

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2013 年 12 月 19 日(19.12.2013)



(10) 国際公開番号
WO 2013/187330 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 3/34 (2006.01) **B21C 23/00** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/065859
- (22) 国際出願日: 2013 年 6 月 7 日(07.06.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-132151 2012 年 6 月 11 日(11.06.2012) JP
- (71) 出願人: 大電株式会社(DYDEN CORPORATION)
[JP/JP]; 〒8300051 福岡県久留米市南二丁目 1 5 番 1 号 Fukuoka (JP). 国立大学法人 熊本大学
(NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION KUMAMOTO UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒8608555 熊本県熊本市中央区黒髪 2 丁目 3 9 - 1 Kumamoto (JP).
- (72) 発明者: 因 浩之(IN Hiroyuki); 〒8300051 福岡県久留米市南二丁目 1 5 番 1 号 大電株式会社内 Fukuoka (JP). 西岡 芙美代(NISHIOKA Fumiyo); 〒

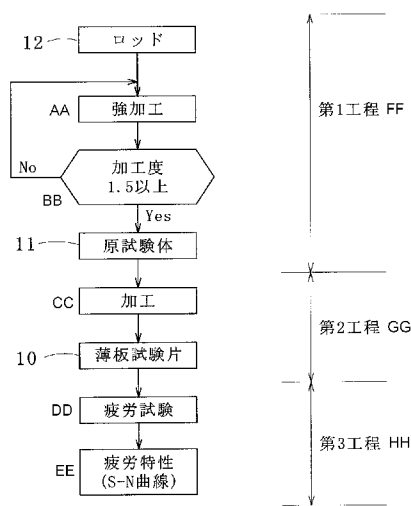
8300051 福岡県久留米市南二丁目 1 5 番 1 号 大電株式会社内 Fukuoka (JP). 松永 大輔(MAT-SUNAGA Daisuke); 〒8300051 福岡県久留米市南二丁目 1 5 番 1 号 大電株式会社内 Fukuoka (JP). 北原 弘基(KITAHARA Hiromoto); 〒8608555 熊本県熊本市中央区黒髪 2 丁目 3 9 番 1 号 国立大学法人熊本大学内 Kumamoto (JP). 安藤 新二(ANDO Shinji); 〒8608555 熊本県熊本市中央区黒髪 2 丁目 3 9 番 1 号 国立大学法人熊本大学内 Kumamoto (JP). 津志田 雅之(TSUSHIDA Masayuki); 〒8608555 熊本県熊本市中央区黒髪 2 丁目 3 9 番 1 号 国立大学法人熊本大学内 Kumamoto (JP). 小川 俊文(OGAWA Toshifumi); 〒8070831 福岡県北九州市八幡西区則松 3 丁目 6 番 1 号 福岡県工業技術センター 機械電子研究所内 Fukuoka (JP).

- (74) 代理人: 中前 富士男(NAKAMAE Fujio); 〒8028691 福岡県北九州市小倉北区浅野 2 丁目 1 3 番 2 3 号 幹線ビル 4 0 1 号 中前国際特許商標事務所 Fukuoka (JP).

[続葉有]

(54) Title: FATIGUE TESTING METHOD FOR CONDUCTIVE MATERIAL

(54) 発明の名称: 導電材料の疲労試験方法



12 Rod
AA High deformation
BB Processing degree of 1.5 or more
11 Original specimen
CC Processing
10 Thin plate test piece
DD Fatigue test
EE Fatigue property (S-N curve)
FF First step
GG Second step
HH Third step

(57) Abstract: A fatigue testing method for a conductive material comprises: a first step for applying plastic deformation with a processing degree of 1.5 or more to a workpiece (12) produced from the conductive material to thereby produce an original specimen (11) composed of a crystalline structure with an average crystalline grain size of 50 μm or less; and a second step for producing a thin plate test piece (10) from the original specimen (11) while maintaining the state of the crystalline structure formed in the original specimen (11) with the processing degree of plastic deformation to be applied to the original specimen (11) set to 0.3 or less, and the number of repetitions until the thin plate test piece (10) is broken by repeatedly applying bending deformation to the thin plate test piece (10) by supporting in a cantilever manner and resonating the produced thin plate test piece (10) is found.

(57) 要約: 導電材料の疲労試験方法は、導電材料で作製した被加工物 1 2 に、加工度が 1.5 以上の塑性変形を加えて、平均結晶粒径が 50 μm 以下の結晶組織で構成される原試験体 1 1 を作製する第 1 工程と、原試験体 1 1 に加える塑性変形の加工度を 0.3 以下にして、原試験体 1 1 に形成された結晶組織の状態を維持しながら、原試験体 1 1 から薄板試験片 1 0 を作製する第 2 工程とを有し、作製された薄板試験片 1 0 を片持ち支持し共振させて薄板試験片 1 0 に繰り返し曲げ変形を加えて、薄板試験片 1 0 が破断するまでの繰り返し回数を求める。

WO 2013/187330 A1



(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,

MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：導電材料の疲労試験方法

技術分野

[0001] 本発明は、ロボットや自動車等の各種装置において、例えば、駆動部分と静止部分の間に配設される配線等に使用する各種細径ケーブル用の導電材料の疲労試験方法に関する。

背景技術

[0002] 疲労試験片に繰り返し変形を加えて、繰り返し回数が、例えば 10^7 回以上の疲労試験を行う場合、繰り返し速度を高くした迅速疲労試験方法として、疲労試験片を薄片化して共振させる方法が提案されている（例えば、特許文献1、2、非特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第3833146号公報

特許文献2：特許第3361895号公報

非特許文献

[0004] 非特許文献1：津志田雅之、外3名、「薄片試験片用小型疲労試験機の開発とマグネシウム単結晶の疲労試験」、材料、日本材料学会、2009年8月、第58巻、第8号、p. 703-708

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 一般に、金属材料に加工を施した場合、金属材料に加えられた加工度の増大に伴って、金属材料の結晶組織を構成している結晶粒が微細化することが知られている。また、金属材料を構成している結晶粒が微細化すると、金属材料の疲労強度が増大することが知られている。このため、導電材料から疲労試験片を加工する際に導電材料に加えられた加工度と、導電材料から製品（例えば、ケーブル）を製造する際に導電材料に加えられる加工度が異なると

、疲労試験片を構成している結晶組織と、製品を構成している結晶組織は異なることになる。

[0006] 特に、製品が細径ケーブルの場合、細径ケーブルを構成している素線の線径を細くする必要があるため、素線（製品）の作製時に導電材料に加える加工度は、疲労試験片の作製時に導電材料に加える加工度に比べて大きくなる。このため、疲労試験片を構成している結晶組織は、素線を構成している結晶組織と大きく異なることになって、疲労試験片を用いた疲労試験の結果に基づいて予測した使用時の細径ケーブル（素線）の破断回数と細径ケーブルを実際に使用した際に得られた細径ケーブルの破断回数との間には齟齬が生じ、疲労試験の結果から使用時の破断回数を正確に予測できないという問題が生じる。

[0007] そこで、細径ケーブル（素線）の破断回数を正しく評価するためには、素線の結晶組織と同等の結晶組織を有する疲労試験片を作製する必要があり、そのためには、素線の製造設備と同程度の加工度を加えることが可能な専用の加工装置を用いて疲労試験片を作製することが必要になる。ここで、専用の加工装置として、圧延ロール式の強圧下加工装置の使用が、操作性及び経済性の観点から有利であるが、結晶粒径の調節を目的としてロール圧延を行った場合、均質な結晶組織を有する疲労試験片が得られ難く、疲労試験の結果のばらつきが問題となっている。

