

北見工業大学
科研費：本学
附属図書館

Ni₃Al化合物の高強度・高延性化と高温材料としての実証研究

70124542

平成7年度～平成8年度科学研究費補助金基盤研究 (A)(2) 研究成果報告書

平成10年4月

研究代表者 青木 清

北見工業大学工学部教授



00008635024

563
A53 官庁刊行物

00008635024

北見工業大学

特別資料室

Ni₃Al 化合物の高強度・高延性化と高温材料としての実証研究

70124542

平成7年度～平成8年度科学研究費補助金基盤研究 (A)(2) 研究成果報告書

平成10年4月

研究代表者 青木 清

北見工業大学工学部教授

研究成果概要

Attempts have been made to improve the mechanical properties of Ni_3Al , because the yield strength of ductile $\text{Ni}_3\text{Al}+\text{B}$ is too low for using as a high temperature structural material. Solid solution hardening is one of the most fundamental and important strengthening methods. Many elements dissolve into Ni_3Al and solid solution hardening of it has been investigated. However, it is still uncertain whether ternary $\text{Ni}_3\text{Al}+\text{M}$ compounds are ductilized by alloying with B. Particularly, it is interesting whether the deviation to the Ni-rich side is essential for ductilization of these alloys. In the present work, the effect of simultaneous alloying of B and the substitutional element M on ductilization of Ni_3Al has been investigated by the bend test and the tensile test. Ni_3Al is ductilized by alloying with Zr, Hf, V, Nb, Mo, W, Co, Pd, Cu, Cr., Mn and Fe. The $\text{Ni}_3(\text{Al},\text{M})$ compounds, where M substitutes exclusively for the Al atoms, are ductilized by Microalloying with B on the Ni-rich side. On the contrary, the $(\text{Ni},\text{M})_3\text{Al}$ compounds and the $(\text{Ni},\text{Mn})_3(\text{Al},\text{Mn})+\text{B}$ compounds are ductilized by microalloying with B on both the Ni-rich and Al-rich sides. The yield strength of $\text{Ni}_3\text{Al}+\text{B}$ increases by alloying with M except for Fe and Ga. In particular, it increases by alloying with Hf, Nb, W, Ta, Pd and Si. The fracture strength of $\text{Ni}_3\text{Al}+\text{B}$ increases by alloying with Pd, Ga, Si and Hf, but decreases with the other elements. Elongation of $\text{Ni}_3\text{Al}+\text{B}$ increases by alloying with Ga, Fe and Pd, but decreases with other elements. Hf and Pd is the effective element for the increase of the yield strength and the fracture strength of $\text{Ni}_3\text{Al}+\text{B}$, respectively. Alloying with Hf leads to the increases of the yield strength and the fracture strength of $\text{Ni}_3\text{Al}+\text{B}$, but to the lowering of elongation. On the other hand, alloying with Pd improves all mechanical properties, i.e. the yield strength, the fracture strength and elongation. On the contrary, alloying with Ti, V and Co leads to the lowering of mechanical properties of $\text{Ni}_3\text{Al}+\text{B}$. The reason why ductility of $\text{Ni}_3\text{Al}+\text{B}$ is reduced by alloying with some elements M was discussed.

金属材料の強度と延性は相反する傾向を示し、強度の増大は一般に延性の低下を招く。しかし、研究代表者らの研究により、置換型第3元素(M)とボロン(B)の同時添加により、金属間化合物 Ni_3Al の高強度化と高延性化の両立が可能なが明らかになった。MとBの添加量が適切で、うまく組織制御されれば、延性的で強度が高い実用性のある Ni_3Al 基合金が得られると期待される。本研究では、Hf、Zr、Pd、Si、およびGeの量とBの量を、系統的に変えた $\text{Ni}_3\text{Al}+\text{M}+\text{B}$ 合金を溶製し、高温における機械的性質を評価し、高温構造材料としての実用化の可能性を追及することを目的として研究を行った。Mの置換様式と固溶限および固溶強化能、化学量論組成からのずれ、MとBの添加量等を考慮して合金設計を行った。アーク溶解により合金を作製し、室温における延性化組成範囲を曲げ試験により調べた。その結果、以下の事実が明らかになった。Alと優先的に置換する元素MをBと同時に添加すると、延性化範囲が狭くなる傾向がある。他方、Niと優先的に置換する元素、あるいはNiとAlの両者と置換する元素をBと同時に添加した場合は、延性化組成範囲がほとんど変化しない。これらの事実は、硼化物MBや MB_2 等の生成の容易さと密接に関係することを示した。曲げ試験結果に基づき、合金組成を再設計し、合金を作製し、

引張り試験を行った。Bとの同時添加により、数%以上の延性を示し、強度が増大する添加元素MはHf、Zr、Pd、Si およびGeであることが明らかになった。

研究組織

研究代表者： 青木 清 北見工業大学工学部教授

研究分担者： 佐藤充典 北見工業大学工学部教授

研究分担者： 大場正志 北見工業大学工学部助手

研究経費

平成7年度 14,800 千円

平成8年度 1,300 千円

計 16,100 千円

研究発表

(1) 学会誌等

K.Aoki, K.Ishikawa and T.Masumoto

Stoichiometry Effect on Ductilization of Ternary Ni₃Al by Microalloying with Boron
Scr.Metall.Mater.,29(1993)651-656.

K.Aoki, K.Ishikawa and T.Masumoto

Ductilization Effects of Boron on Ternary Ni₃Al Compounds
Proc.of 3rd Intern.SAMPE Symp.Dec 7-10(1993)1159-1164.

K.Aoki, X-M.Wang, A.Memezawa and T.Masumoto

Ordering of Chemically Disordered Ni₃Al and Ni₃Ge Prepared by Mechanical Alloying
Mater.Sci.Eng.A179/180(1994)390-395.

K.Aoki, K.Ishikawa and T.Masumoto

Ductilization of Ni₃Al by Alloying with Boron and Substitutional Elements
Mater.Sci.Eng.A192/193(1995)316-320.

K.Ishikawa, K.Aoki and T.Masumoto

Strength and Ductility of Ni₃Al Alloyed with Boron and Substitutional Elements
Mater. Res.Soc.Symp.Proc.Vol.364,Materials Research Society,(1995) 837-842.

X-M.Wang, K.Aoki and T.Masumoto

Nonequilibrium Phases Formation by Mechanical Alloying of A₃B Type Powders and Relation between Mechanical Alloying and Ordering Energies of Ni₃Al

(2) 口頭発表

4

王新敏 青木清 増本健

メカニカルアロイングによる不規則 Ni_3Al の生成およびその規則化挙動

日本金属学会春季講演会, 1994年3月31日

X-M.Wang, K.Aoki and T.Masumoto

Nonequilibrium Phases Formation by Mechanical Alloying of A_3B Type Powders and Relation between Mechanical Alloying and Ordering Energies of Ni_3Al

The International Symposium on Metastable, Mechanically Alloyed and Nanocrystalline Materials, July 24-28, 1995, Quebec, Canada