The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Reaction Synthesis of Ni-Al Based Intermetallic Compounds and its Application to the Dissimilar Bonding with Spheroidal Graphite Cast Iron
Author(s)	木股, 哲郎
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44891
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　木股哲郎（きまたてつろう）

博士の専攻分野の名称　博　士（工　学）

学位記番号　第　18702　号

学位授与年月日　平成16年3月25日

学位授与の要件　学位規則第4条第1項該当

工学研究科生産科学専攻

学位論文名　Reaction Synthesis of Ni-Al Based Intermetallic Compounds and its Application to the Dissimilar Bonding with Spheroidal Graphite Cast Iron

（燃焼合成法によるNi-Al系金属間化合物の合成及び球状黒鉛鋳鉄への接合プロセスの研究）

論文審査委員　（主査）

教　授　小林紘二郎

（副査）

教　授　宮本　欽生　　教　授　池内　健二　　講　師　上西　啓介

論文内容の要旨

本論文は、粉末冶金的手法として、燃焼合成法を利用したNi-Al系金属間化合物の合成及び緻密化、またその化合物を球状黒鉛鋳鉄を始めとする金属材料への接合プロセスとして確立することを目的として、最適緻密化条件、金属間化合物の生成、成長挙動、接合部における組織構造、接合体の特性評価などについて検討、考察したものである。本論文は、6章から構成されており、各章の内容は、以下のとおりである。

第1章では表面改質の必要性およびNi-Al系金属間化合物の特性を示し、この材料を表面改質層として形成する新たな材料合成、複合化プロセスの概念とその利点について述べている。

第2章では、球状黒鉛鋳鉄基板上へNiとAlの混合粉末を用いて燃焼合成法によりNi-Al系金属間化合物を合成し、同時に基材への接合を行うプロセスを提案している。その結果、NiとAlの燃焼合成反応では最初にAlとNiの固相内相互拡散による発熱が生じること、またAlの溶融が反応の開始となっていることを明らかにしている。また、処理温度が化合物層の緻密化に及ぼす影響および得られた表面改質層の耐摩耗性を始めとする機械的性質について明らかにしている。

第3章では、燃焼合成反応により導入される焼結体内部の気孔および元素の未反応について、第3元素としてSiを添加することで、燃焼合成中に発生する液相をより流動性の高いAl-Si融液とし、これらの問題を解決する手法について提案している。焼結体の緻密化、均一化挙動を支配する因子として、粉末組成、加圧力、加熱速度などの影響を検討し、緻密化、均一化のための最適条件の提案を行っている。

第4章では、前章で得られた緻密化、均一化の最適条件をもとに、球状黒鉛鋳鉄基板上に緻密かつ均一なNi-Al系金属間化合物層を形成することを目的としている。表面層と球状黒鉛鋳鉄基板との界面に形成される反応層について同定およびその成長挙動について調査し、接合部強度との関連について検討を行っている。

第5章では、Ni、Al、Si混合粉末圧粉体をインサート材として、銅合金と鋳鉄との異材接合へ当手法を適用することを目的としている。接合性におけるインサート部の化合物組成、組織の影響について検討し、また界面のミクロ構造と接合強度の関係を明らかにしている。従来の接合法と比較してより低温、短時間処理が可能であることを示して

いる。

第６章では、本研究で得られた結果を総括している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、セラミックスや金属間化合物など高融点無機材料の合成法として知られる燃焼合成法を表面改質や接合への適用を試みることを目的としたもので、なかでもその構造材への適用が広げられようとしている球状黒鉛鋳鉄の高機能化について検討したものである。一般に燃焼合成法によって作製された焼結体には不均質な部分ができたり、気孔が多く導入されるという問題があり、それを克服するためには 1000℃近くで数時間熱間加熱が必要である。このような問題は、このプロセスを実用化するに際して大きな障害となっているのも事実で、それを克服する技術の確立が急務である。なかでも球状黒鉛鋳鉄は高温中での変形変質や球状黒鉛の粗大化が生じるため、基材への熱影響は最小限にとどめる工夫が必要である。本論文は、Ni-Al 二元系合金に添加物として Si を少量加えることにより、燃焼合成中に発生する液相をより流動性の高いものにし、これらの問題の解決を可能にすることである。

まず、Ni、Al 混合粉末を出発原料として、燃焼合成法を用いて球状黒鉛鋳鉄基板上へ Ni-Al 系金属間化合物を合成し、同時に基材への接合を行うプロセスを提案している。Ni と Al の燃焼合成挙動について調査し、処理温度と化合物層の緻密化との関連について明らかにしている。Ni-Al 二元系粉末を適用することで化合物層内部に気孔が導入されたが、基材との化学的接合は確保されており、表面改質層としての形成は可能であったことを示している。

燃焼合成反応により導入される焼結体内部の気孔および元素の未反応について、第３元素として Si を添加することで生成した流動性の高い Al-Si 液相が焼結体の緻密化、均一化に寄与することを明らかにしている。粉末組成、加圧力、加熱速度が緻密化、均一化に及ぼす影響について明らかにしている。

球状黒鉛鋳鉄の耐摩耗性の向上を目的として、緻密かつ均一な Ni-Al-(Si)系金属間化合物層の形成を試みている。表面層と球状黒鉛鋳鉄基板との界面に形成される反応層について同定およびその成長挙動について調査し、接合部強度との関連について検討を行っている。

Ni、Al、Si 混合粉末をインサート材として用いることで、銅合金と鋳鉄との異材接合へ当手法を適用することを試みている。接合性におけるインサート部の化合物組成、組織の影響について検討し、また界面のミクロ構造と接合強度の関係を明らかにしている。従来の接合法と比べて当手法がより低温（700℃）、短時間（300s）処理が可能であることを示している。

以上のように、本論文では、従来、困難とされた、燃焼合成によって得られた金属間化合物の緻密化およびその表面改質層としての形成に関して、焼結時に生じる流動性の高い Al-Si 融液を効果的に利用することによる検討を行っており、緻密化因子、最適緻密化条件、基板との接合メカニズム、接合体の特性などについて、多くの新しい知見を得ている。金属間化合物被膜の緻密化に流動性の高い液相を利用するプロセスは、他に類を見ない新しい手法である。これらによって得られる低温短時間での完全緻密化プロセスに関する知見は、表面改質だけでなく、広く難焼結とされている材料創製プロセスに大きく貢献するものであり、粉末焼結法を用いた接合、複合化プロセスの基礎および応用の両面に渡って工学的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。