

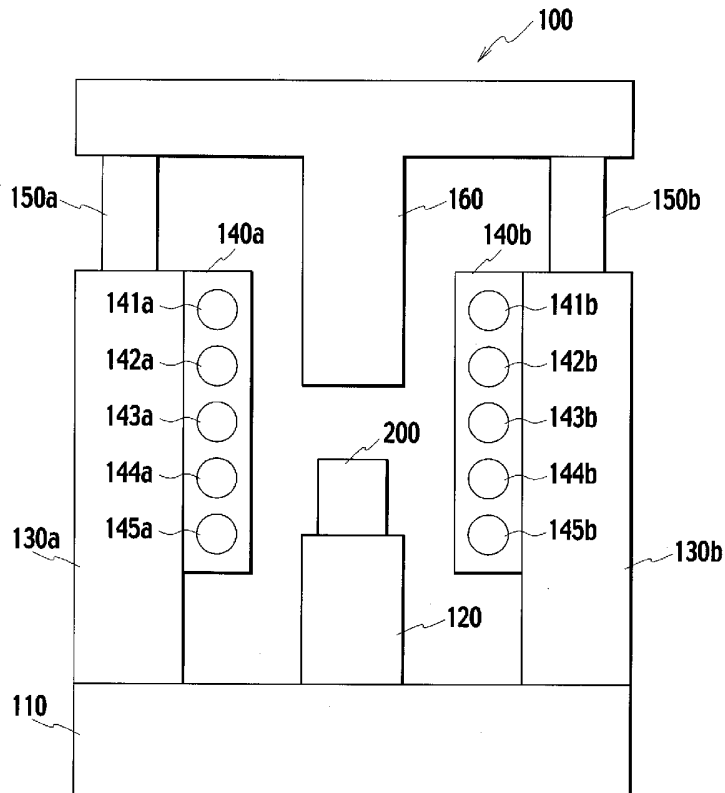


- (51) 国際特許分類:
C22C 9/06 (2006.01) C22F 1/00 (2006.01)
C22F 1/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2006/305726
- (22) 国際出願日: 2006年3月22日 (22.03.2006)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2005-096442 2005年3月29日 (29.03.2005) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本碍子株式会社 (NGK INSULATORS, LTD.) [JP/JP]; 〒4678530 愛知県名古屋市長瀬区須田町2番56号
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 酒井 拓 (SAKAI, Taku). 村松 尚国 (MURAMATSU, Naokuni). 千葉 広樹 (CHIBA, Koki).
- (74) 代理人: 中村 友之 (NAKAMURA, Tomoyuki); 〒1050001 東京都港区虎ノ門1丁目2番8号 虎ノ門琴平タワー 三好内外特許事務所内 Tokyo (JP).
- (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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,

[続葉有]

(54) Title: BERYLLIUM-COPPER, METHOD AND APPARATUS FOR PRODUCING BERYLLIUM-COPPER

(54) 発明の名称: ベリリウム銅、このベリリウム銅を製造するベリリウム銅製造方法及びベリリウム銅製造装置



(57) Abstract: A method for producing a beryllium-copper containing at least Be and Cu, which comprises a solid solution forming step of holding a beryllium-copper in a solid solution forming temperature region wherein Be forms a solid solution with Cu, over a prescribed solid solution state holding time, and then cooling the beryllium-copper at a cooling rate which allows the retention of the state wherein Be forms a solid solution with Cu, a working step of applying a plastic strain to the beryllium-copper cooled in the solid solution forming step in plural installments in a working temperature range wherein Be forms no precipitate, and an age hardening step of holding the beryllium-copper having been subjected in the working step to the application of a plastic stress in a precipitation temperature region wherein Be forms a precipitate, over a prescribed age hardening time.

(57) 要約: BeとCuとを少なくとも含むベリリウム銅を製造するベリリウム銅製造方法が、CuにBeが固溶する温度域である固溶温度域でベリリウム銅を所定の固溶保持時間に亘って保持した後に、BeがCuに固溶した状態のままとなる冷却速度でベリリウム銅を冷却する固溶化工程と、Beが析出しない温度域である加工温度域

で、固溶化工程で冷却されたベリリウム銅に塑性歪みを複数回に分けて加える加工工程と、B

[続葉有]



ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,

IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

ベリリウム銅、このベリリウム銅を製造するベリリウム銅製造方法及びベリリウム銅製造装置

技術分野

[0001] 本発明は、BeとCuとを少なくとも含み、塑性歪みが加えられたベリリウム銅、このベリリウム銅を製造するベリリウム銅製造方法及びベリリウム銅製造装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、高強度ばね材や導電材料等として、ベリリウム(Be)を含む析出型銅合金(以下、ベリリウム銅)が一般的に広く用いられている。

[0003] ベリリウム銅は、鍛造加工、圧延加工及びプレス加工等(以下、鍛造加工等)によって冷間(常温)で加工されると、加工硬化が著しく進んでしまうため、1回の鍛造加工等によってベリリウム銅を所望の寸法に加工することが困難である。

[0004] 従って、一般的に、ベリリウム銅は、鍛造加工等によって熱間(高温)で加工される(例えば、特許第2088889号公報(請求項1、図1等))。

[0005] 具体的には、ベリリウム銅は、特定の加工温度(600℃～800℃)、特定の加工速度($3.3 \times 10^{-5} \text{S}^{-1} \sim 1 \times 10 \text{S}^{-1}$)及び特定の加工歪量(0.20以上)等の加工条件の下で加工され、均一で微細な結晶粒がベリリウム銅に形成される。

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、従来技術では、ベリリウム銅を熱間(高温)で加工することによって動的再結晶が生じることを利用して結晶粒を微細化するため、ベリリウム銅の結晶粒を30 μm 程度までしか微細化することができなかった。

[0007] ここで、ベリリウム銅に相当の歪みを加えることが可能であれば、HPT(High Pressure Torsion)法、ECAE(Equal Channel Angular Extrusion)法及び繰り返し重ね接合圧延(ARB;Accumulative Roll Bonding)法などによって微細な結晶粒が得られる可能性があるが、工業的には適していなかった。

[0008] なお、HPT法とは、小さな円盤状の試験片に大きな圧力を加えながら、ねじり変形

によって大きなせん断変形を加える方法である。また、ECAE法とは、断面積が一定であり、屈曲部を有するダイス内に、材料を繰り返して通すことによって屈曲部で単純せん断変形を加える方法である。

[0009] 具体的には、HPT法では、円盤状の試験片の中心からの距離(半径方向の位置)に応じて歪み量が異なるため、均一な結晶粒が得られない。ECAE法では、ダイスの寿命が短いため、大量生産に適していない。また、ECAE法では、工業的な規模で大型構造材を連続生産することにも適していない。ARB法では、加工硬化が大きいいため、1パス毎に大圧下で加工することが困難であった。また、ARB法では、Be等の活性元素が酸化膜を形成することによって接合が妨げられてしまう。

[0010] また、特許文献1に記載の方法では、ベリリウム銅が熱間(高温)で加工されるため、ベリリウム銅に酸化スケールが生じ、生じた酸化スケールを除去する作業が必要となる。

[0011] ここで、ベリリウム銅に酸化スケールが生じず、かつ、ベリリウム銅の時効硬化が進まないような特定の加工温度及び特定の加工時間(例えば、温度=300℃、時間=30分以内)でベリリウム銅を加工する方法も考えられるが、加工時間や加工温度を厳密に管理しながら、ベリリウム銅を加工しなければならないため、この方法を実現することは難しい。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明の第1の特徴は、BeとCuとを少なくとも含むベリリウム銅が、平均粒径が $2\mu\text{m}$ 以下である結晶粒を有し、かつ、Cuから析出するBeを少なくとも含む析出相を有することを要旨とする。

[0013] かかる特徴によれば、ベリリウム銅の結晶粒の平均粒径が $2\mu\text{m}$ 以下であることにより、ベリリウム銅の強度や曲げ性が向上する。すなわち、ベリリウム銅の信頼性が向上する。

[0014] 本発明の第2の特徴は、本発明の第1の特徴において、ベリリウム銅が、 $\text{Cu}100-(a+b)\text{Be}a\text{Co}b$ ($0.4\%\leq a\leq 2.0\%$ 、 $0.15\%\leq b\leq 2.8\%$ 、 $a+b\leq 3.5\%$)の重量比、又は、 $\text{Cu}100-(c+d)\text{Be}c\text{Ni}d$ ($0.05\%\leq c\leq 0.6\%$ 、 $1.0\%\leq d\leq 2.4\%$ 、 $c+d\leq 3.0\%$)の重量比で構成されることを要旨とする。

- [0015] 本発明の第3の特徴は、本発明の第1の特徴において、前記ベリウム銅が、前記Cuに前記Beが固溶する温度域である固溶温度域で前記ベリウム銅を所定の固溶保持時間に亘って保持した後に、前記Beが前記Cuに固溶した状態のままとなる冷却速度で前記ベリウム銅を冷却し、前記Beが析出しない温度域である加工温度域で、前記固溶化工程で冷却された前記ベリウム銅に塑性歪みを複数回に分けて加え、前記Beが析出する温度域である析出温度域で、前記加工工程で前記塑性歪みが加えられた前記ベリウム銅を所定の時効硬化時間に亘って保持することによって形成されることを要旨とする。
- [0016] 本発明の第4の特徴は、前記結晶粒の前記平均粒径が、結晶方位解析方法によって算出された粒径であり、前記結晶粒方位解析方法が、SEM/EBSP (Scanning Electron Microscope/Electron Back Scatter Diffraction Pattern) 法を用いて結晶方位解析を行い、方位差 θ が 2° より大きい境界を結晶粒界として計数して結晶粒径分布を求めるステップと、全計数の平均方位差 θ が 15° 以上であることを確認ステップと、前記結晶粒径分布から前記平均粒径を算出するステップとを含むことを要旨とする。
- [0017] 本発明の第5の特徴は、BeとCuとを少なくとも含むベリウム銅を製造するベリウム銅製造方法が、CuにBeが固溶する温度域である固溶温度域でベリウム銅を所定の固溶保持時間に亘って保持した後に、BeがCuに固溶した状態のままとなる冷却速度でベリウム銅を冷却する固溶化工程と、Beが析出しない温度域である加工温度域で、固溶化工程で冷却されたベリウム銅に塑性歪みを複数回に分けて加える加工工程と、Beが析出する温度域である析出温度域で、加工工程で塑性歪みが加えられたベリウム銅を所定の時効硬化時間に亘って保持する時効硬化工程とを含むことを要旨とする。
- [0018] かかる特徴によれば、Beが析出しない加工温度域で塑性歪みをベリウム銅に加えることにより、酸化スケールが生じることを抑制することができる。
- [0019] また、塑性歪みをベリウム銅に複数回に分けて加えることにより、加工温度や加工時間を厳密に管理することなく、ベリウム銅に加えられる塑性歪みの量(累積歪み量)を増加させて、均一で微細な結晶粒を有するベリウム銅を製造することができる。

。

[0020] さらに、時効硬化工程が行われる前にベリリウム銅に塑性歪みを加えることにより、加工硬化が進むことに伴って塑性歪みを加えることが困難になることを回避することができる。