[0008] 本発明はかかる事情に鑑みてなされたもので、平均結晶粒径の調整と結晶組織の均質化が図られた疲労試験片を使用することが可能な導電材料の疲労試験方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 前記目的に沿う第1の発明に係る導電材料の疲労試験方法は、導電材料で作製した被加工物に、加工度が1.5以上の塑性変形を加えて、平均結晶粒径が $50\mu\text{m}$ 以下の結晶組織で構成される原試験体を作製する第1工程と、前記原試験体に加える塑性変形の加工度を0.3以下にして、該原試験体に形成された結晶組織の状態を維持しながら、前記原試験体から薄板試験片を

作製する第2工程とを有し、

作製された前記薄板試験片を片持ち支持し共振させて該薄板試験片に繰り返し曲げ変形を加えて、該薄板試験片が破断するまでの繰り返し回数を求めている。

[0010] また、第2の発明に係る導電材料の疲労試験方法は、導電材料で作製した被加工物に、加工度又は相当ひずみが1.5以上20以下の塑性変形を加えて、平均結晶粒径が50 μm 以下の結晶組織で構成される原試験体を作製する第1工程と、

前記原試験体に加える塑性変形の加工度を0以上0.3以下にして、該原試験体に形成された結晶組織の状態を維持しながら、前記原試験体から薄板試験片を作製する第2工程とを有し、

作製された前記薄板試験片を片持ち支持し共振させて該薄板試験片に繰り返し曲げ変形を加えて、該薄板試験片が破断するまでの繰り返し回数を求めている。

[0011] 第2の発明に係る導電材料の疲労試験方法において、加工度（又は相当ひずみ、以下同じ）を20以下としたのは、加工度を高くすると結晶粒が微細化し、例えば、20を超える加工度においても結晶粒を微細化することができ、熱処理と併用すれば、任意の組織サイズに調整することができるが、疲労試験片に必要となるサンプルサイズで一様に結晶成長をさせることが困難となるからである。従って、平均結晶粒径を50 μm 以下の任意のサイズにするには、加工度を20以下にするのが好ましい（なお、必須条件ではない）。

[0012] また、塑性変形の加工度を0以上0.3以下（好ましくは、0を超え0.3以下）とした理由は、加工度を調整して主たる結晶組織を調整した後、薄板試験片を作成するが、必要に応じて塑性変形を通じ厚みや平滑性の調整を行うことができる（加工度0の場合は調整を行わない）からである。その際、塑性変形の加工度が0.3を超えると結晶組織が変化してしまうので、好ましくない。

[0013] 本発明に係る導電材料の疲労試験方法において、前記被加工物に加える前記塑性変形は、繰返しせん断変形加工により与えることが好ましい。

[0014] 本発明に係る導電材料の疲労試験方法において、前記繰返しせん断変形加工は、E C A P法による加工を繰り返すことにより行い、該E C A P法の加工前後の前記被加工物の断面積の減少率は0%を超え20%以下であることが好ましい。

ここで、前記E C A P法の加工を繰り返す際、1又は複数回の加工毎に、前記被加工物を加工方向に沿った中心軸の回りに回転させて、該被加工物内でのせん断変形部位の周方向角度位置をずらしながら行うことが好ましい。

[0015] 断面積の減少率を0%を超え20%以下とした理由は、E C A P法で繰返しせん断変形加工を容易に行うことができ、加工後の直径を加工前より小さくすることで、金型への挿入性及び金型からの離型性を向上させることができるからである。但し、20%を超えると、金型での空間が大きくなりすぎて、加工中にき裂を生じたり、成形不良を起こす可能性が大きくなる。

発明の効果

[0016] 本発明に係る導電材料の疲労試験方法においては、被加工物に加える加工度を1.5以上とし、原試験体に加える加工度を0.3以下とすることにより、原試験体に形成された結晶組織を、薄板試験片の作製中に維持することができ、薄板試験片を用いた疲労試験から得られた疲労特性は、原試験体に形成された結晶組織を反映した疲労特性となる。そこで、被加工物に加える加工度を変えて原試験体をそれぞれ作製し、各原試験体から薄板試験片を作製して疲労試験を行うことにより、加工度をパラメータとした導電材料の疲労特性を求めることができる。このため、予め求めておいた加工度と疲労特性との関係に、細径ケーブル用の素線を製造する際に導電材料に加える加工度を当てはめることにより、想定される使用条件下における細径ケーブル（素線）の疲労特性を予測することができる。

[0017] 本発明に係る疲労試験方法において、被加工物に加える塑性変形を、繰返しせん断変形加工により与える場合、被加工物に加える加工度の調節が容易

になる。

[0018] 本発明に係る疲労試験方法において、繰り返しせん断変形加工を、E C A P法による加工を繰り返すことにより行う場合、被加工物に加える加工度の調節を正確に行うことができる。そして、E C A P法の加工前後の被加工物の断面積の減少率が20%以下である場合、E C A P法による加工を繰り返すことが容易となる。

[0019] 本発明に係る導電材料の疲労試験方法において、E C A P法の加工を繰り返す際、1又は複数回の加工毎に、被加工物を加工方向に沿った中心軸の回りに回転させて、被加工物内でのせん断変形部位の周方向角度位置をずらしながら行う場合、被加工物全体に亘ってせん断変形を均一に生じさせることができ、原試験体の結晶組織の均質化を図ることができる。その結果、疲労試験を行った際に得られる疲労特性のばらつきを抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]本発明の一実施例に係る導電材料の疲労試験方法の説明図である。

[図2]第1工程におけるせん断変形加工方法の説明図である。

[図3]実験例1で求めたS-N曲線を示す説明図である。

[図4]比較例1で求めたS-N曲線を示す説明図である。

[図5]実験例2で求めたS-N曲線を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0021] 続いて、添付した図面を参照しつつ、本発明を具体化した実施例につき説明し、本発明の理解に供する。

本発明の一実施例に係る導電材料の疲労試験方法は、図1に示すように、例えば、ケーブルの素線の製造に使用する導電材料から薄板試験片10を作製し、薄板試験片10を片持ち支持し共振させて薄板試験片10に繰り返し曲げ変形を加えて、薄板試験片10が破断するまでの繰り返し回数を求めるものであって、導電材料で作製したロッド12（被加工物の一例）に、加工度が1.5以上の塑性変形を加えて、平均結晶粒径が50 μ m以下の結晶組織で構成される原試験体11を作製する第1工程と、原試験体11に加える塑

性変形の加工度を0.3以下にして、原試験体11に形成された結晶組織の状態を維持しながら、原試験体11から薄板試験片10を作製する第2工程と、薄板試験片10を片持ち支持しながら共振させて応力振幅Sと破断回数Nの関係から疲労特性（例えば、S-N曲線）を求める第3工程とを有している。以下、各工程毎に各別に説明する。

[0022] (1) 第1工程

ロッド12から原試験体11を作製する第1工程は、導電材料の原料（金属）から、原試験体11の基となるロッド12を作製するロッド作製過程と、作製したロッド12に加工度が1.5以上（例えば、20以下）となる塑性変形を加えて原試験体11を作製する強加工過程とを有している。そして、ロッド作製過程では、導電材料の原料を、例えば、グラファイトルツボ内に所定量投入し、高周波誘導加熱により攪拌溶融した後、溶融金属をグラファイトダイスが設けられた容器に移し、水冷したグラファイトダイスを介して鑄造することによりロッド12を得る。なお、ロッド12は、ケーブルの素線の製造に使用するインゴットから取り出してもよい。

