

課題番号 : F-13-WS-0010
 利用形態 : 技術代行
 利用課題名 (日本語) : FIB によるピンホールの形成
 Program Title (English) : Making pinholes by FIB
 利用者名 (日本語) : 平林裕貴¹⁾
 Username (English) : Hirabayashi Yuki¹⁾
 所属名 (日本語) : 1) 早稲田大学先進理工学部応用物理学科
 Affiliation (English) : 1) Department of Applied Physics, School of Advanced Science and Engineering, Waseda University

1. 概要 (Summary)

固体微小発光体の1つであるナノダイヤモンド中のNVセンターを選定するために、本研究室では自作の共焦点顕微鏡を用いている。この共焦点顕微鏡は、発光波長と同程度の波長 635nm のレーザーを照射することによってガラス基板に散布したナノダイヤモンドの位置を特定し、発光体の励起波長 532nm のレーザーを照射することによってNVセンターの有無を確認する。そのため、635nm と 532nm の2つのレーザーが同一対物レンズで試料の同一点を照射するように顕微鏡をアライメントしなければならない。これは、対物レンズで絞られるレーザーのエアリーディスク径と同程度のピンホールを用意し、2つの波長で得られるピンホールの透過光像が空間上で同一の位置にあることを確認すればよい。しかし、市販のピンホールは大きさが正確でないことと、厚すぎて透過光の強度が弱くなるため、顕微鏡を正確にアライメントすることが困難であった。

そこで、大きさが正確で厚さが薄いピンホールを作製した後、共焦点顕微鏡のアライメントを行った。

2. 実験 (Experimental)

20mm 四方のガラス基板上にイビームスポットを用いて厚さ 50nm の膜を形成後、FIB-SEM(NB-5000)を用いて Fig.1 の形状にクロム膜を除去することでピンホールを作製した。その後、直径 1 μ m のピンホールを用いて共焦点顕微鏡のアライメントを行った。

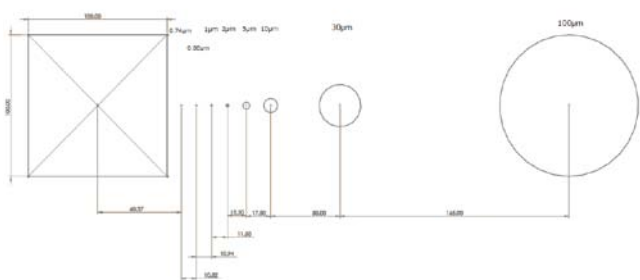


Fig.1 Whole structure of pinholes.

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

実際に作製したピンホールのうち、直径 1 μ m ピンホールの SEM 画像を Fig.2 に示す。また、共焦点顕微鏡にピンホールをセットし光軸方向に 0.11 μ m ずつ動かして直径 1 μ m のピンホールの透過光像を計 15 枚撮像した。この像の直径変化を Fig.3 に示す。Fig.3 より、532nm、635nm とともに 7 枚目で透過光像の直径が最小になっている、すなわち 7 枚目に焦点があることがわかる。さらに 7 枚目の 532nm、635nm の像をそれぞれ Fig.4、Fig.5 に示す。Fig.4、Fig.5 から 2つの波長において撮像面内において透過光の像の中心位置が 0.1 μ m 以下の精度で一致していることがわかる。

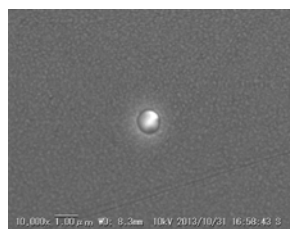


Fig.2 SEM image

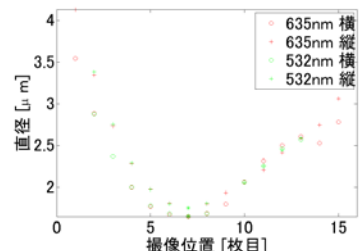


Fig.3 Diameter change in the transmitted light image.

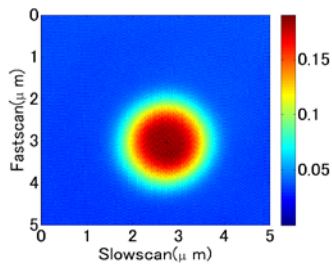


Fig.4 Transmitted light image (635nm).

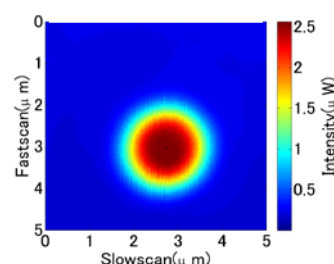


Fig.5 Transmitted light image (532nm).

4. その他・特記事項 (Others)

用語説明

NV センター :

結晶において、規則的な結晶格子中であるべき原子がない状態、不純物原子で置換された状態などを点欠陥という。この点欠陥は本来なら透明な結晶を着色させる要因になることがあるのでカラーセンター（色中心）と呼ばれる。ダイヤモンドでは、炭素を置換した窒素（N）とその隣に原子空孔（V）が存在するカラーセンターをNVセンターと呼ぶ。

5. 論文・学会発表（Publication/Presentation）

なし。

6. 関連特許（Patent）

なし。