[0021] 本発明の第6の特徴は、本発明の第5の特徴において、ベリリウム銅が、 $\text{Cu}100-(a+b)\text{BeaCob}$ ($0.4\% \leq a \leq 2.0\%$ 、 $0.15\% \leq b \leq 2.8\%$ 、 $a+b \leq 3.5\%$)の重量比、又は、 $\text{Cu}100-(c+d)\text{BecNid}$ ($0.05\% \leq c \leq 0.6\%$ 、 $1.0\% \leq d \leq 2.4\%$ 、 $c+d \leq 3.0\%$)の重量比で構成されることを要旨とする。

[0022] 本発明の第7の特徴は、本発明の第5の特徴又は第6の特徴において、固溶温度域が、 $700^{\circ}\text{C} \sim 1000^{\circ}\text{C}$ の範囲であり、所定の固溶保持時間が、1時間～24時間の範囲内であり、加工温度域が、 $0^{\circ}\text{C} \sim 200^{\circ}\text{C}$ の範囲内であり、析出温度域が、 $200^{\circ}\text{C} \sim 550^{\circ}\text{C}$ の範囲内であり、所定の時効硬化時間が、1時間～24時間の範囲内であることを要旨とする。

[0023] 本発明の第8の特徴は、本発明の第5の特徴乃至第7の特徴において、加工工程で塑性歪みが加えられるベリリウム銅が、互いに直交する3つの軸方向に延びる辺を有する直方体であり、加工工程が、それぞれの軸方向から順にベリリウム銅に加圧して、ベリリウム銅に塑性歪みを加える工程であることを要旨とする。

[0024] 本発明の第9の特徴は、本発明の第8の特徴において、軸方向に延びる辺の長さの比が $1:e:f$ ($1.2 \leq e \leq 1.3$ 、 $1.45 \leq f \leq 1.55$)であり、加工工程において、ベリリウム銅に1回の加圧で加えられる塑性歪みの量が、 $0.3 \sim 0.7$ の範囲内であることを要旨とする。

[0025] 本発明の第10の特徴は、本発明の第8の特徴又は第9の特徴において、加工工程が、ベリリウム銅に加えられた塑性歪みの累積値が4以上となるまで、それぞれの軸方向から順にベリリウム銅に加圧する工程であることを要旨とする。

[0026] 本発明の第11の特徴は、BeとCuとを少なくとも含むベリリウム銅を製造するベリリウム銅製造装置が、前記Cuに前記Beが固溶した矩形銅合金が配置される配置面を有する台座部と、前記台座部の前記配置面上に配置された前記矩形銅合金を加熱するヒータ部と、前記台座部の前記配置面に対向して設けられており、前記台座部

の前記配置面上に配置された前記矩形銅合金に圧力を加える加圧部とを備え、前記ヒータ部が、前記Beが析出しない温度域である加工温度域で前記矩形銅合金の環境温度を保持し、前記加圧部が、前記加工温度域で前記矩形銅合金に塑性歪みを複数回に分けて加えることを要旨とする。

図面の簡単な説明

- [0027] [図1]図1は、本発明の一実施形態に係る鍛造装置100の概観を示す図である。
- [図2]図2は、本発明の一実施形態に係る鍛造装置100の機能を示すブロック図である。
- [図3]図3は、本発明の一実施形態に係る矩形銅合金200を示す図である。
- [図4]図4は、本発明の一実施形態に係るベリリウム銅の製造方法を示すフロー図である。
- [図5]図5は、本発明の一実施形態に係る矩形銅合金と矩形純銅との比較結果を示す図である(その1)。
- [図6]図6は、本発明の一実施形態に係る矩形銅合金と矩形純銅との比較結果を示す図である(その2)。
- [図7]図7は、本発明の一実施形態に係る矩形銅合金を光学顕微鏡で組織観察した結果を示す図である。
- [図8]図8は、本発明の一実施形態に係る矩形銅合金をSEM/EBSP法で組織観察した結果を示す図である(その1)。
- [図9]図9は、本発明の一実施形態に係る矩形銅合金の平均粒径と累積歪み量との関係を示す図である。
- [図10]図10は、本発明の一実施形態に係る矩形銅合金をSEM/EBSP法で組織観察した結果を示す図である(その2)。
- [図11]図11は、本発明の一実施形態に係る矩形銅合金の評価結果を示す図である(その1)。
- [図12]図12は、本発明の一実施形態に係る矩形銅合金の評価結果を示す図である(その2)。

発明を実施するための最良の形態

[0028] (実施形態)

(本発明の一実施形態に係る製造装置の概観)

以下において、本発明の一実施形態に係る製造装置(鍛造装置)の概観について、図面を参照しながら説明する。図1は、本発明の一実施形態に係る鍛造装置100の構成を示す図である。

[0029] 鍛造装置100は、少量のBeとCuとを少なくとも含み、矩形の形状を有する矩形銅合金に圧力を加えることによって、矩形銅合金に塑性歪みを加える装置である。なお、矩形銅合金の詳細については後述する(図3を参照)

ここで、鍛造装置100は、固溶化処理が行われた銅合金を加工する。ここで、固溶化処理とは、固溶温度域(700℃～1000℃の範囲内)で所定の固溶保持時間(1時間～24時間)に亘って、少量のBeとCuとを少なくとも含む銅合金を加熱保持した後に、水焼入れ等によって冷却速度が $-100^{\circ}\text{C s}^{-1}$ 以上(好ましくは、 $-200^{\circ}\text{C s}^{-1}$ 以上)となるように、銅合金を冷却する処理である。すなわち、鍛造装置100は、Cuのマトリクス中にBe(又は、Be化合物)が固溶し、結晶粒に転位が生じていない矩形銅合金を加工する。

[0030] 図1に示すように、鍛造装置100は、基部110と、台座部120と、1対の支柱部130(支柱部130a及び支柱部130b)と、1対のヒータ部140(ヒータ部140a及びヒータ部140b)と、1対の伸縮部150(伸縮部150a及び伸縮部150b)と、加圧部160とを有する。

[0031] 基部110は、台座部120、支柱部130a及び支柱部130bを支持する。台座部120は、柱状の形状を有し、基部110上に設けられる。また、台座部120は、鍛造装置100によって加工される矩形銅合金200を支持する。

[0032] 支柱部130a及び支柱部130bは、柱状の形状を有し、基部110上に設けられる。また、支柱部130aは、伸縮部150aを上下方向に伸縮させる構造(例えば、油圧等によって伸縮させる構造)を有する。同様に、支柱部130bは、伸縮部150bを上下方向に伸縮させる構造を有する。

[0033] ヒータ部140aは、支柱部130aの側面に設けられ、矩形銅合金200に熱を加える複数の熱源(熱源141a～熱源145a)を有する。同様に、ヒータ部140bは、支柱部1

30bの側面に設けられ、矩形銅合金200に熱を加える複数の熱源(熱源141b～熱源145b)を有する

伸縮部150a及び伸縮部150bは、加圧部160を支持し、上下方向に伸縮する。加圧部160は、矩形銅合金200に圧力を加え、矩形銅合金200を歪ませる。

[0034] (本発明の一実施形態に係る製造装置の概観)

以下において、本発明の一実施形態に係る鍛造装置100の機能について、図面を参照しながら説明する。図2は、本発明の一実施形態に係る鍛造装置100の機能を示すブロック図である。

[0035] 図2に示すように、鍛造装置100は、上述したヒータ部140、伸縮部150及び加圧部160に加えて、制御部170を有する。

[0036] 制御部170は、ヒータ部140及び伸縮部150を制御する。具体的には、制御部170は、鍛造装置100の内部温度(矩形銅合金200の環境温度)が $0^{\circ}\text{C} \sim 200^{\circ}\text{C}$ となるようにヒータ部140を制御する。また、制御部170は、矩形銅合金200に加えられる塑性歪みの速度(以下、歪み速度)が $1 \times 10^{-3} \text{s}^{-1} \sim 1 \times 10^{+1} \text{s}^{-1}$ (好ましくは、 $1 \times 10^{-2} \text{s}^{-1} \sim 1 \times 10^{+1} \text{s}^{-1}$)となるように伸縮部150を伸縮させる。

[0037] (本発明の一実施形態に係るベリリウム銅の構成)

以下において、本発明の一実施形態に係る加工対象(ベリリウム銅)について、図面を参照しながら説明する。図3は、本発明の一実施形態に係る矩形銅合金200を示す図である。

[0038] 図3に示すように、矩形銅合金200は、互いに直交する3つの軸(X軸、Y軸及びZ軸)方向に沿って延びる辺を有する直方体(矩形銅合金)である。また、3つの軸方向に沿って延びる辺の長さの比(X辺:Y辺:Z辺)は、 $1:e:f$ (但し、 $1.2 < e < 1.3$ 、 $1.45 < f < 1.55$)である。なお、各辺の長さの比(X辺:Y辺:Z辺)は、 $1:1.22:1.5$ (すなわち、 $e=1.22$ 、 $f=1.5$)であることが好ましい。

[0039] また、矩形銅合金200は、(1) $\text{Cu}_{100-(a+b)} \text{Be}_a \text{Co}_b$ ($0.4\% \leq a \leq 2.0\%$ 、 $0.15\% \leq b \leq 2.8\%$ 、 $a+b \leq 3.5\%$)の重量比、又は、(2) $\text{Cu}_{100-(c+d)} \text{Be}_c \text{Ni}_d$ ($0.05\% \leq c \leq 0.6\%$ 、 $1.0\% \leq d \leq 2.4\%$ 、 $c+d \leq 3.0\%$)の重量比で構成される。

[0040] ここで、矩形銅合金200の重量比を(1)の組合せとして理由は、以下の通りである。

Beの重量比を0.4%以上とした理由は、Be及びCuおよび／またはBe及びCoによって構成される析出相によって強度の向上を図るためであり、Beの重量比を2.0%以下とした理由は、Be及びCoによって構成される析出相の粗大化を抑制することによって強度の向上を図るためである。また、Coの重量比を0.15%以上とした理由は、Coを添加することによって強度向上を図るためであり、Coの重量比を2.8%以下とした理由は、Be及びCoによって構成される析出相の粗大化を抑制するためである。

[0041] 一方、矩形銅合金200の重量比を(2)の組合せとして理由は、材料のコストを削減するために、Beよりも安価なNiを加えて、Beの重量比を減らすためである。

[0042] 具体的には、Beの重量比を0.05%以上とした理由は、Be及びNiによって構成される析出相によって強度の向上を図るためであり、Beの重量比を0.6%以下とした理由は、Beの重量比を減らすことによるコストの削減効果を十分に得るためである。また、Niの重量比を1.0%以上とした理由は、Niを添加することによって強度向上を図るためであり、Niの重量比を2.4%以下とした理由は、Cuのマトリクス中に含まれるNiによる導電率の低下や融点の上昇を抑制するためである。

[0043] (本発明の一実施形態に係るベリリウム銅の製造方法)

以下において、本発明の一実施形態に係るベリリウム銅の製造方法について、図面を参照しながら説明する。図4は、本発明の一実施形態に係るベリリウム銅の製造方法を示すフロー図である。

[0044] 図4に示すように、ステップ10において、均質化处理によってCuのマトリクス中にBe(又は、Be化合物)を固溶させ、結晶粒に転位が生じていない銅合金を生成する。