[0023] ここで、導電材料としては、素線に使用される素材であれば特に制約はなく、例えば、純銅（例えば、純度が99.9%以上）、銅合金（例えば、銅－スズ系、銅－銀系等）、純アルミニウム（例えば、純度が99.5%以上）、アルミニウム合金（例えば、アルミニウム－マグネシウム系、アルミニウム－マグネシウム－シリコン系、アルミニウム－スカンジウム系等）が対象となる。なお、ロッド12の寸法は、使用する金型14に合わせて決定されるが、ロッド12が円柱状の場合、直径は、例えば8～12mm、長さは、例えば100～200mmである（図2参照）。

[0024] 強加工過程では、ロッド12に繰返しせん断変形加工を行うことにより、ロッド12を塑性変形させている。ここで、繰返しせん断変形加工は、図2に示すように、屈曲角度 ϕ が90度である貫通孔13が形成された、例えば直方体状の金型14を使用して、金型14の上部に設けられた貫通孔13の一側開口部15からロッド12を押し込み、金型14の側部に設けられた

貫通孔 13 の他側開口部 16 から排出させる E C A P (Equal-Channel Angular Pressing) 法による加工を繰り返し行うことにより行っている。なお、ロッド 12 を貫通孔 13 の一側開口部 15 に押し込む場合、ロッド 12 の表面には、無機系潤滑剤（例えば、二硫化モリブデン）を塗布することが好ましい。

[0025] 図 2 に示す貫通孔 13 の一側開口部 15 からロッド 12 を入れて、他側開口部 16 から強制的に押し出すと、ロッド 12 が屈曲部（弧の角度が Ψ となるコーナ部）を通過する際、せん断ひずみが導入される。ここで、E C A P 法の加工前後のロッド 12 の断面積の減少率を 0% を超え 20% 以下に設定、即ち、一側開口部 15 の内径に対して、他側開口部 16 の内径を小さく（例えば、開口部断面積減少率で 0% を超え 20% 以下に）設定するので、せん断変形加工後のロッド 12 は縮径しており、せん断変形加工後のロッド 12 を再度一側開口部 15 に装入することが容易にでき、ロッド 12 のせん断変形加工を繰り返し行うことが容易にできる。

なお、せん断変形加工後のロッド 12 の断面積減少率を 20% 以下とすることで、金型 14 を用いて繰り返しせん断変形加工を行う場合、繰り返しせん断変形加工を行っても 1 回のせん断変形加工でロッド 12 に加える加工度を一定にすることができ、せん断変形加工の繰り返し回数により、ロッド 12 に加える加工度の調節を容易に行うことができる。

[0026] ロッド 12 が貫通孔 13 を通過した回数を M とすると、ロッド 12 に導入された累積相当ひずみ ε_M は、次式で近似することができる。

$$\varepsilon_M = (M / 3^{1/2}) \cdot (P + Q)$$

ここで、 $P = 2 \cot \{ (\Phi / 2) + (\Psi / 2) \}$ 、 $Q = \Psi \operatorname{cosec} \{ (\Phi / 2) + (\Psi / 2) \}$ である。

また、貫通孔 13 の屈曲角度 Φ が 90 度以上の場合、ロッド 12 が貫通孔 13 を 1 回通過した際の相当ひずみ ε_1 は、屈曲部の弧の角度 Ψ にあまり影響されないことが確認されているので、屈曲角度 Φ が 90 度では、 $P + Q$ を 1 と近似できる。このため、貫通孔 13 を M 回通過したロッド 12 の累積相当ひ

ずみ ε_M は、 $(M/3^{1/2})$ として計算できる。従って、ロッド 12 が貫通孔 13 を通過する回数 M を決めることで、ロッド 12 の累積相当ひずみ ε_M を定量的に容易に評価することができると共に、ロッド 12 の累積相当ひずみ ε_M を正確に調整することができる。

[0027] 加工度 W は、加工前後の断面積比を用いて、次式で示される。

$$W = \ln(A_0/A_1)$$

ここで、 A_0 は加工前の断面積、 A_1 は加工後の断面積を示す。

そして、加工度は、塑性変形に伴う塑性ひずみ量を定量的に示す尺度であるので、加工度 W と累積相当ひずみ ε_M との間には、

$$W \doteq \varepsilon_M$$

という関係が成立する。このため、加工度 1.5 以上とするには、ロッド 12 が貫通孔 13 を通過する回数 M は 2 以上となる。そして、ロッド 12 にせん断変形加工を M 回繰り返すことにより、原試験体 11 を作製する場合、先のせん断変形加工に対して次のせん断変形加工では、 $360/M$ で計算される値に相当する角度だけロッド 12 を加工方向に沿った中心軸の回りに回転させて、ロッド 12 内におけるせん断変形部位の周方向角度位置をずらしながらせん断変形加工を繰り返す。これにより、ロッド 12 全体に亘ってせん断変形を均一に生じさせることができ、得られる原試験体 11 の結晶組織の均質化を図ることができる。

[0028] せん断変形加工を繰り返すことによりロッド 12 内にはひずみが蓄積されていく。一方、ロッド 12 にひずみが蓄積されると、ロッド 12 を構成している結晶組織は、ひずみエネルギーの増大に伴ってエネルギー的に不安定な状態となるため、ひずみエネルギーを駆動源とする再結晶が生じて結晶組織が微細化し、エネルギー的に安定な結晶組織に戻ろうとする。このため、原試験体 11 を作製するためにロッド 12 に加工度 1.5 以上の加工を行うと、ロッド 12 内に常温で再結晶を起こすことが可能となるレベルのひずみエネルギーを注入することができ、再結晶により原試験体 11 は、平均結晶粒径が $50\ \mu\text{m}$ 以下の結晶組織となる。

[0029] 例えば、純銅の場合、ロッド 12 の加工度を 0.5 とすると、原試験体 11 の平均結晶粒径は $50\text{ }\mu\text{m}$ 以下、ロッド 12 の加工度を 2 とすると、原試験体 11 の平均結晶粒径は $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下、ロッド 12 の加工度を 4 とすると、原試験体 11 の平均結晶粒径は $2\text{ }\mu\text{m}$ 以下、ロッド 12 の加工度を 6 とすると、原試験体 11 の平均結晶粒径は $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下となることが確認されている。また、銅-6 質量%スズの銅-スズ系合金の場合、ロッド 12 の加工度を 0.3 とすると、原試験体 11 の平均結晶粒径は $50\text{ }\mu\text{m}$ 以下、ロッド 12 の加工度を 1 とすると、原試験体 11 の平均結晶粒径は $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下、ロッド 12 の加工度を 3 とすると、原試験体 11 の平均結晶粒径は $2\text{ }\mu\text{m}$ 以下、ロッド 12 の加工度を 5 とすると、原試験体 11 の平均結晶粒径は $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下となることが確認されている。

