

ダイヤモンドの合成

2608 大塚 直路 2511 金子 大介 2526 林 風沙 2508 鹿島 梢

要旨

CVD法を用いて、メタノールから炭素の単体であるダイヤモンドを作成を試みた。メタノールを加熱し気化させ試験管内をメタノールで満たし、フィラメントを高温で加熱させ、モリブデン基盤にダイヤモンドを生成させるという実験を行った。しかしモリブデン基盤に炭素は生成したがダイヤモンド特有の光沢は見られなかった。実験する時間や電圧、電流を変えてみたが光沢は見られなかった。ダイヤモンドを生成できなかった原因として、金属の酸化、フィラメントの劣化などで実験が5回しか行えず、生成したものの同定ができない。

1. 目的

熱などの化学的手段で気体を蒸発、固体(目的の物質)を作る CVD 法を用いてダイヤモンドを合成する。

2. 実験器具

- ・メタノール
- ・フィラメント
- ・タングステン線
- ・試験管
- ・ゴム栓
- ・モリブデン線 1本 (Mo)
- ・モリブデン棒 2本 (Mo)
- ・ワニクチクリップ付導線
- ・電源装置
- ・スタンド台
- ・ステンレスパイプ
- ・ガスバーナー
- ・モリブデン盤 (1 cm × 1 cm)

3. 組み立て方法

- (1) フィラメントを支持するためのモリブデン棒2本をゴム栓に差し込む。
- (2) 基盤支持台および支持用のモリブデン線1本をゴム栓に差し込む。
- (3) 電球を割り、中のフィラメントを取り出しモリブデン線にのせる。
- (4) 基盤とフィラメントの間を1～2 mmにする。
- (5) ガス排気用のステンレスパイプをゴム栓に取り付け、先端に綿(反応用試験管内への空気の逆流を防ぐため)をつける。
- (6) 下の図1のように装置を組み立てる。
- (7) 組み立てたら、配線などが間違っていないか、よく点検する。
- (8) 実験装置をドラフト内に設置する。

