ミニマルイオン注入装置の開発（II）

Development of Minimal Ion Implantation Tool (II)

ミニマルファブ推進機構 [1], フジ・インバック [2], 産業技術総合研究所 [3]
○三浦 典子 [1], 橋本 直樹 [1,2], 北村 是尊 [1,2], 居村 史人 [1,3], 佐藤 和重 [1], 古賀 和博 [1], 石田 夕起 [1,3],
大平 俊行 [1,3], クンプアン ソマワン [1,3], 原 史朗 [1,3]

MINIMAL[1], FUJI IMVAC INC.[2], and AIST[3]
Noriko Miura[1], Naoki Hashimoto[1,2], Yoshitaka Kitamura[1,2], Fumito Imura[1,3], Kazushige Sato[1], Kazuhiro Koga[1],
Yuuki Ishida[1,3], Toshiyuki Oodaira [1,3], Sommawan Khumpuang[1,3], and Shiro Hara[1,3]
E-mail: noriko-miura@minimalfab.com

[背景と研究目的]　我々は規格化された超小型の製造装置とそのシステムであるミニマルファブの開発を行っており[1]、その一環として、イオン注入装置の開発も行っている。イオン注入装置をミニマル筐体に格納できるサイズにするため、我々は、イオンソースを 1 装置につき 1 種類に限定し、質量分離に超小型の永久磁石を搭載した ExB 質量分離器を使用し、さらに、イオン発生器側を接地電位としてステージ側に負の電圧をかけることで装置の超小型化を図った。既に、本装置でハーフインチウェハ上に十分な量の不純物を注入できることを確認している[2]。一方、ウェハに打ち込まれる不純物量を精密に制御するためには、注入処理中のウェハ上のイオン電流量を正確に測定する必要があるが、ミニマルイオン注入装置では、イオン電流は最大でも 200nA 程度と低く、加えて、ステージに高電圧を印加するため、測定値にノイズが入りやすく、精度の良い電流測定が困難であった。そこで、高電圧で使用可能な微少電流計を開発し、注入量の制御を図ったので、その結果について報告する。

[開発装置]　図 1 にミニマルイオン注入装置の構造図を示す。本装置では、イオン発生器側を接地電位とし、ステージのみに負の電圧をかけることで、高電圧の絶縁をステージ周辺だけに極小化でき、また、狭い筐体内に部品を密接して配置することを可能にした。ステージ電流を測定するイオン電流計は、ステージと後段加速用高圧電源の間に設置した。高電圧電位で微少電流を計測するため、イオン電流計は、電流/電圧変換を行う高電圧部ユニットと、モニタ信号調整回路のグランド部ユニットの 2 ユニットで構成し、ユニット間はオプティカルリンクで信号を伝送することにより、高電圧によるノイズ等の影響を最小限に抑えている。

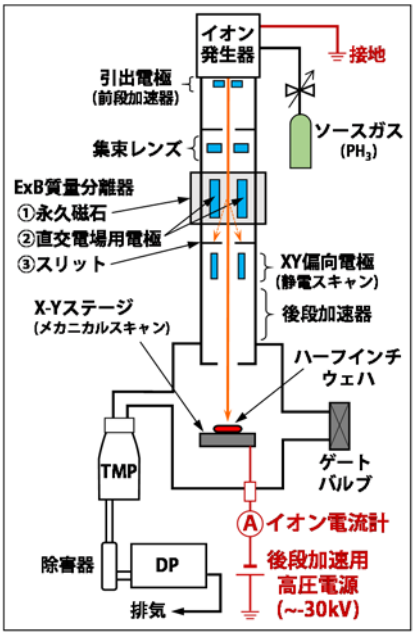

図 1 ミニマルイオン注入装置の構造

[注入実験]　Si ウェハへの注入量を評価するため、p-Si(100)ハーフインチウェハ上に 99 個の抵抗測定パターンを形成し、シート抵抗分布を評価した。注入イオン種は P^+イオンで、イオンソースには PH_3 ガスを用いた。打込みエネルギーは 10 keV と 5kV で行い、注入量 1×10^{14} cm^{-2} から 1×10^{15} cm^{-2} 相当の注入処理を行った。注入時間はイオン電流積算値で決定している。ウェハ全面に均一に注入するため、イオンビームの静電スキャンと XY ステージのメカニカルスキャンを併用している。注入マスクのレジスト膜厚は 1μm である。活性化アニールにはミニマルレーザ加熱炉を用い、大気圧 N_2 雰囲気で 900 ℃, 10 sec の加熱処理を行った。シート抵抗測定には、ミニマルデバイステスタを使用した。

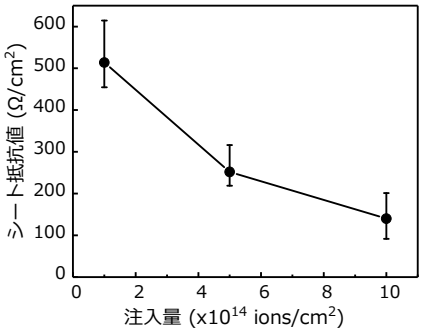

図 2 注入量とシート抵抗

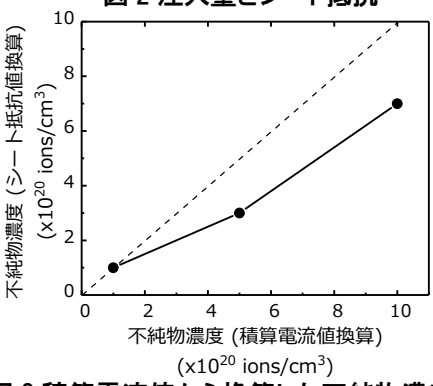

図 3 積算電流値から換算した不純物濃度とシート抵抗から換算した不純物濃度の比較

図 2 に打込みエネルギー5kV 時の注入量とシート抵抗値の関係を示す。注入量の増加に伴い、シート抵抗が減少していることが確認できた。このシート抵抗値から換算した不純物濃度と、注入時のイオン電流積算値から換算した不純物濃度の比較を図 3 に示す。低濃度では両者は概ね一致するが、高濃度ではシート抵抗からの換算値の方が低くなる傾向があることが判明した。当日は、イオン注入特性の詳細について議論する。

＜参考文献＞
[1] S. Khumpuang, et. al, IEEE Trans. Semi. Manufacturing, **28**(3), 551-556 (2015).
[2]三浦他、第 79 回応用物理学会秋季学術講演、21p-233-2

© 2020年 応用物理学会