[0030] 同様に、純アルミニウムの場合、ロッド 12 の加工度を 1.5 とすると、原試験体 11 の平均結晶粒径は $50\text{ }\mu\text{m}$ 以下、ロッド 12 の加工度を 3 とすると、原試験体 11 の平均結晶粒径は $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下、ロッド 12 の加工度を 6 とすると、原試験体 11 の平均結晶粒径は $2\text{ }\mu\text{m}$ 以下、ロッド 12 の加工度を 10 とすると、原試験体 11 の平均結晶粒径は $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下となることが確認されている。また、アルミニウム-0.3 質量%スカンジウム-0.3 質量%ジルコニウム系合金の場合、ロッド 12 の加工度を 1 とすると、原試験体 11 の平均結晶粒径は $50\text{ }\mu\text{m}$ 以下、ロッド 12 の加工度を 2 とすると、原試験体 11 の平均結晶粒径は $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下、ロッド 12 の加工度を 5 とすると、原試験体 11 の平均結晶粒径は $2\text{ }\mu\text{m}$ 以下、ロッド 12 の加工度を 8 とすると、原試験体 11 の平均結晶粒径は $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下となることが確認されている。

[0031] (2) 第 2 工程

第 2 工程は、原試験体 11 から薄板試験片 10 の基になる試験片母材を切り出す 1 次加工過程と、試験片母材を所定の厚さ（例えば、 $0.2\sim 0.5\text{ mm}$ ）に圧延して薄片を作製する 2 次加工過程と、薄片を切削加工及び研磨加工して所定寸法の薄板試験片 10（例えば、長さが $20\sim 30\text{ mm}$ 、幅が 2

～3 mm、厚さが0.2～0.3 mm) を作製する3次加工過程とを有している。

[0032] ここで、薄板試験片10の再結晶温度は、薄板試験片10を形成する導電材料によって決まる。このため、ケーブルの素線に適用できる導電材料で板状体をそれぞれ複数作製し、室温で板状体をロール圧延して、圧延前後で板状体の結晶組織を構成している結晶粒の粒径に20%以上の変化が見られるか否かを調査した。その結果、導電材料の種類を問わず、加工度が0.3以下では、圧延前後で板状体の結晶組織の結晶粒の粒径に20%以上の変化が生じないことが判明した。なお、結晶粒の粒径変化の有無の判定の閾値を変化率20%としたのは、ロールの水平方向に対し(板状体の圧延方向に沿って)、板状体の外縁部と中心部の加工後の結晶粒の粒径のばらつきを示す変動係数(それぞれの部位の任意の領域における単位面積あたりに含まれる結晶粒の粒径の標準偏差を粒径の平均値で除したもの)が10%以内に収まることに因る。このため、原試験体11から薄板試験片10を作製する間に、薄板試験片11に加えられる加工度を0以上0.3以下とする。

[0033] 第2工程(1次加工過程～3次加工過程)において、1次加工過程及び3次加工過程における加工度は、2次加工過程における加工度に対して無視できる値なので、薄板試験片11に加えられる加工度を0.3以下とするには、2次加工過程における加工度を調節することが必要になる。具体的には、試験片母材から薄片を作製する際の圧下量が大きくなるように、試験片母材の厚さができるだけ薄片の厚さに近づくように試験片母材を切り出すか、あるいは、試験片母材から薄片を作製する際の圧下量を小さくして、3次加工過程における研削量を大きくする。なお、3次加工の加工負荷を大きくしてもよい場合は、2次加工を省略することもできる。

[0034] 従って、薄板試験片11に加えられる加工度を0.3以下とすることにより、薄板試験片11内に常温で再結晶を起こすことが可能となるレベルのひずみエネルギーの導入が防止され、再結晶は生じない。このため、原試験体11に形成された結晶組織の状態を維持しながら、原試験体11から薄板試験

片 10 を作製することができ、薄板試験片 10 の結晶組織は、原試験体 11 の結晶組織と同一となる。

[0035] (3) 第 3 工程

第 3 工程では、薄板試験片 10 の長手方向の一侧をホルダに取り付け、薄板試験片 10 が取り付けられたホルダを音響用スピーカのボイスコイル部に固定することにより、薄板試験片 10 の長手方向の他端を自由端とした片持ち支持状態にする。次いで、ボイスコイルを振動させ、薄板試験片 10 が 1 次共振状態となるように周波数を調整すると共に、薄板試験片 10 の長手方向の他端（自由端）の最大振幅が所定の値となるようにボイスコイルの振動力を調整する。この共振状態において、薄板試験片 10 に生じる曲げ変形により、薄板試験片 10 のホルダ付け根の位置に引張と圧縮の繰り返し応力が負荷されることになって、薄板試験片 10 の疲労試験が実施される。

[0036] ここで、繰り返し応力は、薄板試験片 10 の自由端の最大振幅に比例し、比例係数は薄板試験片 10 のヤング率、薄板試験片 10 の断面 2 次モーメント、薄板試験片 10 の断面係数、及び薄板試験片 10 のホルダ付け根から自由端までの長さを用いて、理論的に計算することができる。なお、疲労試験中、薄板試験片 10 の一侧の両表面をそれぞれ CCD カメラで撮像することによりき裂の発生を監視し、き裂の発生が検知された時点の繰り返し回数を求めて、疲労試験を終了する。

[0037] 続いて、本発明の一実施例に係る導電材料の疲労試験方法の作用について説明する。

ロッド 12 から原試験体 11 を作製する際に、ロッド 12 にせん断変形加工を加える ECA P 法を繰り返して、ロッド 12 に加える加工度を 1.5 以上とするので、ロッド 12 内に蓄積されたひずみのエネルギーを駆動源とする再結晶が生じて、原試験体 11 の結晶組織の平均結晶粒径を $50\ \mu\text{m}$ 以下にすることができる。また、原試験体 11 から薄板試験片 10 を作製する際に、原試験体 11 に加える加工度を 0.3 以下とすることにより、薄板試験片 11 内に常温で再結晶を起こすことが可能となるレベルのひずみエネルギー

の導入を防止して、薄板試験片 11 に再結晶が生じることを防止できる。このため、原試験体 11 に形成された結晶組織を、薄板試験片 10 の作製中に維持することができ、薄板試験片 10 の結晶組織を、原試験体 11 の結晶組織と同一とすることができる。

[0038] その結果、薄板試験片 10 を用いた疲労試験から得られた疲労特性は、原試験体 11 に形成された結晶組織を反映した疲労特性となる。そこで、ロッド 12 に加える加工度を変えた原試験体 11 をそれぞれ作製し、各原試験体 11 から薄板試験片 10 を作製して疲労試験を行うことにより、加工度毎の、即ち、原試験体 11 に形成された結晶組織毎の疲労特性（応力振幅と破断回数の関係）を求めることができる。このため、予め求めておいた加工度と疲労特性との関係に、細径ケーブル用の素線を製造する際に加える加工度を当てはめることにより、想定される使用条件下における細径ケーブル（素線）の疲労特性、例えば、応力振幅を想定した際の素線の破断回数、素線の破断回数を想定した際の応力振幅を予測することができる。

[0039] ここで、ロッド 12 にせん断変形加工を行う際に E C A P 法を用いると、E C A P 法の繰り返し回数を調整することで、ロッド 12 に加える加工度の調節を正確かつ容易に行うことができる。その結果、原試験体 11 を構成している結晶組織の平均結晶粒径の調整を確実に行うことができ、薄板試験片 10 を構成する結晶組織の平均結晶粒径の制御が可能になる。

[0040] 更に、E C A P 法を繰り返す際、ロッド 12 を加工方向に沿った中心軸の回りに回転させて、ロッド 12 内でのせん断加工部位の周方向角度位置をずらしながらせん断変形加工を繰り返すことにより、原試験体 11 全体に亘ってせん断変形を均一に生じさせることができ、原試験体 11 の結晶組織の均質化を図ることができる。これにより、薄板試験片 10 の結晶組織の均質化を図ることができ、薄板試験片 10 を用いた疲労試験を行った際に得られる疲労特性のばらつきを抑制することができる。なお、ロッド 12 の回転は、1 回の加工毎に行ってもよいし、複数回の加工毎に行ってもよい。

