

テクニカルレポート

プラズマ CVD を用いた固体炭素源からのダイヤモンド合成

†今宮麻衣*, 曳地 智*, 坂本幸弘**

Preparation of Diamond from Solid Carbon Sources Using Plasma CVD

by

†Mai IMAMIYA*, Tomo HIKICHI* and Yukihiro SAKAMOTO**

(Received Aug. 23, 2024; Accepted Mar. 24, 2025)

要 約

ダイヤモンドは優れた特性を有しており工業的に応用するために古くから人工合成が試みられてきた。通常は反応ガスを用いることで合成を行うが、固体炭素源から炭素を抽出することによりダイヤモンド合成の炭素源とすることが可能である。本報では“メモリアルダイヤモンド”の作製法として固体炭素源からのダイヤモンド合成について紹介する。

キーワード: ダイヤモンド, プラズマ, CVD, マイクロ波, 固体炭素源

1. ココディア・ダイヤモンドの概要

世界には美しいダイヤモンドは星の数ほどあるが太古の昔から現代へと地球が生み出した奇跡といえる天然のダイヤモンドは希少価値が高いのもあたりまえである。そんな中私たちは、ダイヤモンドをオーダーメイドするという新しい価値を見いだした。

ココディア・ダイヤモンドはペットのヘアーから作るまったく新しいダイヤモンドジュエリーブランドである。独自開発の特別な技術でお客様ひとりひとりのために生み出される完全オリジナルなダイヤモンド、それがココディア・ダイヤモンドである。私たちは研究を重ね、ペットヘアーから抽出した炭素を結合させながらも透明度が高く美しいジュエリークラスのダイヤモンドをつくりあげる技術確立した。

サイズ, カラー, カットにいたるまで、いまやダイヤモンド

はもう選ぶ時代から作る時代へと進化した。

2. “メモリアルダイヤモンド”とは

ジュエリーとしても天然のダイヤモンドは人気が高く希少価値も高い。弊社は天然のダイヤモンドでは出来ないオーダーメイドするダイヤモンドに新しい価値を見いだした。“あなたとあなたの大切な人でつくる世界でただひとつのダイヤモンド”をコンセプトとし、家族の髪の毛や思い出の品、ペットの毛などを預かり、記憶やストーリー、願いを込めて“メモリアルダイヤモンド”を合成する。大切な思い出が時を超えて受け継がれ、家族の未来を見守る。ココディア・ダイヤモンドは、全ての思い出の品からつくるまったく新しいダイヤモンドジュエリーブランドである。

3. メモリアルダイヤモンドの開発

“メモリアルダイヤモンド”の開発は 2011 年 3 月 11 日の東日本大震災による津波被害者ご家族の悲しい声から始まった。津波により家や家族が流され、残された家族は僅かに残った遺品を大切にしていた。震災から 1 ヶ月たち、半年たち、14 年たった現在にいたっても 2500 名以上の方の遺体がいまだ見つかっていない。彼ら震災遺族はお墓や仏壇に亡くなった方のお骨もない中で弔い続けなければならず、彼らに残るものは遺品だけだった。しかし、時間と共

令和 6 年 8 月 23 日受付

- * 株式会社ココディアジャパン：東京都港区港南 1-9-36
アレア品川ビル（NTT データビル）13F
TEL 03-4405-1330
m.imamiya@cocodia-japan.co.jp
COCODIA JAPAN CO.,LTD: 13F Area-shinagawa, 1-9-36,
Konan, Minato-ku, Tokyo, 108-0075, Japan
- ** 千葉工業大学工学部：千葉県習志野市津田沼 2-17-1
Faculty of Engineering, Chiba Institute of Technology: 2-17-1
Tsudanuma, Narashino, Chiba 275-0016, Japan

†:連絡先/Corresponding author

にその遺品も形をなくしてしまい始め、「津波の跡から探し出した遺品も、もうぼろぼろになってしまう」「娘の生きた証までもがなくなっていってしまうようだ」といった、どうにか長い時間共に居られるようにできないかという声に答えて「永遠の輝き」とも言われるダイヤモンドに思いを残せないかと事業を立ち上げた。

この“メモリアルダイヤモンド”は世界で唯一の完全オーダーメイドダイヤモンドである。ダイヤモンドの合成法としてマイクロ波プラズマ CVD を取り上げ、炭素源として家族の遺品やペットの毛などから炭素源を抽出する。この炭素源を H_2 プラズマ中に導入することにより、ダイヤモンドを合成する。そうすることで世界に 1 つだけのオーダーメイドダイヤモンドを合成する。

