

溅射 GaAs 薄膜的光学性质

陈树光 刘秋明

(中山大学物理系)

黎锡强

(中国科学院上海冶金研究所)

GaAs 薄膜由射频溅射法制备。采用高纯 Ar 气作为工作气体, 衬底有高纯 Si 单晶, GaAs 单晶, 蓝宝石以及在硅单晶上预先生长一层几千埃厚的 SiO_2 膜等多种, GaAs 靶有掺杂与不掺杂两种, 掺杂靶的杂质浓度为 10^{18}cm^{-3} , 衬底有加热装置, 以控制薄膜沉积的温度。改变衬底及靶种类, 改变衬底温度和阳极电压, 便可获得一系列生长条件不同的样品。通常 GaAs 薄膜的厚度在 5000Å 以上。

实验结果表明, 所有溅射 GaAs 薄膜的 $n-\lambda$ 曲线在可见光区变化缓慢, 而在紫外区随 λ 的减小而急剧下降; 并且在整个测量的波长范围内, n 值都很低, 比 GaAs 单晶的 n 值低得多。已经知道, GaAs 单晶的 $n-\lambda$ 曲线在 4400Å 处有一主峰, 峰值约 4.85, 而在 2980Å 处有一次峰, 峰值约 3.54。在测量的 GaAs 薄膜中, n 的最大值才 3.80。但是, 溅射 GaAs 薄膜的 $n-\lambda$ 曲线却与溅射无定形硅形状相似。

GaAs 薄膜的 $k-\lambda$ 曲线几乎都随波长的减小而单调上升, 且变化缓慢, 不象 GaAs 单晶那样出现峰谷值, 且变化急剧。GaAs 薄膜的吸收系数通常在 $1 \times 10^{-5} \sim 1 \times 10^{-6} \text{cm}^{-1}$ 之间, 随波长的减小而单调上升; 反射率通常也单调增加, 其数值约在 0.3~0.4 之间。

所有样品的介电常数虚部 ϵ_2 都存在单峰, 最高峰值仅为 13.1, 峰的高度及对应的波长随生长条件的改变而改变, 一般在 4000Å 附近。

改变溅射电压, $n-\lambda$ 、 $k-\lambda$ 曲线随之移动。当溅射电压太低时, n 值显著减小, 整个 $n-\lambda$ 曲线向下移动, 而 $k-\lambda$ 曲线变得平坦。这可能与薄膜中空隙所占的比例有关。根据有效介质理论, 空隙增加, n 值将减小。

衬底温度由室温变至 340°C , 对光学性质没有明显的影响。电子衍射表明, 不论衬底加热与否, 都出现微弱的多晶环。

不同衬底种类对光学性质的影响很微小, 这是因为薄膜厚度较大, 衬底不同只引起过渡区结构的不同, 而过渡区与薄膜厚度相比, 则是很微小的。

采用掺杂靶, 对薄膜光学性质也没有明显的影响, 这可能是掺杂浓度不够高所致。