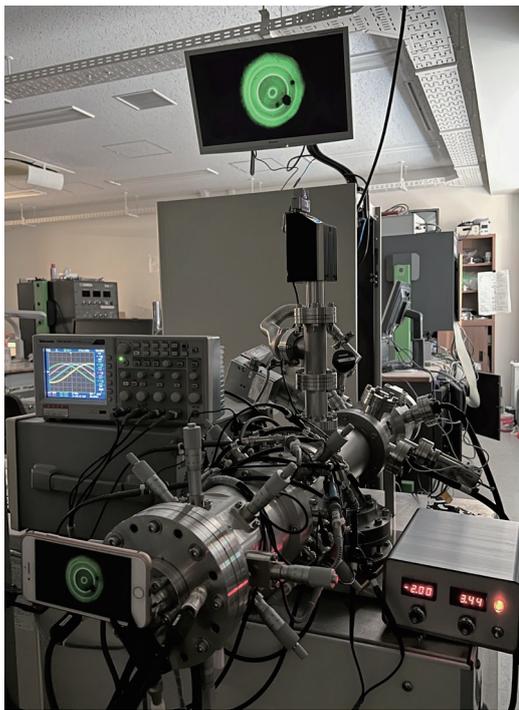


### 研究概要

本研究は、材料製造プロセスにおけるイオンビーム形成において、元素選択を可能とします。これによって、原材料を出発物質とする材料製造プロセスから最終生成物質の元素組成から物質を再構築するものづくりにパラダイム転換することができます。元素選択が可能なイオンビーム形成は、任意の元素を含む溶液から電界スプレーイオン化(ESI)法によってイオン化し、目的とする元素を回転電場質量分離器(REF-MS)によって抽出することで達成します。目的とする元素を含むイオンビームは、イオン注入やイオンアシスト蒸着によって最終生成物質を形成し、物質上で特定の機能を発現することが可能です。

### 研究成果

これまで、Coを含む金属溶液からREF-MSの元素固有周波数(350 kHz)において<sup>59</sup>Co化合物をSi基板状に析出することに成功しております。これによって、安価な金属溶液から目的とする元素を特定の周波数によって選択し、連続ビームにて照射することが可能です。写真では、REF-MS動作時における質量分離パターンをスクリーン上に投影しております。中心に集束するイオンビームを物質材料上に照射することによって、目的とする元素を構成することが可能となります。



任意のイオンビームを形成する電界スプレーイオン(ESI)源および回転電場質量分離器(REF-MS)

#### 従来・競合との比較

- (従来法) 集束イオンビーム(FIB)のイオン源は液体金属に限られます。
- (従来法) イオン打ち込みにおけるプラズマイオン源はガス種によって限られます。
- (本手法) イオンビームはREF-MSの元素固有周波数変調のみで操作可能です。

#### 想定される用途

- イオン打ち込みにおける打ち込み元素の選択が無限にひろがります。
- イオン加工における加工断面の表面改質が見込めます。
- 元素選択型の三次元プリンターへの応用が可能です。

#### 実用化に向けた課題／企業など研究パートナーに期待すること

本学における長年のものづくりの成果から生まれた技術です。今後の我が国の材料開発技術を優位に進めていくために、企業との共同研究に繋がれることを希望しています。

#### POINT

- 溶媒化することのできる元素であれば、イオンビームを形成することが可能です。
- イオンビーム種は周波数変調のみで変換可能であるため、IoT先導型のものづくりが実現できます。
- 連続イオンビームプロセスであるためパルス化を必要としません。

### 今後の展開

- 2022.04 元素選択条件における Co, Fe, Ni 系の強磁性体薄膜の形成
- 2022.09 <sup>28</sup>Si, <sup>29</sup>Si による同位体分離薄膜形成
- 2022.12 イオンビーム加工断面の元素付加による表面改質
- 2023以降 デジタルフィードバックによる元素選択三次元プリンターへの応用

■ 知的財産権：出願未公開(東京理科大学)

■ 活用した公的資金事業等の名称：

- ① キオクシア(旧:東芝メモリ)奨励研究(2021年度)  
『元素選択型・集束イオンビーム(FIB)の形成技術に関する研究』
- ② 東芝デバイス&ストレージ株式会社学術奨励制度(2021年度)  
『静電スプレー堆積(ESD)法による機能薄膜の形成に関する研究』
- ③ 日本学術振興会 科学研究費補助金 (2021-2023年度)  
『元素選択イオンビームによる循環サイクル型薄膜形成技術の構築』