[0045] 具体的には、 $\text{Cu}_{100-(a+b)}\text{Be}_a\text{Co}_b$ ($0.4\% \leq a \leq 2.0\%$, $0.15\% \leq b \leq 2.8\%$, $a + b \leq 3.5\%$)の重量比、又は、 $\text{Cu}_{100-(c+d)}\text{Be}_c\text{Ni}_d$ ($0.05\% \leq c \leq 0.6\%$, $1.0\% \leq d \leq 2.4\%$, $c + d \leq 3.0\%$)の重量比で構成される銅合金を高周波溶解炉で溶解することによって、 $\phi 200\text{mm}$ の鋳塊を作成する。また、作成した鋳塊を固溶温度域($700^\circ\text{C} \sim 1000^\circ\text{C}$ の範囲内)で所定の保持時間(1時間 $\sim$ 24時間)に亘って加熱保持することによって、鑄造時に非平衡的に生成する偏析などの後工程に悪影響を及ぼす不均一な組織を除去し均質化する。

[0046] ステップ11において、少量のBeを含む銅合金は、鍛造処理によって板状の形状(

例えば、13mm×450mm×400mm)を有する板状銅合金に加工される。また、板状銅合金の表面に形成された酸化皮膜は、切削によって除去される。さらに、板状銅合金から、互いに直交する3つの軸(X軸、Y軸及びZ軸)方向に沿って延びる辺を有する直方体である矩形銅合金200を切り出す。また、矩形銅合金200が有する各辺の長さの比(X辺:Y辺:Z辺)は、1:e:f(但し、 $1.2 < e < 1.3$ 、 $1.45 < f < 1.55$)である。

- [0047] ステップ12において、固溶化処理によってCuのマトリクス中にBe(又は、Be化合物)を固溶させる。具体的には、矩形銅合金200は、固溶温度域(700℃～1000℃の範囲内)で所定の固溶保持時間(1時間～24時間)に亘って加熱保持されることによって、Cuのマトリクス中にBe(又は、Be化合物)を固溶させる。また、この矩形銅合金200は、水焼入れ等によって冷却速度が $-100^{\circ}\text{C s}^{-1}$ 以上(好ましくは、 $-200^{\circ}\text{C s}^{-1}$ 以上)で冷却されることによって、Be(又は、Be化合物)が析出することなく、過飽和個溶体となる。
- [0048] ステップ13において、矩形銅合金200には、上述した鍛造装置100によってZ軸方向から圧力が加えられる。ここで、矩形銅合金200に加えられる塑性歪みの歪み速度は、 $1 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1} \sim 1 \times 10^{+1} \text{ s}^{-1}$ (好ましくは、 $1 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1} \sim 1 \times 10^{+1} \text{ s}^{-1}$)の範囲内であり、矩形銅合金200に加えられる塑性歪みの量(歪み量; ϵ)は、0.3～0.7の範囲内である。また、矩形銅合金200は、加工温度域(0℃～200℃の範囲内)で加工される。
- [0049] ステップ14において、矩形銅合金200には、上述した鍛造装置100によってY軸方向から圧力が加えられる。ここで、矩形銅合金200に加えられる塑性歪みの歪み速度は、 $1 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1} \sim 1 \times 10^{+1} \text{ s}^{-1}$ (好ましくは、 $1 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1} \sim 1 \times 10^{+1} \text{ s}^{-1}$)の範囲内であり、矩形銅合金200に加えられる塑性歪みの量(歪み量; ϵ)は、0.3～0.7の範囲内である。また、矩形銅合金200は、加工温度域(0℃～200℃の範囲内)で加工される。
- [0050] ステップ15において、矩形銅合金200には、上述した鍛造装置100によってX軸方向から圧力が加えられる。ここで、矩形銅合金200に加えられる塑性歪みの歪み速度は、 $1 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1} \sim 1 \times 10^{+1} \text{ s}^{-1}$ (好ましくは、 $1 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1} \sim 1 \times 10^{+1} \text{ s}^{-1}$)の範

囲内であり、矩形銅合金200に加えられる塑性歪みの量(歪み量; ϵ)は、0.3～0.7の範囲内である。また、矩形銅合金200は、加工温度域(0℃～200℃の範囲内)で加工される。

[0051] すなわち、ステップ13～ステップ15では、矩形銅合金200が有する辺のうち、最も長い辺に対応する軸方向から圧力が加えられ、矩形銅合金200が有する各辺の比は、1:e:fに保たれる。

[0052] ステップ16において、作業者は、矩形銅合金200に圧力が加えられた回数(加圧回数)が所定回数(例えば、15回)に達しているか否かを判定する。また、加圧回数が所定加圧回数に達している場合には、ステップ17の処理が行われ、加圧回数が所定の加圧回数に達していない場合には、ステップ13～ステップ15の処理が再び行われる。

[0053] なお、本実施形態において、加圧回数とは、各軸(X軸、Y軸及びZ軸)方向のいずれか一方から矩形銅合金200に圧力が加えられると、1回としてカウントアップされる回数である。また、所定の加圧回数とは、矩形銅合金200に加えられる塑性歪み量の累積値(累積歪み量; ϵ_{total})が4以上となる回数である。

[0054] また、本実施形態において、Z軸方向、Y軸方向及びZ軸方向から矩形銅合金200に圧力が加えられた後に、加圧回数が所定の加圧回数に達しているか否かを判定するが、これに限定されるものではなく、矩形銅合金200に圧力が加えられる度に加圧回数が所定の加圧回数に達しているか否かを判定してもよい。

[0055] ステップ17において、矩形銅合金200には、時効硬化処理が施され、Be(又は、Be化合物)によって構成される析出相が形成される。具体的には、矩形銅合金200に含まれるBe(又は、Be化合物)は、析出温度域(200℃～550℃の範囲内)で矩形銅合金200が所定の時効硬化時間(1時間～24時間)に亘って保持されることによって析出硬化する。

[0056] (作用及び効果)

本発明の一実施形態に係るベリリウム銅の製造方法によれば、Beが析出しない加工温度域で塑性歪みをベリリウム銅に加えることにより、酸化スケールが生じることを抑制することができる。

- [0057] また、塑性歪みを複数回に分けてベリリウム銅(矩形銅合金200)に加えることにより、加工温度や加工時間を厳密に管理することなく、ベリリウム銅に加えられる塑性歪みの量(累積歪み量)を増加させて、均一で微細な結晶粒(平均粒径 $\leq 2\mu\text{m}$)を有するベリリウム銅を製造することができる。
- [0058] 具体的には、加工温度域($0^{\circ}\text{C}\sim 200^{\circ}\text{C}$ の範囲内)で、1回の加圧で加えられる歪み量が0.3~0.7の範囲内となるように、X軸方向、Y軸方向及びZ軸方向から矩形銅合金に圧力を加えるため、厳密に管理された加工温度(例えば、 300°C)及び加工時間(例えば、30分以内)で加工しなくても、累積歪み量を増加させることができる。
- [0059] すなわち、加工温度域に幅があり、加工温度域が従来よりも低いため、中間温度脆性によって矩形銅合金が破損する可能性、矩形銅合金の時効硬化が進む可能性等を抑制しながら、均一で微細な結晶粒(平均粒径 $\leq 2\mu\text{m}$)を有するベリリウム銅を製造することができる。
- [0060] さらに、時効硬化処理が施される前に矩形銅合金200に塑性歪みを加えることにより、加工硬化が進むことに伴って塑性歪みを加えることが困難になることを回避することができる。
- [0061] ここで、平均粒径 $\leq 2\mu\text{m}$ とは、以下の測定方法により測定された平均粒径をいう。
- [0062] (1)SEM/EBSP(Scanning Electron Microscope/Electron Back Scatter Diffraction Pattern)法を用いて結晶方位解析を行い、方位差 θ が 2° より大きい境界を結晶粒界として計数して結晶粒径分布を求める
- (2)全計数の平均方位差 θ が 15° 以上であることを確認する
- (3)結晶粒径分布から平均粒径を算出する
- なお、一般的に、方位差 θ が $0^{\circ} \leq \theta < 4^{\circ}$ の境界を持つ亜結晶だけで構成される組織は結晶粒として計数しない。しかしながら、本実施形態では、観察結果は、超微細化していく過程で任意の瞬間を捉えたものであるため、方位差 θ が $0^{\circ} \leq \theta < 4^{\circ}$ の境界を持つ亜結晶だけで構成される組織も、この瞬間の全体組織を構成する一部であると考えられる。従って、平均方位差が 15° 以上である組織を結晶粒として計数する。

[0063] (実施例)

以下において、本発明の一実施形態に係るベリリウム銅の評価結果について、図面を参照しながら説明する。

[0064] 具体的には、本発明の一実施形態に係るベリリウム銅として、 $\text{Cu}_{97.77}\text{Be}_{0.35}\text{Ni}_{1.88}$ の重量比(%)で構成される矩形銅合金を用いた。また、矩形銅合金は、互いに直交する3つの軸方向に延びる辺を有する直方体であり、矩形銅合金が有する各辺の長さの比(X辺:Y辺:Z辺)は1:1.22:1.5である。

[0065] また、本発明の一実施形態に係るベリリウム銅の比較材として、Cuが99%以上の重量比で含まれる矩形純銅を用いた。また、矩形純銅は、上述した矩形銅合金と同様のサイズを有する。

[0066] 矩形銅合金については、固溶化処理によって、Cuのマトリクス中にBe及びNiを予め固溶させた。具体的には、矩形銅合金を石英管内に真空封入して、石英管に真空封入された矩形銅合金を950℃で24時間に亘って加熱保持した後に、水焼入れを行った。その結果、矩形銅合金の結晶粒の平均粒径は、約160 μm となった。

[0067] 一方、矩形純銅については、500℃で30分間に亘って矩形純銅を真空炉内で加熱保持した後に徐冷する焼きなましを行った。その結果、矩形純銅の結晶粒の平均粒径は、約70 μm となった。

[0068] また、矩形銅合金については、互いに直交する3つの軸(X軸、Y軸及びZ軸)方向から鍛造装置100を用いて加工温度(27℃)で圧力を加えることによって塑性歪みを加えた。具体的には、矩形銅合金には、 $3.0 \times 10^{-3} \text{s}^{-1}$ の歪み速度で塑性歪みを加え、1回の加圧による歪み量が0.4となるように塑性歪みを加えた。

[0069] さらに、矩形銅合金については、各軸(X軸、Y軸及びZ軸)方向から圧力を加えてから2s以内に水焼入れを行った後に研磨し、研磨した後に、加工温度(27℃)で15 min~18minに亘って矩形銅合金を加熱保持して、各軸(X軸、Y軸及びZ軸)方向から再び圧力を加えて矩形銅合金に塑性歪みを加えた。また、塑性歪みの累積値(累積歪み量; ϵ_{total})が6となるまで、この一連の作業を繰り返して、加工硬化の経過測定、硬度測定、光学顕微鏡による組織観察、及び、SEM/EBSP(Scanning Electron Microscope/Electron Back Scatter Diffraction Pattern)法による組織観察

