

課題番号 : F-19-AT-0129  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : ダイヤモンド半導体デバイスにおける Ru 電極の形成  
 Program Title (English) : Ru electrode formation on diamond semiconductor device  
 利用者名(日本語) : 花田尊徳  
 Username (English) : T. Hanada  
 所属名(日本語) : 国立大学法人 北海道大学 大学院工学研究院 量子理工学部門  
 Affiliation (English) : Division of Quantum Science and Engineering, Faculty of Engineering, Hokkaido University, National University Corporation  
 キーワード/Keyword : ダイヤモンド、半導体、成膜・膜堆積、リソグラフィ・露光・描画装置、膜加工・エッチング

## 1. 概要(Summary)

ダイヤモンドは原子番号の小さな炭素が共有結合によって強固に結びつくことで形作られ、Siと比較して4桁以上高い耐放射線性を持つ。さらに Si、SiC で問題となる  $^{30}\text{Si}(n, \gamma)^{31}\text{Si}$  ( $T_{1/2}=2.7\text{h}, \beta^-$ )  $\rightarrow$   $^{31}\text{P}$  反応に相当する半導体特性に影響を与える核反応が無いこと、中性子に対しても高い耐性を持つ。禁制帯幅 5.5 eV のワイドバンドギャップ半導体であることから 500°C で 250 時間以上連続動作するダイオードと紫外線検出器が実証されており、軽水炉等の過酷事故対応として CAMS(原子炉格納容器雰囲気モニタ)に要求される 300°C 以上での動作も十分期待され、実際に放射線検出器、FET 共に 3 MGy 以上の  $\gamma$  線照射に耐え(X 線照射では 10 MGy)、500°C 近くで安定して動作可能であることを実証している。本研究課題は、ダイヤモンド半導体デバイスの高温動作を可能とする Ru 電極をスパッタ装置により形成した。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

スパッタ装置(芝浦)

### 【実験方法】

EDP 製ベベリング付きハーフインチダイヤモンドウエハを準備した。単結晶ウエハはダイレクトウエハ法とモザイク法により生産されたダイヤモンドであり、窒素が含有されているため半絶縁性を示す。これに半導体機能を付与するために、ホウ素をドーパした p 型層を CVD 法により合成した。合成には水素をキャリアガスとし、メタンを 1~10 % 程度となるように流量調整して CVD チャンバ内に導入したうえで、マイクロ波もしくはフィラメントによりプラズマを形成することで行った。合成温度は 900~1100°C に調整し、合成品質を高めた。

酸処理による表面洗浄でグラファイト成分および表面

結合水素を除去し、デバイス試作を行った。電極形成には Ru を用いた。Table 1 に Ru スパッタリング条件を示す。スパッタ装置(芝浦)により Ru を堆積後、リソグラフィによりレジストマスクを形成、ウェットエッチング(エッチャント: REC-01, 関東化学)により Ru の加工を行った。

Table 1. Ru Sputtering conditions

項目	設定値
堆積レート	14 nm/min
Arガス流量	10 sccm
圧力	0.5 Pa
RF電力	200 W
堆積時間	3 min 34 sec
Ru膜厚	50 nm

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Figure 1. に試作した Ru 電極の電流-電圧特性( $I$ - $V$ )を示す。 $I$ - $V$  特性は良好な線形性を示し、低接触抵抗率のオーミックコンタクトが得られた。電極サイズによる依存性が見られた。それぞれの電極サイズは (a)700 $\mu\text{m}$  (b)400 $\mu\text{m}$  (c)100 $\mu\text{m}$ 、電極面積は(a)4.97E-3  $\text{cm}^2$ , (b) 1.65E-3  $\text{cm}^2$ , (c) 2.96E-5  $\text{cm}^2$  とした。

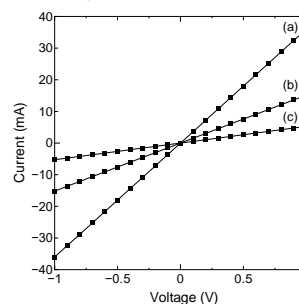


Figure 1. Current-Voltage ( $I$ - $V$ ) characteristics.

## 4. その他・特記事項(Others)

なし。

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

## 6. 関連特許(Patent)

なし。