、简答题：（70分）

- 1 什么叫空间电荷极化？为什么会产生？并给出双层介质中不发生空间电荷极化的条件？（10分）
- 2 请写出电介质德拜方程中介电常数的实部、虚部和介电损耗的频率表达式？并写出 Cole-Cole 圆的方程式。（15分）
- 3.什么是固体电介质在空气中的沿面放电？固体电介质在空气中的沿面放电有何特点和危害？如何防止高压、大功率电子陶瓷器件在空气中的沿面极化？（15分）
- 4 试用能带理论解释金属、半导体和绝缘体的导电性质。固体电介质中产生导电电子的机构有哪些？（10分）
- 5 试画出以下物质在交流电场作用下的 P-E 回线示意图：导体，线性无损耗介质，线性有损耗介质，非线性无损耗介质，铁电体（标出其相关重要参数）。（10分）
- 6 请说明压电晶体、热释电晶体、铁电晶体和反铁电晶体之间的关系。（10分）

三、综合题（30分）

- 1、在  $t=20^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $\varphi=90\%$ 的大气条件下，石英晶体的表面可能形成厚度约为 40 个水分子的连续水膜，如右图所示，其中  $h$  为水膜的厚度； $l$  为电极的长度； $d$  为电极间距离。若取水分子的直径  $D=2.5\times 10^{-10}\text{m}$ ，水的体积电阻率 $\rho_v=10^5\Omega\cdot\text{m}$ ，求石英晶体的表面电导率 $\gamma_s$ 。（12分）



- 2、直径为 10mm、厚度为 1mm 的介质电容器，其电容为 2000pf，损耗角正切为 0.02。计算：电介质的相对介电系数；损耗因子 $\epsilon'\tan\delta$ ；在交变电场的频率为 50MHz 时的交流电导；外加 10V、1KHz 正弦电压时的泄漏电流。（附：真空介电系数 $\epsilon_0=8.85\times 10^{-12}\text{F/m}$ ）（18分）