

オーステナイト系ステンレス鋼粉末の超強加工によるナノ結晶粒組織制御

井 尚志

第1章では、緒論として本研究の背景および目的を述べる。結晶粒微細化は、材料の高強度化に非常に有用である。メカニカルミリング (MM) や、メカニカルアロイング (MA) に代表される、高ひずみ付加粉末冶金 (High Strain - Powder Metallurgy) プロセスは、超強加工のひとつであり、容易にナノ結晶粒を得ることができる手法である。本研究では、MMによるナノ結晶化メカニズムについて検討することを目的とした。

第2章では、本論文で使用する実験方法について述べる。特に、本研究では、プラズマ回転電極法によって生成された、粒子径約1 μ mの粉末を使用した。

第3章では、MMを施したSUS304L鋼粉末ナノ結晶化のメカニズムについて検討する。MMによって、ナノ結晶粒を有する表面改質層が生成することが確認された。また、表面改質層と内部の境界近傍では、幅数十nm長さ数百nmのナノレイヤー組織が形成しており、ナノレイヤー組織を経て等軸ナノ結晶粒が生成する可能性が示唆された。

第4章では、MMによるナノ結晶化と積層欠陥エネルギー (SFE) の違いについて検討する。相違を明確にするためにSUS304L, SUS316LおよびNiにMMを施し、粉末内部の組織観察を行った。それぞれに共通して、ナノレイヤー組織を経て等軸ナノ結晶粒へと変化する様子が観察された。また、ナノレイヤー組織に至るまでは、SFEの違いにより微細組織が異なることが確認された。

第5章では、MMを施したSUS316L鋼粉末のMMによる相変態メカニズムについて検討する。SUS316LはMMによってBCC粒が生成する。このBCC粒は、結晶粒微細化にともなう γ 母相の界面エネルギーの上昇もしくは、格子欠陥 (点欠陥) の増大や粒界の凹凸の形成にともなう γ 母相の自由エネルギーの上昇により、マッシブ的に変態したフェライト粒であることが確認された。

第6章では、総括および今後の展望を述べる。MMは、ナノ結晶粒を得ることができるだけでなく、母相の自由エネルギーを変化させることも可能であり、通常では起こりえない変態をも誘起することができる。また、ナノ結晶組織を材料の表面に生成させることにより、組成を変化させることなく、表面改質が可能である。以上のことから、ナノ結晶化は、次世代の材料開発に非常に有用であることが明らかになった。