実験例

[0041] (実験例1)

アルミニウム－0.3質量％スカンジウム－0.3質量％ジルコニウム系合金のインゴットから直径が10mm、長さが100mmのロッドを4本取り出し、一側開口部の内径が10mm、他側開口部の内径が9.8mmで、中間部で90度屈曲する貫通孔が形成された金型をプレス機に取り付けて、各ロッドを、金型に形成された一側開口部から約200mm／分の押し込み速度で押し込み、金型の他側開口部から排出させるECAP法によるせん断変形加工を室温で4回繰り返し、加工度が3.8の原試験体を4本作製した。なお、ロッドを金型の一側開口部に繰り返し押し込む際、ロッドを中心軸の回りに90度ずつ回転させて、ロッド内でのせん断加工部位の周方向角度位置を90度ずつ移動させた。

次いで、各原試験体から長さが100mm、幅が5mm、厚さが0.36mmの試験片母材を切り出し、圧延により厚さ0.32mmの薄片を作製して、薄片を切削加工及び研磨加工して長さが30mm、幅が3mm、厚さが0.3mmの薄板試験片を複数作製した。なお、原試験体から薄片を得る際に加えた加工度は0.12である。

[0042] そして、得られた薄板試験片の長手方向の一侧をホルダに取り付け、薄板試験片が取り付けられたホルダを音響用スピーカのボイスコイル部に固定して、薄板試験片の長手方向の他端を自由端とした片持ち支持状態にした。次いで、薄板試験片が1次共振状態となるように周波数を設定すると共に、薄板試験片のホルダ付け根の位置に発生する引張及び圧縮の繰り返し応力が所定の値となるようにボイスコイルの振動力を設定して、薄板試験片を共振させ、疲労試験を実施した。そして、疲労試験中は、薄板試験片のホルダ付け根の両表面をそれぞれCCDカメラで撮像し、き裂の発生を監視し、き裂の発生が検知された時点の繰り返し回数を求めて、疲労試験を終了した。

図3に疲労試験から得られた応力振幅と破断回数（繰り返し数）の関係（S－N曲線）を示す。なお、図3では、4本の原試験体を◇、△、○、□のマークで区別し、同一の原試験体から作製された薄板試験片には、原試験体と

同じマークを使用した。

[0043] (比較例 1)

実験例 1 で使用したアルミニウム－0.3 質量％スカンジウム－0.3 質量％ジルコニウム系合金のインゴットから直径が 10 mm、長さが 100 mm のロッドを 4 本取り出し、圧延ロールで圧下率 94 % の圧延を行って、加工度が 2.8 の原試験体を 4 本作製した。

次いで、各原試験体から長さが 100 mm、幅が 5 mm、厚さが 0.36 mm の試験片母材を切り出し、圧延により厚さ 0.32 mm の薄片を作製して、薄片を切削加工及び研磨加工して長さが 30 mm、幅が 3 mm、厚さが 0.3 mm の薄板試験片を複数作製した。なお、原試験体から薄片を得る際に加えた加工度は 0.12 である。

得られた薄板試験片を用いて、実験例 1 と同様の疲労試験を行った。図 4 に疲労試験から得られた応力振幅と破断回数の関係 (S-N 曲線) を示す。なお、図 4 では、4 本の原試験体を◆、▲、●、■のマークで区別し、同一の原試験体から作製された薄板試験片には、原試験体と同じマークを使用した。

[0044] 図 3、図 4 には、全薄板試験片の疲労試験結果に基づいて得られる平均 S-N 曲線、平均 S-N 曲線に対して疲労試験結果のばらつきの範囲を示す上、下限 S-N 曲線をそれぞれ示している。そして、図 3 における上、下限 S-N 曲線の間隔 (繰り返し回数を指定した場合の応力振幅の上限値と下限値の差又は応力振幅値を指定した場合の繰り返し回数の上限值と下限値の差) は、図 4 における上、下限 S-N 曲線の間隔と比較して小さくなっている。従って、本発明の導電材料の疲労試験方法では、平均結晶粒径の調整と結晶組織の均質化が図られた疲労試験片を作製することができるため、ばらつきの小さな疲労試験結果が得られることが確認できた。

[0045] (実験例 2)

アルミニウム－0.3 質量％スカンジウム－0.3 質量％ジルコニウム系合金のインゴットから長さが 100 mm、幅が 5 mm、厚さが 0.36 mm の

試験片母材を切り出し、ロール圧延により厚さ0.32mmの薄片を作製して、薄片を切削加工及び研磨加工して長さが30mm、幅が3mm、厚さが0.3mmの薄板試験片を複数作製した。なお、原試験体から薄片を得る際に加えた加工度は0.12であり、結晶組織の平均結晶粒径は550 μ mであった。

得られた薄板試験片を用いて、実験例1と同様の疲労試験を行った。図5に疲労試験から得られた応力振幅と破断回数の関係（S-N曲線）を◆を用いて示す。

[0046] また、同一のインゴットから、直径が10mm、長さが100mmのロッドを4本取り出した。そして、一側開口部の内径が10mm、他側開口部の内径が9.8mmで90度屈曲する貫通孔が形成された金型をプレス機に取り付けて、ロッドを、金型に形成された一側開口部から約200mm/分の押し込み速度で押し込み、金型の他側開口部から排出させるECAP法によるせん断変形加工を室温でそれぞれ2、4、6、及び8回繰り返し、加工度が1.8、3.6、5.4、及び7.2の原試験体を4本作製した。

[0047] なお、ECAP法を2回繰り返す場合は、ロッドを金型の一側開口部に再度押し込む際にロッドを中心軸の回りに180度回転させ、ECAP法を4回繰り返す場合は、ロッドを金型の一側開口部に繰り返し押し込む際にロッドを中心軸の回りに90度回転させ、ECAP法を6回繰り返す場合は、ロッドを金型の一側開口部に繰り返し押し込む際にロッドを中心軸の回りに60度回転させ、ECAP法を8回繰り返す場合は、ロッドを金型の一側開口部に繰り返し押し込む際にロッドを中心軸の回りに45度回転させた。

[0048] 次に、各原試験体から長さが100mm、幅が5mm、厚さが0.36mmの試験片母材を切り出し、圧延により厚さ0.32mmの薄片を作製して、薄片を切削加工及び研磨加工して長さが30mm、幅が3mm、厚さが0.3mmの薄板試験片を複数作製した。なお、原試験体から薄片を得る際に加えた加工度は0.12である。

ここで、ECAP法を2回繰り返して作製した原試験体から得られた薄板試

験片（E C A P 2）に関する疲労試験結果は■を用いて、E C A P法を4回繰り返して作製した原試験体から得られた薄板試験片（E C A P 4）に関する疲労試験結果は▲を用いて、E C A P法を6回繰り返して作製した原試験体から得られた薄板試験片（E C A P 6）に関する疲労試験結果は□を用いて、E C A P法を8回繰り返して作製した原試験体から得られた薄板試験片（E C A P 8）に関する疲労試験結果は○を用いてそれぞれ示している。また、E C A P法を2、4、6、及び8回繰り返して作製した原試験体から得られた原試験体の結晶組織の平均結晶粒径は、 $8\mu\text{m}$ 、 $1.2\mu\text{m}$ 、 $0.6\mu\text{m}$ 、及び $0.3\mu\text{m}$ であり、原試験体から作製した薄板試験片の結晶組織の平均結晶粒径は、原試験体の結晶組織の平均結晶粒径と同一であった。そして、各原試験体から得られた薄板試験片を用いて、実験例1と同様の疲労試験を行った。図5に疲労試験から得られた応力振幅と破断回数の関係（S-N曲線）を示す。