本報では、メモリアルダイヤモンドの合成の代表として、ペットの毛を固体炭素源としたダイヤモンド合成について紹介する。

4. ダイヤモンドの作製

ダイヤモンドの合成にはモード変換型マイクロ波プラズマ CVD 装置を用いた。電源は発振周波数；2.45GHz，マイクロ波出力；3kW の電源を用いた。減圧されたチャンパー内に反応ガスを供給し、導波管，モード変換器，石英板を介して上部からマイクロ波を導入し，プラズマを発生させ合成を行なった。プラズマは H_2 により発生させ，その後加熱炉を用いて固体炭素源を加熱し炭素系ガスを導入した。固体炭素源として犬の毛を使用した。合成中は発光分光分析を行いプラズマの制御を行った。基板には単結晶ダイヤモンドを用いて，ホモエピタキシャルを行った。

生成物の評価は合成前後の重量を測定し，重量変化により生成物の有無を確認した。また，ラマン分光分析装置を用いて構造評価を行った。

4.1 発光分光によるプラズマ制御

Fig. 1 に発光分光の分析結果を示す。 H_2 導入のみ(a)では H_α , H_β のピークが認められた。しかし，固体炭素源から炭素注入中(b)では H_α , H_β 以外に CH, C_2 に起因するピークが認められた。これにより固体炭素源からの炭素抽出が可能であることが明らかとなった。

4.2 合成結果

固体炭素源から炭素抽出を行い合成後の基板の重量を測定したところ，合成前は 0.0645g (0.32ct) であった基板が 0.0660g (0.33ct) へと増加した。

Fig.2 に上述の試料のラマンスペクトルを示す。 $1200cm^{-1}$ のナノダイヤモンドおよび $1550cm^{-1}$ 付近の DLC に起因するブロードなピークが確認され，生成物には不純物が含有

しているが， $1333cm^{-1}$ 付近にダイヤモンドに起因するピークが確認された。これにより得られた生成物はダイヤモンドであることが明らかとなった。

5. 結言

モード変換型マイクロ波プラズマ CVD を用いた固体炭素源からのダイヤモンド合成において，炭素源として犬の毛を用いてダイヤモンドの合成が可能であった。“メモリアルダイヤモンド”の詳細については公式 HP (<https://cocodia-japan.co.jp/>) を参照して頂きたい。

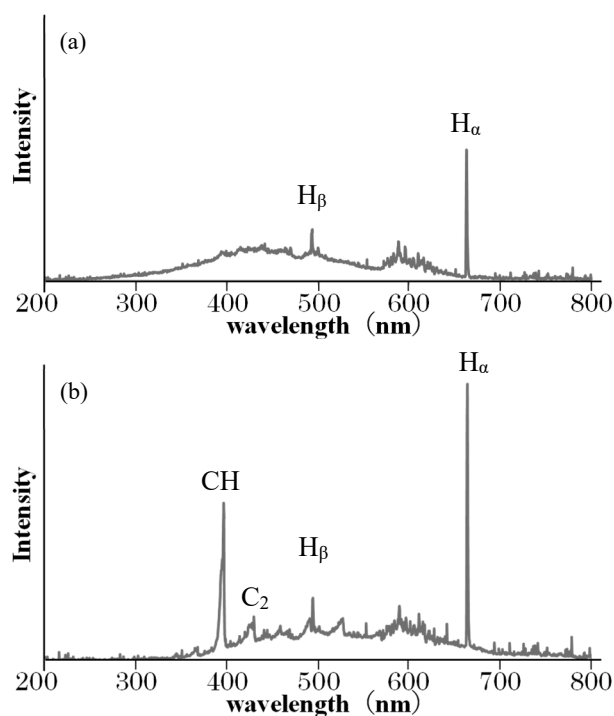


Fig.1 Optical emission spectra of the plasma, (a) hydrogen only and (b) during diamond synthesis.

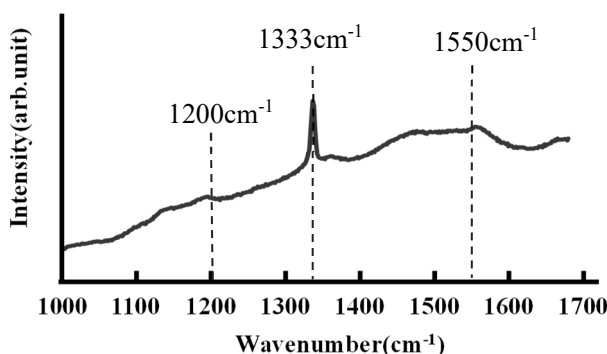


Fig.2 Raman spectrum of the synthesized diamond.

参考文献

- 1) 坂本幸弘, 今宮麻衣, 玉村秀司: 材料の科学と工学, 51, 179 (2014)