

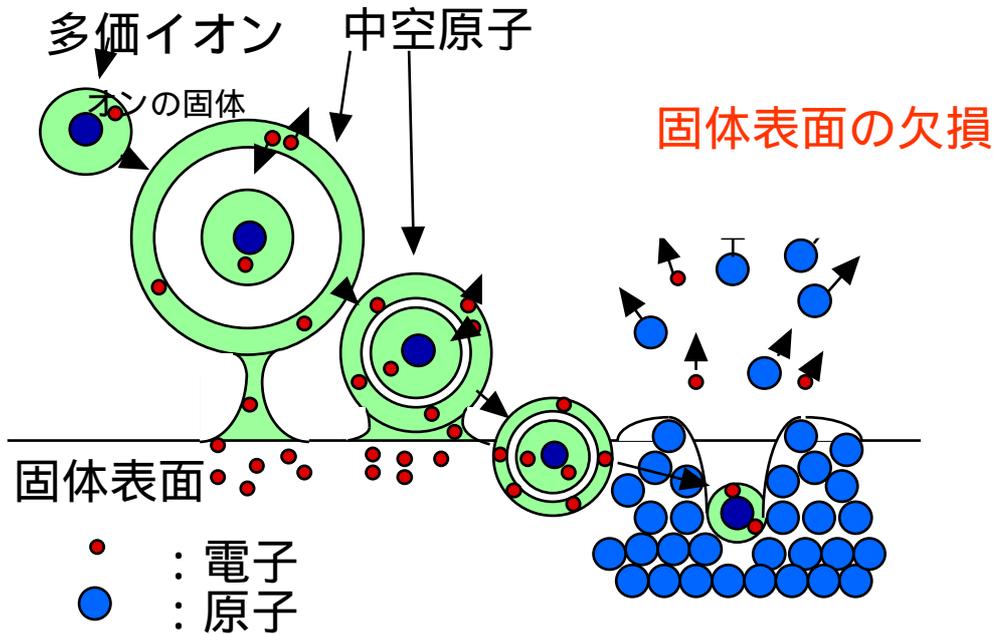
多価イオン照射後の固体表面観察用

ビームラインの改造と予備実験

電子物性工学科 大谷研究室 大森啓章

1：研究目的

多価イオンは固体表面に接近するに従い表面から多数の電子を捕獲し、自動電離・光子放出を行いながら脱励起していく。この時、固体表面は多価イオンの内部エネルギーの一部を受け取って二次粒子を放出し、格子欠損を作ると考えられている。



この時にできる固体表面の欠損を

- ・空気に曝さない
- ・速やかに観察する

ために、ビームラインに走査型トンネル顕微鏡（以下、STM）を接続して観察したい。

このため、本研究は

- ：多価イオン源に設置されているビームラインの改造
- ：ビームライン脇に設置したSTMで明瞭な像を得る事を目的とした。

2：実験装置の構成

実際に製作した実験装置の構成と実際に製作した装置を図2に示す。EBITで作り出されビームラインへ導かれた多価イオンは衝突槽（図3）にある二次電子増倍管とサンプルホルダーに穿たれている 4 mmの穴を用いて衝突槽の中央を通るように調節される。その後、固体表面がサンプルホルダーに取り付けられ、多価イオンを照射されて試料が作られる。この試料をビームラインに接続されているSTMへ真空中の中を試料移送器（図4）を用いて搬送していく。

衝突槽と接続されているSTMとの間にはベローが挟まれており、またベローを支える支柱にも両端に除振材を取り付けられている。これによってビームラインからくる振動を減衰するようになっている。

