



|              |                                                                                                                                                 |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Title        | ECRプラズマCVD法による低圧・低温下での大面積ダイヤモンド薄膜の合成に関する研究                                                                                                      |
| Author(s)    | 魏, 津                                                                                                                                            |
| Citation     | 大阪大学, 1991, 博士論文                                                                                                                                |
| Version Type |                                                                                                                                                 |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/37261">https://hdl.handle.net/11094/37261</a>                                                             |
| rights       |                                                                                                                                                 |
| Note         | 著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。 |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

|         |                                                                                                                    |         |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 氏名・(本籍) | うえい<br>魏                                                                                                           | じん<br>津 |
| 学位の種類   | 工                                                                                                                  | 学 博 士   |
| 学位記番号   | 第 9 7 3 8                                                                                                          | 号       |
| 学位授与の日付 | 平成 3 年 3 月 26 日                                                                                                    |         |
| 学位授与の要件 | 工学研究科 電気工学専攻<br>学位規則第5条第1項該当                                                                                       |         |
| 学位論文題目  | ECRプラズマCVD法による低圧・低温下での大面積ダイヤモンド薄膜の合成に関する研究                                                                         |         |
| 論文審査委員  | (主査)<br>教授 平木 昭夫 教授 青木 亮三 教授 白藤 純嗣<br>教授 鈴木 胖 教授 松浦 虔士 教授 村上 吉繁<br>教授 辻 毅一郎 教授 山中 龍彦 教授 加藤 義章<br>教授 黒田 英三 教授 中島 尚男 |         |

## 論文内容の要旨

本論文は、気相合成ダイヤモンドの形成機構の解明とその応用範囲の拡大を目的としてECRプラズマを用いた低圧・低温における大面積ダイヤモンド薄膜の合成に関する研究をまとめたもので、以下の6章より構成されている。

第1章は序論であり、CVDダイヤモンドの歴史と現在主に使われている各種合成法について紹介し、本合成法と他の合成法を比べ、本研究の意義を明らかにしている。次に、ダイヤモンド薄膜合成において低圧・低温および大面積化の必要性を述べ、本研究の目的を明らかにしている。

第2章では、装置の特長および性能について詳しく述べている。ダイヤモンド合成の可能な従来型ECRプラズマCVD装置と本研究で使われたECRプラズマCVD装置の構造上の相違を比較することにより本装置の特長を示している。ECR条件(磁束密度 $B=875\text{G}$ )より高磁場(ECR-I型: $B=2.2\text{KG}$ )側からマイクロ波を導入することによってECR条件で高密度プラズマが得られ、ECR条件での成膜の重要性を示唆している。また、より強磁場(ECR-II型: $B=3.4\text{KG}$ )を利用することによってECR条件を空洞共振器の外に出し、大面積かつ均一な放電が得られ、大面積(4インチ径)成膜が期待できることを示している。

第3章では、ECRプラズマCVDを用いて、低圧(0.1Torr)でのダイヤモンド薄膜合成のプロセスおよび低温成膜に最適な反応ガス( $\text{CH}_4+\text{CO}_2/\text{H}_2$ )を使って低温(500℃)での大面積(4インチ径)ダイヤモンド薄膜の合成について述べ、核形成密度、反応ガスおよび入力マイクロ波パワーなど良質なダイヤモンド合成に対する影響を明らかにしている。

第4章では、CVDダイヤモンド生成にプラズマパラメータ(プラズマ密度、プラズマ電位など)が

果たす役割を明らかにしている。まず、ダイヤモンド生成のできる領域でのプラズマ密度の測定結果より、ダイヤモンド生成への高密度プラズマの重要性を示している。また、プラズマ電位の測定結果より、プラズマ電位による基板バイアスの必要性について論じている。

第5章では、ECRプラズマCVDを用いて、低融点材料（Al）と絶縁材料（ガラス）へのコーティングを試みている。次に、合成されたダイヤモンド薄膜でショットキー・ダイオードを作製し、その特性を評価している。さらに、ダイヤモンド薄膜のカソードルミネッセンスを測り、本研究で得られた合成ダイヤモンド薄膜が青色発光素子になりうることを示している。第6章では、以上の研究により得られた主要な結果をまとめている。

### 論文審査の結果の要旨

ダイヤモンドはあらゆる物質中で、最高の硬度と熱伝導度を有するほか、高い電気絶縁性、殆んどあらゆる波長の光を透過させる光学的特性など多くの優れた特性をもつ。更に、この物質は5.5eVという広いバンド・ギャップをもつ半導体的性質を示す。この優れた物質であるダイヤモンドを気相から合成する研究がこの数年来精力的になされてきたが、未解決の問題も多く残されている。本論文は、これらの問題解決を目指す基礎研究の一端を担うもので、得られた主な成果は次の通りである。

- (1) プラズマCVD法によるダイヤモンドの気相合成は、従来、数十 Torr 以上の高ガス圧と、1,000°C 近くの高温という条件下で行われてきた。このためいくつかの難点があり、その解決が求められていた。この解決策として、論文提出者により、開発されたのが電子サイクロトロン共鳴（ECR）を応用した有磁場マイクロ波プラズマCVD装置である。その装置を用いることにより、世界にさきがけ低圧（ $\sim 0.01$  Torr）、低温度（500°C）かつ、均一な大面積（4 インチ径）成膜に成功している。
- (2) 本研究ではECRプラズマCVDの特長の一つである低温（0.1 $\sim$ 0.01 Torr）合成という点を生かし、初めてダイヤモンド合成プラズマ域でのパラメータ（プラズマ密度、電子温度、プラズマ電位）測定およびその制御を可能にしている。その結果、ダイヤモンド形成にプラズマ密度およびプラズマ電位が果たす役割を明らかにしている。
- (3) このECRプラズマCVD法を用いて合成されたダイヤモンド薄膜の応用として、従来困難とされてきた低融点金属（Al）や絶縁体（ガラス）へのデポジションに成功している。また、ショットキー・ダイオードの作製および電子線励起による青色発光（カソードルミネッセンス）は、この合成ダイヤモンド薄膜のデバイス化への可能性を示している。

以上のように、本論文は、ダイヤモンド薄膜の気相合成に関する従来の問題点を解決し、また、同時に、このダイヤモンド薄膜が新しいタイプの半導体および光学デバイスとして極めて有望であることを示したものであり、電気・電子工学の発展に大きく寄与するものである。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。