

電子ビーム照射によるプラズマ加熱装置の提案

Proposal of Plasma Heating Device Using Electric Force

(株) センリョウ 安カ川 誠

SENRYO, Makoto YASUKAGAWA

E-mail: rijityou@midorijuji.or.jp

1. まえがき

プラズマの加熱方法としてはジュール加熱、高周波加熱、中性子ビーム加熱などが知られている。今回別の方法として水素ガスへの電子ビーム照射によって発生させた陽子を重イオン層へのクーロン衝突による跳ね返り（ラザフォード散乱）や電界によって容器内に閉じ込め、高速の電子ビーム照射を継続することによって容器内のプラズマを加熱する新しい方式が原理的に可能なことを発見したので報告する。

2. 装置作用の概要

2. 1 重い陽イオン層形成過程

マイナスに帯電した金属性の密閉型容器内を絶縁体膜で被覆する。その中央部には陽極管を配置する。その密閉型容器内に水素ガス(または重水素ガス)を充填し、この容器外から電子ビームを照射して水素ガスを電離しプラズマ化する。

水素ガス供給と電子ビーム照射を続けることにより電子速度により絶縁体膜内の一定の深さに陽子の持つエネルギーが解放される現象（ブラッグピーク）を利用して陽子衝突による電離作用で重い陽イオン層を作る。水素ガスの供給とその電離を一定時間続けることにより必要な厚さの重い陽イオン層を形成することができる。これは実験的に確認されており、その現象は長く続くことが示されている。

2. 2 プラズマ加熱過程

次に水素ガス供給を少量にとどめ、照射する電子ビームを重い陽イオン層形成過程より高速の電子ビームに変えることにより発生する陽子速度を上げる。この高速陽子は重い陽イオン層を通過できずラザフォード散乱により後方に跳ね返るが、陽子は重い陽イオンに比べて軽量のため運動エネルギーをほとんど失うことなく容器内に返る。容器内に戻った高速陽子を含むプラズマは高速の電子ビーム照射の継続的な照射によって熱的平衡状態になるので必要な高温まで加熱することができる。

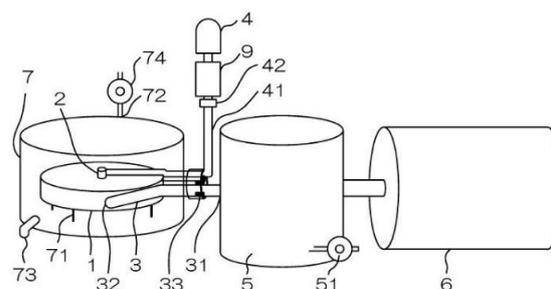
2. 3 装置の模式的な構造

密封型容器である中空導体1が円筒状の内面を有し、マイナスに帯電可能で外面及び内面が絶縁体膜で被覆される。管状の陽極2が中空導体1の内部に絶縁材で支持される。電子ビームの入射管3がマイナスに帯電可能であって内面が絶縁体膜で被覆され、中空導体1の内面接線方向に伸び、一端に入射口を有し、他端が中空導体

1の内部に連通する。この入射管の径は電子ビームの電流量によって決める。タンク4から供給管41と管状の陽極2を通して中空導体1の内部に水素ガス等を供給する。真空チャンバ5が必要な真空度を維持するための真空ポンプ51に接続されて内部が入射管3の一端に連通する。電子銃6が真空チャンバ5の内部を通して入射口から中空導体1の内部に電子ビームを入射して、マイナスに帯電した中空導体1の壁面で反射させ、タンク4から中空導体1の内部に供給されるガスをプラズマ化させる

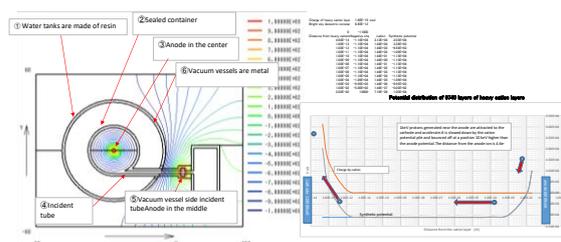
Three-dimensional view of the device

【図2】



3. 電気力によるプラズマ閉じ込めが可能であることの確認(電位・電界解析)

Potential analysis result / Electric field analysis



なお密閉型容器内の陽子が電子ビーム入射管より漏出しないように入射管には+10,000Vの陽電位部位が設置され密閉容器には10,000V以上の印加がされていることを想定する。電界解析図では重い陽イオン層による陽子の跳ね返りはクーロン力が距離の二乗に反比例することから密閉容器壁に近づいた位置で急に起きることを示している。

陽子を閉じ込めることが出来れば電子はプラズマ振動しながら共にプラズマを構成する粒子として容器内を飛び回る。容器壁には高い陰電圧がかかっているため跳ね返られるが過剰電子は陽極から外部に排出することができる。