

東京大学 大学院新領域創成科学研究科
基盤科学研究系 先端エネルギー工学専攻
2011年3月修了 修士論文要旨

大出力中性粒子ビームの表面加工・改質への応用

学生証番号 096068 氏名 作村 守央
(指導教員 小野 靖 教授)

Key Words : NBI, plasma, vanadium, hydrogen

本研究の目的は、ビームを入射することによる試料の水素吸蔵と材料の改質・加工である。用いた試料は、アルミニウム、亜鉛、バナジウム、鉄である。オペレーションには、ビームエネルギー25~35keV、ビームエネルギー密度77~95MW/m²、照射回数10~30回の幅を持たせられる。それによる結果の相関関係を調べた。

産業技術総合研究所の大型RFP装置TPE-RXにおいて開発された中性粒子ビーム装置を用いて、試料試験を行った。装置単独での放電を繰り返すことにより引き出されたビームの定格出力は1MW、ビーム電流25A、ビームエネルギー35keVと高出力・高密度である。

水素吸蔵においては、バナジウムにおいて照射された水素粒子の内、約3割が吸収されている結果が得られた。バナジウムは体心立方格子結晶を持ち広く開いた粒子間の隙間に水素が蓄積されていると考えられる。面心立方格子結晶を持つアルミニウムや亜鉛での水素吸蔵に期待していたが、測定誤差の範囲が大きく有意な結果を得られることは出来なかった。この測定誤差をなくすために薄い試料を用いたり、SIMSやX線解析といった別の計測手法を用いたり、することが望まれる。

金属の加工・改質においては、亜鉛に水素ビームを入射することにより0.1~1μmの多孔質構造の生成に成功した。亜鉛の場合にのみ、ビームによる温度上昇によって、温度が融点を越えていたことから、高密度ビームを金属に入射し、そのときに表面温度が融点をこえていれば、蓄積されたガスが噴出し多孔質構造が生成されるという結論を導き出すことが出来た。今後は実用に向けて、多孔質構造によってメリットが大きい、電池材料、触媒材料に用いられるグラファイト、ニッケルなどの材料を用いることが望まれる。

また、ビーム粒子と金属との相互作用の検証を行うため、TRIM 計算機コードを用いてシミュレーションを行った。TRIM 計算機コードはモンテカルロ法によるシミュレーションコードで、粒子の金属内軌道計算、スパッタ領域計算、衝突エネルギーの深さ分布などを計算した結果、ビーム粒子は数十μmオーダーまで入り込み、その際スパッタリングは生じないという結果が得られた。実験結果と比較してスパッタリングの有無においては問題なく再現されていたが、金属侵入深さについては本研究では調べることは出来なかった。粒子の負荷分布を調べるためにはSIMSを用いる必要がある。