

論文内容要旨

報告番号	甲 先 第 237 号	氏 名	Choi, Yun Jeong
学位論文題目	炭素系薄膜の気相成長による新奇機能発現に関する研究		
<p>内容要旨</p> <p>本研究では従来に使われている方法とは異なる方法で炭素系薄膜を合成し、合成実験中に観察された現象と炭素系薄膜を組み合わせて基板表面に周期的構造を形成した。</p> <p>2000年 P. W. May グループによりリンを含有した2元炭素化合物が他の化合物と比較し、高い強度とバンドギャップをもつと理論的予想された。従来のプラズマ CVD が用いられ、リンを含有した炭素化合物を合成が行われた。その結果、リンの含有量によってバンドギャップの変化などが見られリン化炭素の可能性が示された。しかし、この研究で使用された、炭素薄膜形成に多く使用されてきたプラズマ CVD 方法は炭素材料の合成において黒鉛化が生じしやすい環境で合成が行われる。これを改善するための新たな合成手法が求められる。従って、本研究ではプラズマに対し比較的低い温度で、常圧で合成が可能である熱 CVD 方法を導入した。</p> <p>熱 CVD 方法を使うことにおいて、薄膜形成に大きく影響を与えると考えられる合成温度、原料ガス比、基板などを変えて実験を行い、薄膜が形成される条件を調べた。その結果、次のようなことがわかった。1100℃以上で基板表面に炭素系化合物が観察され、リンの原料ガスであるホスフィンガスの割合が50%未満で薄膜が形成されることがわかった。様々な基板を用いた実験ではサファイア基板の上に炭素化合物である Al₄C₃ 中間層を用いてその上に合成を行ったときに、膜を形成することができた。</p> <p>様々な基板を用いた実験中、基板から薄膜が剥がれ、表面に構造を形成する現象が見られた。この現象を用い、基板表面に周期的構造を形成するために薄膜を結晶性をもつ物質に変えることで、大面積にわたって周期的構造を形成するのに成功した。</p> <p>薄膜が剥がれる現象を Buckling 現象と呼び、形成された構造を Buckling pattern という。一般的にこの現象は基板と薄膜の間の応力差によっておきると知られている。ここでは応力の差を生じさせるために、アニールプロセスが導入され、規則的構造を表面に形成することができた。</p> <p>この構造は基板と中間層として使われたサファイア基板と Al₄C₃ 層の結晶構造と同様のヘキサゴナル対象性を現した。ラマン分光法を用いて薄膜の応力変化を観察し、応力変化によってパターンが形成されたことを証明した。考察を通し、パタンの大きさは格子不整合率と関連し変化しうるあることを結論付けた。</p> <p>大面積にわたって規則的に形成されるこの2次元パターンは透明なサファイア基板にあるためリフトオフ過程をもたずそのまま光学格子のようなデバイスへの応用が期待される。さらに、結晶性の薄膜および基板を用いた規則的パターンの形成技術は従来のリソグラフィ技術の代わりになると期待される。</p> <p>この研究は炭素系薄膜形成において熱 CVD 方法を導入した基礎研究を通しこれからのリンを含有した炭素系薄膜合成研究の土台を建て、Buckling 現象に着目し炭素系化合物の新たな機能を発現させ、応用可能性を広げた。</p>			

論文審査の結果の要旨

報告番号	甲 先 第 237 号	氏 名	Choi Yun Jeong
審査委員	主査 原口 雅宣 副査 岡田 達也 副査 直井 美貴 副査 富田 卓朗		
学位論文題目 炭素系薄膜の気相成長による新奇機能性発現に関する研究			
審査結果の要旨 本研究は、炭素系薄膜の気相成長(CVD)による新奇機能性発現について調査したものである。一般に、炭素系薄膜はマイクロ波プラズマ気相成長により作製されるが、本研究では、メタンを原料ガス、水素を搬送ガスとした場合の熱CVD法について、成長温度、原料供給量、成長基板などの成長パラメータに対する薄膜評価を詳細に行っている。その結果、特定の条件下において連続膜成長が可能であり、また、成長薄膜は基板との熱膨張率差や格子定数差による応力の影響を強く受けることを明らかにしている。本結果をもとに、本研究では、炭素系薄膜のデバイス応用について議論し、単純な熱処理により、高配向したハニカムバックリングパターンが自己形成できる事を示している。このパターンは、サファイア基板上に中間層として炭化アルミニウム薄膜をもつ炭素薄膜で形成され、1000℃程度の熱処理により2次元周期構造が拡張されることを明らかにした。高速フーリエ変換解析により、このパターンは6回対称性をもち、基板結晶性に依存している事を明らかにしている。この結果は、本手法が、従来の複雑なリソグラフィ技術による周期的バックリングパターン形成技術なしに自己形成バックリングパターン形成ができ、周期構造を必要とする素子等への応用へ適用できる可能性を示している。 以上のように、本研究は、炭素系薄膜の新奇機能性発現について、電子材料に関する分野に十分寄与するものであり、本論文は博士(工学)の学位授与に値するものと判定する。			