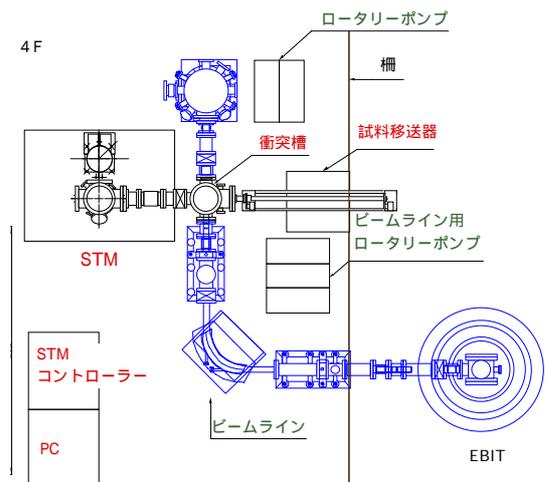


図2:実験装置の構成

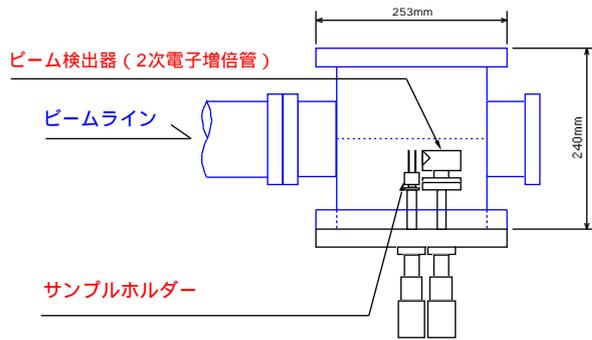


図3：衝突槽

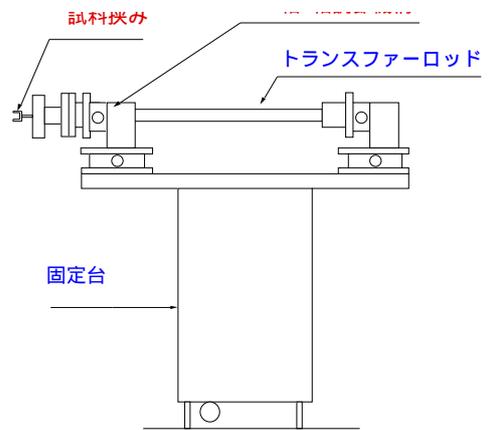


図4：試料移送器

3：予備実験

次にビームライン脇において固体表面を観察する際に明瞭なSTM像を得る為に行った予備実験を報告する。ビームライン脇に設置されたSTMで雑音を測定した所，図5のような雑音を得られた。

図5に見られるように，50 Hz付近における雑音強度が32 pA / Hz，100 Hz付近における雑音強度が25 pA / Hzとなっている。STMでの観察ではこれらの電氣的 / 音響的雑音によって，原子像が見えなくなってしまうため，雑音を低減する手段を講じる必要が有る。

