

永久磁石を用いた多原子分子イオンのフラグメント抑制

Suppression of fragments of Polyatomic Molecular Ion with Permanent Magnets

京大 光・電子理工学教育研究センター °林恭平, 竹内光明, 龍頭啓充, 高岡義寛

Photonics and Electronics Science and Engineering Center, Kyoto University

°Kyohei Hayashi, Mitsuaki Takeuchi, Hiromichi Ryuto, Gikan H. Takaoka

E-mail: hayashi.kyouhei.85e@st.kyoto-u.ac.jp

【はじめに】多原子分子イオンビームは等価的に低エネルギーで大容量の物質輸送が可能のため、極浅イオン注入に応用されている。多原子分子材料は種々の分子構造・官能基を有するため、様々な表面改質が期待できる。これまで電子衝撃法を用いて直鎖炭化水素である n -テトラデカン(n - $C_{14}H_{30}$)の多原子分子イオンビームを生成し、イオンの質量分析・分離や Si 基板への照射効果について検討して来た[1, 2]。しかしながら、 $C_{12}H_{25}^+$ などの分子量の大きいイオンは、 $C_3H_7^+$ などの低分子量イオンに比べ生成効率が 30 分の 1 程度と低い問題があった。これはイオン化電子電圧を、電子電流の空間電荷制限抑制のために 300 V と、 n - $C_{14}H_{30}$ のイオン化エネルギー 9.7 eV と比較して非常に高く設定しており、分子の解離が促進されてしまっているためと考えられる。そこで今回はイオン源の上下に永久磁石を設置し、電子の飛行距離を伸ばすことにより、イオン化電子の低電圧化による電子電流低減を補い、フラグメントの抑制を図ったので報告する。

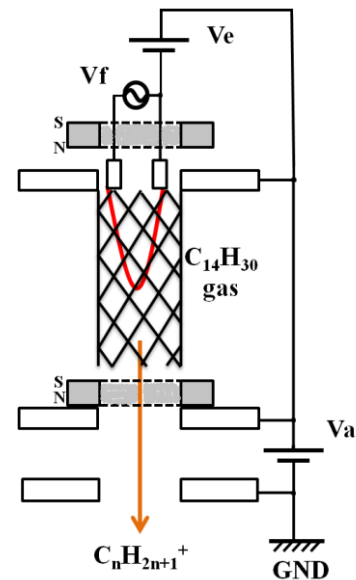
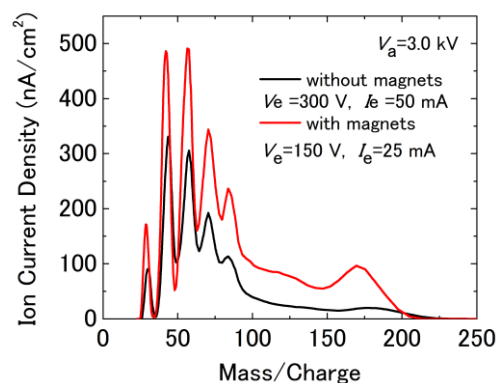


図 1：永久磁石を使ったイオン化部の概略図

【実験方法】まずシミュレーションソフト SIMION を用いて磁界中の電子の軌道計算を行い、電子の飛行距離を伸ばすために必要な磁束密度分布を求めた。図 1 に作製したイオン化部の概略図を示す。求めた磁束密度分布となるようリング状のサマリウムコバルト永久磁石を、イオン化部の上下に 1 対設置し、これまでグリッドの外側に配置していたフィラメントを今回はグリッド内部に取り付けた。フィラメントから引き出された熱電子は、イオン化電子電圧 V_e により加速されると同時に永久磁石からの磁界により螺旋運動し、下側磁石とフィラメント間を往復する仕組みとなっている。生成したイオンビームは E×B 質量分離器によって質量分離し、ファラデーカップによってビーム電流を測定した。

図 2： n -テトラデカン(n - $C_{14}H_{30}$)

E×B 質量分離スペクトル

【結果】図 2 に n - $C_{14}H_{30}$ から生成した多原子分子イオンビームの E×B 質量分離スペクトルを示す。図からわかるように、 $m/Z=43$ の $C_3H_7^+$ イオンは 1.5 倍の増加であるのに対し、 $m/Z=169$ の $C_{12}H_{25}^+$ イオンは 4.2 倍に増加していることがわかる。永久磁石による低エネルギー電子生成の高効率化により、フラグメントが抑制されたと考えられる。

【参考文献】[1] 竹内光明 他,第 72 回応用物理学関係連合講演会 1a-A-6 (2011).

[2] 今中浩輔 他,第 73 回応用物理学関係連合講演会 13a-C3-11(2012)