[0049] 図5から、本発明の導電材料の疲労試験方法により、導電材料からなるロッドに加える加工度を調節することで、原試験体の結晶組織（平均結晶粒径）を制御することを介して、薄板試験片の結晶組織（平均結晶粒径）の調節ができ、結晶組織を反映した導電材料の疲労特性が得られることが確認できた。

従って、素線を形成する導電材料から加工度が1.5以上となる原試験体を作製し、原試験体から加工度が0.3以下となる薄板試験片を作製して、疲労試験を行って加工度と疲労特性との関係を求めてデータベースを予め作成しておく、素線の製造の際に加えられる加工度を算出し、その加工度に一致又は近接する加工度で作製された原試験体から作製された薄板試験片を用いて得られた疲労特性をデータベース中から抽出することにより、素線の想定される使用条件下における寿命を予測することができる。

[0050] 以上、本発明を、実施例を参照して説明してきたが、本発明は何ら上記した実施例に記載した構成に限定されるものではなく、請求の範囲に記載されている事項の範囲内で考えられるその他の実施例や変形例も含むものである。

更に、本実施例とその他の実施例や変形例にそれぞれ含まれる構成要素を組合わせたものも、本発明に含まれる。

例えば、せん断変形加工法としてECAP法（ECAE（Equal Channel Angular Extrusion）法ともいう）を採用したが、HPT（High Pressure Torsion）法を使用することもできる。

産業上の利用可能性

[0051] 本発明に係る導電材料の疲労試験方法によって、細径ケーブル用の素線を製造する際に導電材料に加える加工度を当てはめることにより、想定される使用条件下における細径ケーブル（素線）の疲労特性を予測することができる。また、被加工物に加える塑性変形を、繰り返しせん断変形加工により与える場合、被加工物に加える加工度の調節が容易になる。

符号の説明

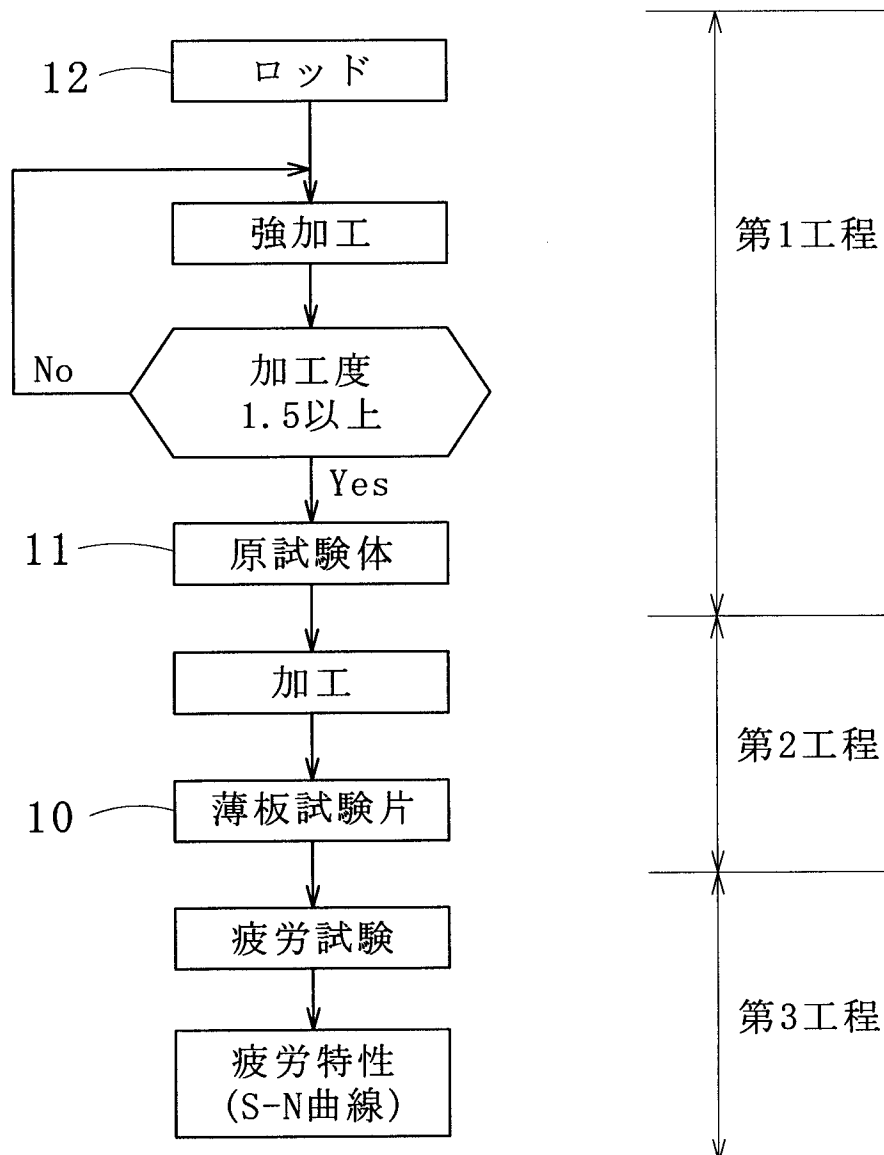
[0052] 10：薄板試験片、11：原試験体、12：ロッド、13：貫通孔、14：金型、15：一側開口部、16：他側開口部

