

課題情報シート

テーマ名 :	パルス放電を用いたダイヤモンド膜の生成				
担当指導員名 :	小林豊彦	実施年度 :	23 年度		
施設名 :	関東職業能力開発大学校				
課程名 :	専門課程	訓練科名 :	生産技術科		
課題の区分 :	総合制作実習課題	学生数 :	2	時間 :	12 単位 (216h)

課題制作・開発のポイント

【開発（制作）のポイント】

コンデンサーに繋いだ炭素電極を真空チェンバー内で接触させ、パルス放電を発生させます。放電によりで気化した炭素ガスが、銅の基板に析出することによりダイヤモンドを生成可能としました。安価で、簡単な装置を用いることにより、瞬時にダイヤモンドが得られます。

【訓練（指導）のポイント】

実験の概要から、目的のものを得るには、何がキーポイントになるかを把握させ、これまでに修得した技術・技能の範囲で、装置を作成させます。また、実験がうまくいかなかったのは、何が原因かを考えさせ、装置を改良させます。この繰り返して、目的を達成させます。

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 関東職業能力開発大学校
住所 : 〒323-0813 栃木県小山市横倉三竹 612-1
電話番号 : 0285-31-1711 (代表)
施設 Web アドレス : <http://Kobayashi.Toyohiko@jeed.or.jp/>

課題制作・開発の「予稿」および「テーマ設定シート」

次のページ以降に、本課題の「予稿」および「テーマ設定シート」を掲載しています。

(パルス放電を用いたダイヤモンド膜の生成)
黒鉛の熱励起によるダイヤモンドの合成

田中 沙希
横松 宏衣

1. ダイヤモンドについて

合成ダイヤモンドは地上に存在する物質の中で最も硬い材料です。その性質を利用して研磨剤、加工治具の保護被膜などに使われています。またダイヤモンドは光を透過することから、光学材料の保護被膜としても使われています。さらにダイヤモンドは半導体特性を有するためエレクトロニクス材料としても開発が進められています。

2. ダイヤモンド合成実験

人工的にダイヤモンドを合成する方法には高压下で固体の炭素から合成する方法と低压下で炭素を含む気体から合成する2つの方法が発表されています。

1999年にPalnichenko氏の論文で次のような合成方法が発表されました。

充電されたコンデンサにつないだ2本のカーボン棒を真空チャンバーの中で接触させる。放電で高温となったカーボンの先端から高い濃度のカーボン蒸気が発生し、それが基板によって濃縮されダイヤモンドが合成されるという内容の論文です。

論文に示されている実験方法

- ① チャンバー内を真空にする。
- ② コンデンサを充電する。
- ③ 炭素棒を接触させ放電させる。
- ④ 析出した結晶を分析する。

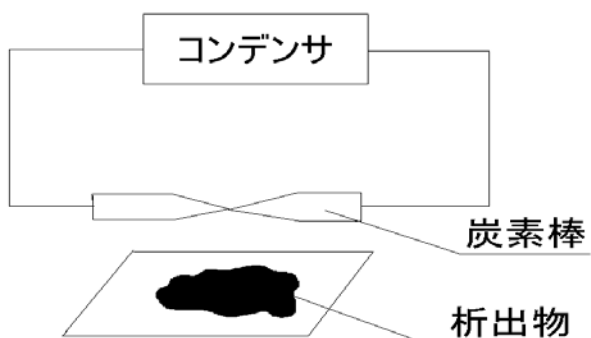


Fig.1 実験構成図 (論文より)