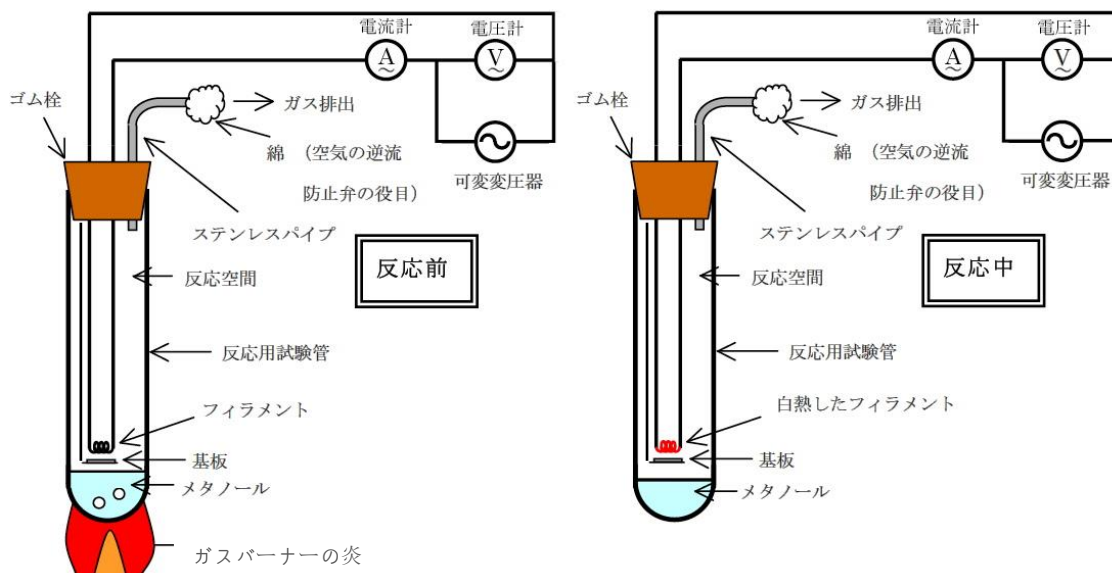


図1 試験管1本で組み立てたダイヤモンド合成装置



写真1 加熱時の様子

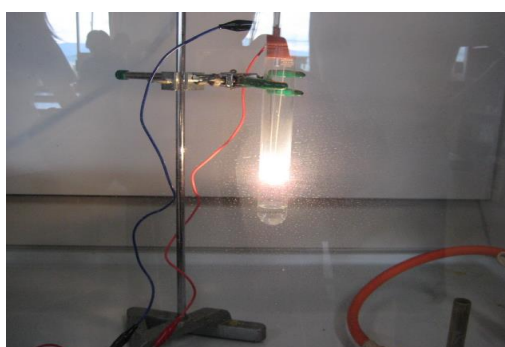


写真2 実験の様子

4. 実験方法

- (1) 可変変圧器の電源(コンセント)が抜けていることを確認する。
- (2) 試験管をスタンドに取り付け、15 mLのメタノールを試験管の中に入れる。
- (3) フィラメント支持棒、基盤、排気用ステンレスパイプなどが装着されたゴム栓を試験管の上から強く押しこむ。
- (4) 排気ガスが空気中に出ると危険なので、実験はドラフト内に装置を設置して行う。
- (5) フィラメントに電流を流すため、可変変圧器から導線をフィラメント支持棒に取り付ける。
- (6) 試験管の下にガスバーナーを置く。
- (7) この状態では、試験管の中には空気が残っているので危険である。そのため空気を追い出すためにメタノールを加熱する必要がある。
- (8) ガスバーナーに火をつける。このとき、炎が試験管の底を加熱していることを確認する。この状態で試験管の空気は追い出されることになる。メタノールの沸騰を確認する。
- (9) 炎による加熱を続けた後、電源(コンセント)を入れ、可変変圧器の電圧を上げてフィラメントを白熱させる。(2000~2400℃)条件によって異なるが、7~8Aで10~12Vくらいに設定。
- (10) フィラメントを白熱後、ガスバーナーの炎を消す。

(11) フィラメントの明るさ、電圧計と電流計の値に注意しながら約1～2時間実験を続ける。

(12) 1～2時間後電源を切り、試験管が手で触れるくらいに冷却されるまで待ち、実験を終わらせる。

5. 結果

	平均電流 (A)	平均電圧 (V)	実験中のフィラメントの発光の色	実験時間	ダイヤモンドの光沢の有無
1回目	2.2	12	オレンジ	1時間	×
2回目	4.4	13	白	1時間	×
3回目	2.6	18.5	オレンジ	2時間	×
4回目	4.6	9.5	白	1時間	×
5回目	5.2	14.5	白	1.5時間	×

表1 (実験結果)

すべての実験でダイヤモンドは合成できず、黒い物質が付着しただけであった。

1回目 2回目 3回目 4回目 5回目



写真2 実験後の基盤

6. 考察

1回目はフィラメントの色がオレンジであり温度が低く、ダイヤモンドの生成に失敗したと考えられる。

2回目では、1回目より電流を大きくすることに成功したが、ダイヤモンドの生成に失敗した。このことから、電流を流す時間が関係していると考えた。

3回目では電流を流す時間を1,2回目の倍の2時間にした。しかし、電流が大きくならなかった。

3回目の実験のあと、実験ができないことが続いた。そこで私達は次のような問題が生じていると考察した。

- ① 実験場所の温度が低く、ガスバーナーでメタノールを加熱した際、上部排気用ステンレスパイプでメタノールが凝縮し、その液体が基盤に落ちる。
- ② フィラメントとモリブデン棒の接触不良により、電流が流れない。
- ③ 同じフィラメントを使っていたことによりフィラメントが黒く変色（炭素の付着と思われる）し、フィラメントの保管も空気中であったため、フィラメントが劣化した。

以上の問題を解決するため、私達は以下の点に注意し再度実験を行った。①メタノールを沸騰させすぎないように注意深く加熱した。②モリブデン棒をクリップのように整え、フィラメントを挟んで確実に固定できるようにした。③電球から新しいフィラメントを取り出して使った。

4回目にはフィラメントは光ったもののフィラメントと基盤の距離が遠く、ダイヤモンドを生成することができなかった。実験の際、黒ずんだフィラメントでも電流が流れ、フィラメントの発光を確認できたため、3回目から考察した問題①と③は、実験の成否には関わらないことが分かった。

5回目は今までのなかで一番大きい電流が流れたが、ダイヤモンドを生成することはできなかった。

結果として、理想の電流である 7~8A を出せる電源装置がなかったため、何回実験を行っても、ダイヤモンドを生成することはできなかつたと考えられ、改良の余地がある。改良する点としては、より大きな電流を流すことができる電源装置を利用することが挙げられる。

また、モリブデン基盤に付着している黒い物質について同定を行う必要がある。その中には肉眼では観察できないような微小なダイヤモンドが生成している可能性がある。

7. 参考文献・引用文献

高等学校化学 I 発展学習集、発展学習指導資料① 三省堂

8. 謝辞

わざわざ資料を送ってくださった三省堂の方に感謝申し上げます。