

Title	機械的手法による粒子複合化とその材料開発への応用
Author(s)	近藤, 光
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/3155381
DOI	10.11501/3155381
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

氏名	近藤 光
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 14628 号
学位授与年月日	平成11年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科材料開発工学専攻
学位論文名	機械的手法による粒子複合化とその材料開発への応用
論文審査委員	(主査) 教授 野城 清 (副査) 教授 斎藤 好弘 教授 永井 宏

論文内容の要旨

本論文は、粉体の粒子複合化処理と、従来の粉体処理を改良した新プロセスを用いて材料開発のための新たな手法を確立することを目的として行った研究をまとめたものであり、8章から構成されている。

第1章は序論であり、研究の背景と目的を述べている。

第2章では、中心的な検討課題である「粒子複合化」の現状と実験に用いた粒子複合装置「メカノフュージョンシステム(MF)」について述べている。

第3章では、粒子複合化のメカニズム、および処理条件と複合化過程との関係を解明するため、上述のMFを用いて基礎実験を行っている。第1節では、被覆型複合粒子における複合化過程は、第1段階の母粒子表面への微粒子層の堆積過程と、それに続く第2段階の母粒子表面における微粒子層の圧密過程という2つのプロセスに整理されることを明らかにしている。第2節では母粒子径の影響を検討し、複合化を進行させるためには母粒子径と相関を持つ限界回転数以下の容器回転数で処理する必要があることを明らかにしている。第3節では母粒子の材質を硬質から軟質に変え、前節と同様の現象を確認している。

第4章では、機械的攪拌下における粒子界面での熱的現象解明のため、金属粒子を単独、またはカーボンを微量添加して真空下でMFによる処理を行い、酸化皮膜が還元除去されたか否かにより、粒子表面温度を熱力学的に推定している。

第5章では、粒子複合化の材料開発への応用例を示している。ニッケル母粒子表面にアルミナ微粒子を結合した複合粒子を作製し、少量のアルミナ微粒子を追加混合して成形・焼結することにより、磁性を有しながら電気絶縁性を持つ機能材料を作製することができることを示している。

第6章では、精密混合処理の改良を検討した。YBa₂Cu₃O_{7-x}(123相)超電導体製造プロセスにおいて、粒径を制御したY₂BaCuO₅(211相)粉末を用いることにより、123相中に211相の粒を微細に分散させることができ、そのピン止め効果によって臨界電流密度を向上させることができることを示している。

第7章では、粉体攪拌処理と熱処理を同時に行う新プロセスとその効果を検討している。焼成温度下で粉体を攪拌可能な高温回転ミルを試作し、酸化物超電導体YBa₂Cu₃O_{7-x}の合成過程への効果を検討している。仮焼での温度下降時に400℃付近で攪拌を施しながら熱処理することにより、正方晶から超電導相である斜方晶への転移を促進する効果が示されている。

第8章は結論であり、本研究で得られた結果が総括されている。

論文審査の結果の要旨

工業材料の高機能化および高性能化は、産業および社会の発展にとっても極めて重要な課題となっているが、特に最近ではこの性能の向上と共に、製造コストを抑えた新規プロセスの開発が、その実用化のための要件として重視されるようになってきている。

本論文で検討されている機械的手法を用いた粒子複合化技術は、新素材、新材料を開発するための簡便で、比較的安価かつ汎用的な手法として、今後大いにその応用が期待されている技術の一つである。従来は、本技術に関する研究の多くは、基礎的な現象の解明に重点が置かれ、製造プロセスと最終の材料特性との関係に関して十分な検討がなされていなかった。

本論文では、第1段階として粒子複合化の処理条件の影響とその進行過程のメカニズムの解明を図り、母粒子表面への微粒子の複合化過程を実験的に明らかにすると共に、その際の母粒子の粒径や材質の影響について実用的にも有用と考えられるいくつかの新しい知見を得ている。また、独創的なアイデアに基づく酸化皮膜還元法を活用して、機械的粒子複合化過程における粒子界面での熱的現象について熱力学的検討を図り、粒子表面温度に関する興味深い結果を得ており、これは固体複合化現象の解明にとって意味が大きいと考えられる。

第2段階として、ニッケル粒子上にアルミナ微粒子が表面融合した複合粒子を例として、粒子複合化技術の応用により材料の組織構造を制御することによって、その材料特性を制御できることを示している。これは固体粒子の複合化による新材料の開発ならびにその特性向上のための有用な知見となるものと考えられ、今後様々な実用材料への応用が期待できるものである。

また、より一般的な機械的粉体処理操作である混合工程についても、材料特性を向上させるための新しい手法として、原料粒子径の制御による最終の材料組織構造の制御、ならびに熱処理による化学合成と機械的混合攪拌を一体化したプロセスについて検討を図り、それぞれの有効性を明らかにしている。

以上のように本論文は、粉体の粒子複合化技術、および従来の混合処理操作に新しい手法を加えたプロセスを用いて、それぞれにおける粒子特性の変化と、これらを原料として得られる製品特性の関係について考察し、かつ材料性能の向上、および新材料の開発のための新たな手段の確立を図ったものであり、様々な分野における材料開発に寄与するところが大きいと考えられる。よって、本論文は、博士論文として価値あるものと認める。