を行った。

- [0070] 以下において、本発明の一実施形態に係る矩形銅合金(Cu-Be-Ni)の加工硬化と矩形純銅(Cu)の加工硬化との比較結果について、図面を参照しながら説明する。図5は、本発明の一実施形態に係る矩形銅合金(Cu-Be-Ni)の加工硬化と矩形純銅(Cu)の加工硬化との比較結果を示す図である。
- [0071] 図5に示すように、矩形純銅(Cu、加工温度=27℃)については、累積歪み量が0から1となるまで真応力が急激に増加し(加工硬化が進み)、累積歪み量が1から2となるまで真応力が緩やかに増加した。また、累積歪み量が2以上となると、真応力が一定となった。
- [0072] 一方、矩形銅合金(Cu-Be-Ni)については、累積歪み量が0から1.5となるまで真応力が急激に増加し(加工硬化が進み)、累積歪み量が2以上になっても、真応力が緩やかに増加し続けた。
- [0073] また、加工温度が27℃である場合に、矩形純銅(Cu)の定常変形応力は、380MPaであったのに対して、矩形銅合金(Cu-Be-Ni)の定常変形応力は、500MPaを超えていた。
- [0074] 以下において、本発明の一実施形態に係る矩形銅合金(Cu-Be-Ni)の硬度と矩形純銅(Cu)の硬度との比較結果について、図面を参照しながら説明する。図6は、本発明の一実施形態に係る矩形銅合金(Cu-Be-Ni)の硬度と矩形純銅(Cu)の硬度との比較結果を示す図である。
- [0075] 図6に示すように、ビッカース強度と累積歪み量との関係は、図5に示した真応力と累積歪み量との関係と類似する傾向を示した。
- [0076] 具体的には、矩形純銅(Cu、加工温度=27℃)については、累積歪み量が0から1となるまでビッカース強度が急激に増加し(加工硬化が進み)、累積歪み量が1から2となるまでビッカース強度が緩やかに増加した。また、累積歪み量が2以上となると、ビッカース強度が一定となった。
- [0077] 一方、矩形銅合金(Cu-Be-Ni)については、累積歪み量が0から1.5となるまでビッカース強度が急激に増加し(加工硬化が進み)、累積歪み量が2以上になっても、ビッカース強度が緩やかに増加し続けた。

- [0078] 以下において、本発明の一実施形態に係る矩形銅合金(Cu-Be-Ni)の結晶粒について、図面を参照しながら説明する。図7は、本発明の一実施形態に係る矩形銅合金(Cu-Be-Ni)の結晶粒を光学顕微鏡で組織観察した結果を示す図である。また、図8は、本発明の一実施形態に係る矩形銅合金(Cu-Be-Ni)の結晶粒をSEM/EBSP法で組織観察した結果を示す図である。
- [0079] なお、図7及び図8は、累積歪み量(ϵ total)が0.4、1.2、4.8及び6.0である場合に、矩形銅合金(Cu-Be-Ni)の結晶粒を組織観察した結果を示している。
- [0080] ここで、光学顕微鏡で組織観察した矩形銅合金のサンプルは、矩形銅合金に圧力が最後に加えられた軸方向と平行な面で矩形銅合金を切断し、エミリー紙研磨、バフ研磨及び電解研磨によって矩形銅合金の切断面を鏡面状に仕上げた後に、電解腐食(電解研磨液:リン酸=50%+蒸留水=50%)を行った。
- [0081] 一方、SEM/EBSP法で組織観察した矩形銅合金のサンプルは、矩形銅合金に圧力が最後に加えられた軸方向と平行な面で矩形銅合金を切断し、エミリー紙研磨、バフ研磨及び電解研磨(電解研磨液:メタノール=198ml+リン酸=135ml)を矩形銅合金の切断面に施した。
- [0082] 図7(a)に示すように、累積歪み量(ϵ total)が0.4である場合には、初期に生成された結晶粒(以下、初期結晶粒)内に変形帯が現れだす。図7(b)に示すように、累積歪み量(ϵ total)が1.2である場合には、初期結晶粒内に生じる変形帯の密度が高くなった。図7(c)に示すように、累積歪み量(ϵ total)が4.8である場合には、初期結晶粒内の全域に亘って変形帯が生じ、初期結晶粒を判別することができなくなった。すなわち、微細な粒状組織(平均粒径 $\leq 2\mu\text{m}$)が初期結晶粒の全域に亘って生じた。図7(d)に示すように、累積歪み量(ϵ total)が6.0である場合には、初期結晶粒内に生じる変形帯の密度がさらに高くなった。
- [0083] 図8(a)に示すように、累積歪み量(ϵ total)が0.4である場合には、初期結晶粒内に転移境界が方位差 $0^\circ \sim 15^\circ$ で生じた。図8(b)に示すように、初期結晶粒内に転移境界が方位差 $0^\circ \sim 15^\circ$ で生じ、初期結晶粒の境界近傍に微細な粒状組織が生じた。図8(c)に示すように、累積歪み量(ϵ total)が4.8である場合には、初期結晶粒内の全域に亘って転移境界が方位差 $0^\circ \sim 15^\circ$ で生じ、微細な粒状組織(

平均粒径 $\leq 2\mu\text{m}$)が初期結晶粒の全域に亘って生じた。この段階で、転移境界の方位差が $0^\circ \sim 15^\circ$ である大傾角粒界がほとんど見られなくなった。図8(d)に示すように、累積歪み量(ϵ_{total})が6である場合には、累積歪み量(ϵ_{total})が4.8である場合と同様に、初期結晶粒内の全域に亘って転移境界が方位差 $0^\circ \sim 15^\circ$ で生じ、微細な粒状組織(平均粒径 $\leq 2\mu\text{m}$)が初期結晶粒の全域に亘って生じた。

[0084] 以下において、本発明の一実施形態に係る矩形銅合金(Cu-Be-Ni)の平均粒径と累積歪み量との関係について、図面を参照しながら説明する。図9は、本発明の一実施形態に係る矩形銅合金(Cu-Be-Ni)の平均粒径と累積歪み量との関係を示す図である。図10は、本発明の一実施形態に係る矩形銅合金(Cu-Be-Ni)の結晶粒をSEM/EBSP法で組織観察した結果を示す図である。

[0085] 図9に示すように、累積歪み量($\Sigma \epsilon$)が増えるに従って、矩形銅合金の結晶粒の平均粒径が小さくなっていることが確認された。また、塑性歪みを矩形銅合金に加えることによって生じた結晶粒(新結晶粒)の粒径については、ほとんど変化が見られなかった。さらに、累積歪み量($\Sigma \epsilon$)が増えるに従って、矩形銅合金で新結晶粒が占める比率が高くなっていることが確認された。

[0086] また、矩形銅合金の結晶粒の平均粒径は、累積歪み量($\Sigma \epsilon$)が4以上である場合に、 $2\mu\text{m}$ 以下となることが確認された。

[0087] 図10に示すように、上述した図8と同様に、累積歪み量($\Sigma \epsilon$)が4.8以上である場合に、初期結晶粒内の全域に亘って新結晶粒界が方位差 $0^\circ \sim 15^\circ$ で生じ、微細な粒状組織(平均粒径 $\leq 2\mu\text{m}$)が初期結晶粒の全域に亘って生じることが確認された。

[0088] 以下において、本発明の一実施形態に係る矩形銅合金(Cu-Be-Ni)の時効硬化について、図面を参照しながら説明する。図11及び図12は、本発明の一実施形態に係る矩形銅合金(Cu-Be-Ni)の時効硬化を示す図である。

[0089] 図11に示すように、 450°C で時効硬化処理が行われた場合には、矩形銅合金(Cu-Be-Ni)のビッカース強度は、時効硬化時間が約1時間となった時点で最大(2,800MPa)となった。一方、 315°C で時効硬化処理が行われた場合には、矩形銅合金(Cu-Be-Ni)のビッカース強度は、時効硬化時間が約20時間となった時点で2

, 400MPa)を超えた。

[0090] また、図12に示すように、累積歪み量が4.8である矩形銅合金(Cu-Be-Ni)のビッカース強度は、累積歪み量が0.4である矩形銅合金(Cu-Be-Ni)のビッカース強度よりも高い値を示した。

[0091] (変更例)

上述した実施形態では、互いに直交する3つの軸(X軸、Y軸及びZ軸)方向から圧力を加える圧延加工を行うことによって、矩形銅合金(Cu-Be-Ni)に塑性歪みが加えられるが、これに限定されるものではなく、その他の塑性加工(例えば、押出し加工)を複数回に分けて行うことによって、矩形銅合金(Cu-Be-Ni)に塑性歪みが加えられてもよい。

請求の範囲

- [1] BeとCuとを少なくとも含むベリリウム銅であって、
平均粒径が $2\mu\text{m}$ 以下である結晶粒を有し、かつ、前記Cuから析出する前記Beを少なくとも含む析出相を有することを特徴とするベリリウム銅。
- [2] $\text{Cu}_{100-(a+b)}\text{Be}_a\text{Co}_b$ ($0.4\%\leq a\leq 2.0\%$ 、 $0.15\%\leq b\leq 2.8\%$ 、 $a+b\leq 3.5\%$)
の重量比、又は、 $\text{Cu}_{100-(c+d)}\text{Be}_c\text{Ni}_d$ ($0.05\%\leq c\leq 0.6\%$ 、 $1.0\%\leq d\leq 2.4\%$ 、 $c+d\leq 3.0\%$)
の重量比で構成されることを特徴とする請求項1に記載のベリリウム銅。
。
- [3] 前記ベリリウム銅は、
前記Cuに前記Beが固溶する温度域である固溶温度域で前記ベリリウム銅を所定の固溶保持時間に亘って保持した後に、前記Beが前記Cuに固溶した状態のままとなる冷却速度で前記ベリリウム銅を冷却し、
前記Beが析出しない温度域である加工温度域で、前記固溶化工程で冷却された前記ベリリウム銅に塑性歪みを複数回に分けて加え、
前記Beが析出する温度域である析出温度域で、前記加工工程で前記塑性歪みが加えられた前記ベリリウム銅を所定の時効硬化時間に亘って保持することによって形成されることを特徴とする請求項1に記載のベリリウム銅。
- [4] 前記結晶粒の前記平均粒径は、結晶方位解析方法によって算出された粒径であり、
前記結晶粒方位解析方法は、
SEM/EBSP (Scanning Electron Microscope/Electron Back Scatter Diffraction Pattern) 法を用いて結晶方位解析を行い、方位差 θ が 2° より大きい境界を結晶粒界として計数して結晶粒径分布を求めるステップと、
全計数の平均方位差 θ が 15° 以上であることを確認ステップと、
前記結晶粒径分布から前記平均粒径を算出するステップとを含むことを特徴とする請求項1に記載のベリリウム銅。
- [5] BeとCuとを少なくとも含むベリリウム銅を製造するベリリウム銅製造方法であって、
前記Cuに前記Beが固溶する温度域である固溶温度域で前記ベリリウム銅を所定

の固溶保持時間に亘って保持した後に、前記Beが前記Cuに固溶した状態のままとなる冷却速度で前記ベリリウム銅を冷却する固溶化工程と、

前記Beが析出しない温度域である加工温度域で、前記固溶化工程で冷却された前記ベリリウム銅に塑性歪みを複数回に分けて加える加工工程と、

前記Beが析出する温度域である析出温度域で、前記加工工程で前記塑性歪みが加えられた前記ベリリウム銅を所定の時効硬化時間に亘って保持する時効硬化工程とを含むことを特徴とするベリリウム銅製造方法。

