

Title	Time dependent nature of $\gamma \rightarrow \varepsilon' \rightarrow \alpha'$ and $\gamma \rightarrow \alpha'$ martensitic transformations in SUS304L, SUS304 stainless steels and an Fe-23.9Ni-4.0Mn (at.%) alloy under magnetic field
Author(s)	崔, 株寧
Citation	大阪大学, 2012, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/59177
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について ご参照ください 。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	崔 株 寧 (Ju-young Choi)
博士の専攻分野の名称	博 士 (工学)
学 位 記 番 号	第 2 5 5 1 0 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 24 年 3 月 22 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科マテリアル生産科学専攻
学 位 論 文 名	Time dependent nature of $\gamma \rightarrow \varepsilon' \rightarrow \alpha'$ and $\gamma \rightarrow \alpha'$ martensitic transformations in SUS304L, SUS304 stainless steels and an Fe-23.9Ni-4.0Mn (at. %) alloy under magnetic field (SUS304L, SUS304 ステンレス鋼ならびに Fe-23.9Ni-4.0Mn (at. %) 合金の磁場下における $\gamma \rightarrow \varepsilon' \rightarrow \alpha'$ ならびに $\gamma \rightarrow \alpha'$ マルテンサイト変態の時間依存性)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 掛 下 知行 (副査) 教 授 藤 本 慎 司 教 授 安 田 秀 幸 准 教 授 福 田 隆

論 文 内 容 の 要 旨

本研究では、SUS304L, SUS304ステンレス鋼を用いて逐次 $\gamma \rightarrow \varepsilon' \rightarrow \alpha'$ マルテンサイト変態の時間依存性の調査とともに、1秒以下の非常に短い変態潜伏時間をFe-23.9Ni-4.0Mn (at. %)合金の $\gamma \rightarrow \alpha'$ マルテンサイト変態を用いて調査しマルテンサイト変態のカイネティクスについてのさらなる知見を得ることを目的とした。

第1章では、本研究の背景を述べた後、目的と意義を述べた。

第2章ならびに第3章では、溶体化処理を施したSUS304L及び鋭敏化処理を施したSUS304ステンレス鋼の磁場下における逐次 $\gamma \rightarrow \varepsilon' \rightarrow \alpha'$ 変態の時間依存性を調べた。SUS304Lステンレス鋼の磁場下における TTT 図作成した結果、 TTT 図はC-曲線を示した。また、ノーズ温度は磁場に依存しないが、潜伏時間は印加磁場が高くなると、短時間側へ移動した。一方、鋭敏化処理を施したSUS304ステンレス鋼の場合、得られた TTT 曲線は二つのノーズ有し、高温側のノーズは $\gamma \rightarrow \alpha'$ 変態に対応し、低温側のノーズは $\gamma \rightarrow \varepsilon' \rightarrow \alpha'$ 変態に対応した。磁場を印加すると、高温側のノーズは短時間かつ低温度側へと移動するのに対し、低温度のノーズは短時間側へ移動するのみであった。また、印加磁場が強くなると α' マルテンサイトが生成される ε' マルテンサイトの幅が小さくなることが観察された。このことにより、磁場を加えると、 $\varepsilon' \rightarrow \alpha'$ 変態のポテンシャルバリアーが減少することが分かった。このような磁場下における変態挙動を変態のカイネティクスに関する現象論を用いて考察した。

第4章では、Fe-23.9Ni-4.0Mn (at. %)合金の磁場下における $\gamma \rightarrow \alpha'$ マルテンサイト変態の1秒以下の非常に短い潜伏時間を調べた。まず、一定温度に試料を保持した状態で、パルス幅400 μ sならびに7 msのパルス磁場ならびに定常磁場を試料に印加し、磁場印加過程においてマルテンサイトが誘起される臨界磁場を求めた。マルテンサイト

変態を誘起するのに必要な臨界磁場の値は、パルス幅400 μ sパルス磁場とパルス幅7msのパルス磁場との間で優位差は認められなかった。一方、定常磁場を印加した場合の臨界磁場はパルス磁場の場合に比べて明らかに低くなっていた。これらの結果から、熱活性化による起こるマルテンサイト変態する場合、従来考えられてきた核生成過程に加えて、bcc結晶の形成などのもう一つの過程の存在する可能性があるという重要な情報を得た。

第5章では、本研究で得られた成果を総括した。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、オーステナイト系ステンレス鋼(SUS304L, SUS304)と Fe-Ni-Mn 系合金における磁場下でのマルテンサイト変態の時間依存性を調査することにより、マルテンサイト変態の重要な課題であるカイネティクスについて考察したものであり、以下の知見を得ている。

1. 溶体化処理を施した SUS304L ステンレス鋼ならびに鋭敏化処理を施した SUS304 ステンレス鋼はいずれも磁場下において等温的に $\gamma \rightarrow \varepsilon'$ 変態し、この $\gamma \rightarrow \varepsilon'$ 変態は磁場の影響を殆ど受けないことを見出している。すなわち、この変態の TTT 図はいずれの磁場下においても C 曲線を示し、そのノーズ温度は磁場強度に依存しないことを明確にしている。また、この結果に対して、磁場が $\gamma \rightarrow \varepsilon'$ 変態のポテンシャルバリアに影響を及ぼさないとして明瞭な説明を与えている。
2. 上述した 2 種のステンレス鋼における ε' 相は、いずれの場合も、磁場下において非等温的に α' 相へと変態し、この $\varepsilon' \rightarrow \alpha'$ 変態は、著しく磁場の影響を受けることを見出している。すなわち、磁場強度の上昇に伴い、より厚みの薄い ε' 相の中に α' 相が生成することを明らかにしている。また、この結果に対して、 ε' 相の幅が大きくなると $\varepsilon' \rightarrow \alpha'$ 変態のポテンシャルバリアが低下するとして、変態に及ぼすサイズ効果により明瞭な説明を与えている。
3. 鋭敏化処理を施した SUS304 ステンレス鋼は、等温的な $\gamma \rightarrow \varepsilon'$ 変態する温度より高い温度領域において等温的に $\gamma \rightarrow \alpha'$ 変態し、その変態は強く磁場に依存することを見出している。すなわち、この変態の TTT 図はいずれの磁場下においても C 曲線を示し、そのノーズ温度は磁場強度の上昇にともない低下することを明確にしている。また、この結果に対して、磁場により $\gamma \rightarrow \alpha'$ 変態のポテンシャルバリアが低下するとして明瞭な説明を与えている。
4. Fe-23.0Ni-4.0 Mn (at.%)合金に 2 種類のパルス幅(400 μ s, 7 ms)を有する磁場を印加し、マルテンサイトが生成し始める磁場強度を種々の温度において測定することにより、等温変態するためには、少なくとも数百 μ s の潜伏時間が必要であることを示している。この結果とマルテンサイト変態のカイネティクスに関する現象論的解析から、マルテンサイトの核生成には、時間スケールの異なる 2 種類の過程が存在することを示している。

以上のように、本論文は磁場を用いることにより、オーステナイト系ステンレス鋼ならびに Fe-Ni-Mn 系合金における変態の時間依存性を調査したものであり、学術的にも、また、これらの鋼材を磁場下において安全に利用する上でも有用な知見を多く含んでおり、材料工学の発展に寄与するところが大きい。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。