鉄内包フラーレン合成用の各種純鉄蒸発源開発とその比較検討

Development and comparison of pure iron evaporators for synthesis of iron-endohedral fullerene

阪大院工 [1]，放医研 [2] ○萩野尚吾 [1]，大塚拓郎 [1]，渡辺拓人 [1]，津田悠登 [1]，
村松正幸 [2]，北川敦志 [2]，加藤裕史 [1]
Osaka Univ. [1], NIRS [2], °S. Hagino[1], T. Otsuka[1], T. Watanabe[1], Y. Tsuda[1],
M. Muramatsu[2], A. Kitagawa[2] and Y. Kato[1]
E-mail: hagino@nf.eie.eng.osaka-u.ac.jp

【はじめに】　我々の研究グループでは多種多様なイオン種を 1 台で生成可能なユニバーサルソースの実現をめざし，タンデム型 ECR イオン源の構築を行っている．タンデム型 ECR イオン源はそれぞれ独立したパラメータでプラズマの生成が可能であり，生成したイオン種を独立に引き出すことが可能である[1]．現在は，ユニバーサルソース実現の一環として，安全で造影能が高い MRI の造影剤に利用が期待されている鉄内包フラーレンの気相合成に取り組んでいる．鉄内包フラーレンの合成では，第 1 ステージで生成した鉄イオンを第 2 ステージのフラーレンプラズマにエネルギー制御して導入させることによって合成を行う方法を考えており，現在までに，第 1 ステージから第 2 ステージへ鉄イオンをエネルギー制御して輸送することに成功している[2]．鉄イオンの生成には，固体材料の鉄を加熱し蒸発させる蒸発法を用いており，現在までに誘導加熱法，抵抗加熱法，輻射加熱法の 3 つの方式の蒸発源を開発し，それぞれで鉄蒸気の確認している[2,3]．本稿では，これまでに開発した鉄蒸発装置の比較を行い，その仕様を踏まえて，設置位置の検討を行う．

【実験方法】Fig.1 にタンデム型 ECR イオン源と蒸発源設置位置を示す．蒸発源は抵抗加熱方式，輻射加熱方式のものを用い，それぞれサポートガス Ar にて鉄イオンビームを生成した．蒸発源は Fig.1 に示すように第 1 ステージまたは第 2 ステージに設置し加熱させた．抵抗加熱方式は 2 種類あり，純鉄線を加熱させる方式（Fe-wire）と，鉄の細線と高融点材料の複合線を加熱させる方式（Fe-filament）がある．1 mm φ の鉄線を用いたものを Fe-wire1, 2 mm φ の鉄線を用いたものを Fe-wire2 と呼んでいる．また，高融点材料に鉄の細線のみを巻いた複合線を Fe-filamentA，鉄の細線と Mo の細線をより線にし，高融点材料に巻きつけた複合線を Fe-filamentB と呼んでいる．さらに，輻射加熱方式のものは Fe-cube と呼称し，それぞれ第 1 ステージから得られた鉄イオンビームを最大電流値で規格化し，それぞれの蒸発源の性能を評価する．

【実験結果】Fig.2 に各蒸発源による Fe^+ の規格化ビーム電流値を示す．純鉄線を用いた Fe-wire の場合は，1 mm φ と 2 mm φ と太さを変えても大きな変化はなかった．これは 2 mm φ と線径が太くなったことで，印加電流量が増加し，高磁場中の運転のため，蒸発源が振動したことが原因である．複合線を用いた場合では，芯線に高融点材料と鉄線のより線を共巻にした Fe-filamentB でより高い鉄イオンビーム電流値を得ることができた．本講演では各蒸発源の蒸発量や蒸発速度，加熱効率の比較についても発表する予定である．さらに，新たに第 1 ステージに誘導加熱方式の鉄蒸発源を設置し，鉄イオンビーム生成を行った結果についても発表する予定である．

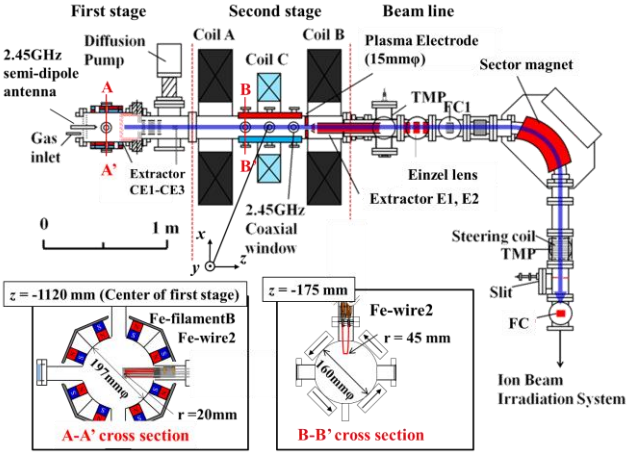

Fig.1 タンデム型 ECR イオン源全景

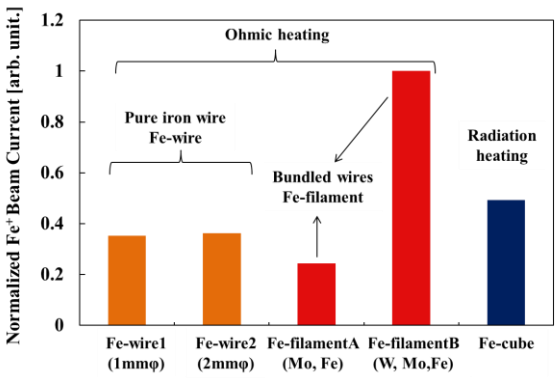

Fig.2 各蒸発源の Fe^+ の規格化ビーム電流値

[1]Y. Kato, *et, al* Rev. Sci. Instrum, **87**, 02A711 (2016)
[2]萩野尚吾,他　第 63 回春季応用物理学会学術講演会（2016 年）21-aW611-9
[3]武仲朋也,他　第 72 回秋季応用物理学会学術講演会（2011 年）30-a-A-3

© 2016年 応用物理学会