

# 22P-5F-02

## 二次電子放出を利用した高速イオンからのエネルギー回収におけるカusp磁場による二次電子捕集量向上に関する研究

### Study on improvement of secondary electron collection by cusp magnetic field in energy recovery of fast ions using secondary electron emission

多鹿祐輔、中本聡、竹野裕正、古山雄一、谷池晃

TAJIKA Yusuke, NAKAMOTO Satoshi, TAKENO Hiromasa, FURUYAMA Yuichi, TANIIE Akira

神戸大

Kobe Univ.

#### 1.背景

D-<sup>3</sup>He 核融合発電は生成されるエネルギーの殆どが荷電粒子の運動エネルギーで、直接エネルギー変換が可能であるため次世代の発電方式として近年注目されている。その荷電粒子の一つに高速プロトンがあり、進行波型直接エネルギー変換器によってエネルギー変換を行うが、一部がエネルギー回収されず通過する問題がある。そこで通過した高速プロトンを多段に設置された金属箔に照射し、発生する二次電子を捕集することで間接的に高速プロトンのエネルギーを回収する図1のようなSEDECが提案されている[1]。

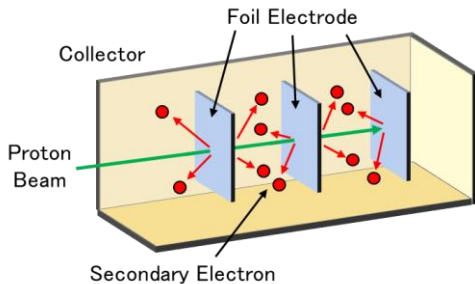


図1 SEDEC 概要図

二次電子が前後の箔に流入して捕集電極に到達しないことの対策として、側面の捕集電極に向けてビーム垂直方向の磁場を印加して二次電子の軌道制御を試みたが、放出量の低下が確認された[2]。これは放出された二次電子がラーマー運動で再び箔へ戻ることが原因と考えられる。そこでビーム入射点での磁場を箔の垂直方向として、図2で示すような磁力線が側面の捕集電極に向うカusp磁場を導入し、放出量低下の抑制を期待する。ただし、カusp磁場の軸上で放出される二次電子は、軸上の磁力線に沿うために偏向されず、回収されない。

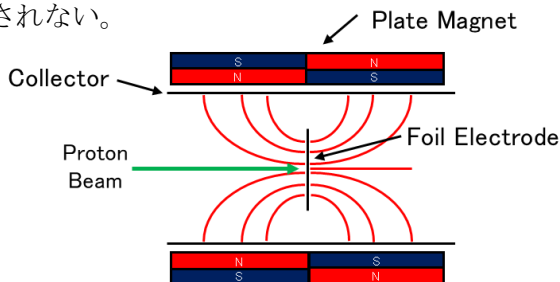


図2 カusp磁場形成

本研究では、カusp磁場の印加によって、二次電子の放出量を低下させることなく、エネルギー回収量の減少を抑制、ひいては磁場を導入しない場合より向上

させることを目指しており、直接の目的はカusp磁場の有効性を示すことである。そこで単一箔電極で構成した装置で、放出量・エネルギー回収量を調べた。また、カusp磁場の軸をビームの軸からずらした場合の二次電子捕集量も調べた。

#### 2.実験装置

SEDEC 模擬実験装置は参考文献[3]の通りで、カusp磁場を形成するよう、板状磁石を片側2枚計4枚配置した(図2参照)。磁石は相対位置を保ったまま、磁場中心軸をビーム軸からずらすよう平行移動できる。

#### 3.測定結果及び考察

図3に、ビーム電流1nAあたりの回収電力-バイアス電圧特性を示す。磁場中心ビーム上の場合、磁場なしとほぼ同量のエネルギー量を回収でき、磁場の導入による回収量の減少は防ぐことができる。磁場中心非ビーム上の場合、エネルギー回収量が大きく減少した。これは、捕集する側の電極がより強磁場の位置に移動したため、放出点に対するミラー比が増大し、二次電子が反射されたことが原因と考えられる。

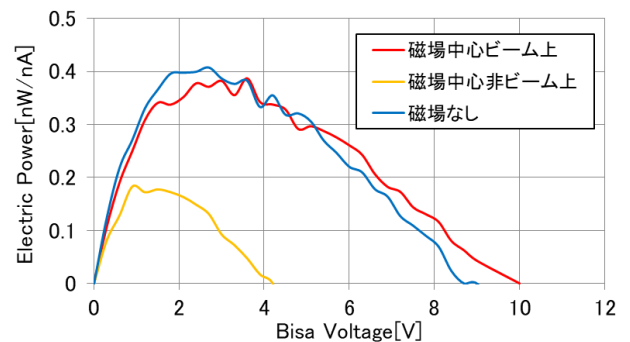


図3 回収電力-バイアス電圧特性

#### 4.結論

単一箔電極の場合、カusp磁場印加により二次電子捕集量減少の抑制はできたと考えられる。これにより箔電極複数枚にした場合、二次電子回収量の向上が期待できる。

#### 参考文献

- [1] D. Akashi et al., Trans. Fusion Sci. Technol. 63(1T), 301 (2013).
- [2] H. Oyagi, et al., 29th ITC Poster-1-F4-11 (2020).
- [3] A. Kurisuno et al., Plasma Fusion Res. 15, 2405046 (2020).