3. 去年までの実験結果と Palnichenko の結果

昨年作製した装置の全体図を Fig. 3.4 に示します。

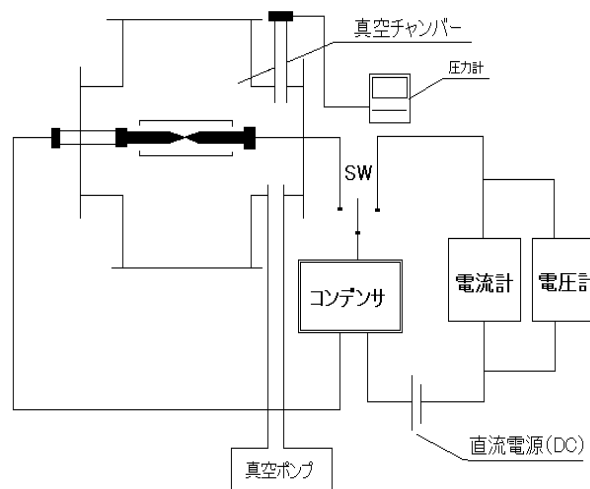


Fig.3 装置アセンブリ



Fig4 真空チャンバー及び排気系

去年の実験では以下のことが判りました。コンデンサを充電し、2本の炭素棒をゆっくり近づけ、炭素棒の先端を接触したときに放電が起こります。その時、基板は赤外線導入加熱装置によって約500°Cに加熱されていました。その結果としてダイヤモンドと思われる結晶性の物質が得られました。500°C以下では結晶性の物質は得られませんでした。Palnichenkoの論文では加熱装置は用いず、基板が常温の時ダイヤモンドが得られています。Palnichenkoの結果と、去年までの実験結果が異なった原因としては、基板と放電発生位置(二本の炭素棒が接触する位置)が離れているため、ガスが基板に達するまでに炭素ガス濃度が低くなってしまい、ダイヤモンドが得られるために必要なガス濃度が得られなかったと考えられます。ちなみに、Palnichenkoの実験での基盤と放電位置は5~10mmです。

4. 今年の実験目的及び装置の改良

今回の実験は論文内容に忠実に従い、加熱装置は用いず、基板は常温とし、基板と放電位置を近くした装置を作り実験を行うことにしました。去年のブロック状基板を図4に示します。基板にあげられた円柱状の穴の中心で炭素棒を接触させ放電を起こします。したがって放電位置から基板壁までの距離は10mm(穴径20mm)となっています。これに対し、今回作成したブロック状基板の穴径は6mmとしました。したがって、放電位置と基板壁までの距離は3mmとなります。

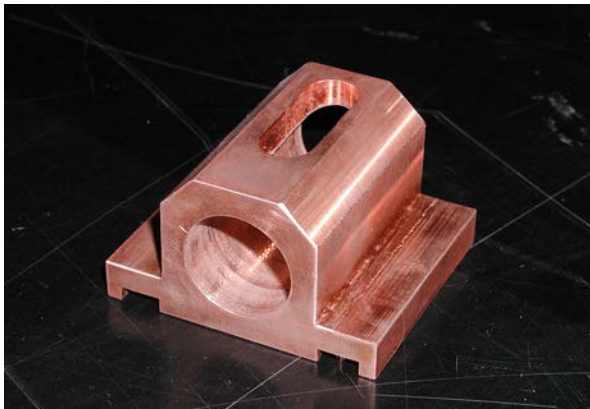


Fig.5 捕集用基板

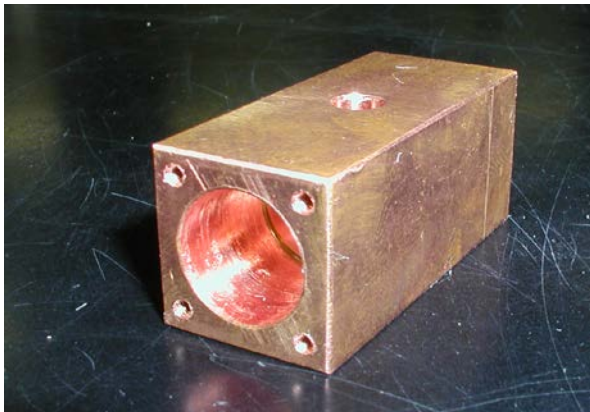


Fig.6 カーボン析出用基板 改良版

5. 結論

コンデンサを充電電圧を40Vから70Vに変更したため、析出物の量は前回に比べて、目視で数倍程度多く得られるようになりました。

実験は1)1回放電させて試料を回収する方法と、2)5~6回放電させた後に回収する方法の2通りで行いました。Fig.6、7に1回放電後回収した試料のX線回折図形を示します。回折図には電極材料の黒鉛(上)と回収物(下)のX線ピークが示してあり、Fig.7の拡大図を見ると43度付近に黒鉛とは異なるピークが観察されるため黒鉛とは異なる物質が生成されたことがわかりました。この物質が何であるかは現在解析中です。

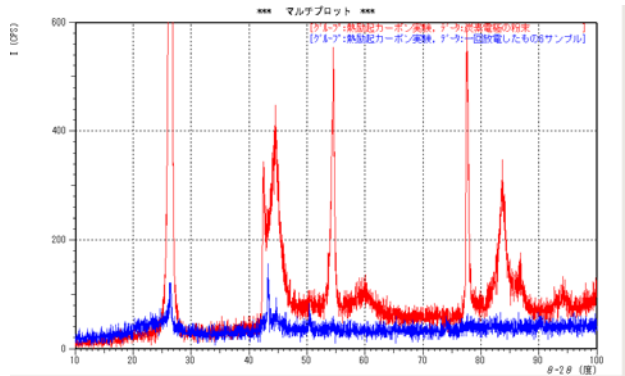


Fig.6 X線回折図

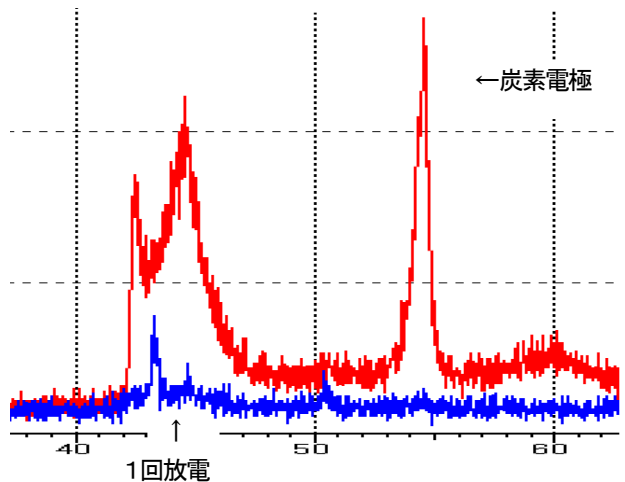


Fig.7 Fig.6拡大図

6.参考文献

A.V.Palnichenko, 「Diamond formation by thermal activation of graphite」, letters to nature Vol.402, 11 NOVEMBER 1999

実習課題「テーマ設定シート」

作成日： 8月22日

科名： 生産技術科

教科の科目		実習テーマ名	
総合制作実習		パルス放電を用いたダイヤモンド膜の生成	
担当教員		担当学生	
小林 豊彦		田中 沙希	横松 宏衣
実習課題の技術・技能習得目標			
ダイヤモンド作成装置の製作、改良を題材として、それまで専門課程で学んできた機械要素の実践的な使用や製作に必要な技術と加工法・工作法を学びます。また、全体の日程についての見通しを意識してスケジュール立てします。			
実習テーマの設定背景・取り組み目標			
実習テーマの設定背景			
生産技術科の課程において、十分に学習している機械設計・機械要素・機械加工の知識や技能・技術の実践と確認を行います。また、製作品の仕様に応じてさらに他の加工法や工作機械を学習します。また、試行錯誤を繰り返しながら、装置の改良を行っていく過程を通して、目的とする物を作るための主たる改良点は何かを理解することで、物作りの人材としての素養を培います。			
No	取り組み目標		
①	本方法によるダイヤモンド合成に関するこれまでの報告（過去の総合制作報告）等を調査します		
②	目的にあった実験方法を決定し、製作する実験装置と各部の、大きさ・材質・形状等を設計します		
③	製作した装置が意図した目的に適切であったかどうかを、実験を通して検討します。		
④	目的に適う装置にしたのち、実験を行い、テーマとした「ダイヤモンド合成における基板の影響」を調べます。		
⑤	資材・工具を管理し、整理整頓に努めます		
⑥	発表・展示・記録を行います		
⑦	担当者間の意思疎通・連絡を十分に行います		
⑧	5 Sの実現に努め、安全衛生活動を行います		
⑨			
⑩			
実習テーマの特徴・概要			