請求の範囲

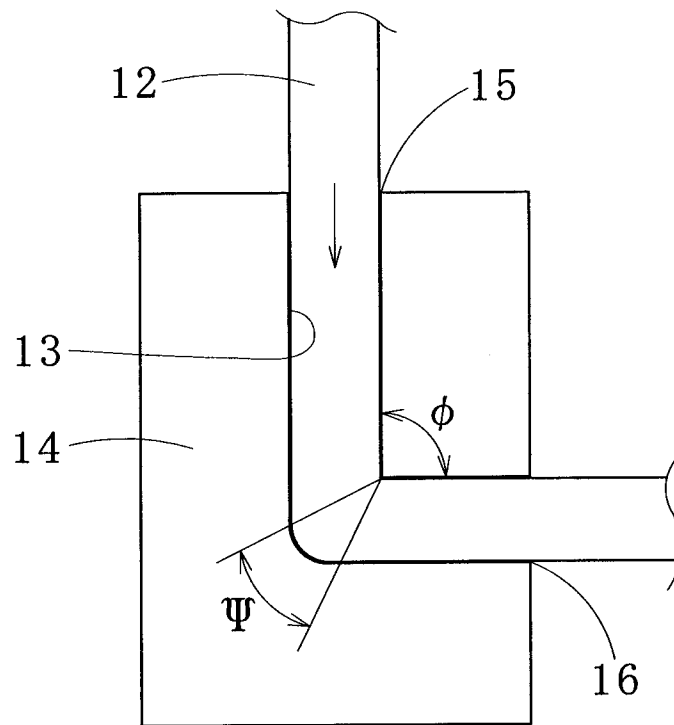
- [請求項1] 導電材料で作製した被加工物に、加工度が1.5以上の塑性変形を加えて、平均結晶粒径が $50\mu\text{m}$ 以下の結晶組織で構成される原試験体を作製する第1工程と、
前記原試験体に加える塑性変形の加工度を0.3以下にして、該原試験体に形成された結晶組織の状態を維持しながら、前記原試験体から薄板試験片を作製する第2工程とを有し、
作製された前記薄板試験片を片持ち支持し共振させて該薄板試験片に繰り返し曲げ変形を加えて、該薄板試験片が破断するまでの繰り返し回数を求めることを特徴とする導電材料の疲労試験方法。
- [請求項2] 導電材料で作製した被加工物に、加工度又は相当ひずみが1.5以上20以下の塑性変形を加えて、平均結晶粒径が $50\mu\text{m}$ 以下の結晶組織で構成される原試験体を作製する第1工程と、
前記原試験体に加える塑性変形の加工度を0以上0.3以下にして、該原試験体に形成された結晶組織の状態を維持しながら、前記原試験体から薄板試験片を作製する第2工程とを有し、
作製された前記薄板試験片を片持ち支持し共振させて該薄板試験片に繰り返し曲げ変形を加えて、該薄板試験片が破断するまでの繰り返し回数を求めることを特徴とする導電材料の疲労試験方法。
- [請求項3] 請求項1又は2記載の導電材料の疲労試験方法において、前記被加工物に加える前記塑性変形は、繰り返しせん断変形加工により与えることを特徴とする導電材料の疲労試験方法。
- [請求項4] 請求項3記載の導電材料の疲労試験方法において、前記繰り返しせん断変形加工は、E C A P法による加工を繰り返すことにより行い、該E C A P法の加工前後の前記被加工物の断面積の減少率は0%を超え20%以下であることを特徴とする導電材料の疲労試験方法。
- [請求項5] 請求項4記載の導電材料の疲労試験方法において、前記E C A P法の加工を繰り返す際、1又は複数回の加工毎に、前記被加工物を加工方

向に沿った中心軸の回りに回転させて、該被加工物内でのせん断変形部位の周方向角度位置をずらしながら行うことを特徴とする導電材料の疲労試験方法。

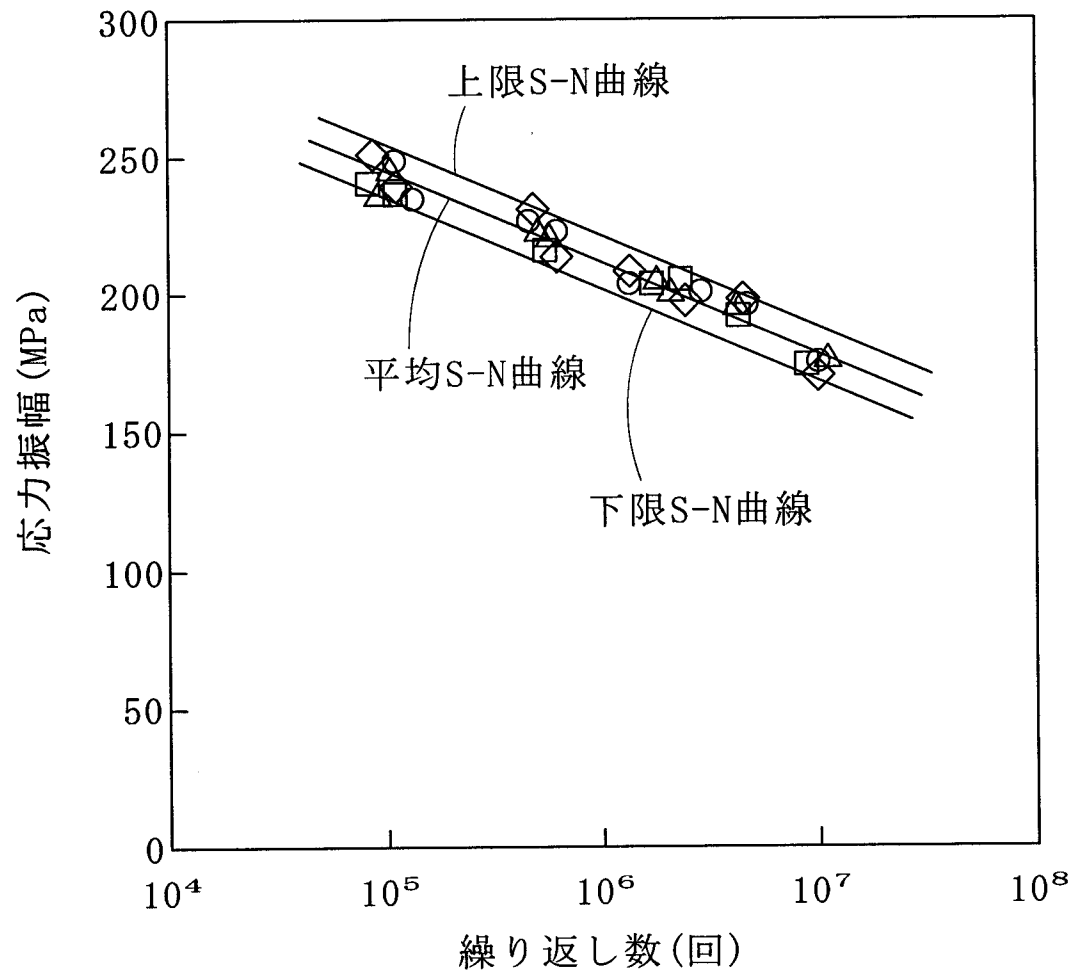
[図1]



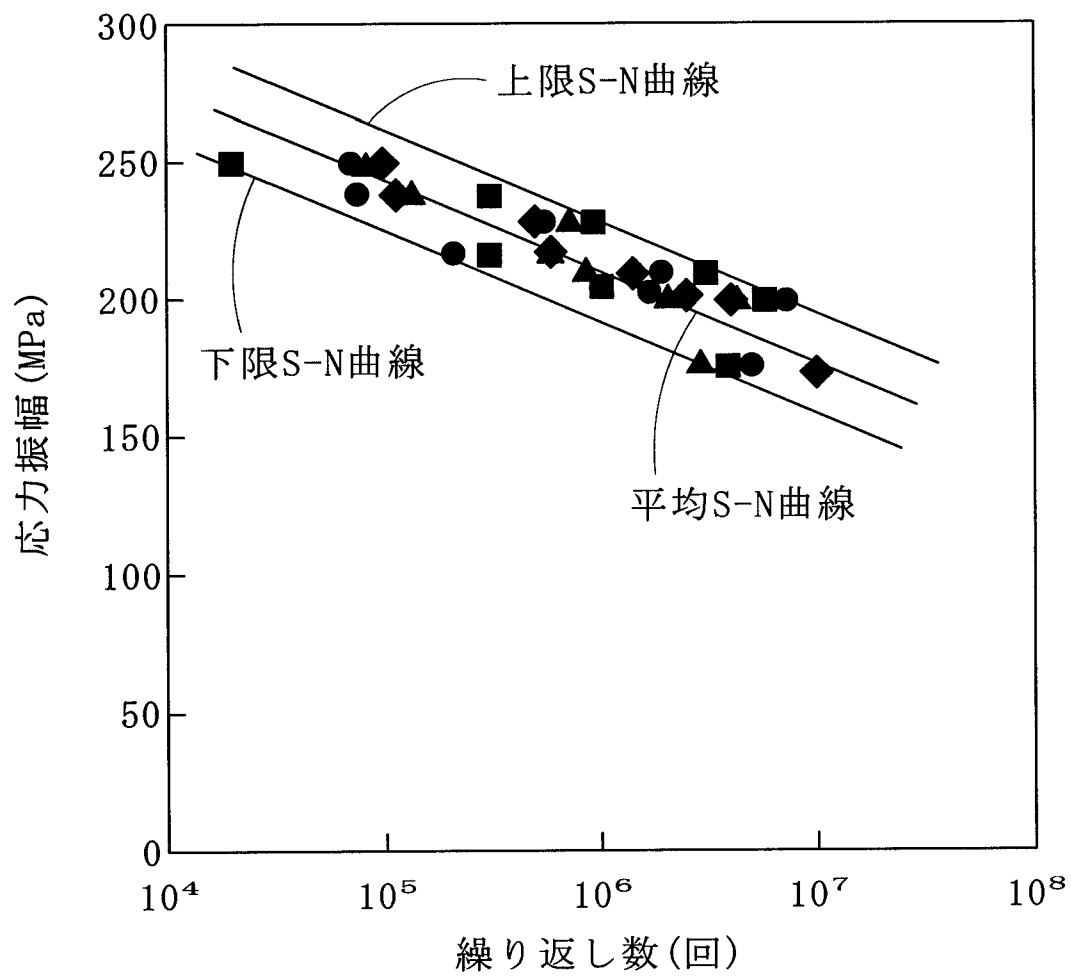
[図2]



