

SiO₂上Ge成長膜の擬誘電応答関数に関するモデルとフィッティング

Model fitting for pseudo-dielectric functions of 2D and 3D Ge films on SiO₂ substrate

日本電信電話株式会社 NTT デバイスイノベーションセンタ, ○赤沢方省

NTT Device Innovation Center, NTT Corporation ○Housei Akazawa

E-mail: akazawa.housei@lab.ntt.co.jp

【はじめに】我々はこれまで、SiO₂上のGeの2次元成長および3次元ドット成長を分光エリプソメトリとAFM画像により追跡し、ドット成長の時間的发展[1]と成長初期におけるIncubation効果[2]について報告してきた。層成長でない系に対しても、分光エリプソメトリによる光学的モニタリングが有力であることは示されたが、さらに踏み込んで光学データから結晶性やドット形状などを評価できるどうかは自明でない。そこで、構造モデルを基にした理論計算との比較を行った。

【実験と計算方法】薄膜試料は、Si(100)基板上的SiO₂膜上へ光CVDにより形成した。GeH₄圧1.3 Paでは2次元成長、0.13 Paでは3次元ドット成長した。まず成長前のSiO₂/Si(100)基板についてエリプソデータのフィッティングを行い、SiO₂膜厚を正確に決定した。成長後は多層構造を仮定し、*c*-Ge, *a*-Ge, void成分の誘電応答関数を参照し、有効媒質近似により擬誘電応答関数を計算した。

【2次元成長Ge膜】(*c*-Ge + *a*-Ge + void)単層モデル1、(*c*-Ge + void)/(*c*-Ge)二層モデル2、(*c*-Ge + *a*-Ge + void)/(*c*-Ge + *a*-Ge)二層モデル3についてフィット結果を左下図に示す。モデル2の一致が最も悪く、モデル1とモデル3の一致が同程度であった。非晶質成分が多く含まれていることは、原料供給律速度のCVDにおいて、結晶化が不完全なまま成長していることを示している。結晶性が単結晶から非晶質まで連続的に変化する中間状態として多結晶Geがある。その誘電応答関数は標準化されていないが、近似的に*c*-Geと*a*-Geの誘電応答関数を混合して表現できることが分かった。

【3次元成長Ge膜】Geドットの形状とサイズが成長に伴って変化するので、単純なモデルによって表現するのが難しい。まだ3次元構造が深くない成長初期には、(*c*-Ge + *a*-Ge + void)の単層モデルによりうまくフィッティングできた。一方、Geドットが形成すると、(*c*-Ge + *a*-Ge + void)/(*c*-Ge + *a*-Ge)二層モデルによりある程度の一致が得られた。一例を右下図に示す。ここで3次元モフォロジーは、35%ものvoid成分を含む厚めの表面ラフネス層により表現されている。擬誘電応答関数の虚部スペクトルの振幅は結晶性の指標として一般に用いられるが、計算値と実験値との不一致が顕著で、単純なモデルでは十分に表現しきれていないことが見て取れる。

[1] Appl. Surf. Sci. **436** (2018) 887. [2] J. Vac. Sci. Technol. A **36** (2018) 041505.

