

課題番号 : F-21-TU-0085  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : イオン照射によるナノ・マイクロ構造創成  
Program Title (English) : Nano/Micrometer sized structure evolution by ion irradiation  
利用者名(日本語) : 田中俊一郎  
Username (English) : S.-I. Tanaka  
所属名(日本語) : 東北大学マイクロシステム融合研究開発センター  
Affiliation (English) : Micro System Integration Center, Tohoku University  
キーワード/Keyword : 表面処理、励起反応場、イオン、セラミックス、金属

## 1. 概要(Summary)

2004 年から現在まで、keV 級電子線・イオンを照射した「励起反応場」でのナノ・マイクロ突起体構造創成の研究をおこなってきた。Ar イオン源では Penning 型を主に用いており、照射径が 3 mm ではあるが今まで Cu, Ag, Zn などの金属でナノ・マイクロメートルサイズの円錐型突起構造を得てきた。より重い Ga イオンを用いると Fe, Al のほか窒化物、酸化物、炭化物などのセラミックスでも生成可能となった。

実用上必要な大面積での均一照射は経験がないため、今回 Kaufman 型 Ar イオン源を備える伯東イオンミリング装置を用い、金属・セラミックス・半導体などで領域 max 50 mm まで突起体生成可能か試験した。

結果、直径 150 mm 領域にほぼ均一な Ar イオン照射が可能となり、金属・セラミックスを問わず該基板全てで突起構造が生成することを確認した。しかし Kaufman 型 Ar イオン源では Penning 型に比べて ion fluence が 100 倍小さいため突起生成物の高さには限度があり、イオン加速電圧電流の増大、長時間照射などの模索が必要。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

イオンミリング装置 エヌ・エス/伯東 20IBE-C

### 【実験方法】

Ar イオン照射試料は、Cu, Zn, Ni, Ti, Fe, Al99.9 %, A6000 系 Al-Mg-Si, AlN, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(0001)などであり、これらを 6 インチ Si ウェハ上固定した。

照射電圧 600 V, 電流 400 mA, 照射角度 30 deg で Ar イオン照射した。照射時間はチャンバー内構造物への影響がないよう間欠的に増加させている。

照射により生成した表面構造は FE-SEM, SIM 観察し、必要に応じ FE-EPMA による組成解析、EBSD 解析による方位解析を行った。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

東北大学試作コインランドリ保有の伯東イオンミリング装置の Kaufman 型 Ar イオン源を用いたイオン励起反応場で、直径 150 mm という大面積照射が可能になり、実用化の可能性が見えてきた。

突起体は金属・セラミックスいずれでも生成させることができたが、生成密度・形態・高さは材料により差がある。これは主に構成元素の持つスパッタリング効率、多結晶では結晶粒方位、核生成物質、残留応力などが複雑に関係していると思われる。成長機構は従来から報告者が提案している Bottom-up 型であり、突起体はイオン源方向に向かって成長する。A6000 系 Al-Mg-Si 合金では突起体が形成し易い結晶粒方位があることが、EBSD での IPF, ODF 解析で明らかになった。

今回の初期段階での知見では大面積で突起体が均一に生成することはわかったが、突起体高さが十分ではなく、Ar イオン密度と fluence の増加が必要となる。しかし現行装置では限界であるため、より高密度な照射方式の模索などが課題となる。

## 4. その他・特記事項(Others)

なし

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

①日本金属学会春季大会 S5 シンポジウム 2022.3.16 (on-line)にて発表予定 田中俊一郎・小田省吾

## 6. 関連特許(Patent)

なし