まず，電氣的な雑音の低減として行った対策のうちから蛍光灯の消灯，STM観測窓のアルミ箔による被覆とアースの切断による雑音の変化をしてみる（図6,7,8,9）。

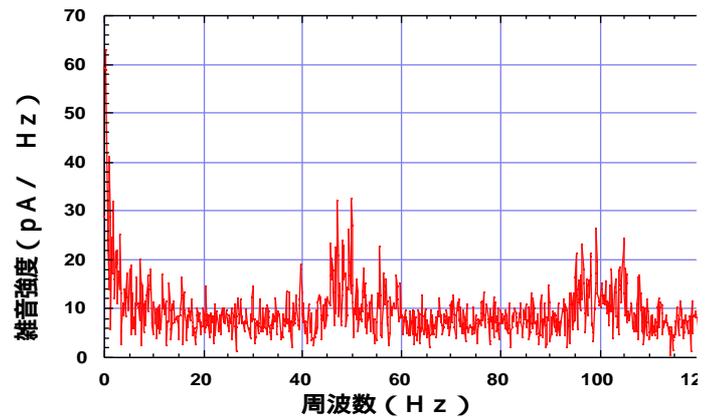


図5：STM設置直後の雑音

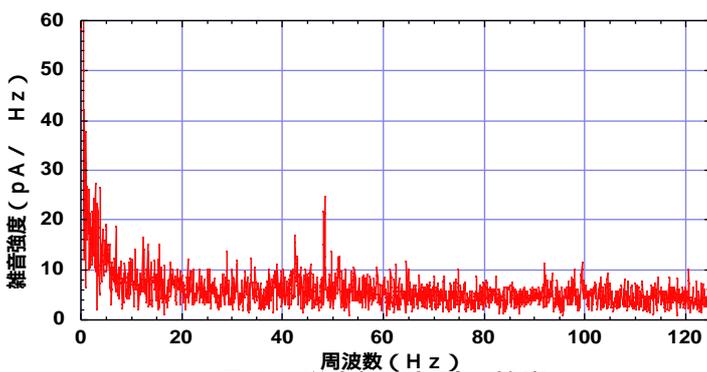


図6：蛍光灯点灯時の雑音

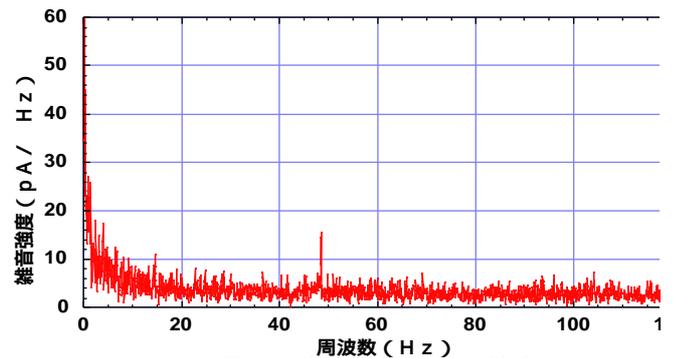


図7：蛍光灯消灯時の雑音

図6と7を比べてみると蛍光灯を消した方の雑音はつけていた時の雑音に比較して減少しているのが分かる。しかし，実験室内をいつも消灯しておくわけにはいけないのでこの雑音はどこを經由してSTMに乗っているかを考えてみた所，一番疑わしい所はSTMの観測窓であった。そこでSTMの観測窓にすべてアルミ箔をかぶせて雑音を測定してみた。（図8,9）

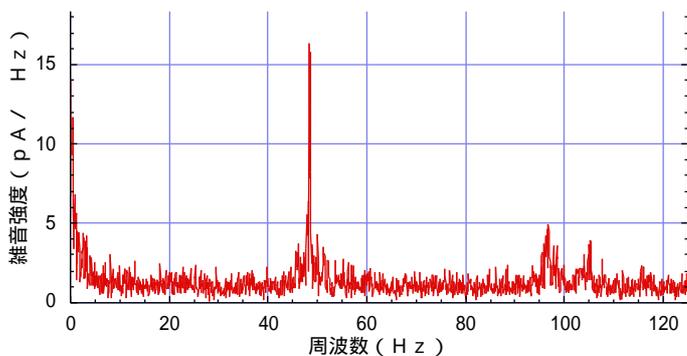


図 8 : アルミ箔を張る前

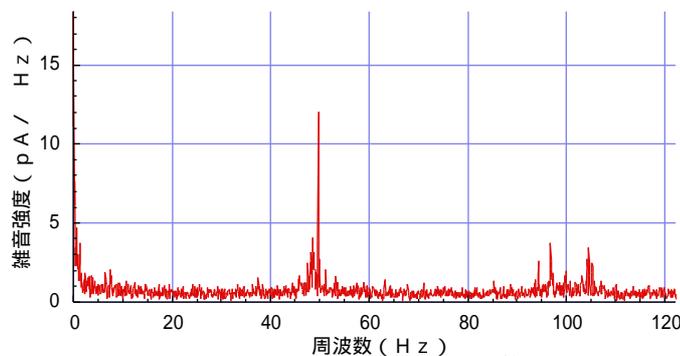


図 9 : アルミ箔を張った後

STM窓のアルミ箔による被覆では50 Hz付近において約4 pA / Hzの減少が見られた。また、他の周波数帯においても雑音の減少が見られた。これから、STMの観測窓を通して電氣的雑音が入っていたと考えられる。

