The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Ni基単結晶超合金の液相拡散接合に関する研究
Author(s)	金, 大業
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40158
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	金（きむ）　大（で）　業（おぶ）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学　位　記　番　号	第　13151　号
学位授与年月日	平成9年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科生産加工工学専攻
学　位　論　文　名	**Ni基単結晶超合金の液相拡散接合に関する研究**
論文審査委員	（主査） 教　授　西本　和俊 教　授　小林紘二郎　　教　授　豊田　政男　　教　授　奈賀　正明

論文内容の要旨

本論文は，単結晶合金の接合技術を確立することを目的として，Ni基単結晶超合金であるCMSX－2およびCMSX－4を対象とし，これらの合金に液相拡散接合を適用した場合の接合現象および接合機構の解明ならびに接合継手の高温機械的特性について検討を行ったものである。本論文は以下の8章から構成されてる。

第1章は緒論であり，研究の背景ならびに問題点を指摘し，本研究の必要性ならびに目的について述べている。

第2章では，Ni基単結晶超合金の開発歴史と特徴および単結晶材の接合に関する研究の現状を把握するとともに，単結晶材に各接合方法を適用した場合に生じる問題点，液相拡散接合機構に関して残されている不明な点について論述している。

第3章では，Ni基単結晶超合金CMSX－2母材の酸化および再結晶挙動を調査し，液相拡散接合を行う際の接合面の前処理条件について検討している。その結果，再結晶が生じず，酸化の影響が無視できる接合前処理条件を選定して液相拡散接合を行うことにより接合部が多結晶化することなく接合ができることを明らかにしている。

第4章では，液相拡散接合の基礎的現象である母材溶融現象，等温凝固現象および均一化現象について検討するとともに，接合部近傍に生成する生成相の挙動について調査している。液相拡散接合における母材溶融現象は短時間で急速に進行し，Nernst－Brunnerの式に従うことを明らかにしている。等御凝固現象において，共晶幅は保持時間の平方根にほぼ比例して減少し，インサート金属中の融点低下元素であるBの拡散流出により等温凝固が律速すると推察している。また，CMSX－2では，MBF－80インサート金属を用いた場合は1503K以上，F－24インサート金属の場合は1548K以上，CMSX－4にMBF－80インサート金属を用いた場合では1523K以上の接合温度で接合を行うと，等温凝固完了時に生成相のない良好な接合継手が得られることを明らかにしている。

第5章では，同方位および異方位接合継手に対して接合部の単結晶化挙動および等温凝固過程における固相の成長機構について調査したところ，等温凝固初期から完了まで両接合母材と同一結晶方位の固相が母材の結晶方位を維持したままエピタキシャル成長し，最終凝固界面で固相の成長が完了することを明らかにしている。

第6章では，母材結晶粒径を変化させた時の母材溶融および等温凝固挙動の差異を調査するとともに，等温凝固機構に及ぼす結晶粒界の影響について検討している。その結果，母材結晶粒径が小さくなると，飽和溶融幅およびその時間は低下し，等温凝固速度は増加していることを示しており，母材結晶粒径による等温凝固速度の差は，結晶粒界の数が増加することに起因してBの見かけの平均拡散定数が大きくなることによるものと考察を加えている。

第7章では，同方位接合継手の高温機械的特性について調査するとともに，クリープ破断特性に及ぼすねじり角の影響について検討している。接合部の単結晶化が達成された接合継手の高温引張強さ，クリープ破断強さおよび高温低サイクル疲労強さはいずれもほぼ母材並の接合強さを示している。一方，ねじり角を有する接合継手においては，クリープ破断強さはねじり角の増加に伴い著しく低下することを明らかにしている。

第8章は結論であり，本研究で得られた諸結果を総括している。

論文審査の結果の要旨

本論文は，Ni基単結晶超合金であるCMSX－2およびCMSX－4を対象とし，これらの合金の高性能でかつ信頼性の高い接合技術を確立することを目的として行ったものである。本研究では接合手法として液相拡散接合を取り上げ，本接合法を適用した場合の単結晶材の接合現象を明らかにしている。また，接合部の単結晶化ならびに液相拡散接合現象に及ぼす母材結晶粒界の影響について詳細な検討を行い，単結晶材の接合機構の特徴を解明している。さらに，液相拡散接合により得られた継手の高温における機械的特性について調査を行っている。本研究で得た，主な結果は以下のとおり要約される。

(1) 接合する際の接合面の前処理条件および液相拡散接合性について調査し，エメリー紙＃1500による機械研磨仕上げ処理を行った単結晶材を液相拡散接合した場合，母材および接合層内では新たな結晶粒の生成は認められず，接合部を多結晶化することなく組織的に良好な接合部が得られることを明らかにしている。

(2) 液相拡散接合過程における母材の溶融反応はNernst－Brunnerの式に従うことを明らかにしている。また，等温凝固過程においては，共晶幅は保持時間の平方根にほぼ比例して減少することを明らかにし，この現象がインサート金属中の融点低下元素の拡散流出により律速されることを示している。

(3) 同方位および異方位接合継手に対して等温凝固過程における接合部の単結晶化状況および固相の成長機構について調査した結果，同方位接合継手においては接合部は母材と同一の結晶方位を有する単結晶化が達成されていることを明らかにしている。また，固相の成長は，等温凝固初期から完了まで両接合母材と同一結晶方位を有する固相が母材／液相界面からエピタキシャル成長し，最終的には接合層のほぼ中央部で固相の成長が完了することを示している。

(4) 母材の結晶粒径を変化させた時の液相拡散接合現象に及ぼす母材結晶粒界の影響について調査した結果，単結晶材→粗粒材→細粒材の順に母材の飽和溶融幅およびそれに至るまでの時間は低下し，等温凝固速度が増加する傾向が認められることを示している。また，この現象は融点低下元素の見かけの拡散定数が母材結晶粒径の減少により増大するためであることを明らかにしている。

(5) 接合部において単結晶化が達成された液相拡散接合継手に対して高温機械的試験を行った結果，高温引張強さ，クリープ破断強さおよび高温低サイクル疲労寿命はいずれも母材とほぼ同レベルの接合継手特性が得られることを示している。

以上のように本論文は，先進耐熱合金であるNi基超耐熱合金の信頼性の高い接合方法の確立を目的として行ったもので，対象とした液相拡散接合現象の解明を行うとともに，接合の各素過程を理論的に解析することにより，単結晶合金の接合機構に関して重要な知見を得ている。さらに，本接合方法で得られた単結晶合金の継手性能の確証試験を行い，この継手が優れた高温機械的特性を有することを明らかにしている。これらの結果は現在，耐熱金属材料の最先端にある単結晶合金の接合技術の確立を通じて，この材料の利用範囲の拡大に貢献することが展望され，その成果は，材料加工工学及び生産加工工学の発展に寄与するところが大である。よって本論文は，博士論文として価値あるものと認める。