

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	微小圧縮試験を用いた電析金属の機械的特性評価
Title(English)	Mechanical Property Evaluation of Electrodeposited Metals by Using Micro-Compression Test
著者(和文)	名越貴志
Author(English)	Takashi Nagoshi
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9504号, 授与年月日:2014年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:曾根 正人,里 達雄,加藤 雅治,細田 秀樹,稲邑 朋也
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9504号, Conferred date:2014/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

## 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	名越 貴志	
		氏名	職名	氏名	職名
論文審査 審査員	主査	曾根 正人	准教授	稲邑 朋也	准教授
	審査員	里 達雄	教授		
		加藤 雅治	教授		
		細田 秀樹	教授		

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は **Mechanical Property Evaluation of Electrodeposited Metals by Using Micro-Compression Test** (微小圧縮試験を用いた電析金属の機械的特性評価) と題し、以下の全 6 章から構成されている。

Chapter 1 “General introduction”(緒言)では、めっき材料の微小領域評価の重要性を示し、本研究で提案する微小圧縮試験片作製及び試験法を説明しているとともに本研究の目的を述べている。

Chapter 2 “Mechanical properties of high pressure torsion processed ferrite” (高圧ねじり加工されたフェライトの機械的特性) では、前章において提案した圧縮試験において強度、延性の評価が可能であることを実証するため、高圧ねじり変形を受けた低炭素鋼の圧縮試験を行っている。高いひずみ量の領域において動的再結晶が示唆され、結晶粒径の変化は見られなかったものの、均一ひずみの向上が見られた。これは動的再結晶が進むことによって内部のひずみが緩和され転位の更なる活動が容易になったことに起因することが示され、本試験法によって機械的特性の評価が可能であることを実証している。

Chapter 3 “Mechanical properties of copper electrodeposited with supercritical CO<sub>2</sub> emulsion” (超臨界 CO<sub>2</sub> エマルジョンを用いて電析された銅の機械的性質) では、超臨界 CO<sub>2</sub> エマルジョンを用いためっき法によって製膜された銅の微細組織と機械的特性との関連性を議論している。この方法で得られた銅皮膜では、室温で保持することによって再結晶が進行する自己焼なまし挙動を示した。めっきままでは高い強度を持つ一方、自己焼なまし後の組織は従来めっき材と類似しており、同じレベルの純度と機械的特性を持つことから微細半導体配線への応用が期待できることが示されている。

Chapter 4 “Mechanical properties of nickel electrodeposited with supercritical CO<sub>2</sub> emulsion” (超臨界 CO<sub>2</sub> エマルジョンを用いて電析されたニッケルの機械的性質) では、製膜されたニッケルの機械的特性を評価し、製膜時の圧力を変化させることにより制御された様々な結晶粒径の試料において機械的特性がどのような影響を受けるかを議論している。従来 20~10nm 以下の粒径領域で発現するとされる逆ホールペッチ関係が 15MPa の反応圧力で製膜された結晶粒径 8nm の試料においても観察されず、3.5GPa 以上の高強度を持った。これは、超臨界 CO<sub>2</sub> エマルジョンでのめっきにおいて共析出された炭素が粒界に偏析し、粒界すべりによる変形を阻

害したためであると結論している。

Chapter 5 “Sample size effect of electrodeposited nickel with sub-10nm grain size” (10 ナノメートル以下の粒径を有する電析ニッケルのサンプルサイズ効果) では、平均結晶粒径 8nm のニッケルから様々なサイズの圧縮試験片を作製し、ナノ結晶材料におけるサンプルサイズ効果を調査している。単結晶のサイズ効果係数が 0.25 であるのに比べてナノ結晶では低い 0.056 の係数を示した。一方、強度が 2.5GPa から 3.1GPa まで上昇し、明らかなサイズ効果を示した。この現象は、試料が小さくなることでナノ結晶材料の粒界すべりの起点となると考えられる粒界欠陥の数が減少することによって起こると結論している。

Chapter 6 “General conclusions” (総括) では、各章において得られた結果をまとめ、本論文の結論を述べている。

以上を要するに、本論文では薄膜である電析金属の機械的特性評価に最適な微小圧縮試験を簡便に実行できる手法を提案・実証し、更にめっき法によって製膜されたニッケルや銅などのめっき金属の機械的特性に対する内部組織や試料寸法の影響を明らかにした。電析金属の定量的かつ信頼性の高い評価技術を提供するとともに、得られた力学物性値は次世代の半導体集積回路配線や微小電気機械システムの機械要素を開発・設計するための指針を与えるものであり、工学上・工業上貢献するところが大きい。よって本論文は博士(工学)の学位論文として十分な価値があると認められる。