次に、電氣的な雑音の発生源としてSTM制御用PCがあげられる。このためPCのアースを取る事による雑音の変化を見てみた(図10,11)。

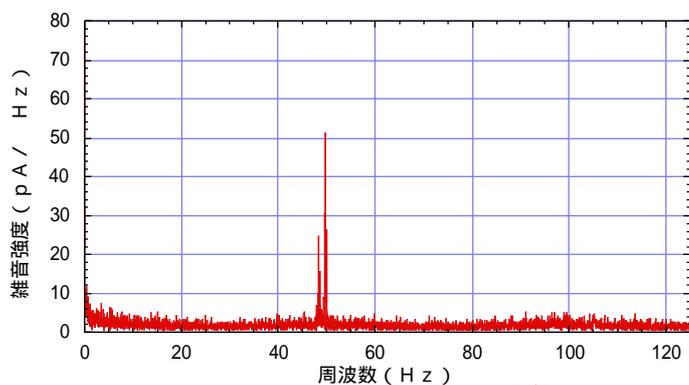


図 10 : PCのアースを取る前

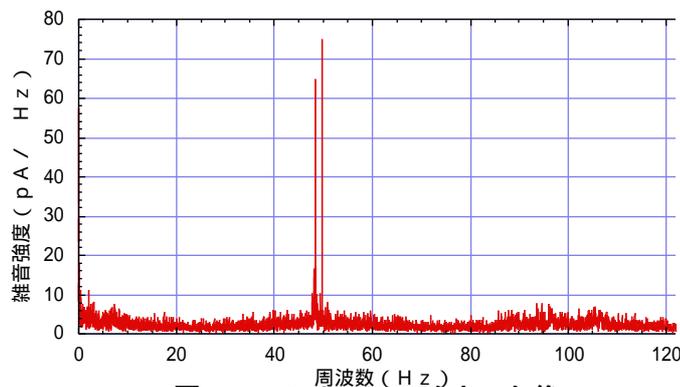


図 11 : PCにアースをとった後

アースを接続する事によるノイズの変化では50 Hz付近で約26 pA / Hzの増加が見られた。

これはSTMの近くを通過していたアースから雑音が発射されてしまったためと考えられる。

これらの電氣的雑音対策を組み合わせせた結果、STMで観測される雑音を図12まで低減する事が出来た。

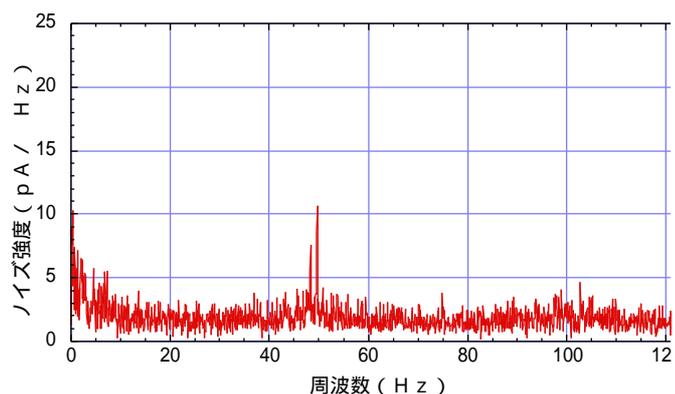


図 12 : 電氣的雑音対策後

音響的雑音

音響的雑音の対策としてロータリーポンプ(以下、RP)除振台(図13)を作製しRPをのせる事によって音響的雑音の低減を図った。その結果、STMで計測される雑音は図14まで低減する事が出来た。

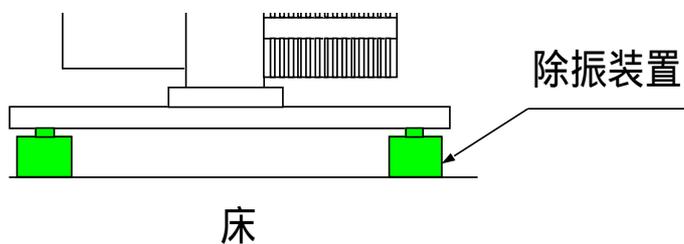


図13：ロータリーポンプ用除振台

以上の電氣的・音響的処置をSTMに施した結果，HOPGの原子像（図15）を得る事が出来た。

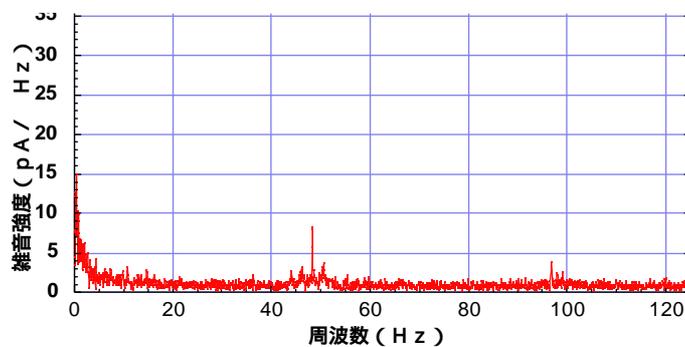


図14：ロータリーポンプ除振後の雑音強度

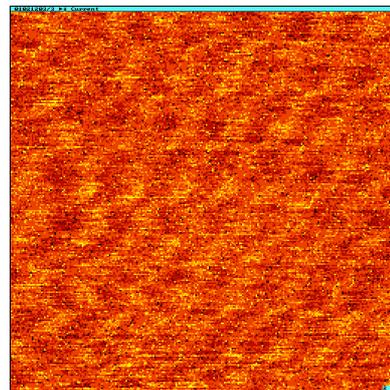


図15：HOPG

4：まとめ

- ◇ 真空中で試料を作製するための試料作製用サンプルホルダーと試料移送器の作製をおこなった。
- ◇ STMをEBITに接続されたビームライン脇で運用するため観測電氣的・音響的雑音の低減を図り，HOPGの原子像を得る事が出来た。

5：今後の予定

- ◇ 現在ビームライン脇に設置されているSTMをSTM専用の除振台に載せてビームラインに接続する。
- ◇ 接続したSTMを用いて衝突槽内で多価イオンを照射した固体表面を観察する。

参考文献：走査型トンネル顕微鏡（編著：御子柴宣夫 他 出版：電子情報通信学会）