- [6] 前記ベリリウム銅は、 $\text{Cu}_{100-(a+b)}\text{Be}_a\text{Co}_b$ ($0.4\% \leq a \leq 2.0\%$ 、 $0.15\% \leq b \leq 2.8\%$ 、 $a+b \leq 3.5\%$)の重量比、又は、 $\text{Cu}_{100-(c+d)}\text{Be}_c\text{Ni}_d$ ($0.05\% \leq c \leq 0.6\%$ 、 $1.0\% \leq d \leq 2.4\%$ 、 $c+d \leq 3.0\%$)の重量比で構成されることを特徴とする請求項5に記載のベリリウム銅製造方法。

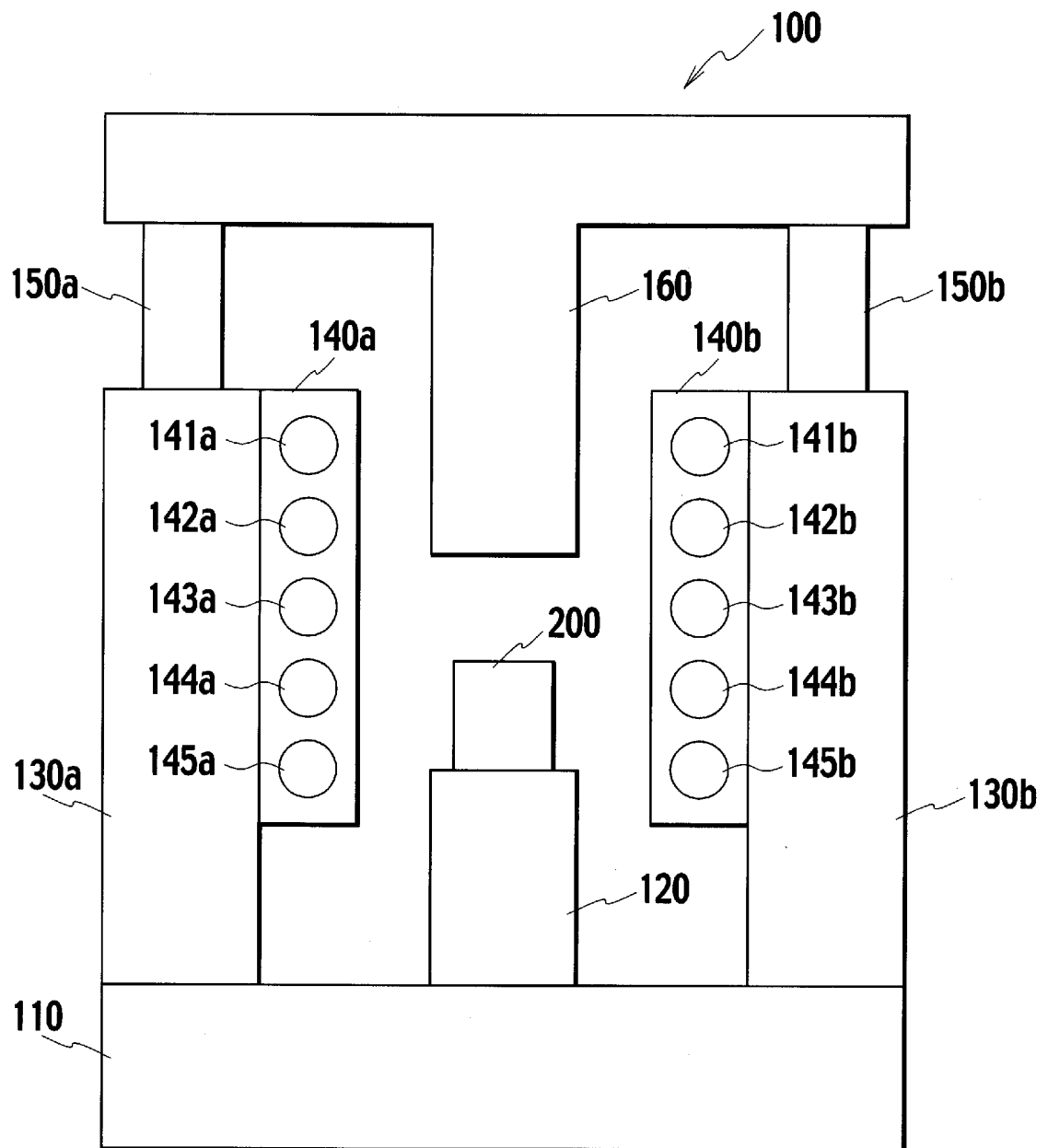
- [7] 前記固溶温度域は、 $700^{\circ}\text{C} \sim 1000^{\circ}\text{C}$ の範囲であり、
前記所定の固溶保持時間は、1時間～24時間の範囲内であり、
前記加工温度域は、 $0^{\circ}\text{C} \sim 200^{\circ}\text{C}$ の範囲内であり、
前記析出温度域は、 $200^{\circ}\text{C} \sim 550^{\circ}\text{C}$ の範囲内であり、
前記所定の時効硬化時間は、1時間～24時間の範囲内であることを特徴とする請求項5又は請求項6に記載のベリリウム銅製造方法。

- [8] 前記加工工程で前記塑性歪みが加えられる前記ベリリウム銅は、互いに直交する3つの軸方向に延びる辺を有する直方体であり、
前記加工工程は、それぞれの前記軸方向から順に前記ベリリウム銅に圧力を加えて、前記ベリリウム銅に前記塑性歪みを加える工程であることを特徴とする請求項5乃至請求項7のいずれかに記載のベリリウム銅製造方法。

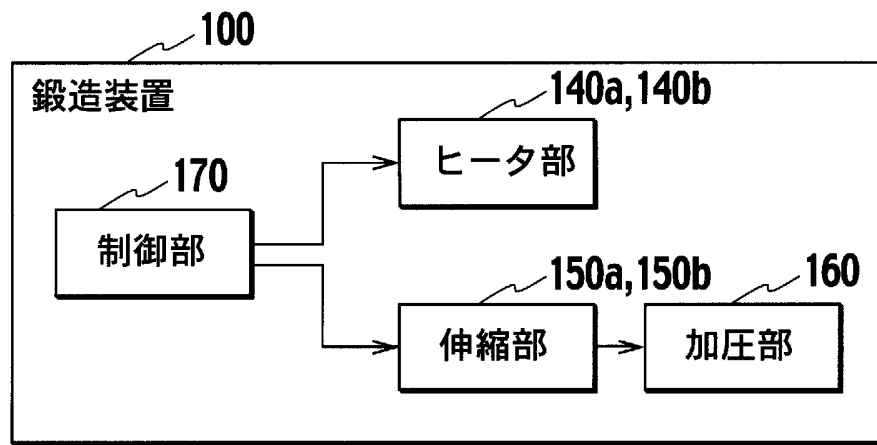
- [9] 前記加工工程で前記塑性歪みが加えられる前記ベリリウム銅は、互いに直交する3つの軸方向に延びる辺の長さが $1:e:f$ ($1.2 \leq e \leq 1.3$ 、 $1.45 \leq f \leq 1.55$)となる直方体であり、
前記加工工程において、前記ベリリウム銅に1回の加圧で加えられる前記塑性歪みの量は、 $0.3 \sim 0.7$ の範囲内であることを特徴とする請求項8に記載のベリリウム銅製造方法。

- [10] 前記加工工程は、前記ベリリウム銅に加えられた前記塑性歪みの累積値が4以上となるまで、それぞれの前記軸方向から順に前記ベリリウム銅に圧力を加える工程であることを特徴とする請求項8又は請求項9に記載のベリリウム銅製造方法。
- [11] BeとCuとを少なくとも含むベリリウム銅を製造するベリリウム銅製造装置であって、
前記Cuに前記Beが固溶した矩形銅合金が配置される配置面を有する台座部と、
前記台座部の前記配置面上に配置された前記矩形銅合金を加熱するヒータ部と、
前記台座部の前記配置面に対向して設けられており、前記台座部の前記配置面上に配置された前記矩形銅合金に圧力を加える加圧部とを備え、
前記ヒータ部は、前記Beが析出しない温度域である加工温度域で前記矩形銅合金の環境温度を保持し、
前記加圧部は、前記加工温度域で前記矩形銅合金に塑性歪みを複数回に分けて加えることを特徴とするベリリウム銅製造装置。

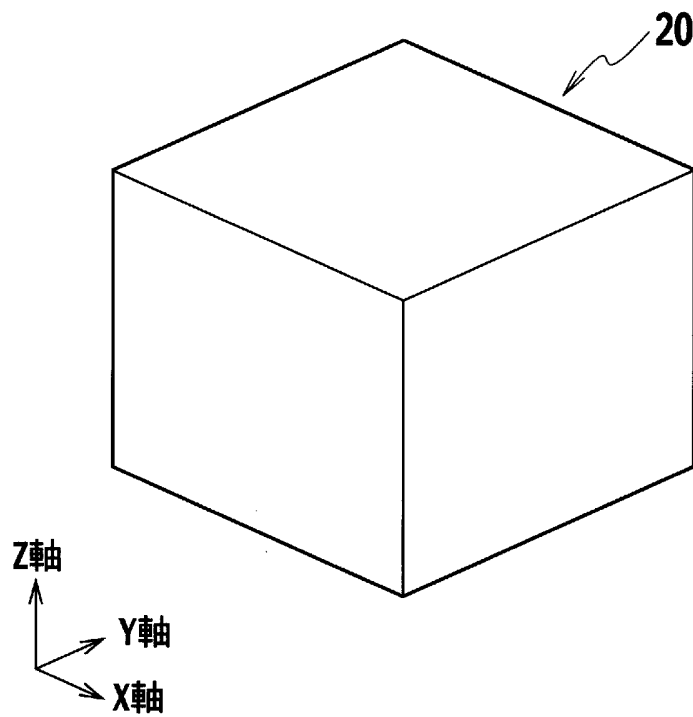
[図1]



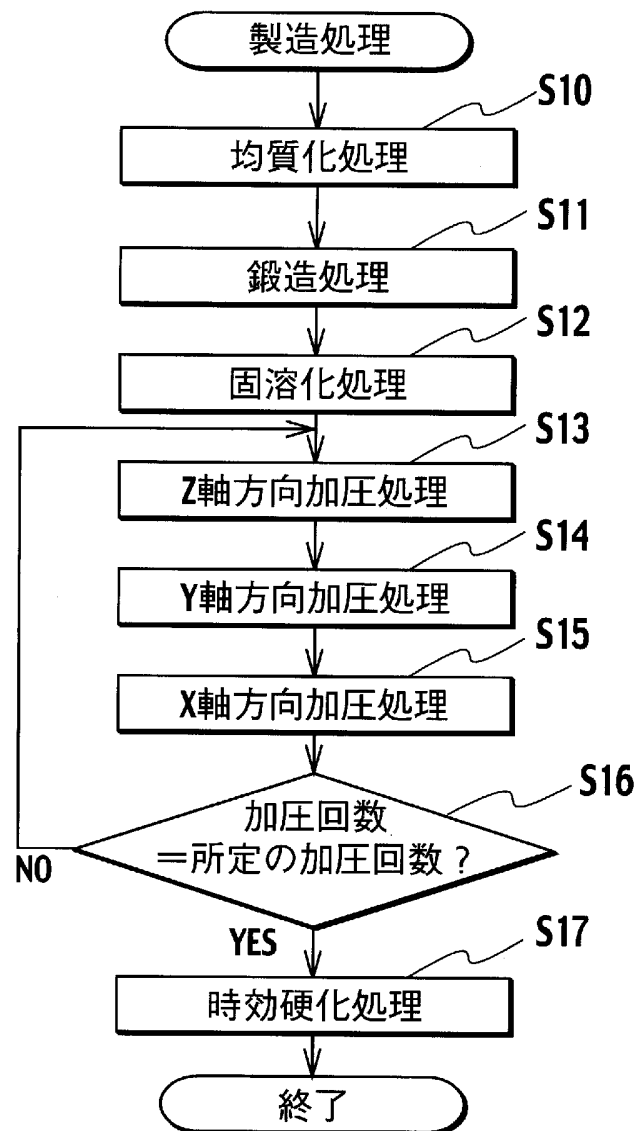
[図2]



