

提出日	2021. 3. 3
整理番号	2020-004

宇宙ナノエレクトロニクスクリーンルーム施設利用研究報告書

## 1. 研究代表者所属・職名・氏名:

JAXA 太陽系科学研究系・准教授・浅村和史

## 2. 研究題目:

粒子観測器質量分析部用二次電子生成プレートの開発

## 3. 利用期間:

2020年4月 – 2023年3月 (1回数日を年間で複数回)

## 4. 研究目的:

粒子観測器の質量分析の方法の一つに飛行時間分析 (TOF: Time-Of-Flight) 法がある。TOF 法に用いるための二次電子生成源としてよく用いられる、超薄膜カーボンに入射粒子を通過させる方法では、重粒子のエネルギーロスの影響が大きいという問題があった。このため、表面衝突による二次電子生成源 (二次電子生成プレート) の開発を行う。

## 5. 得られた成果:

我々が超薄膜カーボンを用いて製作してきた粒子分析器では、観測対象粒子を超薄膜カーボンに入射させ、炭素原子との衝突によって二次電子を放出させるとともに、入射粒子は超薄膜を通過して出射させる。一方、二次電子生成プレートを用いる場合、プレートにスリットを多数形成し、入射粒子がスリット側壁に衝突することで二次電子を生成させるとともに、衝突後の入射粒子自身はスリットから出射させる。

図1は二次電子生成プレートの製作に用いたマスク形状である。15.9mm x 9.4mmの外形形状に0.05mm x 7.4mmのスリットを多数配置した。このマスクを用い、ICPドライエッチング装置を用いて厚さ0.5mmのシリコンウェハをエッチングした。

また、本二次電子生成プレートでは、生成した二次電子をプレート外に引き出すため、プレートの表裏間に電位差を与える。このため、プレート表面、裏面は導電性である必要がある。プレート表裏にアルミを400nm (表面: エッチング削孔開始面) / 200nm (裏面) 程度蒸着し、エッチングを行ったところ、裏面にアルミ膜が残った。この供試体をアセトンで超音波洗浄し、さらに混酸アルミに短時間 (1分程度) 晒すとプレート裏面のスリット開口部

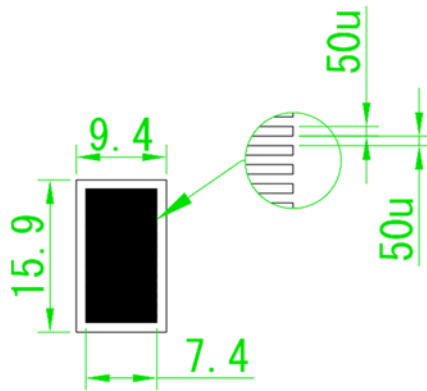


図 1: 二次電子生成プレートの製作に用いたマスク形状

を覆うように残ったアルミが除去され、スリット開口部以外の部分のアルミは残存させられることが分かった。

我々が超薄膜カーボンを用いて製作してきた粒子分析器では、粒子が超薄膜カーボンに対し主として法線方向から入射する。このため二次電子生成プレートを用いる場合、スリットがプレート法線方向に平行に形成されていると、プレート法線方向から入射した粒子はプレート側壁に衝突することなく

出射してしまう。したがって、スリットはプレート法線方向に対し斜めに形成されていることが望ましい。

一方、ICP エッチング装置では、供試体に対しコンデンサを介して高周波変動電圧を与える。このとき、電子質量がイオン質量より軽く、供試体に電子が流入しやすいこと、また、周囲のプラズマから供試体への流入電流の総和がゼロになる必要があることから、平衡状態における供試体の DC 電位が負となる。これによりエッチングガス起源の正イオンが供試体に対して加速され、エッチングが促進される。本研究では供試体をウェハー固定電極に対して斜めに配置するなどを試みたが、斜め方向のエッチングは成功しなかった。これは、上述の ICP エッチングの原理により、イオンが供試体表面に対して法線方向に加速されてしまったためと考えられる。

6. 成果発表リスト:

未発表

7. ナノエレ CR 内で使用した装置:

ICP-RIE、小型蒸着装置、電子顕微鏡、光学顕微鏡、両面マスクアライナ

8. ナノエレ CR 内で使用した薬品類:

フォトレジスト、TMAH、アルミエッチャント(混酸アルミ)、エタノール、アセトン、IPA

9. その他参考事項:

A) 計画変更 (あれば使用装置、薬品等も含め具体的に) :

B) ナノエレ CR 利用に際し気づいた、あるいは希望する改善点など: