

研究班番号【93】

ダイヤモンドを作ろう ～炭素原子から考える～

化学班:秋好 真子 隠地 万帆 川畑 舞美 柴田 実桜 豊田 滯

Abstract

The purpose of this study is to reveal whether we can manufacture artificial diamond by simple hot-filament-assisted chemical vapor deposition (CVD) from a substance which contains carbon. When we use silicon plate as substrate and methanol as carbon source, we can manufacture clear steric structure by experimenting and observing. Thus, in this study, it is concluded that silicon plate and methanol are suitable to manufacture artificial diamond by simple hot-filament-assisted chemical vapor deposition (CVD).

要約

本研究の目的は、簡易熱フィラメントCVD法によって炭素原子を含む物質から人工ダイヤモンドを製造できるかを明らかにすることである。基盤にケイ素盤、炭素源にメタノールを用いたとき透明な立体構造が見られたことが実験と観察により明らかになった。従って、この研究では簡易熱フィラメントCVD法によって人工ダイヤモンドを製造するにはケイ素基盤とメタノールを用いるのが最も適しているということが結論づけられた。

1. はじめに

私たちは、同じ元素からなる同素体の間で性質が異なることに興味を持った。炭素の同素体を調べていく過程で、炭素原子を含むメタノールやエタノールから、簡易熱フィラメントCVD法を用いて人工的にダイヤモンドを製造することが可能であるということを知り、このことから簡易熱フィラメントCVD法を用いて、先行研究にあったメタノールやエタノール以外の物質でもダイヤモンドを製造することが可能なのではないかと考えた。

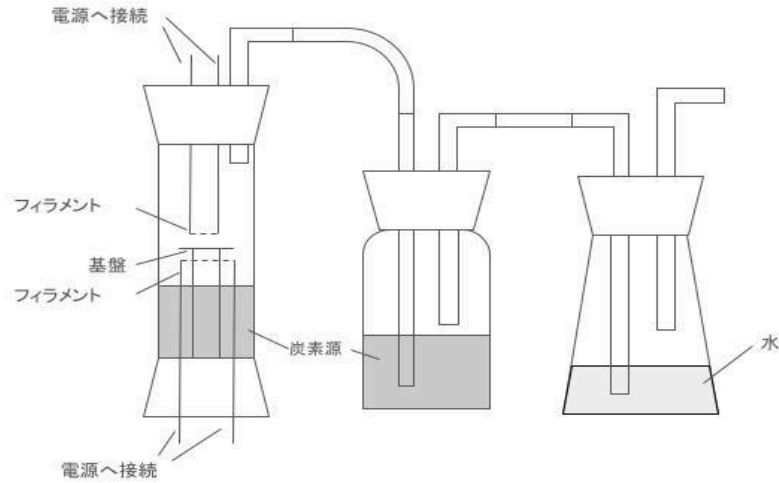
2. 研究手法

簡易熱フィラメントCVD法について

通常ダイヤモンドの製造は高温高圧を必要とするが、この方法は高圧を必要としない。約2000度の熱で炭素源を蒸発させ、フィラメントから放出される熱電子によって気体を分解し、プラズマによって構築された結晶構造を基板に体積させるという方法である。

実験装置について(下図)

反応容器内に基板を取り付け、その上下に電源に繋がれたフィラメントを設置する。フィラメントにはタングステン線、基板にはモリブデン板とケイ素板を用いた。基板とフィラメントとの距離は2,3mmが適切である。なお、初期の実験では基板の上側にのみフィラメントを設置していたが、液体の蒸発に時間がかかる事や、フィラメントの消耗により切れてしまうことで途中で実験を中断するという失敗が続いたため、基板の下側に加熱用のフィラメントを設置している。また、蒸気が空気中に排出されるのを防ぐため、ビーカーと水の入った三角フラスコに蒸気を通過させる。



実験手順について

- ①反応容器を炭素源で満たし、電圧をかけ上下のフィラメントを赤熱させた。
- ②基盤が液面から出た後に下部の電源を切り上部の電圧を上げフィラメントを白熱させた。
- ③その状態を1,2時間保った。
今回炭素源にエタノール、1-プロパノール、2-メチル-1-プロパノール、アセトンを用いて実験を行った。

3. 結果

	メタノール①	メタノール②	1-プロパノール	2-メチル-1-プロパノール	アセトン
基板	モリブデン板	ケイ素板	ケイ素板	ケイ素板	ケイ素板
電流値 (最終)	5.9A 18V	5.2A 14V	5.2A 10V	9.0A 15V	10A以上 7V
実験 時間	225min	135min	21min	18min	51min
実験の 結果	結晶が析出した	透明な構造が見られた	透明な構造は見られなかったが少量の炭素が析出し、実験中断	高温になり、導線の部品が溶けたため実験中断	炭素が析出した



メタノールの結果

4. 考察

メタノール①の実験において析出した結晶は、参考文献に記載されていた大きさよりも非常に大きいため、ダイヤモンドの結晶ではないと考えられる。

メタノール②の実験において基盤にモリブデン板ではなくケイ素板を用いると結晶が析出した原因に、モリブデン板は金属結合をしているのに対し、ケイ素板は共有結合をしており、炭素源に使用したメタノールが共有結合しているのにより相性が良かったと考えられる。

2-メチル-1-プロパノールの実験において高温になった原因に、メタノールの沸点は64.7度であるのに対し、2-メチル-1-プロパノールの沸点は108度であることが考えられる。

1-プロパノール、アセトンの実験において炭素が発生した原因に、メタノールの炭素数が1であるのに対し、1-プロパノール、アセトンの炭素数が3であり、炭素数が多かったことが挙げられる。またアセトンの実験においてフィラメントが白熱しなかった原因に、発生した炭素がフィラメントに付着したことにより、導電性が大きくなり温度が上がりにくくなったことが考えられる。

5. 結論

簡易熱フィラメントCVD法を用いて人工ダイヤモンドを製造するには、基盤にケイ素板、炭素源にメタノールを用いるのが最も適している。

6. 参考文献ならび参考webページ

広瀬洋一. “あなたもダイヤモンドが造れます”. J-STAGE. 1996.

https://www.jstage.jst.go.jp/article/oubutsu1932/65/8/65_8_851/_pdf (参照2024-5-22)

川崎晋司. “世界で一番安いカーボンナノチューブ製造装置”. 国立大学法人名古屋工業大学.

<http://www.ach.nitech.ac.jp/~inorg/kawasaki/topics/topic14.html> (参照2024-5-29)

広瀬洋一 盛口襄 “ダイヤモンドを創る-あなたもダイヤモンドがつくれます”. J-STAGE. 1996.

https://www.jstage.jst.go.jp/article/kakyoshi/44/10/44_KJ00003519149/_pdf/-char/ja (参照2024-10-17)