

Fe₁₆N₂ 薄膜의 製造 및 磁氣모멘트

충남대학교 김택기

PREPARATION AND MAGNETIC MOMENT OF Fe₁₆N₂ FILM

Chungnam National University T.K.KIM

1. 서론

窒素雰圍氣中에서 蒸着한 Fe膜의 飽和磁化가 純鐵의 값보다 큰 異常現象이 超高飽和磁化를 갖는 新磁性材料인 Fe₁₆N₂窒化物의 生成에 起因함을 밝히고, Fe₁₆N₂의 磁氣構造를 報告^{1,2)}하였다. 그후 순수한 Fe₁₆N₂窒化物만을 제조하기 위한 研究가 進行되어, 最近 Sugita³⁾등은 Fe₁₆N₂單結晶 製造에 成功하였다.

Fe₁₆N₂는 飽和磁束密度가 磁性材料中에서 가장 큰 2.8T~3.0T이고, 이에 대응하는 Fe原子當 磁氣moment가 약3.0 μ_B 이다. 이와같이 Fe₁₆N₂가 磁束密度가 크고 巨大한 磁氣moment를 갖는것은 磁氣物理學的 側面이나 磁性材料의 응용면에서 興味있는 對象으로 最近 Fe-N系 化合物에 關한 研究가 활발이 進行되고있다.

본 發表에서는 Fe₁₆N₂化合物의 磁氣特性에 關한 最初의 報告者로서 當時 Fe₁₆N₂의 製造過程과 Fe₁₆N₂의 結晶構造 및 磁氣構造를 說明하고, 最近 다른 研究者들에 의한 Fe₁₆N₂의 製造 및 磁氣特性에 關한 研究結果를 紹介하고자 한다.

2. 實驗方法

試料는 眞空蒸着裝置를 이용하여 窒素雰圍氣中에서 유리基板위에 Fe를 蒸着하여 α -Fe와 Fe₁₆N₂混合相의 多結晶膜으로 製作하였다. 이때 基板의 溫度는 常溫이고 蒸着速度는 약 10Å/sec이다. 膜의 結晶構造는 透過電子顯微鏡에 의하여 調査하였다. 飽和磁化의 값은 Torque磁力計에 의한 Neugebauer法, 磁氣天平, Torsion Pendulum磁力計, 強磁性共鳴 및 B-H loop tracer로 各各 測定하여 比較 檢討하였다.

Fe₁₆N₂의 磁氣moment는 飽和磁化의 값과 磁化의 溫度依存性的 結果로 부터 算出하였다. Fe₁₆N₂의 磁氣構造는 Mossbauer分光分析實驗結果와 結晶構造로 부터 解析하였다.

Fe₁₆N₂單結晶은 In_{0.2}Ga_{0.8}As單結晶(100)基板위에 Fe單結晶을 100Å以上 成長시킨위에 Epitaxial成長시킨다. 이때 基板의 溫度는 150°C 이고 蒸着速度는 Fe單結晶의 境遇 약0.03Å/sec, Fe₁₆N₂의 境遇 0.006 Å/sec이며, 窒素分壓 5x10⁻⁴ Torr이다.

3. 實驗結果 및 考察

窒素雰圍氣中에서 蒸着한 Fe膜은 α -Fe와 Fe_{16}N_2 의 混合相으로, 膜中에 Fe_{16}N_2 의 含有量은 窒素分壓 약 3.5×10^{-4} Torr에서 製作할 境遇 最大로 부피 分率로 약 75%이다. 透過電子顯微鏡에 의한 回折像의 分析結果 Fe_{16}N_2 의 結晶構造는 bct構造로 格子常數 $a=5.72\text{\AA}$ $c=6.29\text{\AA}$ 이다. (Fig.1 參照)

Fe_{16}N_2 의 飽和磁化는 常溫에서 약 2200 ± 100 gauss (약 2.8 T)로 飽和磁化의 값으로 부터 算出한 Fe 原子當 平均 磁氣moment는 $2.9 \pm 0.2 \mu_B$ 이다.

Fe_{16}N_2 의 磁氣構造를 調査하기 爲하여 Mossbauer效果 實驗을 行한 結果 Energy準位가 다른 2種類의 Fe가 膜內에 存在함을 알수있다. 즉 内部磁場이 各各 347 ± 5 kOe 및 216 ± 2 kOe인 Fe_I 과 Fe_{II} 가 存在하며

이들의 Isomer shift와 電氣的四重極 相互作用이 各各 다르다. 磁氣moment가 内部磁場과 比例한다고하면 Fe_I 과 Fe_{II} 의 磁氣moment는 各各, $3\mu_B$ 및 $2\mu_B$ 이고 Fe_{16}N_2 의 Fe原子當 平均磁氣moment가 약 $2.8\mu_B$ 로 推定되며, 이 값은 飽和磁化의 값에서 算出한 값과 誤差範圍內에서 一致한다.

最近 Fe_{16}N_2 單結晶膜을 製作하여 磁氣特性을 調査한 結果³⁾로는 飽和磁束 密度가 2.8~2.9 T, 保磁力이 10 Oe로 磁化容易方向이 $\langle 111 \rangle$ 이고 磁氣異方性 定數 K_1 및 K_2 가 各各 $-5.84 \times 10^5 \text{erg/cc}$ 및 $6.10 \times 10^5 \text{erg/cc}$ 임을 報告하였다.

4. 結論

Fe_{16}N_2 化合物은 熱力學的으로 準安定相으로 製作上的 어려움이 있으나 飽和磁束密度가 가장 큰 新磁性材料이므로 새로운 製作方法의 開發 및 그 應用이 期待된다.

5. 參考文獻

- ① T.K.Kim and M.Takahashi; Appl. Phys. Lett., 20, 492 (1972)
- ② T.K.Kim and M.Takahashi; Proc. 5th Int. Conf. of Magnetic Thin Films, H1 (1972) invited paper "Magnetic properties of Fe Films in Nitrogen Atmosphere"
- ③ M.Komuro, Y.Kozono, M.Hanazono and Y.Sugita; J. Magn. Soc. Jpn., 14, 701 (1990) (in Japanese)

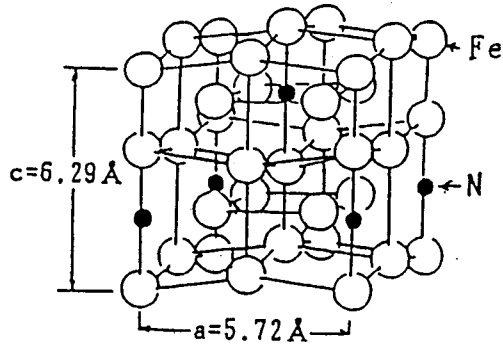


Fig.1, Crystal structure of Fe_{16}N_2 .