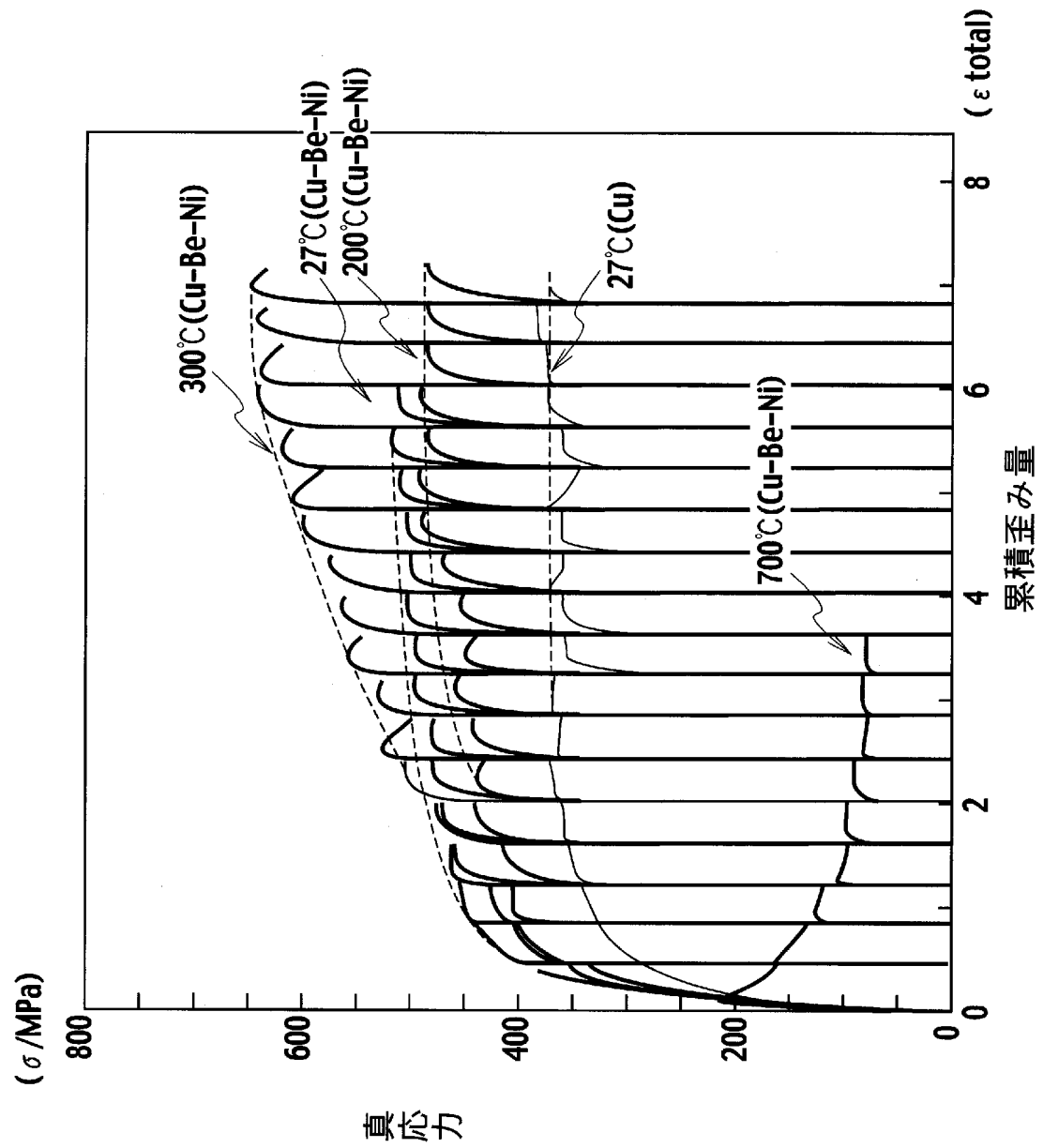
[図3]



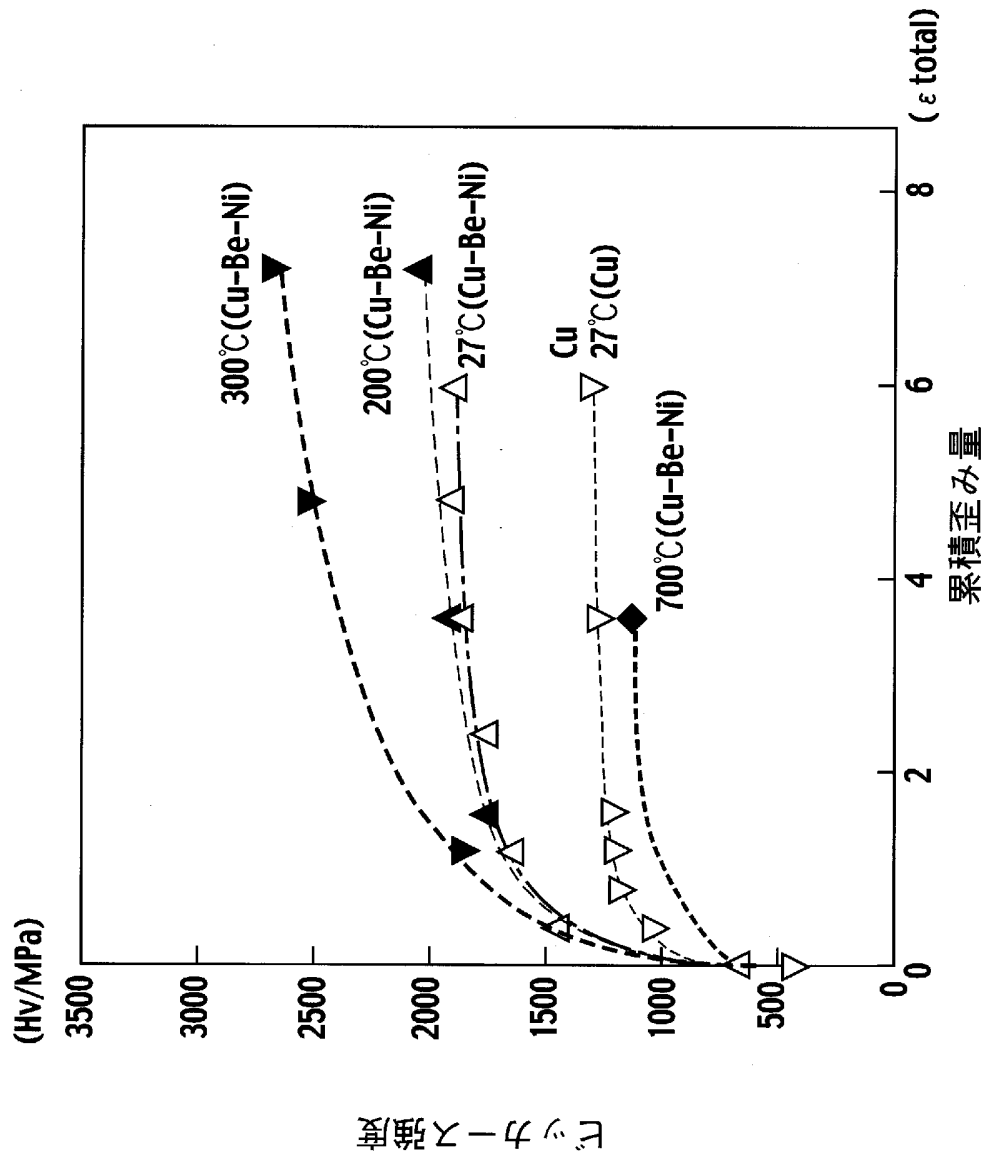
[図4]



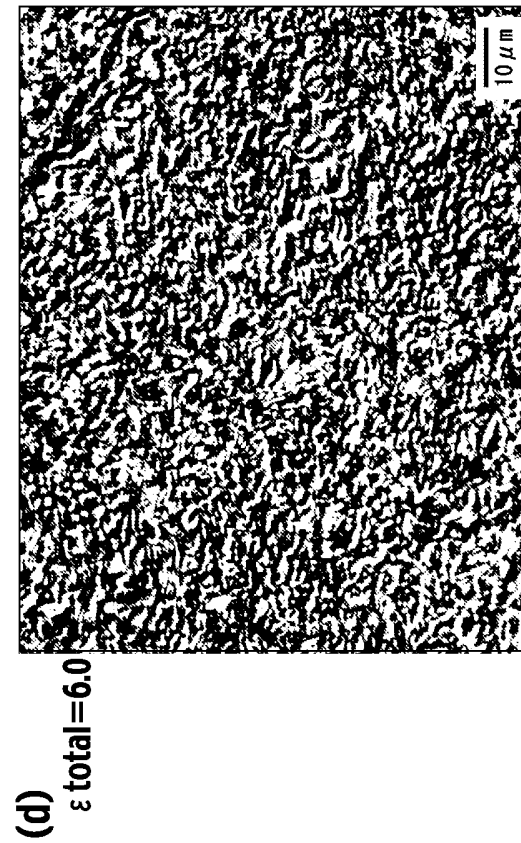
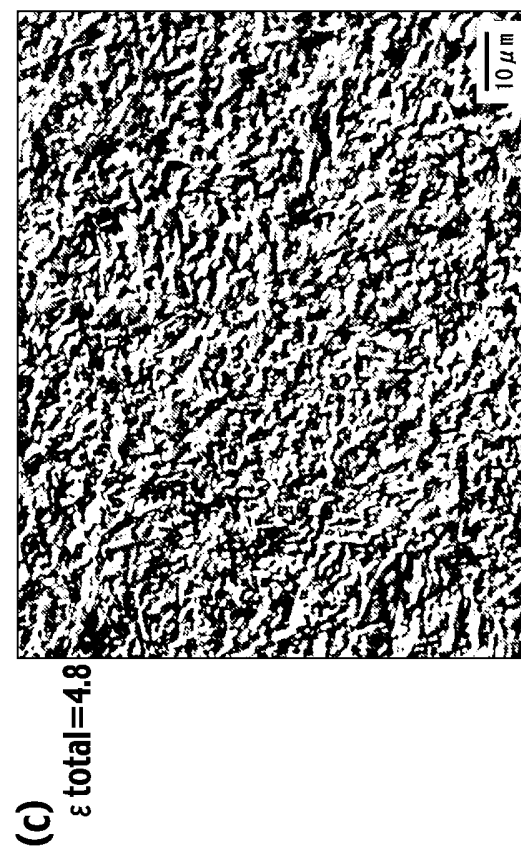
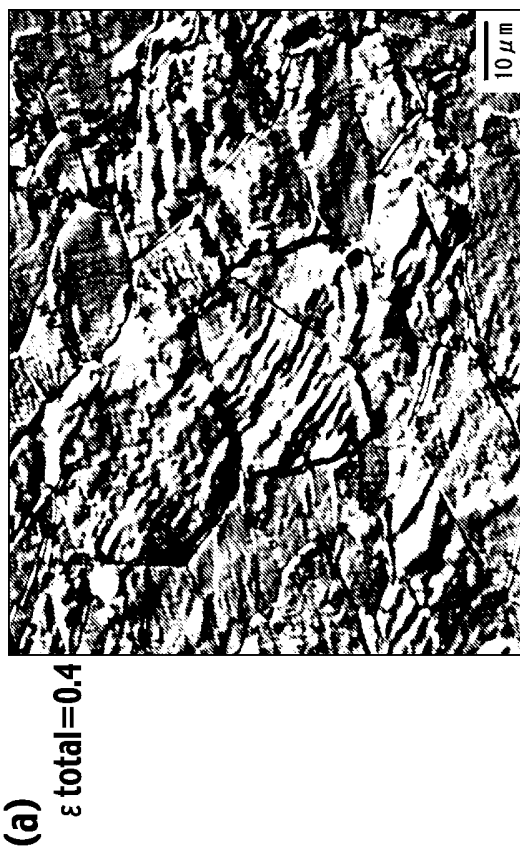
[図5]



