

酸素添加雰囲気ですパッタした Si 薄膜の光学的性質

薄膜・表面物性研究室 倉山 泰史

T005027 Yasusi Kurayama

研究背景・目的

ウエットプロセス(陽極化成)やドライプロセス(スパッタリング)により作製したSiのnmサイズの微粒子から可視発光が観測されている。Si ナノ粒子の発光機構を解明するために、これまで、多くの研究がなされてきたが、その主因は「量子サイズ効果」によるバンドギャップの広がりとするモデルが定着してきている。

ウエットプロセスでは、高エネルギーでの発光が難しいとされ、現在は、ナノシリコン(n-Si)薄膜の作製法としては、SiO₂ ターゲット上に Si チップを数個載せて同時スパッタリングをおこなう作製法が主流である。本研究では、O₂ ガス中で Si ターゲットをスパッタする反応性スパッタリング法を用い n-SiO_x 薄膜を作製してみた。

実験概要

Si ターゲット(純度:99.999%, 80φ×5t, 抵抗率:0.11 Ω・cm 以下)を用い O₂ ガスを導入して高周波(RF)スパッタリングを行い、ガラス基板上に n-SiO_x 薄膜を製膜した。今回の製膜条件を以下に示す。

圧力	5 × 10 ⁻²	Torr
O ₂ 流量	1 ~ 4	sccm
Ar 流量	6 ~ 11	sccm
RF 電力	50 ~ 150	W

まず、透明な SiO_x 薄膜の製膜条件から O₂ ガスを減少、Ar ガスを増加させることにより光沢のある SiO_x 薄膜になるよう目指した。光沢のある SiO_x 薄膜条件を決定することで、光沢になる手前で n-SiO_x 薄膜が得られると考えた。製膜後に、分光光度計で透過スペクトルを測定した。また、光沢のある SiO_x 薄膜に対して、透過スペクトルからと反射スペクトルも吸収係数を求め吸収端を見積った。

結果・考察

上記のように製膜条件を変化させた SiO_x 薄膜は、透明であった。RF パワーを増加させ O₂ ガス流量を減少させると透過スペクトルに現れる干渉縞の個数が 1 から 3 個へと増加していた。ローレンツモデルを使い膜厚を測定したところ 225 nm から 557 nm へ増加していることが確認された。ここで O₂ ガスを 1 sccm へ減少させ、Ar ガスを 12 sccm へ増加させたところ、

光沢のある SiO_x 薄膜が得られた。透過スペクトル (T) と反射スペクトル (R) から、吸収係数 [αx] を $T = (1 - R)^2 \exp(-\alpha x)$ より求め、 $\alpha^{1/2}$ vs. E (Fig.2) より吸収端を見積ったところ、1.2eV 程度であることがわかった。また、Si ウェハの反射率を測定すると反射率に差はあるもの、光沢のある SiO_x 薄膜と反射ピーク位置がほぼ同じであることが観測された。これより光沢のある SiO_x 薄膜は、Si 薄膜であることが確認された。このようなピークが見られるのは膜がアモルファスではなく、結晶であるためである。

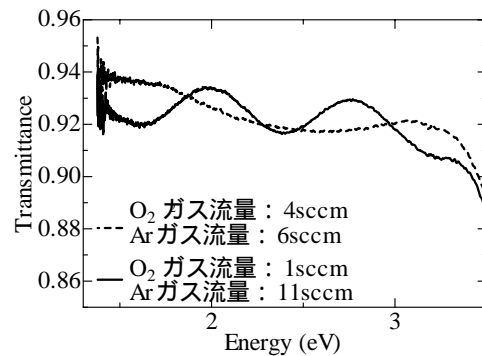
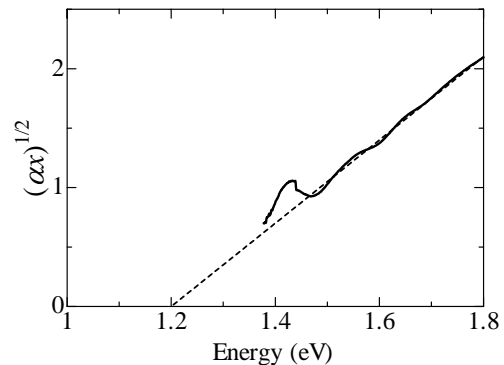
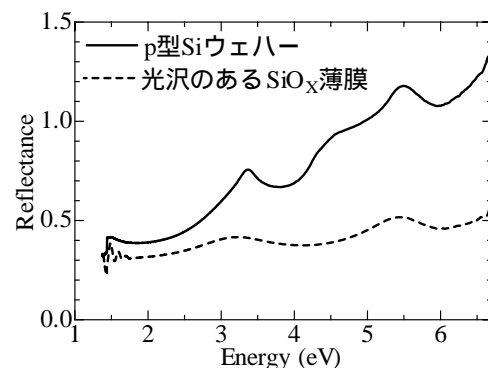
Fig.1. 透明な SiO_x 薄膜の透過スペクトルFig.2. 光沢のある SiO_x 薄膜の吸収端

Fig.3. 反射スペクトル