FCC Fe-Ni 合金の磁性へのイオン照射効果

Ion irradiation effect on magnetism of Fe-Ni alloy with FCC structure

松下 正史 1)

Masafumi MATSUSHITA

Yuichi SAITO

重一²⁾

齋藤

¹⁾ 愛媛大学大学院理工学研究科 ²⁾ 原子力機構

(概要)

面心立方構造をとる Fe-Ni 合金の強磁性は組成、圧力、イオン照射に敏感である。本研究では、 照射温度を変化させることにより、物質内部の熱による拡散と照射効果の関連を議論する。また、 Se、Sn それぞれの効果を明確にするため、イオン貫通領域と停止域を分離できる箔状のサンプルを 用意し、プロトン照射を行った。結果より、Se がキュリー温度に与える影響については基板温度の 影響は少ないと思われる。イオン停止位置のサンプルについては、150℃と室温では照射効果に差 がないものの 300℃では照射効果の一部、不均一な上昇が失われ、貫通サンプルとよく似た曲線を 描く。このことから、Sn のキュリー温度への効果が熱の影響を受けやすいと思われる。本結果より、 Se、Sn のそれぞれのキュリー温度上昇への寄与のメカニズムは異なる可能性がある。現在、メスバ ウアー分光によって詳細を確認中である。

キーワード:

磁性、FeNi インバー合金、プロトン、高温照射実験

1. 目的

面心立方構造をとる Fe-Ni 合金の強磁性は組成、圧力、イオン照射に敏感である。また、規則構造をとるクラスタリングの存在も報告されている。これまでのイオン照射研究では、イオン照射実験は室温で行われてきており、高温での実験は行われていない。また、電子的阻止能 Se と原子的阻止能 Sn による効果の分離も出来ているとは言えない。本研究では、照射温度を変化させることにより、物質内部の熱による拡散の活性化の影響を議論する。また、Se、Sn それぞれの効果を明確にするため、イオン貫通領域と停止域を分離できる箔状のサンプルを用意し、プロトン照射を行う。

<u>2. 方法</u>

Fe₆₅Ni₃₅ についてイオン照射実験を室温と 150℃、 300℃の 3 つの温度で行う。サンプルは 10 ミクロンの フィルムを二枚重ねておき、1 枚目の 10 ミクロンサ ンプルをプロトンが貫通し、2 枚目の 10 ミクロンサ ンプルでプロトンがストップするエネルギーとイオ ンを選択する。そこで、TRIM を用いた計算に基づき、 イオン停止位置は 18µm となる 2.0MeV プロトン照射 を 1×10¹⁶ ions/cm²実施した。Fig.1 にイメージを示す。



Fig.1 Sampleの配置とイオン侵入深さ

<u>3. 結果及び考察</u>

5K での磁気モーメントについてはスクイドで測定を行ったが、装置の持つ誤差以上の差が観測されていない。しかし、キュリー温度については交流磁化率測定によって明確な変化が観察された。Fe₆₅Ni₃₅についの未照射試料と基板温度が室温と 300℃のそれぞれの場合のイオン貫通試料と停止試料についての交流磁

化率測定結果を Fig.2 と3 に示す。

イオンが貫通したサンプル、停止したサンプルともにキュリー温度は大きく上昇する。室温照射の場合、 停止位置のサンプルの方がキュリー温度の上昇量が明確に大きく、その交流磁化率曲線の形状から考えて、 不均一なキュリー温度の増加を示している。この結果は、プロトン停止位置での Se の増大および Sn の寄 与によるものと考えられる。一方、300℃の場合、きわめて均質なキュリー温度の上昇がプロトン貫通サン プルとプロトン停止サンプルの両方で観測される。プロトン停止サンプルのキュリー温度はプロトンが貫通 したサンプルよりも低い。この結果より 300℃では照射効果の均質化が行われるとともに、Sn による効果 が消失したものと考えられる。このことから、Sn のキュリー温度への効果が熱の影響を受けやすいと思わ れる。本結果より、Se、Sn のキュリー温度上昇への寄与のメカニズムは異なる可能性がある。

室温でのメスバウアー分光測定結果を Fig.4 と 5 に示す。スペクトル、hyperfine field distribution ともに照 射条件による差はみられない。現在、スペクトルおよび hyperfine field distribution の温度変化を測定してい るところであり、その結果がでた段階でさらなる考察を行い論文にまとめる予定である。



Fig. 2 Temperature variations of AC susceptibility of 2 MeV proton irradiated Fe₆₆Ni₃₄ at room temperature. Black, red, and blue lines show non-irradiated, 2 MeV proton penetrated and proton stopping Fe₆₆Ni₃₄.



Fig. 3. Temperature variations of AC susceptibility of 2 MeV proton irradiated $Fe_{66}Ni_{34}$ at 300°C. Black, red, and blue lines show non-irradiated, 2 MeV proton penetrated and proton stopping $Fe_{66}Ni_{34}$.



Fig. 4 The Mössbauer spectra of non-irradiated Fe $_{65}Ni_{35}$ and irradiated at all conditions by 57 Fe



Fig. 5 Distribution of internal magnetization of non-irradiated Fe_{65}Ni_{35} and irradiated Fe_{65}Ni_{35} at various conditions