

異なる磁場中におけるアークイオンプロセスプラズマ中の荷電粒子軌道の数値解析

Numerical simulation of ion trajectory in arc ion process plasma in various magnetic field configurations

佐々木 慶太¹, 真木 匠¹, 高橋 一匡¹, 佐々木 徹¹, 菊池 崇志¹, 原田 信弘¹,
水野 雅夫², 奈良井 哲², 山本 兼司²

Keita Sasaki¹, Takumi Maki¹, Kazumasa Takahashi¹, Toru Sasaki¹, Takashi Kikuchi¹,
Nob. Harada¹, Masao Mizuno², Akira Narai², Kenji Yamamoto²

長岡技術科学大学¹, 神戸製鋼所²

Nagaoka University of Technology¹, Kobe Steel Ltd.²

はじめに

AIP(Arc Ion Plating)法は,固体材料を真空アーク放電により蒸発,イオン化し,荷電粒子を基板に堆積させることで皮膜を形成する技術である^[1].AIP装置は,磁場を用いて荷電粒子を基板まで誘導することができる^{[1][2]}.そのため,AIP装置の磁場分布を変えることで,基板への荷電粒子の堆積率を上昇させることが期待できる.そこで,本研究では,異なる磁場分布におけるAIP装置の荷電粒子軌道を数値解析した.

計算条件

本研究では,磁場中での荷電粒子の軌道を計算した.図1に計算条件である磁場強度分布(上部)と構造物の配置(下部)を示す.粒子軌道の計算は直交座標系3次元で行い, $r^2=x^2+y^2$ として図1の粒子分布のように z - r の2次元で表示している.計算粒子はAl, Cr, Taでそれぞれ1価と2価とした.初期粒子数は10000個とし,初期位置はターゲット表面に配置した.初速度は8200Kの熱速度でガウス分布を持つように与えている.計算時間は1500 μ sとした.粒子が構造物や計算領域外に達すると消失するように境界条件を設定した.

計算結果

荷電粒子の軌道計算の結果,ターゲットから飛散した粒子は,磁場が強い領域で軌道が半径方向に曲げられ,基板まで到達する様子が確認された.Al²⁺やCr²⁺などの比電荷が大きい粒子ほど軌道が曲げられるため,基板に到達する粒子数は多くなる結果となった.

基板まで到達する粒子がいる一方で,磁場により軌道が曲げられ再びターゲットへ戻る粒子が確認された.図2にターゲットへ戻る粒子の

軌跡を示す.ターゲットへ戻る粒子が描く軌跡や反射する位置は粒子によりそれぞれ異なるが,いずれの場合も磁場強度が最も強い位置よりも手前(ターゲット側)で反射していることがわかった.軌道解析の結果,磁場分布を変えることでターゲットへ戻る粒子を減らし,基板に到達する粒子を増やせることがわかった.

講演では,様々な異なる磁場分布での軌道解析結果についても報告する.

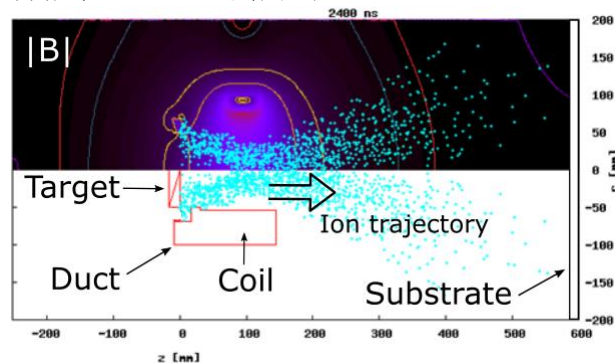


図1 磁場強度分布(上)と構造物の配置(下)

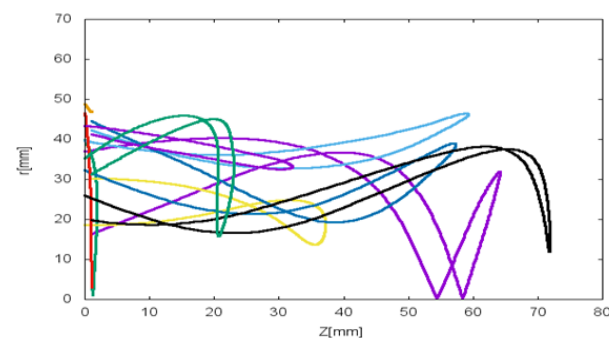


図2 ターゲットへ戻る粒子の軌跡(Al⁺)

参考文献

- [1] 高原 一樹, 藤井 博文: 神戸製鋼技報, Vol.50, No.2, pp.53-57 (2000)
- [2] 真木 匠, 他: 電気学会 プラズマ/放電/パルスパワー合同研究会資料 PST-15-080, ED-15-100, PPT-15-113, pp.7-11 (2015)