

# 常温下合成金刚石薄膜<sup>X</sup>

刘铁林, 刘南林

(深圳雷地科技实业公司, 广东 深圳 518048)

**摘要:**采用射频辉光放电的方法在含 CH 的混合气体的常温条件下制备了含碳的薄膜, 通过 Raman、XRD 和 SEM 分析, 检验了薄膜的性质, 表明此膜含有大量的碳的 SP<sup>3</sup> 键的金刚石成分, 其晶粒为 10 ~ 100 nm, 属于纳米金刚石膜。此膜已在玻璃镜片、塑料和磁盘等商品的保护方面获得了广泛的应用。

**关键词:** 金刚石薄膜; 辉光放电; 纳米

**中图分类号:** O484.1

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1006 - 7086(2002)02 - 0088 - 02

## SYNTHETICS OF DIAMOND THIN FILMS AT ROOM TEMPERATURE

LIU Tie - lin, LIU Nan - lin

(Shenzhen Leidi Science and Technology Enterprise Co. Ltd. Shenzhen 518048, China)

**Abstract:** The coatings were synthesized with gas mixture of containing CH precursor at room temperature by glow discharge. The properties of the coatings were analyzed and tested by Raman, XRD and SEM. It showed that the coatings contained an amount of SP<sup>3</sup> carbon phases and of the grains of 10 ~ 100 nanometers may belong to nanoparticle diamond. The coatings are widely used in protecting glasses, plastics and disks and so on.

**Key words:** diamond films; glow discharge; nanometer

## 1 引言

金刚石是一种具有独特的以及许多优异性能的材料, 它能极大地提高和改进产品的性能。作为功能材料, 利用其优异的光学和电子学性能, 可制成光电子器件; 作为保护材料, 它能增加材料的热导、电绝缘性能、耐磨性能和抗化学腐蚀性, 并能提供其他材料所不具备的保护作用; 同时它的生物兼容性好, 可作为人造器官的材料。因此, 在国民经济、生产科研和国防上有广泛地应用前景。

化学气相沉积方法是制备金刚石薄膜的主要方法, 他们是热灯丝化学气相沉积法, 微波等离子体化学气相沉积法, 以及等离子体喷射沉积法等。在这些沉积方法中对衬底均要求 600 ~ 800 的高温, 采用化学气相沉积法在常温下沉积金刚石膜的方法目前尚未见报道。有报道在常温下采用激光等离子体放电方法沉积了纳米金刚石膜<sup>[1]</sup>, 沉积的纳米金刚石膜其 SP<sup>3</sup> 的含量超过 75%, 晶粒尺寸在 20 ~ 100 nm。本文介绍了作者采用射频辉光放电在常温下沉积金刚石膜的方法和膜的性质。

## 2 试验方法

试验装置如图 1 所示。它是由真空室和射频电源构成, 真空室中设置射频电极, 衬底放在一个极上。沉积采用的样品包括硅和其他材料。射频辉光放电采用 13.56 MHz 的射频电源。

样品需要进行表面清洁处理, 在放入真空室后, 预抽真空并进行等离子体辉光放电处理。在完成清洁处理后, 进行沉积试验。将样品分别旋转在沉积室中不同的位置进行了试验, 可在样品一面或同时在样品的两面沉积金刚石膜。沉积条件如表 1 所列。

X 收稿日期: 2001 - 12 - 30

作者简介: 刘铁林 (1961 - ), 男, 江西省萍乡市人, 总工程师, 从事金刚石膜的开发和应用研究。

表 1 金刚石膜沉积条件

真空度	3 ~ 10 Pa
射频电压	1 300 ~ 1 600 V
阳极电流	100 mA
栅极电流	20 mA
气体成分	CH <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> , Ar(1 : 1 : 1)
镀膜时间	10 ~ 30 min
衬底温度	室温

分别在单晶硅、塑料和钛为衬底的样品上沉积了金刚石膜,并在厦门大学固体表面物理化学国家重点实验室对薄膜进行了 Raman 光谱、X 射线衍射和扫描电镜的分析。

### 3 薄膜的性能

采用 CuK (  $\lambda = 1.5406 \text{ \AA}$  ),测量了在塑料膜上沉积金刚石膜的 X 射线图谱,如图 2 所示。其中具有明显的金刚石晶面结构,  $d = 2.07$  对应于金刚石的(111)面,  $d = 1.17$  对应于金刚石的(220)面,表明该膜层材料含有金刚石晶粒。

