

## 審査の結果の要旨

氏名 竹井 裕介

本論文は「単層カーボン・ナノチューブのピエゾ抵抗計測」と題し、5章からなっている。SWNTの電気特性をセンサ等実用的なデバイスに活かすためには、数本単位のSWNTの電気特性を実験的に調べる必要がある。本論文は、センサ素子としての利用の第一歩として、基板上の特定の箇所に直接生成した数本単位のSWNTの抵抗計測および、伸びに対するピエゾ抵抗計測の手法を提案するものである。

第1章「序論」では、研究の背景と目的、論文の構成について述べている。

第2章「理論」では、SWNTの対称性の高い特殊な構造に起因する、SWNTの基礎的特性について述べている。次にSWNTの構造を決めるパラメータであるカイラリティとSWNTの電気特性の関係について述べ、本論文の抵抗計測に実際に用いた、直径1.2 nm付近のSWNTに該当するカイラリティの候補に関して理論計算による予測を行なっている。そして、SWNTのラマン分光解析について述べ、RBMと呼ばれるSWNT特有のピークからSWNTの直径の見積もる方法について述べている。

第3章「シリコン基板上への架橋構造SWNTの生成」では、シリコン基板上への架橋構造単層カーボン・ナノチューブ（架橋構造SWNT）の生成について述べている。まず本論文で用いられているSWNTの生成法である化学気相成長法（CVD法）について述べている。次に本論文の特徴の一つでもある、架橋構造SWNTを生成するために必須となる、触媒ディップコーティングについて説明し、続いてシリコンの間隙間に架橋するように生成する特徴を持つ、架橋構造SWNTの生成プロセスについて述べている。

第4章「架橋構造SWNTを用いたSWNTの抵抗計測およびピエゾ抵抗計測」では、まずSWNTの抵抗計測のための、対向カンチレバー間をSWNTが架橋する構造および、その製作方法について述べている。次に、抵抗計測のばらつきを抑えるために行なった、架橋構造SWNTへの金の蒸着について述べている。対向カンチレバー上に生成されたSWNTは、折り重なった構造をしており、抵抗が不安定である。この構造へ金を蒸着することで、プローブとSWNT間の接触抵抗のばらつきを抑え、計測したい架橋構造SWNTに対して、抵抗値自体を下げる効果について述べている。これにより、架橋構造SWNTの金がついている部分を電極として、金がついていない部分のSWNTの抵抗を計測する実験を行なった。架橋構造SWNTおよび、その表面に蒸着された金がどのような状態になっているかを調べるために、ラマン分光解析、透過型電子顕微鏡（TEM）観察、および走査型電子顕微鏡（SEM）観察を行なった。架橋構造SWNTに蒸着した金の蒸着量と、金被覆率、そのときの電気抵抗から、SWNTの電気抵抗を求めている。また、架橋構造SWNTに変位を与えたときの抵抗変化を計測し、ピエゾ抵抗効果の計測を行なっている。そして、理論計算と照らし合わせて本論文の計測方法の評価を行なった。

第5章「結論」では、本研究によって得られた成果とその結論を述べ、考察を加えている。

以上のように、本論文では数本単位のSWNTのピエゾ抵抗を計測する手法を提案し、その手法により信頼性のあるピエゾ抵抗計測を実現した。これはサブミクロンの大きさの可動部をもつMEMS構造と単層カーボン・ナノチューブとを融合した素子により可能になったものであり、知能機械情報学の発展に貢献したものである。

よって本論文は博士（情報理工学）の学位請求論文として合格と認められる。