

題名	ナノ構造シリコンの顕微分光による局所的物性評価		
研究室名	半導体物性研究室		
学籍番号	19921062		
学科	応用物理学科		
氏名	鶴田裕彦		

ナノサイズの Si 微粒子 (Si 超微粒子) の室温での可視域発光が確認されて以来、多くの研究が行われている。しかし「量子効果」「界面効果」といった説はあげられているが、未だその発光のメカニズムは明らかにされていない。Si 超微粒子の構造と発光の関係を調べることはメカニズムを探る上で重要である。構造を調べる方法は色々あるが、ラマン散乱法は光学的手法として有力である。これを用いることによって、Si の結晶性と非結晶性だけでなく、Si 超微粒子の粒径についても予想することが可能である。本研究では、不純物の混入が少ない Si 超微粒子を堆積できるパルスレーザーアブレーション法 (PLA 法) を用いて作製された Si 超微粒子の発光機構の解明を目指している。PLA 法では、Si 超微粒子以外に直径数 μm 程度のデブリやドロレットが生じてしまう。それら避けて Si 超微粒子のみを測定するために、試料を励起させるレーザー光を数 μm^2 の範囲に投射することのできる顕微分光装置を用いた。この装置を用いて、PLA 法で作製されたサンプルの PL とラマン散乱を測定した。

PLA 法の際に生じるブルームは図 1 のように球対称であるため、基板に Si 超微粒子が一様に堆積されない。そのため、フォトルミネッセンス (PL) のピーク強度をブルーム鉛直上にある中心点からの距離 x [cm] の関数として測定した (図 2)。発光強度には距離 x だけでなく膜厚にも依存することが考えられる。光吸収測定を行った結果、透過率が場所依存性をほとんど持たないことがわかった。吸収係数が膜厚に対して偶然反比例の関係を持つとは考えにくいので、吸収係数は一定と考えられる。これより、膜厚は距離 x に対してほとんど変化しないことになり、ピーク強度の場所依存性には Si の構造が関わっていることが予想される。Si のラマン散乱の特徴として、結晶 Si では 520 cm^{-1} 付近に鋭いピークが、アモルファス Si では 480 cm^{-1} 付近にブロードで弱いピークをもつスペクトルが存在することが知られている。また Si 超微粒子では、フォノン閉じ込め効果によって粒径によってピークと半値幅が変化することが報告されている。得られたラマンスペクトルの結果、ブルーム鉛直上では Si 超微粒子のラマンスペクトルはほとんど見られることはなく、大半がアモルファス Si (a-Si) のスペクトルであった。しかし、距離 x が大きくなるにつれて Si 超微粒子のスペクトルが多く見られて、測定できる最も遠い場所では Si 超微粒子のスペクトルが大半であった。距離 x に対する Si 超微粒子と a-Si のスペクトルの強度比を図 2 に示す。ラマンスペクトルの半値幅によってその Si 超微粒子の粒径を見積もると、作製されたサンプルには粒径が $5\sim 9\text{ nm}$ 程度の Si 超微粒子が主に含まれていることがわかった。すなわち、量子サイズ効果が顕著にあらわれる 5 nm 以下の粒径の Si 超微粒子が堆積されていないことから、発光に量子効果はほとんど関わっていないことがわかる。以上より、サンプルの発光強度は距離 x に依存し、その原因には量子効果でなく a-Si の存在が大きく関わっていることが予想された。

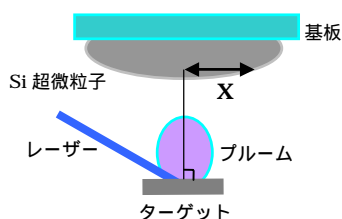


図 1

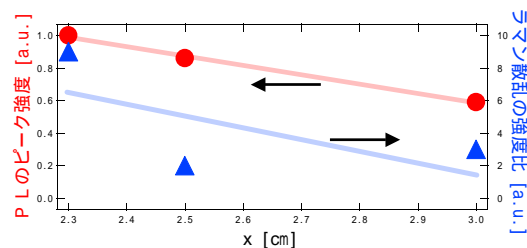


図 2