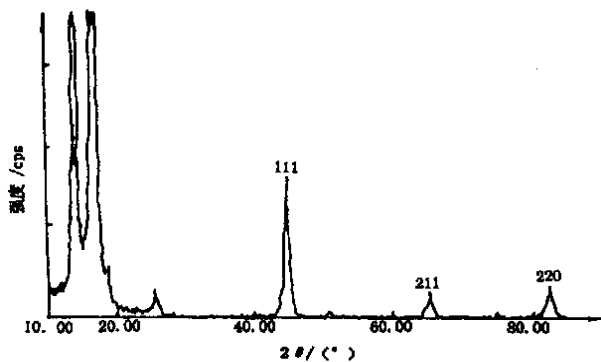


图 2 沉积薄膜的 XRD 图谱

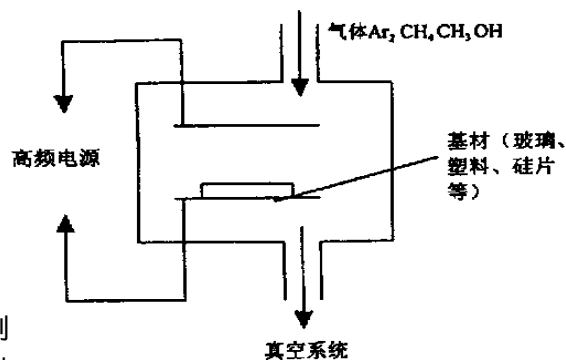


图 1 射频沉积系统的原理图

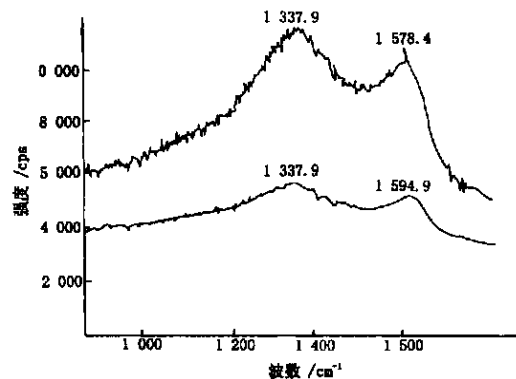


图 3 沉积薄膜的 Raman 图谱

此膜的 Raman 光谱,如图 3 所示。在以钛为基底的样品图谱中,在  $1337 \text{ cm}^{-1}$  和  $1578 \text{ cm}^{-1}$  处形成 2 个宽峰,可确定此膜由金刚石和石墨构成。2 条曲线分别表示样品上下表面镀膜后的谱。

图 4 是在硅片样品上沉积薄膜后的 SEM 照片,从图中可以看出此膜是由直径  $50 \sim 100 \text{ nm}$  的均匀球形晶粒构成。

### 4 结论

通过 X 射线衍射分析、Raman 光谱测量、SEM 观察等综合分析,表明被测样品主要由纳米金刚石膜球形晶体颗粒构成,其晶粒为  $10 \sim 100 \text{ nm}$ 。试验证明在常温下可以生成金刚石膜。对成膜机理和改进薄膜质量的研究正在进行中。

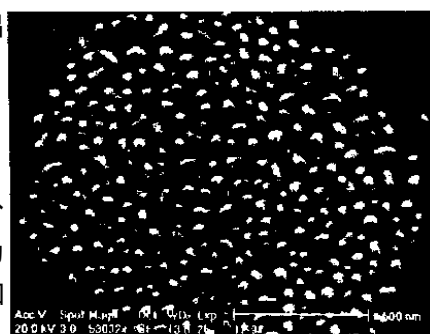


图 4 硅样品的 SEM 照片

### 参考文献:

- [1] COLLINS C B, DAVANLOO E, JUENGERMAN E M, *et al.* Laser plasma source of amorphous diamond[J]. Appl Phys Lett, 1989, 54: 216 ~ 218.