

鉄内包フラーレン気層合成のための誘導加熱鉄蒸発源における鉄蒸発量制御の改良 Improvement of controlling iron vapor flux by induction heating for producing iron endohedral fullerene

阪大院工, °大森貴之, 大西広司, 竹田樹人, 濱田滉太, 奥村一起, 加藤裕史
Osaka Univ., °T. Omori, K. Onishi, T. Takeda, K. Hamada, K. Okumura and Y. Kato
E-mail: omori@nf.eie.eng.osaka-u.ac.jp

【はじめに】我々は、電子サイクロトロン共鳴イオン源 (Electron Cyclotron Resonance Ion Source: ECRIS) による、気層中での鉄内包フラーレンの生成を目的としている。そのために、安全・安定で取り扱いやすい固体材料からの多価イオン生成とその応用研究として、ECRIS 用の各種蒸発源を製作し報告を行ってきた。[1] ECRIS においては、低動作圧力($10^{-4} \sim 10^{-5}$ Pa)でのイオン生成をする為に、ガスの発生や不純物の混入が極めて少ない蒸発源の開発が要請されている。そのため、我々是非接触で固体材料を直接加熱できるため不純物ガスソースが発生しにくく、高純度の材料蒸気が取り出せる誘導加熱 (Induction Heating: IH) 方式に着目し現在まで開発を行っている。また ECRIS において、鉄の多価イオンを生成することに成功した。[2] 本実験で用いている蒸発源と RF 電源とを絶縁する変圧する機器(Insulated Induction Heating Coil Transformer Circuit: IHCT)[3] の特性について調べ、改良する。

【実験方法】今回実験を行った ECRIS を模擬したテストチャンバーの概念図を Fig.1 に示す。入力電力は民生用 RF 電源から IHCT を経て蒸発源へと給電する。測定パラメータとして蒸発源への高周波電流、加熱温度、真空容器内の圧力などを測定した。Fig.1 の放射温度計において鉄試料の温度を測定する。IHCT の概念図を Fig.2 に示す。IHCT は民生用平型円形状 IH コイルを 2 つ対抗させて誘導的に結合させ、コイル間を絶縁する。Fig.2 において Primary coil が電源に接続され、Secondary coil が蒸発源に接続される。Primary coil を x 方向に動かすことでコイル中心間距離が変化し、結合係数(k)を変化させている。負荷と電源が電氣的に絶縁状態であるため仮に蒸発源が損傷したとしても入力電源側が短絡・開放状態にならないため、RF 電源を保護可能であり、安全性、温度制御の向上が見込まれている。今回、 k を向上するために絶縁物マイカ板(3mm)から、より薄いカプトンシート(0.15mm)に変更した。

【実験結果】IHCT において x を変動させた時の k の変化を Fig.3 に示す。また、IHCT 改良前後での代表的な誘導加熱の実験結果を Fig.4 に示す。Fig.3,4 とともに青が IHCT 改良前、赤が改良後である。カプトンシートを用いた方が k が大きくなり、鉄の温度もより高くなった。また、今後さらにコイル間距離を近づけた場合のデータを取得する予定である。また、IHCT の変換効率を高くするために RF 電源用のステップダウン絶縁トランスを製作する予定である。

[1] O. Kutsumi et al, RSI, **81**, 02A322(2010) [2] 津田悠登,他, 応物春季講演会(2018) [3] 武仲朋也, 阪大修論(2012)

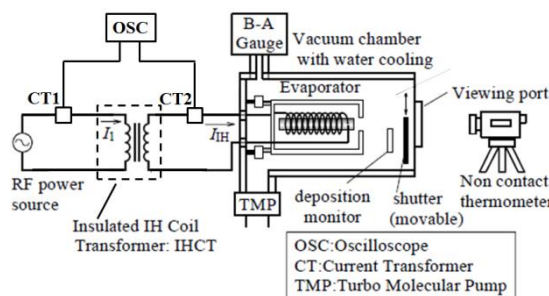


Fig.1 Test Chamber

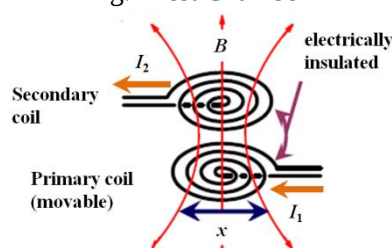


Fig.2 IHCT の概念図

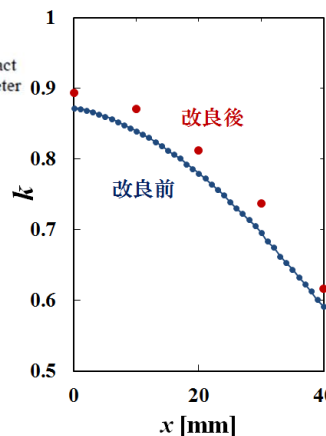


Fig.3 結合乗数の変化

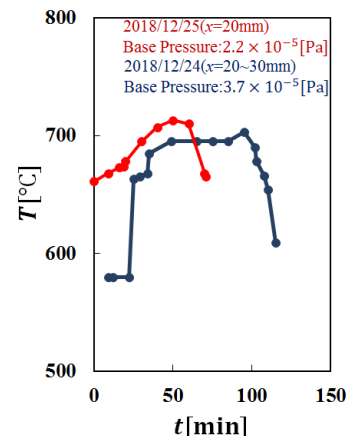


Fig.4 Fe 試料の加熱特性