

課題番号 : F-18-HK-0036  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : 原子炉計装の革新に向けた耐放射線・高温動作ダイヤモンド計測システムの開発とダイヤモンド IC の要素技術開発  
 Program Title (English) : Development of radiation and high temperature operation diamond measurement system for innovation of reactor instrumentation and elemental technology development of diamond IC  
 利用者名(日本語) : 花田尊徳<sup>1)</sup>、平野慎太郎<sup>2)</sup>、伊藤彰悟<sup>2)</sup>、三好洋紀<sup>2)</sup>  
 Username (English) : T. Hanada<sup>1)</sup>, S. Hirano<sup>2)</sup>, I. Shogo<sup>2)</sup>, H. Miyoshi<sup>2)</sup>  
 所属名(日本語) : 1) 北海道大学 大学院工学研究院 量子理工学部門、2) 北海道大学 大学院工学院 量子理工学専攻  
 Affiliation (English) : 1) Faculty of Engineering, Hokkaido University, 2) Graduate School of Engineering, Hokkaido University  
 キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、成膜・膜堆積、エネルギー関連技術

## 1. 概要(Summary)

福島第一原子力発電所の発生により、過酷事故対応が要求される原子炉用半導体装置が求められている。本開発では原子炉圧力容器内を除く原子炉格納容器内で使用可能なダイヤモンド半導体デバイスとその使用機器の開発を行った。従来の設計基準を超える、動作温度: 230℃以上、許容線量: 5MGy の過酷環境に耐えうる CAMS  $\gamma$  線計測システムのプロトタイプを開発を行った。

将来的な適用対象としてナトリウム冷却高速炉並びに水冷却高速炉を想定した。水冷却高速炉の一つである RBWR(Resource-Renewable Boiling Water Reactor: 資源再生型沸騰水型炉)では、既存の ABWR(Advanced Boiling Water Reactor: 改良型沸騰水型軽水炉)の核プロセス計装が踏襲されることから、これらの技術は広く軽水炉での使用も可能となる。

圧力容器内を除く原子炉格納容器内での使用を念頭に、動作温度: 500℃、積算線量: 10MGy を満たす電子デバイス実現の要となるダイヤモンド IC 等の要素技術開発も進めた。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

プラズマ CVD 装置(PD-220ESN)

レーザー描画装置(DDB-201-200)

### 【実験方法】

ダイヤモンド FET のパッシベーション層として、ダイヤモンド FET 上にプラズマ CVD 装置(PD-220ESN)により SiO<sub>2</sub> 膜を約 1 $\mu$ m 堆積した。堆積時の基板温度を 300℃、

350℃、400℃とした試料を 3 種類用意した。膜厚は光干涉式膜厚計(F20-UV)により測定した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 に試作に使用した EDP 社製 4mm 角ダイヤモンド基板、Table 1. に絶縁膜の成膜温度とデポレート(成長速度)を記す。成膜温度の上昇によりデポレートは減少した一方で、膜質と誘電損失が改善した。

Fig. 1 Diamond substrate (EDP corp.)



Table 1. Dep. Rate of SiO<sub>2</sub>

成膜温度	デポレート
300℃	16.2 nm/min
350℃	15.2 nm/min
400℃	10.9 nm/min

## 4. その他・特記事項(Others)

本研究は 文部科学省「原子力システム研究開発事業」採択課題 (1) 安全基盤技術研究開発【タイプ A】の助成をうけたものです。

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

- (1) S.Hirano *et al.*, Fukushima Research Conference “Radiation Hardness and Smartness in Remote Technology for Nuclear Decommissioning”, 26<sup>th</sup>-27<sup>th</sup> November 2018, Tomioka-machi, Fukushima-ken, Japan
- (2) J. H. Kaneko *et al.*, DIAMOND POWER DEVICES 2019 - FRENCH JAPANESE WORKSHOP, JANUARY, 14<sup>TH</sup>-18<sup>TH</sup>, AUSSOIS 2019, CENTRE PAUL LANGEVIN - FRANCE
- (3) 三好洋紀 他、日本原子力学会 2019 春の年会、平成 31 年 3 月 21 日

## 6. 関連特許(Patent)

なし。