

電子線誘起電流 (EBIC) 法によるダイヤモンドの欠陥位置の視覚化

Imaging of Diamond Defect Sites by Electron Beam Induced Current

○河野省三¹、寺地徳之²、児玉英之¹、澤邊厚仁¹ (1. 青山学院大理工、2. 物材機構)

○Shozo Kono¹, Tokuyuki Teraji², Hideyuki Kodama¹, Atsuhito Sawabe¹

(1.Aoyama Gakuin Univ., 2.NIMS),

E-mail: kono@tagen.tohoku.ac.jp

1. はじめに

ダイヤモンドデバイス作製において欠陥は厄介な存在である。ダイヤモンド欠陥の評価方法は、例えばエッチピット法[1]、X線トポグラフィ[2]、複屈折顕微鏡法[3]などがある。ショットキーデバイス作製においては、逆バイアス下における漏れ電流を発生させるキラ欠陥を避けることが肝要である。カソードルミネッセンス法を用いたキラ欠陥検出法がすでに報告されている[4]。本研究では、電子線誘起電流法(EBIC)を用いたショットキー接合の欠陥箇所の視覚化について報告する。本研究の類似の研究は、 $\phi=200\text{ }\mu\text{m}$ の限られた領域であるが、すでにある[5]。

2. 本研究の原理と実験

試料は、HPHT-Ib(001)基板($\sim 3\text{mm} \times 3\text{mm} \times 0.5\text{mm}$)上にMWプラズマにより低濃度B-dope層($\sim 2\text{ }\mu\text{m}$)を成長させ、熱混酸洗浄により表面を酸素終端させた。その表面上にAgを厚さ $\sim 50\text{ nm}$ 程度 $\sim 2\text{mm} \times 2\text{mm}$ の領域に真空蒸着した。Ag電極のショットキー接合性(障壁高さ $\sim 1.9\text{ eV}$)については過去の研究[6]と本研究でも確かめられている。Ag電極とB-dope層はリード線により外部にシグナル(S,B)を取り出せる(図1a))。本試料を通常の走査電子顕微鏡に取り付け、S電流をEBICの画像シグナルとし

た。図1b)は、予想される本研究のEBICの原理の模式図である。20 kVの電子ビームのAgおよびダイヤモンド中の進入長は $\sim 4\text{ }\mu\text{m}$ であるので[7]、走査電子ビームは十分な強度でダイヤモンドのB-dope層に達し、電子正孔対を生成する。B-dope層伝導帯の空乏層中の電子はポテンシャル勾配によりAg電極に落ち、EBIC電流を発生させる。Agショットキー接合部に欠陥箇所が存在すると、その箇所でのEBIC電流が減少し、EBIC像に暗い箇所として現われることが期待される。

3. 結果

図2a)に典型的箇所のEBIC像を示す。図中、大きめの黒い点(大きさ数 μm)と多数の小さな(大きさサブ μm)黒点が見える。小さな黒点の面密度は $\sim 10^5/\text{cm}^2$ で、HPHT-Ib基板に存在するいわゆる刀状転位[1]と思われる。大きめの黒点はそれ以外の原因で発生していると想像される。図2b)は基板研磨による直線状の黒い線が現われている領域のEBIC像である。直線状の欠陥の周囲には多くの黒点が存在することが分かる。図2でのこれらの構造は光学顕微鏡やSEMによっては見ることが出来ない。EBIC電流の変動幅は入射電子ビーム電流($\sim 2.5\text{ nA}$)のほぼ1-1000倍である。EBIC像の細かい構造の観察から、本方法の空間分解能は $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることが分かった。

文献

[1] M. Naamoun et al., Phys. Status Solidi A **209**(2012)1715. [2] Y. Kato et al., Diamond Relat. Mater. **29**(2012)37. [3] L. Hoa et al. Crystal Growth & Design **14**(2014)5761. [4] S. Ohmagari et al., J. Appl. Phys. **110**(2011)362679. [5] S.-G. Ri et al., Diamond Relat. Mater. **17**(2008)489. [6] S. Kono et al., Jpn. J. Appl. Phys. **53**(2014)05FP03. [7] K. Kanaya et al., J. Phys. D **5**(1972)43.

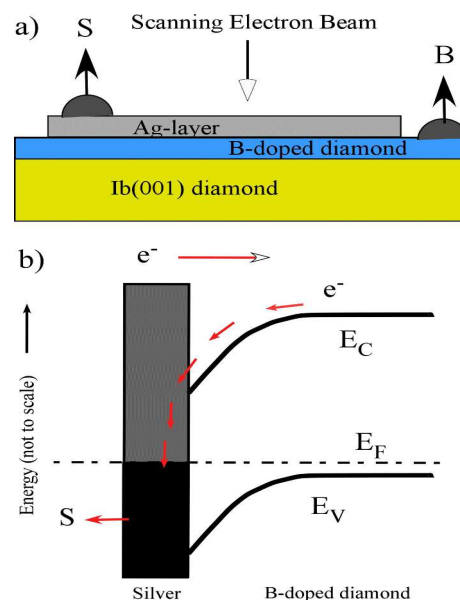


Fig.1 (a) schematic cross sectional illustration of the sample. (b) Energy diagram for the expected principle of the present EBIC image.

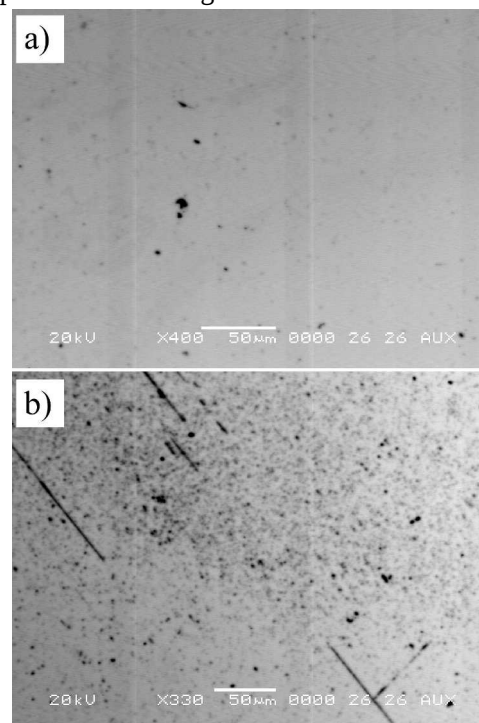


Fig.2 EBIC images of (a) typical part and (b) defective part due to substrate polishing.