

単一イオン注入装置における静電レンズの比較

Comparison of Electrostatic Lenses for a Single Ion-Microbeam System

量研高崎研 石井 保行, 大久保 猛, 鳴海 一雅, 齋藤 勇一

QST-Takasaki, °Yasuyuki Ishii, Takeru Ohkubo, Kazumasa Narumi, Yuichi Saitoh

E-mail: oubutsu@jsap.or.jp

情報社会の進展に伴い、コンピュータでの演算スピードの向上が必須となっている。その候補が量子コンピュータであり、現在幾つかの方式が提案され、それぞれが精力的に開発されている。

量子コンピュータでは、それぞれの方式の量子ビットが量子もつれを起こす必要がある。そのビットの一つとして、ダイヤモンド中に導入された窒素と空孔がペアを作り量子効果を発現する窒素空孔センタ (NVC) が提案されている。NVC は、窒素を 1 個ずつ 20nm 程度の間隔で配置することで、量子もつれを発現することが知られている。しかし、現在窒素を 1 個ずつ 20nm 間隔で試料に導入する技術がない。その一つの候補としてポールトラップ型レーザー冷却イオン装置 (PTLC) から 1 個ずつイオンを取り出し、加速及び集束して注入する単一イオン注入装置¹⁾が提案されている。今回その装置で利用する集束レンズとして、アインツェルレンズと加速レンズの比較を行った。

アインツェルレンズは、入射と出射のビームエネルギーが同じで、縮小率があまり大きな値を必要としない装置では、ビームエネルギー程度の電圧の印加で良いため低エネルギーの集束イオンビーム装置に適している。これに対して、電極を一對に配置した加速レンズは、アインツェルレンズの縮小率に出射と入射のビームエネルギーの比の平方根を乗じたものになるため、アインツェルレンズより高縮小率が得られる。一方、縮小率を大きくすると集束点がレンズ間に形成され使用できない。また、電極間の耐電圧の制限もある。

単一イオン注入装置の PTLC では、極低温のイオンを発生できるが、引き出し時に温まるため、集束レンズに入射する時は、ビーム径がサブミクロン径となると予想される。また、単一イオン注入装置では注入深度がナノメートルとなるため、ビームエネルギーは、10keV が必要となる。これらから単一イオン注入装置の集束レンズでは、ビームエネルギー10keV 程度で、縮小率が数 10 程度を必要とする。

講演では、単一イオン注入装置でどちらのレンズが適するか比較を行ったので、その結果を報告する。

1) <https://www.qst.go.jp/site/qubs/spinphoto-rensai-27.html>