

## 負イオンプロセス検証実験に用いるビーム光学系の開発 Development of beam optics for negative ion process verification experiments

藤本 佑弥<sup>1</sup>, 田中達也<sup>1</sup>, 岡内 航<sup>1</sup>, 香月 悠良<sup>1</sup>

二宮 貴也<sup>1</sup>, 比村治彦<sup>1</sup>, 三瓶亜希夫<sup>1</sup>, 神吉 隆司<sup>2</sup>

FUJIMOTO Yuya<sup>1</sup>, TANAKA Tatsuya<sup>1</sup>, OKAUCHI Wataru<sup>1</sup>, KATSUKI Chikara<sup>1</sup>, NINOMIYA Takaya<sup>1</sup>, HIMURA Haruhiko<sup>1</sup>, SANPEI Akio<sup>1</sup>, KANKI Takashi<sup>2</sup>

京都工芸繊維大学<sup>1</sup>, 海上保安大学校<sup>2</sup>

Kyoto Institute of Technology<sup>1</sup>, Japan Coast Guard Academy<sup>2</sup>

### 1. 背景と目的

プラズマ CVD は、組み合わせの自由度や反応の多様性に富む手法であり、ドライプラズマプロセスで多用されている。しかし、大口径のダイレクトプラズマ方式のプラズマCVD装置で、直径300 mmのウェハを一様処理するためには、ウェハの位置をプラズマCVD装置内で外部から動かす必要がある。このために、プラズマCVD装置にはウェハ駆動機構が用いられている。この駆動機構でウェハを動かすスピードは分のオーダーであり、スループットを上げるための律速段階になっている。

我々の実験室では、膜質に優れた超薄膜を作る新しいプロセス方式の検証を進めている。この方式は、制御性の悪いプラズマを用いるのではなく、制御性の良い反応性イオンのみをエネルギーが揃えられたビームとして用いるリモートプラズマ方式である。このビームを特定の単一粒子種のみで作り出すことで、特定の電場と磁場の値を組み合わせ、ウェハ上の任意の位置へと制御しながら特定粒子種を到達させることができる。この方法は、ウェハの位置を機械的に動かさずよりも速いので、スループットが上がる。また、ウェハ駆動機構が不要になるので、ウェハ処理装置のサイズが小さくなる。

そこで、本研究では、我々の検証実験用装置で、エネルギーが揃えられた反応性負イオンビーム偏向と集束のステアリングコイル、アインツェルレンズ、四重極レンズに加えて、さらに平行平板電極を追加することで、反応性負イオンビームの到達位置をウェハ上で掃引する方法を提案している。本発表では、この提案方法のシミュレーション結果を報告する。

### 2. 装置セットアップとシミュレーション

シミュレーションでは、我々が開発中の実験

装置のレンズ系を正確に模擬している。それらのレンズがシミュレーションの境界条件を与える。また、このシミュレーションでは50個の超粒子が用いられている。したがって、ビーム軌道計算には、ビームが持つ自己電場も含まれている。シミュレーションでは、負イオンビームを集束させるためのレンズに印加する電位と磁場の値 [1]、負イオンビームを掃引するための電磁場強度の値をパラメータとして、負イオンビームの到達位置の掃引と、負イオンビーム電流値を求めている。図1は、負イオンビームに初速度を与えてアインツェルレンズに入射させた時、その負イオンビームが四角形のステージ（ウェハ台を模擬）に正確に到達していることを表している。

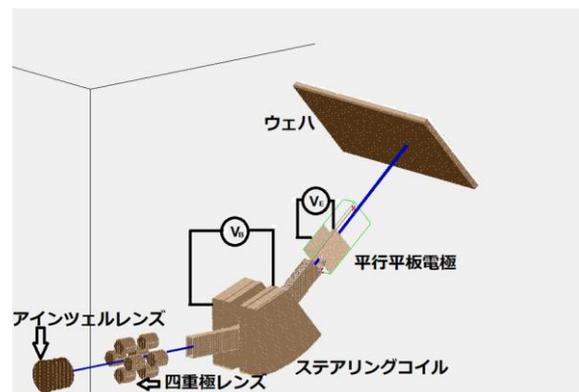


FIG.1 A typical trajectory of a negative ion beam from the Einzel lens to the target stage.

[1] T. Kanki, H. Himura *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **59**, SJJE01 (2020).