

Title	超微粒ダイヤモンドの精製とダイヤモンド気相合成への応用に関する研究
Author(s)	牧田, 寛
Citation	大阪大学, 1996, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.11501/3110045">https://doi.org/10.11501/3110045</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	まき た ひろし 牧 田 寛		
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)		
学位記番号	第 1 2 4 7 6 号		
学位授与年月日	平成 8 年 3 月 25 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科電気工学専攻		
学位論文名	超微粒ダイヤモンドの精製とダイヤモンド気相合成への応用に関する研究		
論文審査委員	(主査)		
	教授 平木 昭夫	教授 松浦 虔士	教授 青木 亮三
	教授 白藤 純嗣	教授 辻 毅一郎	教授 熊谷 貞俊
	教授 佐々木孝友	教授 村上 吉繁	教授 黒田 英三
	教授 小牧 省三	教授 中島 尚男	
	教授 山中 龍彦		

#### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、著者が大阪大学大学院博士後期課程において、新素材である粒径 5 nm の超微粒ダイヤモンドについて、未解明であった不純物の除去など実用化に重要な技術を開発し、またダイヤモンドの気相合成において重要課題である核発生処理に超微粒ダイヤモンドによる種付け法という新たな手法を開発した研究について述べており、以下の 6 章により成り立っている。

第 1 章は、序論で、先ず気相合成ダイヤモンドの歴史とその形成機構について、次にダイヤモンドの核発生機構について述べている。その上で、既存の核発生促進処理のもつ問題点をあげ、新たな手法の開発の必要性和意義を述べ、本研究の目的を示している。

第 2 章では、本研究で用いた超微粒ダイヤモンドについて精製前の諸物性を評価し、不純物の同定をおこなった上であらたに開発した高効率の精製法について述べている。また、既存の高温高圧合成ダイヤモンド微粒の精製工程の改良を提案している。さらに、精製後の超微粒ダイヤモンドについて諸物性を評価し、その超微粒粒子としての産業への応用に理想的な性質を明らかにしている。また、超微粒ダイヤモンドを種付け処理に用いるため、超微粒ダイヤモンドを疎液コロイド溶液として、利用することを提案している。

第 3 章では、コロイド理論についてその理論と実例について述べている。また超微粒ダイヤモンドコロイド溶液の生成法とその物性について述べ、実際に開発した種付け手法を提案している。

第 4 章では、本研究で用いたダイヤモンドの気相合成法について述べ、それぞれの特徴を示している。とくに、有磁場マイクロ波プラズマ CVD 法については、その原理も述べている。

第 5 章では、超微粒ダイヤモンドによる種付け処理を施した基板にダイヤモンドの気相合成を行い、基板前処理として既存の手法に対する優位性を示している。

第 6 章では、本論文で得られた知見を総括している。

#### 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、ダイヤモンド気相合成における新たな核発生促進処理として超微粒ダイヤモンドによる種付け処理の実

用化と、その実現に必要な超微粒ダイヤモンドの不純物除去、分散の制御に関する一連の研究をまとめたものであり、その主な成果を要約すると次の通りである。

(1)これまで不明であった超微粒ダイヤモンドの凝集原因不純物の同定に成功し、高収率で、産業化が可能な精製法をはじめて開発し、良好な結果を得ている。また、本研究で開発した精製法を既存の高温高圧合成ダイヤモンド微粒子の高品質化へ応用することに成功している。

(2)精製後の純粋で良好に分散している超微粒ダイヤモンドの諸物性を測定し、明らかにしている。

(3)超微粒ダイヤモンドを良好に分散した状態で制御する方法としてダイヤモンドを疎液コロイド溶液として用いる方法を開発している。

(4)超微粒ダイヤモンドコロイド溶液を用いた基板への超微粒ダイヤモンドによる種付け法を開発し、均一性、再現性で良好な結果を得ている。

(5)超微粒ダイヤモンド種付け基板上に、実際にダイヤモンドの気相合成をおこなうことにより、 $1.5 \sim 2.0 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$ と、既報では最高の成長粒子密度と、速い成長速度を得ている。また、薄膜を構成するダイヤモンド粒子のファセットが明確になる前後で、ダイヤモンド薄膜の成長速度が大きく変化することを明らかにしている。

(6)基板表面温度 $200^\circ\text{C}$ での低温合成において、種付け処理を施した基板では、従来の傷つけ処理に比べ、得られたダイヤモンド薄膜の結晶性、成長速度、成長粒子密度において飛躍的な改善を達成している。

(7)種付け処理基板上での(100)面選択成長において、薄膜を構成する粒子の(100)面が下地のSi(100)面に対し、回転方向は配向していないもののほぼ平行なダイヤモンド薄膜を得ることにより、高配向ダイヤモンド薄膜合成の可能性を指摘している。

(8)プラズマジェットCVD法などの熱プラズマCVDや、Si以外の基板へのダイヤモンド気相合成においても成長速度、成長粒子密度などの点で良好な結果を得ている。

以上のように、ダイヤモンド薄膜合成における核発生促進処理としての超微粒ダイヤモンドによる種付け処理に関する研究において、CVDダイヤモンド合成技術上重要な知見を明らかにしている。また、超微粒ダイヤモンドの実用化にむけての精製法と物性に関する重要な知見も示している。

本研究で得られた結果は、新素材としての超微粒ダイヤモンドの実用化と、機能材料としてのダイヤモンド薄膜研究の発展に貢献したものと結論できる。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。