

Title	RFスパッタ法により作成したナノ結晶合金膜の力学特性および熱的安定性に関する研究
Author(s)	森, 正和
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44234
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、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	もり 森	まさ 正	かず 和
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)		
学 位 記 番 号	第 1 7 3 0 3 号		
学 位 授 与 年 月 日	平成 14 年 9 月 25 日		
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科機械システム工学専攻		
学 位 論 文 名	RF スパッタ法により作成したナノ結晶合金膜の力学特性および熱的安定性に関する研究		
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 奈 賀 正 明 (副査) 教 授 久 保 司 郎 教 授 澁 谷 陽 二 教 授 森 博 太 郎 助 教 授 柴 柳 敏 哉		

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、RF マグネトロンスパッタ法を用いてナノ結晶 Cr-B、Cr-Ni および Ni-Cr 合金膜の成膜を行い、成膜材および各種焼鈍実験における硬度および微細組織変化の関係について研究した結果をまとめたものであり、以下の 7 章から構成されている。

第 1 章は、緒論であり、本論文の背景、研究目的および本論文の構成を述べた。

第 2 章では、ナノ結晶材料に関する研究動向の概略を述べた。

第 3 章では、RF マグネトロンスパッタ法によるナノ結晶合金膜の作成法、各種特性の評価法を述べた。

第 4 章では、ナノ結晶 Cr-B 合金膜の成膜材、焼鈍材の硬度および微細組織を評価した。評価対象組成では、100 nm 以下の結晶粒で構成される過飽和固溶体であり、平均粒径は B 濃度の増加に伴い減少し、最小粒径は Cr-9 at%B にて 19.5 nm となった。Cr-5 at%B 以上の組成での硬度低下は、粒界体積率の増加およびアモルファス相の存在が影響した。時効処理によって Cr₂B 相の粒内析出と正常粒成長過程が進行すること、Cr-9 at%B では成膜材よりも高硬度となる現象を見出した。この原因はアモルファス相の結晶化と結論できた。

第 5 章では、ナノ結晶 Cr-Ni 合金膜の成膜材、焼鈍材の硬度および微細組織を評価した。評価対象組成では、100 nm 以下の結晶粒で構成された過飽和固溶体であり、平均粒径は Ni 濃度の増加に伴い減少し、最小粒径は Cr-20 at%Ni にて 31 nm となった。Cr-5 at%Ni 以上の組成では、粒界体積率の増加によって、硬度は低下した。焼鈍処理により二相混合型での Ni 固溶体相の析出による二相混合型の粒成長過程が進行すること、Cr-20 at%Ni では成膜材よりも高硬度となる現象を見出した。この原因は粒界性格の変化と考えられる。

第 6 章では、ナノ結晶 Ni-Cr 合金膜の成膜材、焼鈍材の硬度および微細組織を評価した。評価対象組成では、100 nm 以下の結晶粒で構成された固溶体であり、平均粒径は Cr 濃度の増加に伴い増加し最小粒径は Ni-5 at%Cr にて 20 nm となった。15 at%Ni 以上の組成での硬度低下は、平均粒径の増加が影響した。焼鈍処理により単相状態での異常粒成長が進行することを明らかにした。

第 7 章では、本研究で得られた結果をまとめ、総括した。

論文審査の結果の要旨

ナノ構造材料はその特異な構造から種々の優れた物理的性質が見いだされている。そのうちナノ構造金属材料の力学的性質の解明は基礎的および応用の分野からも重要となっている。本論文は実用的にも重要なナノ結晶 Cr-B、Cr-Ni および Ni-Cr 合金膜の成膜を RF スパッタ法により行い、これまで定量的に研究が行われていなかったナノ結晶粒サイズの成膜材および各種焼鈍材における硬度と微細組織との関係について定量的関係を明らかにしている。得られた結果を要約すると次の通りである。

(1) ナノ結晶 Cr-B 合金膜の成膜材は、100 nm 以下の結晶粒で構成される過飽和固溶体である。合金膜の平均粒径は B 濃度の増加に伴い減少し、最小粒径は Cr-9 at%B にて 19.5 nm となっている。Cr-5 at%B 以上の組成での硬度低下は、粒界体積率の増加およびアモルファス相の存在が影響していることを明らかにしている。時効処理によって Cr₂B 相の粒内析出と正常粒成長過程が進行すること、Cr-9 at%B では成膜材よりも高硬度となる現象を見出している。この原因はアモルファス相の結晶化によることを見いだしている。

(2) ナノ結晶 Cr-Ni 合金膜は、100 nm 以下の結晶粒で構成された過飽和固溶体である。合金膜の平均粒径は Ni 濃度の増加に伴い減少し、最小粒径は Cr-20 at%Ni にて 31 nm となっている。Cr-5 at%Ni 以上の組成では、粒界体積率の増加によって、硬度は低下することを明らかにした。また、焼鈍処理により二相混合型での Ni 固溶体相の析出による二相混合型の粒成長過程が進行すること、Cr-20 at%Ni では成膜材よりも高硬度となる現象を見出している。

(3) ナノ結晶 Ni-Cr 合金膜の成膜材は、100 nm 以下の結晶粒で構成された固溶体である。その合金膜の平均粒径は Cr 濃度の増加に伴い増加し最小粒径は Ni-5 at%Cr にて 20 nm となっている。15 at%Ni 以上の組成での硬度低下は、平均粒径の増加が影響していることをあきらかにしている。また、焼鈍処理により単相状態での異常粒成長が進行することを明らかにしている。

以上のように本研究は、ナノ構造 Cr-B、Cr-Ni および Ni-Cr 合金膜の力学的性質のうちこれまで不明であった硬さと結晶粒サイズの定量的関係を明らかにし、さらにその組織の熱的安定性も解明しており、機械材料学および機械システム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。