

ガラスキャピラリーによるイオンビームの大気取り出し (2)

—イオンレンジの気体種依存性—

渡部貴之

電子・光システム工学科 成沢 忠 研究室

1. 概要

イオンビームは表面解析、結晶構造の評価や薄膜形成など様々な用途に使われており多くは真空中で扱われるが大気に取り出した場合、ある程度の距離をエネルギーを失うまで進む(飛程)。この飛程に着目し、ガラスキャピラリーによって取り出されたイオンビームが圧力や気体種が変化した場合にどのような挙動を示すのかを検証する。

2. 目的

イオンビーム加速器の原理や使用方法を理解すること、飛程が圧力、気体それぞれにどのように関係しているかということを実験結果から考察する。その結果から今後の展望をたてる。

3. 実験方法

3.1 実験手順

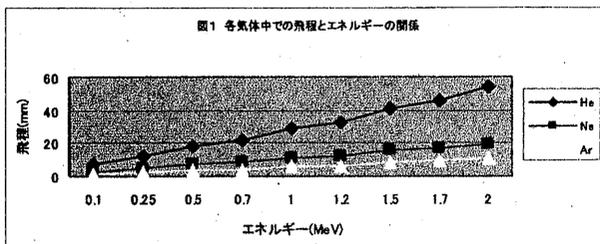
カンタルヒーターによってガラスキャピラリーの作製を行い、チャンパー内に設置する。今回実験結果を得たのは内径 0.8mm、もう一方が 12 μ m のガラスキャピラリーである。ロータリーポンプを使ってチャンパー内の空気を排気した後、圧力調整器を使ってガスを充填していく。そのままでは圧力が上がりすぎてしまうので真空計を見ながらほぼ大気圧までガスを流入させたらバルブを閉める。そこから目視によってガラスキャピラリーを最短距離まで近づけたあと、少しずつ遠ざけていき各点での電流値を計測する。

3.2 使用する気体

今回の実験で使用する気体種は He、Ne、Ar の三種類である。これらの気体はいずれも第 18 族元素に分類され希ガスと呼ばれる。無色、無味、無臭の単原子分子であり最も外側の電子殻が閉じているため化学結合を起しにくい不活性な性質を持っている。この三種は不燃性であり比較的安全であるから今回使用することにした。

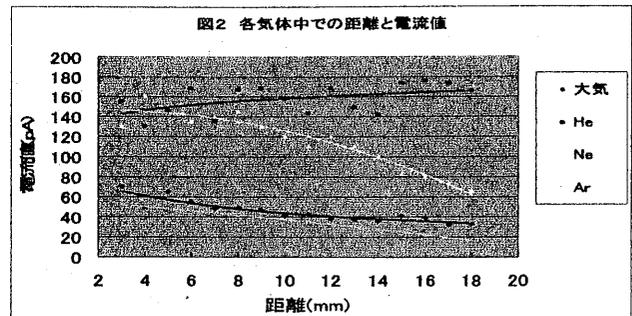
3.3 シミュレーション結果

イオンビームの飛程をシミュレーションするソフトウェアとして SRIMTRIM というものがある。このソフトを用いて加速器のエネルギーと気体種、飛程の関係を算出すると図 1 のようになる。

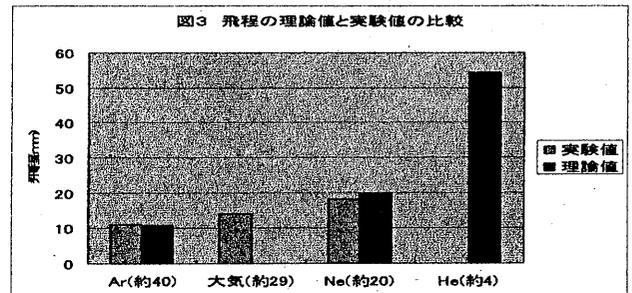


4. 実験結果

今回の実験では目視で近づけた最短距離が約 3mm、最大まで遠ざけた距離が 18mm となった。横軸を距離、縦軸を電流値とすると図 2 のようになる。



He 中以外の気体中では電流値の減少が確認された。続いて飛程の算出だが最短距離時の電流値の半分を飛程として求める。He 中ではほぼ平行なために今回の実験では飛程の算出は困難である。その他の気体中で得られた飛程は Ne 中では約 18mm、Ar 中では 11mm、大気では約 14mm という結果になった。今回の実験値と理論値を比較したものが図 3 である。He 中では飛程を求められなかったが、他の Ne 中、Ar 中では理論値に近い値が得られた。



5. まとめ

今回の実験では気体種によるイオンビームの飛程の依存性について検証を行ったが、He 中以外では飛程の算出に成功し気体種との関連性が確認できた。気体種を置換する方法ではアルゴンが検出されやすい PIXE などの応用も期待される。今後の課題としては今回計測できなかった He 中での飛程や検出電流が 0 となる値の距離までの計測が行えれば、より詳細な結果が得られると考えている。これには装置そのものの改善が必要である。あるいは今回使用した気体種以外の実験を行うことでもまた違った発見がある可能性もある。

参考文献

・ SRIMTRIM <http://www.srim.org/>