



Title	粒子分散強化合金の作製とMA反応の解析に関する研究
Author(s)	山田, 和俊
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44482
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	やま だ かず とし 山 田 和 俊
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 7 4 0 4 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 15 年 1 月 24 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学 位 論 文 名	粒子分散強化合金の作製と MA 反応の解析に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 野 城 清
	(副査) 教 授 馬 越 佑 吉 教 授 宮 本 欽 生 教 授 内 藤 牧 男

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、粒子分散強化合金の開発に端を発する。強度あるいは組織改善を目的に HIP 法による熱処理やメカニカルアロイング (MA) 法による合金化過程に関する研究を行ったものであり、全 8 章で構成している。

第 1 章は緒論であり、MA 研究の歴史および原理と本研究の必要性に対する背景と研究目的について述べた。

第 2 章では軟 X 線分光研究の歴史および原理と X 線放射スペクトル測定 of MA 反応解析への有効性について述べた。

第 3 章では Fe あるいは Mg を母相とする粒子分散強化合金を作製した。硬質粒子添加効果および最適合金化法について検討した。その結果、硬質粒子添加は硬さおよび耐摩耗性改善に有効であるが、粒子を均一微細に分散しなければ強度が著しく低下することが明らかになった。組織改善は HIP 法による焼結が有効であることが分かった。より微細粒子を分散させる方法として MA 法が有効であることが明らかになった。また、電子線マイクロアナライザー (EPMA) で X 線放射スペクトルを測定することにより MA 反応過程の詳細な元素の存在状態を明らかにすることに成功した。

第 4 章では純元素粉末を出発原料とした Nb-C 系の MA 反応について検討した。X 線回折および X 線放射スペクトル測定で MA および熱処理の反応過程を明らかにした。さらに、良質な Nb₂C 粉末が市販されていないため、MA および熱処理で作製した Nb₂C を用いて、Nb₂C の C K X 線放射スペクトルを決定した。また、MA 粉末の X 線放射スペクトルを測定する場合、ノイズの少ないスペクトルを得る目的で試料電流を高くすると自己燃焼により粉末が反応することが明らかになった。

第 5 章では W およびグラファイト粉末を出発原料とした、W-33(at%)C および W-50C 組成の MA・熱処理反応を、X 線回折および X 線放射スペクトル測定で明らかにした。さらに、良質な W₂C が市販されていなかったため MA で得られた W₂C を用いて、W₂C の C K X 線放射スペクトルを決定した。また、MA で得られた WC の C K X 線放射スペクトルは市販の WC から得られる C K X 線放射スペクトルと異なっていたため、単結晶 WC の (001) および (100) 面からの C K X 線放射スペクトルを測定し、MA および MG で得られた WC の C K X 線スペクトルと比較検討した。この結果、WC の C K X 線放射スペクトルが結晶性および観測角度によって変化することが明らかになった。

第 6 章では Ta およびグラファイト粉末を出発原料とした、Ta-33C および Ta-50C 組成の MA・熱処理反応を EPMA による C K X 線放射スペクトル測定と X 線回折により明らかにした。特に Ta-33C 組成では MA によってアモルファス Ta₂C と TaC が生成するが、熱処理によりアモルファス Ta₂C は結晶化し、TaC は未反応 Ta と反応して Ta₂C になることが明らかになった。

第7章では Mo およびグラファイト粉末を出発原料とした MA および熱処理による Mo-C 系固相反応を EPMA による C K X 線放射スペクトルの測定と X 線回折により明らかにした。特に Mo-50C 組成の場合、MA 処理で準安定な MoC が生成した。生成した MoC は熱処理で安定な Mo₂C に相変化した。このとき余剰となる C は MGG として放出されるが、一部は熱処理でグラファイトに変化することが明らかになった。MoC 粉末は市販品がなく、MA 法は MoC 粉末を得る方法として有効であることが明らかになった。

第8章では、本研究で得られた主たる成果を総括した。

論文審査の結果の要旨

本論文は、材料の強度あるいは組織改善を目的とした HIP 法による熱処理、あるいはメカニカルアロイング (MA) 法による合金化に関するものである。MA 反応の解析は、X 線回折法で行うのが一般的であるが、結晶の回折現象を利用するためアモルファス状態の反応は評価することができない。このため MA 反応の解析に X 線放射スペクトルを用いることにより、簡便かつ詳細に反応過程を評価する方法を報告している。本研究で得られた結果は以下の通りである。

- (1) 粉末を出発原料とする Fe 母相の粒子分散強化合金の作製において、VC および B₄C 添加は耐摩耗性および硬さを向上させることを明らかにしている。本合金系の焼結法としては液相焼結法に比較して熱間静水圧加圧 (HIP) 法が、優れていることを明らかにしている。粉末の粉砕・混合処理法にメカニカルアロイング (MA) 法を用いることで、均一かつ微細な混合粉末が得られることを示している。
- (2) Mg、Ti およびグラファイト粉末を出発原料とし、Mg 母相の粒子分散強化合金を MA 法で作製している。このとき、X 線回折法では反応過程を評価することが困難であったため、EPMA を用い C K X 線放射スペクトルを測定することによって詳細な MA および熱処理過程の反応を評価することに成功している。
- (3) 金属 (Nb、W、Ta および Mo) とグラファイトを出発原料とし、種々の炭化物を MA 法で作製している。これらの反応過程を C K X 線放射スペクトルを測定することで明らかにしている。また、結晶学的に純粋な炭化物が市販されていない場合、MA 法で作製した炭化物を用いて、その C K X 線放射スペクトルを決定している。
- (4) W とグラファイトを出発原料とし、MA 法で WC を作製した場合、C K X 線放射スペクトルが市販の WC とは異なることを見出し、WC をメカニカルグラインディング (MG) 処理した粉末と単結晶 WC の各結晶面から得られる C K X 線放射スペクトルと比較検討することにより、WC の C K X 線放射スペクトルは結晶性および観測角度によってスペクトル形状が異なることを明らかにしている。

以上のように、本論文は粉末を出発原料とした粒子分散強化合金の作製法を検討すると共に、EPMA による C K X 線放射スペクトル測定で、MA 反応過程を簡便かつ詳細に評価できることを示している。これらの研究の成果は、新しい視点での MA 反応解析の確立に関し、多くの有益な知見を含んでおり、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。