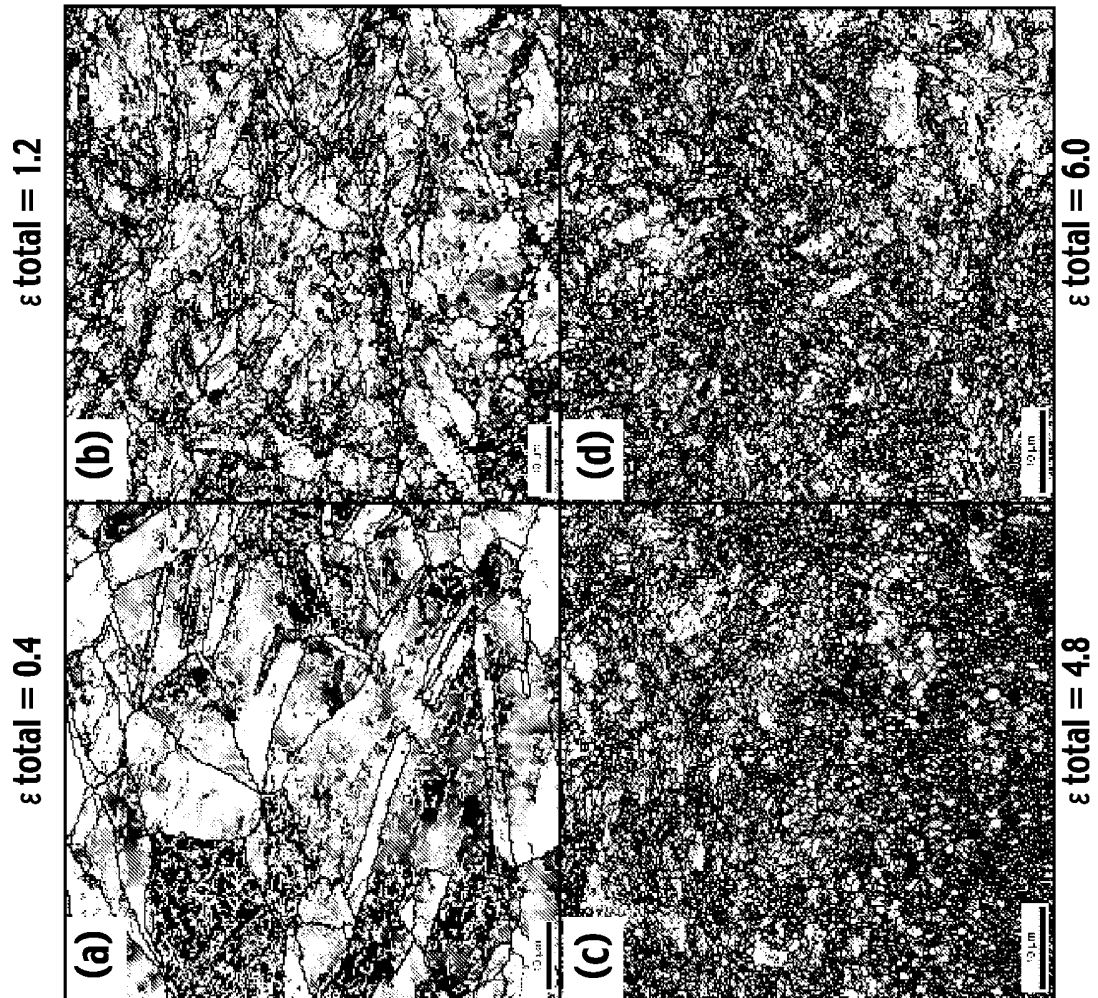
[図6]



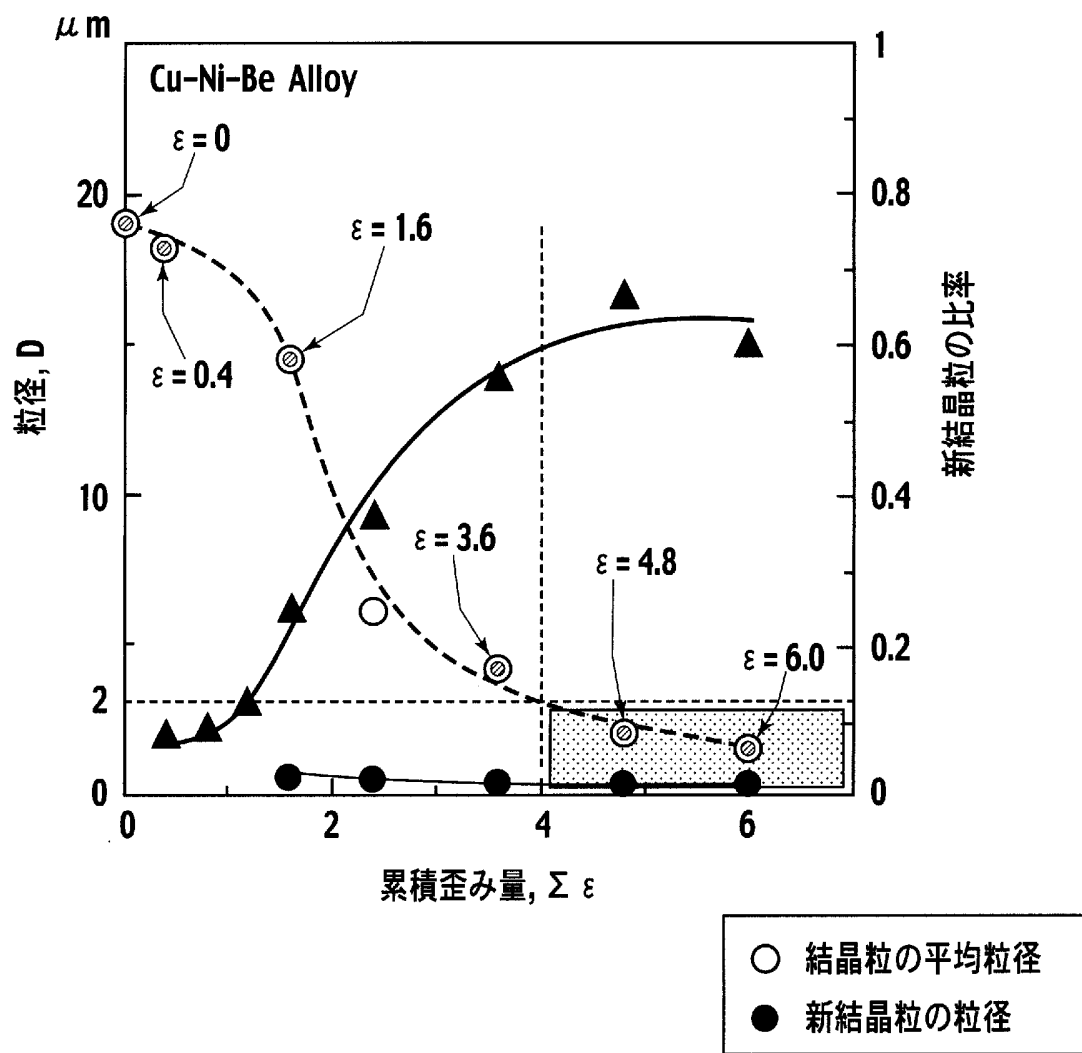
[図7]



[図8]

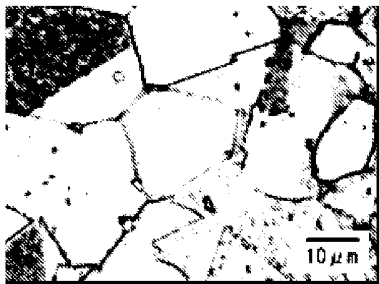


[図9]

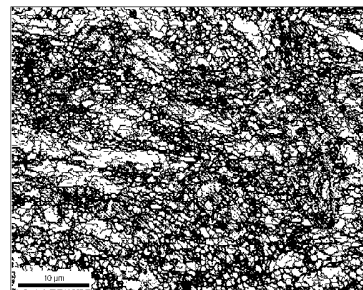


[図10]

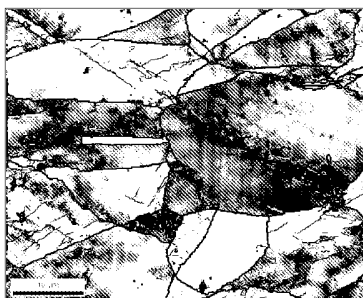
(a)

 $\varepsilon = 0$

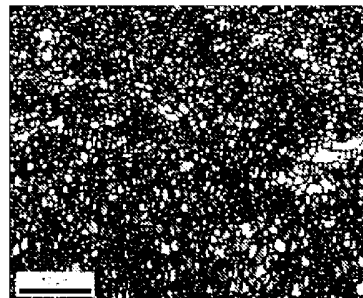
(d)

 $\varepsilon = 3.6$

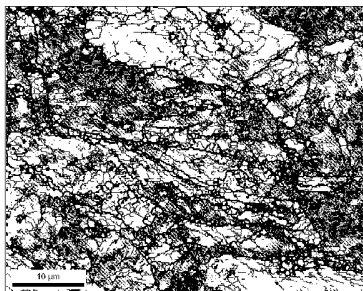
(b)

 $\varepsilon = 0.4$

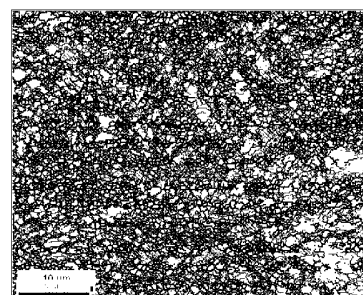
(e)