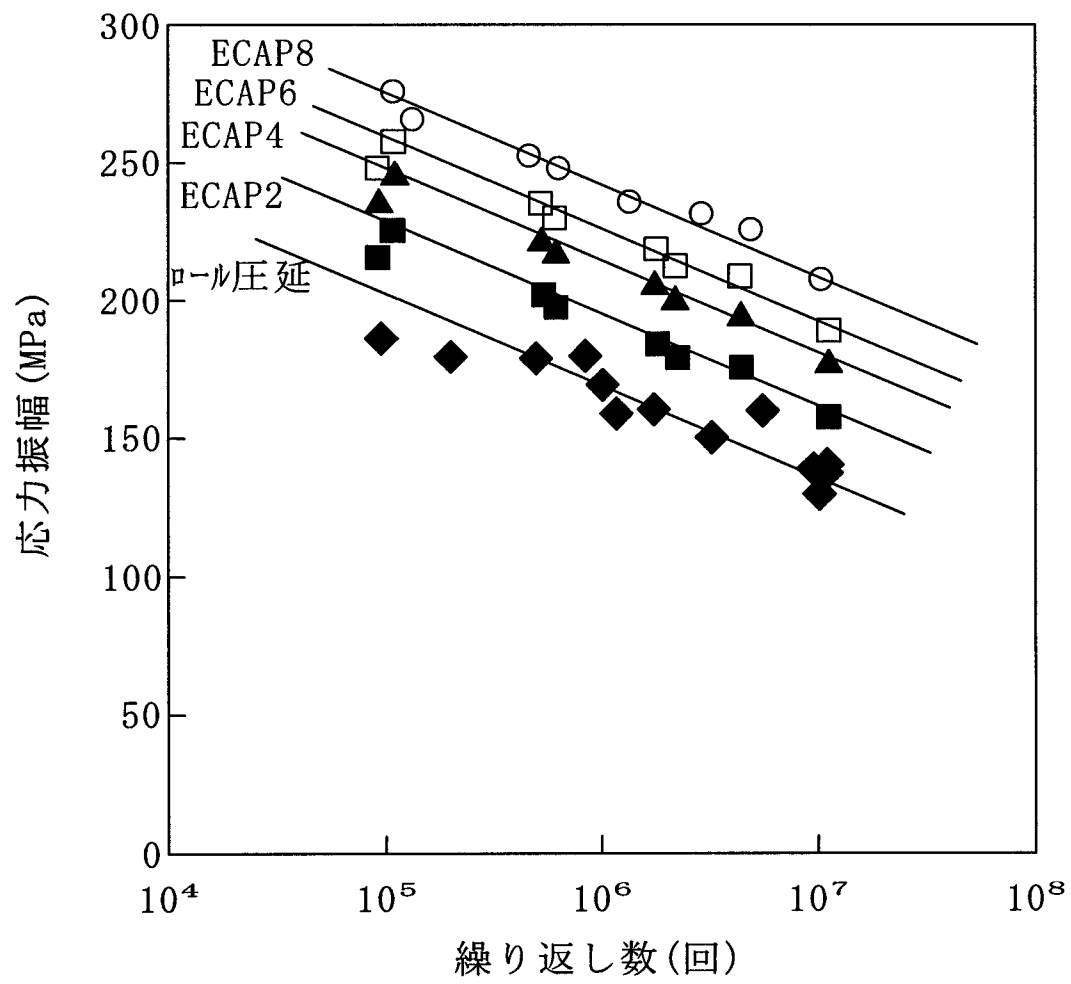
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/065859

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N3/34(2006.01) i, B21C23/00(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N3/00-3/62, B21C23/00-35/06, G01N1/00-1/44

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII), CiNii

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Masayuki TSUSHIDA et al., "Development of Fatigue Testing Machine for Thin Sheet Specimen and Fatigue Test for Magnesium Single Crystal", Journal of the Society of Materials Science, Japan, 15 August 2009 (15.08.2009), vol.58, no. 8, pages 703 to 708	1-5
Y	JP 2005-329459 A (Ueda Textile Science Foundation), 02 December 2005 (02.12.2005), paragraph [0017] (Family: none)	1-5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
02 July, 2013 (02.07.13)

Date of mailing of the international search report
16 July, 2013 (16.07.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/065859

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2004-143560 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 20 May 2004 (20.05.2004), paragraph [0049] (Family: none)	1-5
Y	JP 10-183264 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 14 July 1998 (14.07.1998), paragraph [0022] (Family: none)	1-5
Y	JP 2002-363641 A (Don Hyuku Shin), 18 December 2002 (18.12.2002), paragraph [0025] & KR 10-2002-0093403 A	4
Y	JP 2009-208099 A (the Doshisha), 17 September 2009 (17.09.2009), paragraph [0014] (Family: none)	5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01N3/34(2006.01)i, B21C23/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01N3/00-3/62 B21C23/00-35/06 G01N1/00-1/44

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamIII) CiNii

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	津志田 雅之 他, 薄片試験片用小型疲労試験機の開発とマグネシウム単結晶の疲労試験, 材料, 2009.08.15, Vol. 58 No. 8, P 703-708	1-5
Y	JP 2005-329459 A (財団法人上田繊維科学振興会) 2005.12.02, 【0 0 1 7】 (ファミリーなし)	1-5
Y	JP 2004-143560 A (松下電工株式会社) 2004.05.20, 【0 0 4 9】 (ファミリーなし)	1-5

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 2 . 0 7 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 6 . 0 7 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

阿部 知

2 J

4 6 3 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 2

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 10-183264 A (松下電器産業株式会社) 1998. 07. 14, 【0 0 2 2】 (ファミリーなし)	1-5
Y	JP 2002-363641 A (ドン ヒュク シン) 2002. 12. 18, 【0 0 2 5】 & KR 10-2002-0093403 A	4
Y	JP 2009-208099 A (学校法人同志社) 2009. 09. 17, 【0 0 1 4】 (フ ァミリーなし)	5