2. LPCVD による酸化タンタル膜の光学特性

－ 屈折率の分散特性と熱による変動 －

鈴木伸二、 島岡清新、 小島敏靖
松下電子工業(株)

1. はじめに

ハロゲン電球の効率改善のために多層干渉膜を用い赤外線を再利用することが行われている¹⁾。この材料のひとつである酸化タンタルについて多層干渉膜の設計での必要性から屈折率の波長依存性即ち分散特性を求めた。また高温で使用することから熱による結晶構造変化およびそのときの屈折率の変化を調べた。

2. 屈折率の分散式

酸化タンタル膜の原材料としてタンタルエトキシドを用いその蒸気を電気炉内に導き 500 度の温度で熱分解し石英ガラス上に膜を形成した。この膜を分光光度計(300～2000nm)により分光透過率を測定した。その透過率曲線の最大値および最小値を結ぶ包絡線を引きそれらの値($T_{\max}$, $T_{\min}$)から以下のような手順により屈折率を計算した。

$$n(\lambda) = \left\{ N(\lambda) + \left(N(\lambda)^2 - n_0^2 n_s^2 \right)^{1/2} \right\}^{1/2} \quad (1)$$

ここで

$$N(\lambda) = \frac{n_0^2 + n_s^2}{2} + \frac{T_{\max}(\lambda) - T_{\min}(\lambda)}{T_{\max}(\lambda) \cdot T_{\min}(\lambda)} \quad (2)$$

いくつかのサンプルについて求めた各波長での屈折率(第 1 図黒丸)から分散式を求めた。この時分散式の形を仮定し各係数を最小 2 乗法で求めた(第 1 図実線)。

$$n(\lambda)^2 = 4.5 + \frac{69520}{\lambda^2 - 180^2} \quad (3)$$

図.1 Ta₂O₅ 膜の屈折率分散特性

図 2. 熱処理による屈折率変化

3. 熱処理による変化

酸化タンタル膜を 550℃から 700℃で 1 時間加熱した後屈折率を測定した。その結果第 2 図に示すように熱処理温度が 650℃を超えると屈折率が大きくなった。その時結晶構造を X 線回折で調べると熱処理なし、および熱処理温度が 600℃以下の場合非晶質であるが、650℃以上では結晶化していることがわかった。また熱処理なしの膜を用いた多層干渉膜付きのハロゲン電球を寿命試験しその後結晶構造を調べたところ非晶質のままで光学特性には影響していないことが分かった。

参考文献

- 1) 鈴木 他 ; National Technical Report(1997),vol.43 No.2 p128-134
 - 2) J.C.Manifacier et al; Journal of Physics E,1976 vol.9,p1002-p1004.
- The optical characteristics of Ta₂O₅ film coated by LPCVD.
Shinji Suzuki, Seishin Shimaoka, Yasutoshi Kojima