

金属中の拡散現象に対する強磁場効果

Magnetic field effects on the atomic diffusion in metals

茨城高専¹, 東北大金研²

○小野寺 礼尚¹, 戸崎 烈¹, 飯村 奨太¹, 長谷川 勇治¹, 高橋 弘紀²

NIT, Ibaraki College¹, IMR, Tohoku Univ.²

○Reisho Onodera¹, Retsu Tozaki¹, Shota Iimura¹, Yuji Hasegawa¹, Kohki Takahashi²

E-mail: onodera@mech.ibaraki-ct.ac.jp

【はじめに】 強磁場中熱処理によって、相変態・再結晶時に組織の微細化がなされ機能・構造材料の特性が向上することは一般的に知られている。この強磁場効果は、結晶核の形成に磁気エネルギーが寄与し、核形成を促進することでもたらされる^[1]。一方、より高精度な組織制御のためには、結晶粒の成長過程も制御する必要がある。特に、拡散に律速される拡散変態の場合、拡散速度を制御できれば相変態時の新相の成長速度を抑制することで、さらなる微細化・均一化が期待できる。しかしながら原子拡散に対する磁場効果は報告例が少なく、その物理起源が解明されたとはいえない。本研究では、金属中の原子拡散に対する強磁場の効果を明らかにすることで材料組織制御に対する強磁場応用の可能性を広げることを目的としている。

【実験方法】 試料には純鉄(Fe)・純チタン(Ti)バルクで作製した拡散対を用いた。強磁場中熱処理で生じた相互拡散を走査型電子顕微鏡(SEM)で観察した。試料作製のために 800℃で 12 h の熱処理を実施し、その後、強磁場中熱処理を 887℃、12-36 h、印加磁場 19 Tで行なった。また、強磁場効果の比較用として、無磁場下でも同様の熱処理を行なっている。強磁場中の熱処理は、東北大学金属材料研究所附属強磁場センターの無冷媒 20 T 超伝導マグネットを用いて実施した。

【結果と考察】 Fig. 1 (a), (b)に示すように作製した拡散対の組織観察および元素分析によって、微細組織変化が拡散によることを確認し、拡散対の接合界面から組織変化が生じた幅を拡散距離として測定した。その結果、Ti 中の Fe 原子の拡散距離が磁場により減少することを見出した。常磁性 Ti 中に固溶した Fe 原子が、磁場の影響を受けるとは考えにくい。そのため我々は、この強磁場効果は、Ti 中へ Fe 原子を供給する Fe バルク側で生じた効果であると考えている。すなわち、Fe の自己拡散が磁場により抑制されたといえる。当日は、Fe 原子の拡散が抑制された起源について、拡散係数における振動因子および活性化エネルギーに対する磁場効果を用いて議論する。

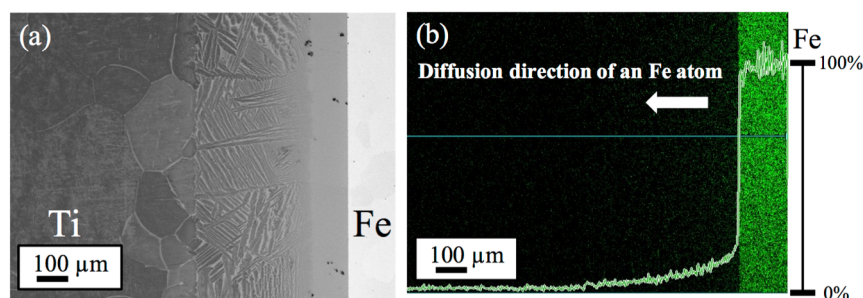


Fig. 1 (a) SEM image of sample surface annealed at 887°C for 24 hours without a magnetic field, (b) Fe element mapping image of SEM image.

[1] R. Onodera *et al.*: J. Alloys. Comp., 637 (2015) pp.213-218.