

# 辉光放电和低压化学气相淀积 制备的 $\alpha$ -SiN<sub>x</sub>:H 薄膜的光学性质

宋亦周 姜文娣 方容川

(中国科技大学物理系)

氮化硅作为半导体器件的钝化膜, 在半导体工业中有广泛的应用。我们通过 SiCl<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>、H<sub>2</sub> 混合气体的辉光放电(GD)和 SiCl<sub>4</sub>、NH<sub>3</sub> 混合气体的低压化学气相淀积(LPCVD)制备了一系列  $\alpha$ -SiN<sub>x</sub>:H 薄膜, 对其折射率、吸收边和光学带隙、红外吸收光谱和喇曼光谱进行了初步实验。

用干涉显微镜和椭圆偏振仪分别测量了薄膜的厚度, 其范围在 5000~6000 Å 左右。折射率随衬底温度不同。GD 样品:  $1.48 \leq n \leq 2.3$ ; OVD 样品:  $1.8 \leq n \leq 2.3$ 。GD 样品在  $T_s = 480^\circ\text{C}$  左右  $n$  达最大值。用透射法测量了室温下薄膜的吸收边。并确定光学带隙  $E_{opt}$ 。GD 样品:  $1.6\text{eV} \leq E_{opt} \leq 2.28\text{eV}$ , OVD 样品:  $1.66\text{eV} \leq E_{opt} \leq 2.23\text{eV}$ , 大部分样品符合  $n$  增加而  $E_{opt}$  下降的规律。

用岛津 440 型红外分光光度计, 对单晶硅衬底的样品做了室温下  $300 \sim 5000\text{cm}^{-1}$  范围的红外吸收光谱测量。

GD 样品中, 观察到了峰值在  $880\text{cm}^{-1}$  附近的强的吸收峰, 相应于 Si—N 键的振动模式。

在  $T_s < 400^\circ\text{C}$  的样品中, 观察到较弱的位于  $2100\text{cm}^{-1}$  和  $640\text{cm}^{-1}$  的 Si—H<sub>2</sub> 键的拉伸振动和摇摆振动的吸收峰。同时还有位于  $3000\text{cm}^{-1}$  和  $1390\text{cm}^{-1}$  的两个吸收峰。这两个峰同时出现, 随  $T_s$  降低而增强,  $3000\text{cm}^{-1}$  的峰有双峰结构。这两个峰可能与 Cl 有关, 还需进一步研究。在较低温度制备的样品中, 还出现了  $1050\text{cm}^{-1}$  的 Si—O 吸收峰。

OVD 样品, Si—N 的振动吸收峰值为  $820\text{cm}^{-1}$ 。未观察到 Si—H 的吸收峰。

此外在 GD 样品和 OVD 样品中分别在  $440\text{cm}^{-1}$  和  $480\text{cm}^{-1}$  观察到较弱的吸收峰, 这可能归结于硅的 TO 振动吸收。

用 YJ-T 800 型激光喇曼谱仪做了室温下的喇曼光谱。激光光源为 Ar<sup>+</sup> 激光 ( $4880\text{Å}$ ), 照到样品上的激光功率约 50 mW。狭缝宽度  $400\mu\text{m}$ 。在所有的样品中, 都观察到了峰值在  $480\text{cm}^{-1}$  附近, 半宽约为  $60\text{cm}^{-1}$  左右的宽的散射峰, 这是典型的非晶硅的散射峰(TO)。在低衬底温度的样品中, 观察到  $150\text{cm}^{-1}$ 、 $290\text{cm}^{-1}$  和  $380\text{cm}^{-1}$  的散射峰, 它们分别相应于 TA、LA、LO 声子模。衬底温度升高时, 这些峰值强度下降, 并出现  $522\text{cm}^{-1}$  的尖峰, 说明样品已有部分晶化。Si—N 振动模在喇曼散射中也观察到了, 它的位置在  $875\text{cm}^{-1}$ 。

对于 OVD 样品, 因为衬底温度在  $700^\circ\text{C}$  以上, 只观察到  $480\text{cm}^{-1}$  的宽峰、 $300\text{cm}^{-1}$  的弱峰和在  $522\text{cm}^{-1}$  的强的散射峰, 说明样品已大部分晶化。