

氧化亚铜青系和蓝系激子反射带的应力分裂*

王国文 湯 沂 龍純瑋
(北 京 大 学)

一、引 言

Пастрняк^[1] 在青蓝光譜区观察到氧化亚铜有两个强的反射带。Гросс 与张光寅^[2] 还观察到了一些弱带, 并认为在青区和蓝区各有一个激子綫系, 一个叫青系, 一个叫蓝系。Гросс, Каплянский 和 Агекян^[3] 对一些氧化亚铜单晶, 分别沿对称軸 C_4 , C_2 和 C_3 施以 5—15 kg/mm² 的机械压力, 研究了两个强反射带的加压分裂大小与压力的关系及各分裂成分的偏振情况等, 认为青系和蓝系是与具有共同終态的 $\Gamma_7^+ - \Gamma_8^-$ 和 $\Gamma_7^+ - \Gamma_8^-$ 带間直接偶极允許跃迁相关。Гросс 与张光寅^[2] 还发现胶粘在石英片上样品的青系吸收綫的分裂。Grun 等^[4] 在把铜蒸发在石英片上再經适当氧化后所得的样品上观察到青系与蓝系吸收綫的分裂及反射带的分裂。

我們的工作是研究平面收縮应力对氧化亚铜青、蓝两系反射光譜的影响。与机械单向加压类似, 受平面应力时晶体对称性降低, 簡并能級有可能分裂。我們除了观察受平面收縮应力的样品的青、蓝反射带的分裂情况以外, 另一目的是利用已經测定的加压效应常数 $B = 25\text{cm}^{-1}/\text{kg}/\text{mm}^2$ ^[3] 来估計样品受平面收縮应力的大小。

二、样品的制备与处理

我們是按前文^[5] 中所描述的方法获得受平面收縮应力的氧化亚铜单晶样品。考虑到样品过厚, 必然会出现沿厚度方向应力的不均匀, 不过前文^[5] 中所述的实验已經表明, 厚度在 30 μ 以下的样品, 所受的平面收縮应力沿厚度方向几乎是均匀的。为了能清楚地显示反射光譜結構, 如同 Гросс 与张光寅^[2] 所指出的, 对磨光的样品表面必須进行腐蝕处理。我們也是用浓硝酸腐蝕, 以刚腐蝕結束就摄譜为最佳。

三、实验条件与实验結果

摄譜是用国产定偏向玻璃光譜仪, 在 4500—4900 Å 区, 它的綫色散为 38—46 Å/mm。連續光源用鎢絲灯。样品放在液氮中, 温度为 77°K。光的入射角接近布儒斯特角 70—74°, 入射光电矢量与入射面平行, 按张光寅^[6] 的解释, 在这种条件下, 反射强度随吸收系数变化最为灵敏, 故能获得最清晰的反射結構。所用样品的厚度为 15—30 μ 。

自由样品在 77°K 下只能观察到一个青反射带和一个蓝反射带, 如图 1 (a) 所示。它們的反射峯位于 4801 Å 和 4578 Å, 按 Гросс^[7] 的分析, 认为它們分别是青系和蓝系的 $n=1$

* 1964 年 3 月 24 日收到。

綫。对于平面收缩应力垂直于对称轴 C_3 的样品, 这两个反射带都不发生分裂, 对平面收缩应力垂直于对称轴 C_2 的样品, 我們观察到青、蓝两个反射带都有很大的分裂, 如图 1 (b) 所示, 用测微光度計測量其强度分布, 测定了这一样品的青系 $n = 1$ 和蓝系 $n = 1$, 反射带分裂的間距都是 110 cm^{-1} 。

如果象 Гросс, Каплянский 和 Агемян^[3] 所假定的那样, 认为青、蓝系光谱的加压分裂是由于导带能级 Γ_{12}^- (考虑自旋就是 Γ_8^-) 简并解除所致, 那末我們的实验结果也就同样可以解释。当垂直于对称轴 C_3 加平面应力时, 氧化亚铜的晶类点群 O_h 变为 D_{3d} , 同时 Γ_{12}^- 能级变为 L_3^- 能级, 但它仍然是二度简并的, 所以光谱不会有分裂; 而当垂直于对称轴 C_2 加平面应力时, O_h 变为 D_{2h} , 同时 Γ_{12}^- 能级分裂为 N_1^- 和 N_3^- 两个能级, 因此光谱应出现二重分裂。实验结果也正是这样。

为了估计平面收缩应力的, 我們取晶体立方格子的相邻三个边与坐标轴 x, y, z 平行。设 P 为样品中任意横截面上的平均压力, 平面收缩应力垂直于对称轴 C_2 时的压力张量各分量为

$$\sigma_{xx} = \sigma_{yy} = -\sigma_{xy} = -\sigma_{yx} = \frac{P}{2},$$

$$\sigma_{zz} = P, \sigma_{xz} = \sigma_{zx} = 0.$$

按文献[3]中导出的公式, 对上述情形的样品, 青、蓝反射带各分裂的間隔为 BP , 从

$$BP = 25 \times P = 110 \text{ cm}^{-1}$$

估计, 我們烧焊在硬玻璃上厚度为 $15-30 \mu$ 的样品表面所受的平面收缩应力 P 为 4 kg/mm^2 左右。样品内部贴着玻璃处的应力总比表面附近的要大一些, 不过, 如前所述不会差得很大。

最后, 我們对赵广增教授经常给与指导和黄植文同志的帮助表示感谢。

参 考 文 献

- [1] Пастряк, И., ФТТ, **3**(1961), 869.
- [2] Гросс, Е. Ф., Чжан Гуан-инь (张光寅), ФТТ, **4** (1962), 261; **4**(1962), 327.
- [3] Гросс, Е. Ф., Каплянский, А. А., Агемян, В. Т., ФТТ, **4**(1962), 2169.
- [4] Grun, J. B., Sieskind, M., Nikitine, S., J. Phys. Chem. Solids, **21** (1961), 119; Grun, J. B., Rev. Opt. (法), **41**(1962), 510.
- [5] 王国文、王裕民、史殿成, 物理学报, **20** (1964), 1176.
- [6] Чжан Гуан-инь (张光寅), ФТТ, **4**(1962), 880.
- [7] Гросс, Е. Ф., УФН, **76** (1962), 433.

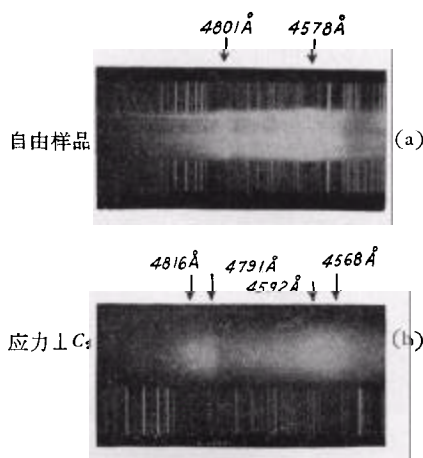


图 1 (a) 氧化亚铜青系、蓝系激子反射带;
(b) 青系、蓝系反射带应力分裂