

(258) Fe-Al-N合金におけるNの析出挙動

川崎製鉄 技術研究所

○三宅 苞 角山浩三
松村 洽 鶴岡一夫

1. 緒言

Fe-Al-N合金におけるAlNの析出について数多くの研究がなされているが、その機構についてはまだ不明な点が多い。その一因として、これまでの報告によると圧延、あるいは γ 領域からの焼入れ状態でAlNを析出させているため、多大に導入された転位などの影響を受けて析出過程が複雑なものになっていたことが考えられる。これをさけるため、本実験ではFe-Al合金を低温(450°C)で窒化させることによりAlとNを固溶させ、その温度から焼入れた。この方法によりFe-Al-N合金におけるNの析出挙動を調べたところ、いくつかの興味ある結果が得られたので報告する。

2. 実験方法

Fe-0.05wt%Al合金の真空溶解材を鍛造、圧延により0.5mm厚の板に加工し、湿水素中700°Cで脱炭、再結晶焼鈍を施した。次に試料をアンモニア、水素の混合ガスとともにガラス管に封入して、450°C/5Hrの焼鈍により加窒(0.014wt%)および均一化処理を行ない、さらに真空焼入れ炉中で450°C 30min保持した後、0°Cのシリコンオイル中に焼入れた。その後0~850°Cにおける等時焼鈍、675~750°Cでの等温焼鈍を行ない、液体窒素温度での電気抵抗変化を測定することにより、Nの析出挙動を追跡した。なお300°C以下の熱処理はオイルバス、それ以上は真空焼入れ炉によった。また比較材としてFe-0.014wt%N合金を同じ工程により作製した。

3. 結果と考察

図1は20°C/20minの等時焼鈍によるFe-Al-NおよびFe-N合金の電気抵抗変化である。500°Cまでの時効では両試料はほとんど同じ挙動を示す。これは0.03wt%Nの場合にも確認された。このことから0.05wt%のAlは500°C以下で起るNの析出には影響を及ぼさず、Fe-N合金と同じく、140°C付近で Fe_3N_2 の析出が、270°C付近に Fe_4N の析出が起っていると考えられる。400~530°Cでは焼入れ時の比抵抗値に戻ることから Fe_4N は完全に再固溶されるといえる。AlNの析出は約550°Cから始まり、730°Cで完了した。その後850°Cまでの等時焼鈍では、比抵抗値は一定でAlNの分解は認められなかった。

図2は675°C、700°C、725°Cおよび750°Cでの等温焼鈍による電気抵抗変化を規格化し、 $\log t$ に対しプロットしたものである。どの時効過程においてもAlNの析出完了がきわめて明りよな形で示されることが特徴的である。また横軸を $\log t$ にプロットすると、どの温度でもAlNが約60%析出するまでは変化量と時効時間が直線関係にあり、それ以上になると析出はやや遅れることがわかった。これは60%の析出までは、単位時間に析出するAlNの量は各温度で一定であることを意味している。

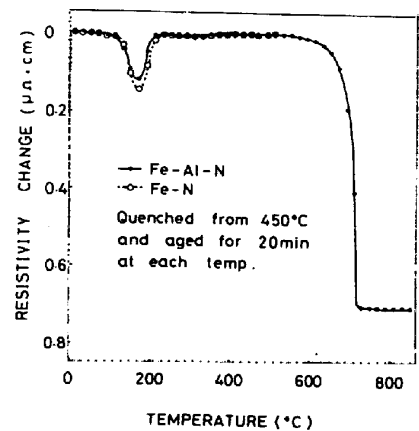


図1. 等時焼鈍によるFe-Al-N合金(0.05%Al, 0.014%N) Fe-N合金(0.014%N)の電気抵抗変化

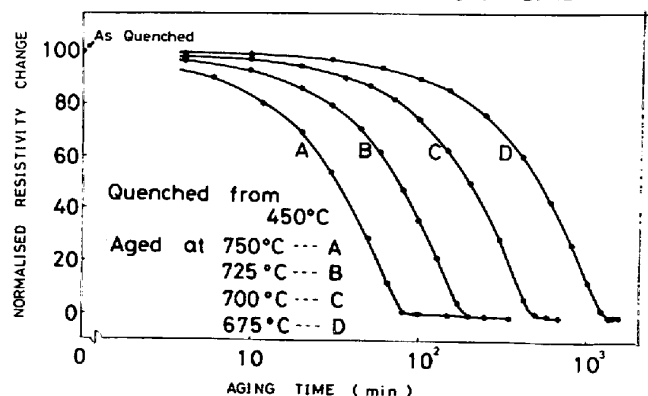


図2. 等温焼鈍によるFe-Al-N合金(0.05%Al, 0.014%N)の電気抵抗変化