

分光光度計による半導体薄膜の屈折率の算出

Calculation of the refractive index for semiconductor thin film by a spectrophotometer

群馬大院理工 宮崎 卓幸、[○]松原 良典、安達 定雄

Gunma Univ., Takayuki Miyazaki, [○]Yoshinori Matsubara, Sadao Adachi

E-mail: miyazaki@el.gunma-u.ac.jp

〔はじめに〕半導体薄膜の屈折率、誘電率スペクトルを測定する方法の一つとして、分光エリプソメトリー (SE) がある。しかし、SE は試料の表面状態に非常に敏感で、試料調整やその使用方法には注意すべき点がある。一方、分光光度計 (SP) は固体、液体等多様な材料の光透過率および反射率の簡便な測定法として広く用いられている。しかし、SP 測定から屈折率 (誘電率) スペクトルを算出する場合、材料に適合する分散関数を使用する方法が提案されているが、適合する分散関数の選択等その解析は必ずしも容易でない。ここでは、SP 測定した半導体薄膜の透過率および反射率スペクトルから屈折率スペクトルを算出する方法を提案し、その有効性を検証した。

〔方法および結果〕検証は、最初に石英基板上の Si 膜 (膜厚: $d=500$ nm) を仮定し、石英および Si の文献値屈折率データからシミュレートした SP 測定の透過率 T (Fig. 1 赤線) および反射率 R スペクトル (Fig. 1 黒線) に対して行った。 T および R スペクトルから $T/(1-R)$ を算出することにより膜の干渉を取り除いたスペクトル (Fig. 1 青線) から Si の吸収係数 α さらに消衰係数 k ($=\alpha\lambda/4\pi$: Fig. 2 白丸) を求め、次式により屈折率 n を求めた (Fig. 2 黒丸)。

$$n = \frac{1+R}{1-R} \pm \sqrt{\left(\frac{1+R}{R-1}\right)^2 - (1+k^2)} \quad \dots (1)$$

Fig. 2 の赤線は Si の n, k 文献値データであり、 k は良い一致を示している。算出 n (黒丸) は、(1) 式使用の際の R データの干渉の影響で長波長 (透明) 領域に干渉を含むが、短波長側では文献値 n を再現している。次に、 k スペクトルに対し K-K 変換を行い干渉の無い n を算出した (Fig. 3 黒丸、青丸)。算出 n データは透明領域で文献値 (白丸) を良く再現している。短波長側の誤差は K-K 変換の積分範囲の有限誤差によるものである。Fig. 2 および Fig. 3 の結果から、本方法により屈折率の算出が可能なことを実証した。講演当日は、ZnO 薄膜の実測&解析結果についても報告する。

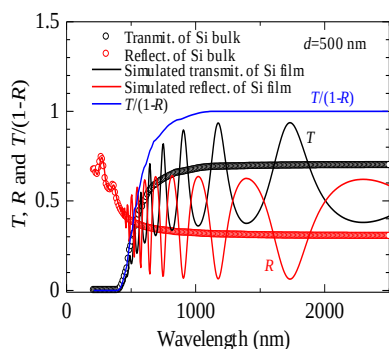


Fig. 1 Experimental SP spectra

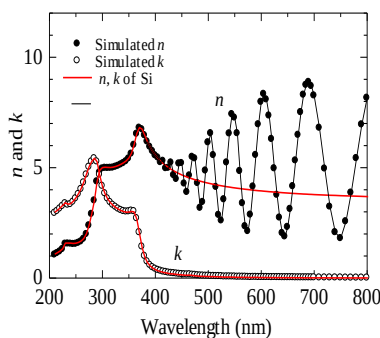


Fig. 2 Simulated n and k spectra

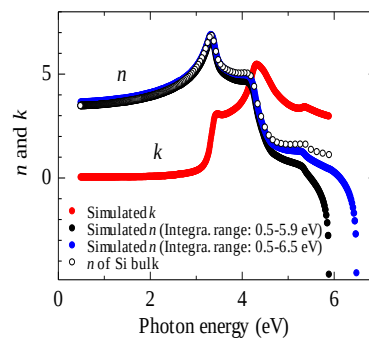


Fig. 3 K-K transformed results