

六面体型高压容器内的压力分布

何 毅

(中国科学院物理研究所)

压力是进行高压下物理实验研究与合成特殊新材料的一个重要条件。实验表明,合成优质金刚石不仅需要建立三维大尺寸的高压容器,而且还需要了解这种容器中的压力分布及等压区的大小,以便选择合理的实验参数或工艺条件。我们设计并制成了一种六面体型分割四斜面紧装式高压容器,它是利用斜面的机械胁迫使单轴加载变成三向加压。我们在这种容器上进行了叶蜡石在 5.6 GPa 压力下等压区分布状况的有关实验。

掌握高压腔中介质的压力分布,测定等压区的大小,有利于选择介质中样品所占的体积,有利于控制产品的质量及数量。这对金刚石生产有现实意义。

过去曾有人采用在高压下固体介质的不同部位标定压力或夹铜网观察形变等方法来了解容器中压力分布或等压区的大小,也有人在固体介质中刻划网格,观察受压后的变化。显然这些方法是十分初步的,并不十分令人满意。我们采用在高压固体介质中夹光刻密栅膜的方法来改善上述工作,实验结果比较令人满意。

实验技术与结果

1. 压机

使用 3150 tf 及 5000tf 钢丝缠绕液压机,加载速度通过比例调速阀可进行连续调节。载荷变化用 0.35 级标准压力表读数,也可以用 BPR-10 型压力传感器记

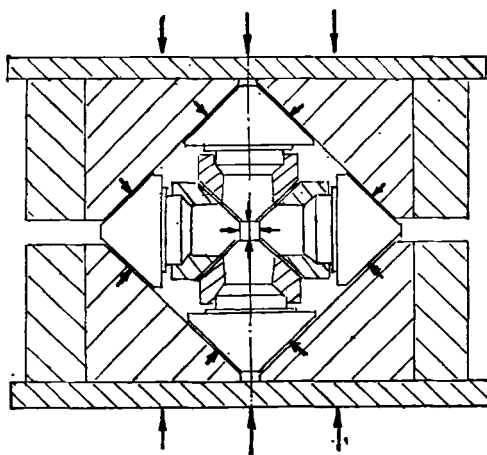


图1 六面体型分割四斜面高压容器示意图

录或显示。

2. 容器

所用高压装置为六面体型分割四斜面紧装容器,压砧顶面尺寸为 $19.5 \times 19.5 \text{ mm}^2$, $28 \times 28 \text{ mm}^2$ 两种结构示意图见图 1。

3. 栅膜的复制

将 530°C 温度处理的边长 28 mm 的立方体天然叶蜡石切成两半,其中一半贴上清华大学研制的光刻密栅片,(反射型 2 线/mm 的正交栅) 24 小时后揭去片基,密栅网格膜即复印在叶蜡石上,再把两半合在一起,栅膜夹在中间作为加压试块。

4. 叠栅图的摄制

受压变形后带有网格的叶蜡石块与未变形的标准栅板重合在一起,在光照下摄影,即得叠栅图。

5. 压力标定

采用 Bi, Tl, Ba 丝相变时电阻随压力的变化来标定。所用标压样品粗 $0.4\text{--}0.5 \text{ mm}$,长 3mm,标定值如下:

$\text{Bi}_{\text{I-II}} = 2.55 \text{ GPa}$, 相变时载荷 500 tf;

$\text{Tl}_{\text{I-III}} = 3.67 \pm 0.03 \text{ GPa}$, 相变时载荷 800 tf;