 $\varepsilon = 4.8$

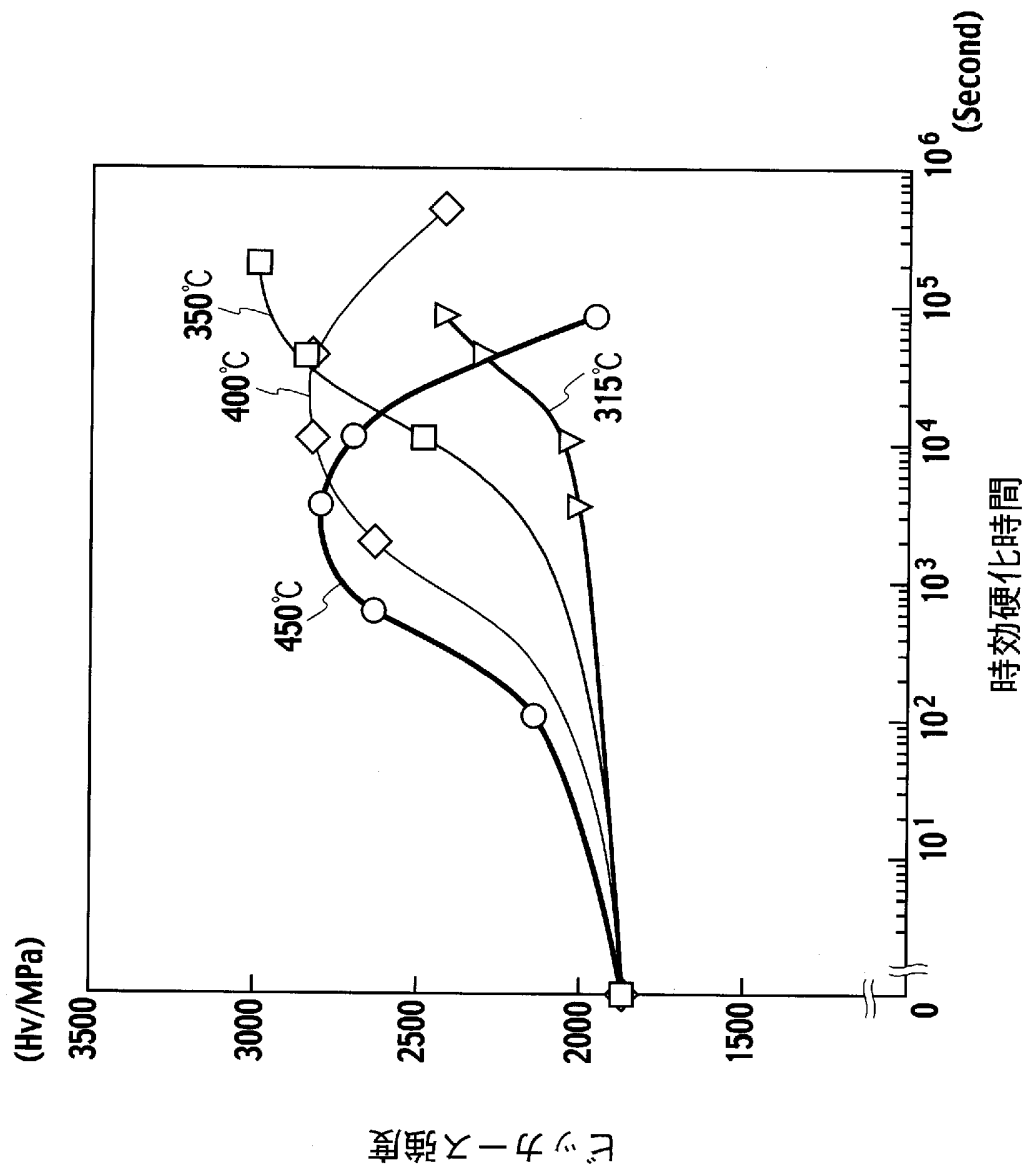
(c)

 $\varepsilon = 1.6$

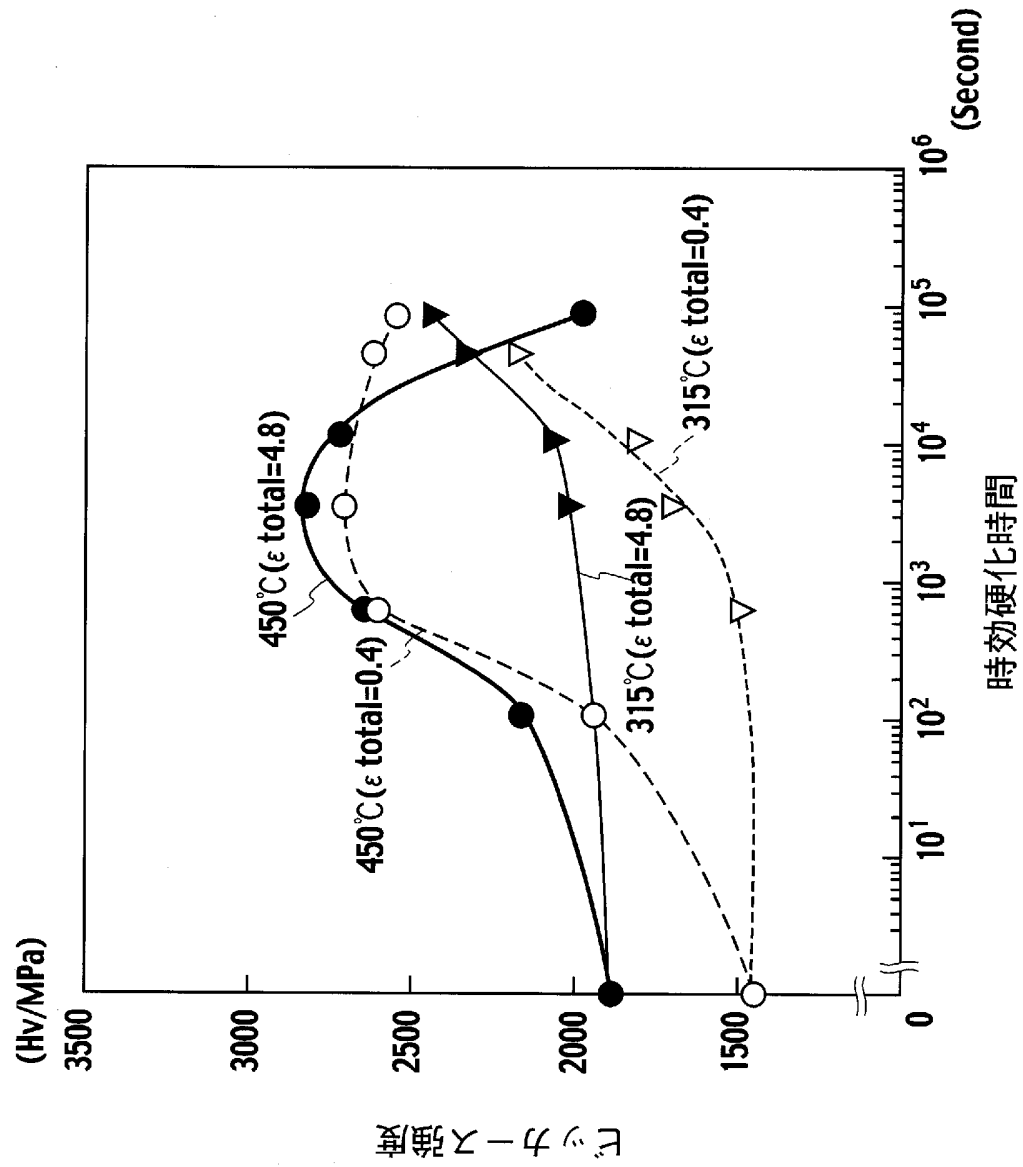
(f)

 $\varepsilon = 6.0$

[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/305726

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22C9/06(2006.01), C22F1/08(2006.01), C22F1/00(2006.01)

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)

C22C9/060-9/10, C22F1/00-3/02

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	1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 63-114929 A (Nippon Kogaku Kogyo Kabushiki Kaisha), 19 May, 1988 (19.05.88), Claims; example 1 (Family: none)	1-7
X	JP 62-199743 A (NGK Insulators, Ltd.), 03 September, 1987 (03.09.87), Claims; tables 1, 3 (Family: none)	1-7
X	JP 04-187351 A (Daiichi Denko Kabushiki Kaisha), 06 July, 1992 (06.07.92), Claims; examples (Family: none)	1-7

☒ 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
26 April, 2006 (26.04.06)

Date of mailing of the international search report
02 May, 2006 (02.05.06)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/305726

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 56-163248 A (NGK Insulators, Ltd.), 15 December, 1981 (15.12.81), Claims; examples (Family: none)	1-7 8-10
X Y	JP 59-225840 A (Director General, Agency of Industrial Science and Technology), 18 December, 1984 (18.12.84), Claims; Figs. 1 to 8 (Family: none)	11 8-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/305726

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The "special technical feature" of the inventions according to claims 1 to 10 relates to a beryllium-copper alloy having a specific composition and a specific structure and a method for the production thereof, whereas, the "special technical feature" of the invention according to claim 11 relates to an apparatus for producing a simple beryllium-copper which is not defined by the composition or the structure of a beryllium-copper.

There is no technical relationship between the above inventions involving one or more of the same or corresponding special technical features, and therefore, the above inventions are not so linked as to form a single general inventive concept.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

the

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, payment of a protest fee..
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. C22C9/06 (2006. 01), C22F1/08 (2006. 01), C22F1/00 (2006. 01)

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. C22C9/060-9/10, C22F1/00-3/02

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 0 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 6 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)

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 請求の範囲の番号
X	JP 63-114929 A (日本光学株式会社) 1988. 05. 19, 特許請求の範囲、 実施例 1 (ファミリーなし)	1-7
X	JP 62-199743 A (日本碍子株式会社) 1987. 09. 03, 特許請求の範囲、 第 1 表、第 3 表 (ファミリーなし)	1-7
X	JP 04-187351 A (第一電工株式会社) 1992. 07. 06, 特許請求の範囲、 実施例 (ファミリーなし)	1-7

☒ 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

2 6 . 0 4 . 2 0 0 6

国際調査報告の発送日

0 2 . 0 5 . 2 0 0 6

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)

河野 一夫

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 3 5

4 K

9 8 3 3

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 請求の範囲の番号
X Y	JP 56-163248 A (日本碍子株式会社) 1981. 12. 15, 特許請求の範囲、 実施例 (ファミリーなし)	1-7 8-10
X Y	JP 59-225840 A (工業技術院長) 1984. 12. 18, 特許請求の範囲、第 1 - 8 図 (ファミリーなし)	11 8-10

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（P C T 17条(2) (a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲_____は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲_____は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲_____は、従属請求の範囲であってP C T 規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1－10に係る発明の「特別な技術的特徴」は特定組成を有し且つ特定の組織を有するベリリウム銅合金及びその製法に関し、請求の範囲11に係る発明の「特別な技術的特徴」はベリリウム銅の組成やその組織により規定されない単なるベリリウム銅製造装置に関するものである。

これらの発明は、一又は二以上の同一又は対応する特別な技術的特徴を含む技術的な関係にないから、単一の一般的発明概念を形成するように連関しているものとは認められない。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付を伴う異議申立てがなかった。