

氏名（本籍）	あら	い	たかし	
	荒	井	隆	（埼玉県）
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	博	甲	第	459号
学位授与年月日	昭	和	62年	3月25日
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当			
審査研究科	工学研究科			
学位論文題目	金属結晶転位の運動の内耗による研究			
主査	筑波大学教授	工学博士	奥	田重雄
副査	筑波大学教授	工学博士	大	塚和弘
副査	筑波大学教授	理学博士	鈴	木哲郎
副査	筑波大学助教授	工学博士	水	林博

論 文 の 要 旨

金属結晶は最も多く用いられている構造材料であり、その特長は強度が大きくかつ加工性に富むことである。このような金属材料の機械的性質、特にその基礎的な問題についての研究は学術的・工業的に重要である。金属の変形や塑性の殆どを担っているのは転位であり、本論文は特に、面心立方金属の代表的な Cu と体心立方金属の典型的な Ta の転位の基本的な運動について、内耗（内部摩擦）及び弾性率の測定方法を用いて明らかにしたものである。特に、5 K から 100 K 迄の低温で生じる転位の運動を調べ、転位の諸性質を解明した。またこの転位の運動を利用して、極低温での Ta 中の水素の挙動、Ta 及び Nb 中の自己格子間原子の挙動についても明らかにした。

第 1 章は序論である。先づ、面心立方金属、体心立方金属の転位の運動に起因する緩和型内耗ピークについてのこれまでの研究状況を概観し、次いで、最近の体心立方金属中の低温での水素の拡散についての問題及び照射欠陥の研究の重要性を指摘し、最後に、本研究の目的と意義について述べている。

第 2 章では、内耗及び弾性率の測定原理、本研究で用いた試料及び測定方法について述べている。測定原理では擬弾性論から内耗、弾性率を導く過程を簡単に記述し、試料については、超高真空熱処理による手法、Pd 被覆による脱水素の手法について詳述している。測定法については、

静電駆動式及び電磁駆動式内耗測定装置の構成，測定条件の違いによる各種のクライオスタットの構造について述べている。

第3章では高純度 Ta の転位の運動の素過程による内耗ピーク及び Ta 中の転位と水素との相互作用について調べた結果・考察及び結論を述べている。数+at.ppm の水素を含む試料では主に40 K (α ピーク) と200 K 付近 (H C W P) に転位の運動に起因する内耗ピークが生じ，加工度と共に成長することを示している。またそれらのピークの内，Pd被覆処理により水素濃度を1 at.ppm 以下に押さえた場合には前者のピークしか出現しないことが示された。これらの結果を基にしてこの α ピークは転位の運動の素過程による内耗ピークであり，主に非らせん転位のキンク対形成に起因するもので，単一緩和ではなく多くの成分から成っていると推定された。

次に，水素を含む試料において，冷却速度を変えた時の内耗と弾性率の測定から低温での転位と水素との相互作用に多くの興味深い結果が得られたことを示している。低温では水素が転位をピン止めする現象が現れ，そのピン止め現象も多様であることを指摘している。また，このピン止め現象を応用し，Ta 中では水素は5 K 以下で長距離拡散が可能であることを明らかにした。

第4章では Ta と Nb について低温でプロトン照射された試料の内耗と弾性率の測定結果と考察及び結論が述べられている。Ta と Nb では同じ条件の照射でも全く異なる振舞いをするのが明らかにされた。Ta では6 K の照射中に既に自己格子間原子による転位のピン止め現象が観測され，その量は焼鈍後のピン止め量と同程度であることから Ta 中の自己格子間原子は6 K 以下で長距離拡散をしていることを結論している。また Ta 中の自己格子間原子の転位のピン止め効果は 10^{13} p/cm²程度の低照射量でも室温までに互って大きく影響を及ぼすことが示された。

Nb では6 K の照射中では照射量に関わらず殆どピン止め現象が観測されないことを明らかにし，この原因としては照射後の昇温測定で観測された α ピークの振舞いから転位と自己格子間原子の相互作用が特殊であり，例えば，転位の自己格子間原子の吸収によることなどが考えられることを示した。

第5章では，Cu の Bordoni ピークのスペクトル解析について記述している。先づ，内耗ピークのスペクトル解析の手法を述べ，次に，その手法の正当性を種々な条件を持った模擬データについて調べている。さらに Cu の Bordoni ピークを測定し，その実験データをスペクトル解析した結果を示し，従来から Bordoni ピークの幅が単一緩和ピークよりもかなり広いことが指摘されているが，その原因は Bordoni ピークは15以上もの単一緩和成分から成っている為であるということを示した。また，従来の内耗測定方法をより速くより質的に向上させるように測定装置を改良し，その方法によって測定された Cu の Bordoni ピークの歪み振幅依存性を示し，今後はこのような測定方法が重要になることを指摘している。

第6章は本研究の総括であり，本研究から導かれた結論を述べている。

審 査 の 要 旨

転位運動の素過程を明らかにすることは、金属材料の塑性挙動の解明に対する基礎を与えるものとして重要である。著者は高融点金属として典型的な Ta を主な対象として内耗および弾性率の測定の実験手段を駆使して、転位運動の素過程および低温での水素の挙動について多くの見るべき研究成果を上げた。特に転位運動を利用して水素の低温における挙動を高感度で検出できることを示し、その方法で Ta 中の水素が 5 K 以下で長距離拡散をしていることを初めて実験的に明らかにした。これはこの方面への重要な寄与といえる。

また、残留水素を殆ど完全に除去した高純度 Ta および Nb の低温照射の実験に成功し、これらの金属中の格子間原子の挙動について多くの新しい知見を得ている。従来の研究では残留水素の問題が障害となって最も基本的な格子欠陥の 1 つである格子間原子の性質が不明確であったが、この問題の解明に緒を与えた。さらに転位の運動の素過程を詳細に研究する方法として、この素過程による内耗の緩和ピークのスペクトル解析を行う方法を開発し、それを Cu の Bordoni ピークに適用して成功している。これは将来への発展が期待される。

以上の点で、この論文は高く評価できる。

よって、著者は工学博士の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。