$\text{Ba}_{\text{II-III}} = 5.5 \pm 0.2 \text{ GPa}$, 相变时载荷 1300 tf。

电阻测量用 x-y 函数记录仪 Bi, Tl, Ba 电阻随载荷变化曲线见图 2。

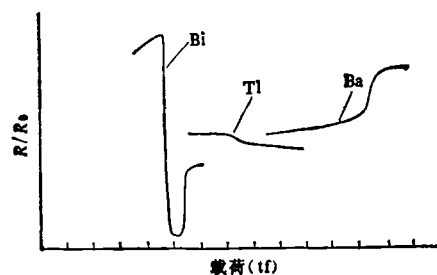


图2 Bi, Tl, Ba 电阻随载荷的变化

高压腔体内叶蜡石介质的压力与载荷的关系见图 3。

6. 高压固体介质中等压区的分布

叠栅图是一种实验力学研究方法,它利用两组互相重叠的栅线间光的几何相干现象产生明暗相间的影纹来测量各种机械量和物体的变形规律。我们用这种

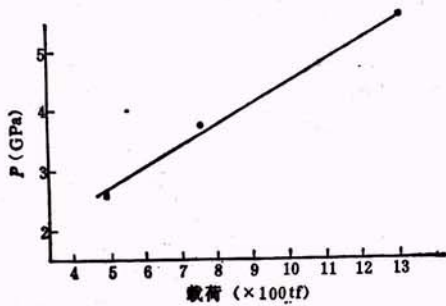


图3 压力校正曲线

方法来了解高压介质中等压区的大小和压力的分布状况。实验结果见图4和图5。精确的测量或由叠栅图来标定高压固体介质中的压力,有待进一步的工作。

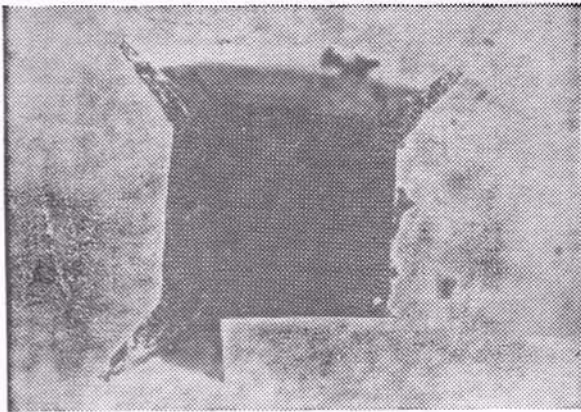


图4 5.6 GPa 压力下叶蜡石中网格的变形 (80 格)

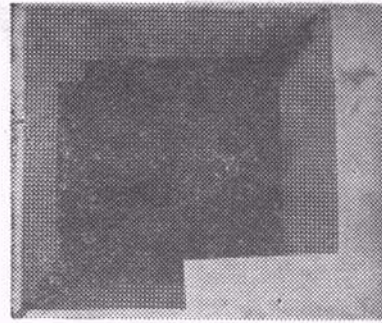


图5 5.6 GPa 的叠栅图 (80 格)

从本实验中所获得的密栅变形和叠栅图可以明显地直接观察,并可半定量地测定高压容器中等压区的大小及压力的分布状况。结果表明,在 2.7—5.6 GPa 范围内等压区的大小约为边长的 60%。压力变化时,等压区的大小变化不大。当采用边长为 32mm 的六面体叶蜡石作高压介质时,从等压区大小考虑样品所占空间可扩大到 $20 \times 20 \times 20 \text{ mm}^3$ 。当然还要考虑封垫的密封性能及容器的对中等情况,在实际工作中试样的尺寸要小些。对于粉末成型的叶蜡石块,由于内摩擦及抗剪能力不同,等压区的大小还需进一步由实验确定。

参 考 文 献

- [1] 曹起骥等编,密栅云纹法原理及应用,清华大学出版社,(1983),102—154.
- [2] 兀. C. 齐克利斯著,高压和超高压物理-化学研究技术,王殿儒译,科学出版社,(1983),205—213.

(上接第353页)

- [8] G. Dearnaley, Bombardment-diffused Coatings and Ion Beam Mixing, UKAEA-AERE, R 10180.
- [9] 张国良等,机械工程材料,6-3 (1982), 35.
- [10] G. Dearnaley and P. D. Goode, *Nuclear Instruments and Methods*, 189 (1981), 117.
- [11] F. L. Vogel, *Thin Solid Films*, 27 (1975), 369.
- [12] K. Hohmuth et al., *Nuclear Instruments and Methods*, 209/210 (1983), 249.
- [13] H. Herman, *Ion Implantation into Metals*, Pergamon Press, (1982), 102.
- [14] R. A. Kant et al., *Metastable Materials Formation*, Elsevier Science Publishing Co. Inc., (1982), 253.
- [15] G. Longworth et al., *Thin Solid Films*, 48 (1978), 95.
- [16] M. Carbucicchio et al., *J. Appl. Phys.*, 52(1981), 4589.
- [17] Lo Russo et al., *Appl. Phys. Lett.*, 34(1979), 627.
- [18] Patent Specification, GB 1380583.
- [19] 高木俊宣,公开特許公報,特開昭 49-60914.
- [20] 赵育敏、杨宝山、赵大如等,机械工艺师,8(1982), 44.