

# 電子ビームを用いた静電気の制御に関する研究

## A Study on control of static electricity using electron beam

産総研 ○菊永 和也, 野中 一洋

AIST, ○Kazuya Kikunaga, Kazuhiro Nonaka

E-mail: k-kikunaga@aist.go.jp

静電気は生産プロセスにおいて電子デバイスの破壊やフィルムの巻き出し・巻き取り不良、またパーツフィードのつまりやゴミ付着による塗装ムラなど様々なトラブルの原因となっている。このような静電気問題に対して生産現場ではイオナイザによる除電などの対策が行われている。しかしながら、イオナイザの性能評価としてチャージプレートモニターによる減衰時間（1000V→100Vの時間）とイオンバランスが用いられているが、通常のモニターはマクロ領域の静電気評価しかできない。本研究ではイオナイザのミクロな除電効果を評価するために、 $\mu\text{m}$  オーダーの静電気の作成・制御を目的として、電子ビームを用いてシリコンウェハを帯電させ静電気力顕微鏡（EFM）による表面電荷の評価を行った。

走査型電子顕微鏡は電子ビームを対象物に照射・走査して、対象物から放出される二次電子を検出することで試料の表面情報を得るために用いられる。ここではその電子ビームを帯電させるために用い、 $5\mu\text{m}$  に絞った電子ビームの加速電圧を 1.8 kV - 2.3 kV で変化させることで、入射電子のエネルギーを制御した。サンプルとしてシリコンウェハを用い、SEM によってウェハ表面に帯電を作成後、EFM で評価したときの EFM 像とラインプロファイルを図に示す。図より、加速電圧の違いによって正と負の帯電および電荷量に違いが観測された。これは、電子を照射する際のエネルギー（加速電圧）が二次電子放出率に依存するためである。加速電圧が 1.8 kV 以下で二次電子放出率が 1 以上に、1.8 kV - 1.9 kV の間で二次電子放出率が

1 に、1.9 kV 以上では二次電子放出率が 1 以下になっており、それらが帯電の極性と量の違いとして観測されたと考えられる。このように、電子ビームを用いることで、狙った場所に帯電させられ、電荷の大きさ、帯電量、極性を制御することに成功した。ここで、同一加速電圧で帯電させた電荷の分布が均一でないのは、照射された電子ビームのエネルギーに偏りがあるためと考えられる。この電子ビームを用いた帯電において、イオナイザによる除電を行った後、再度、EFM でシリコンウェハ表面を観測することで、ミクロな電荷の除電効果の評価を行った。正または負に帯電させられた電荷は除電時間を長くするにつれて小さくなり、20～30 秒以上で完全に観測されなくなった。このことから、ミクロな帯電の除電は、通常のマクロで評価される除電時間よりも長い時間が必要であることが分かった。

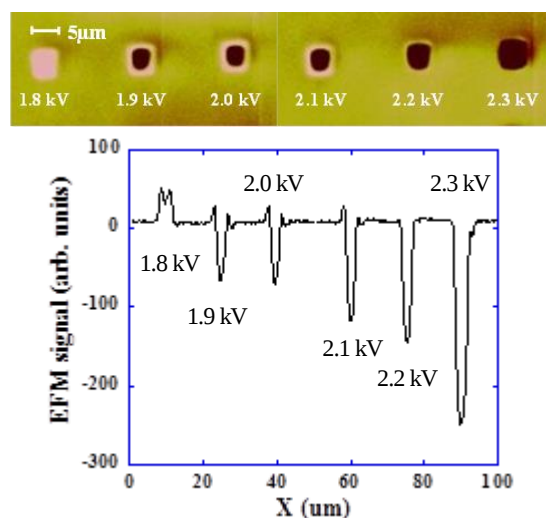


Fig. EFM images of a charged wafer and a line profile of the EFM signal intensity.