



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

転がり軸受用保持器、玉軸受およびころ軸受

技術分野

[0001] 本発明は、転がり軸受用保持器に関し、特に、玉軸受用保持器およびころ軸受用保持器に関する。また、本発明は、玉軸受およびころ軸受に関する。

背景技術

[0002] 従来、玉軸受用保持器としては、特開2001-304268号公報に記載されているものがある。この玉軸受用保持器は、半円形状の部分と平坦部とが交互に繰り返されている波形状の環状の同一の2つの板材をリベット接合して形成されている。上記波形状の環状の板材は、環状の金属製の板材をプレス成型して形成され、各環状の板材の平坦部の略中央には、一つの貫通穴が形成されている。2つの上記波形状の環状の板材の貫通穴同士が対向するように、2つの上記波形状の環状の板材を対向配置した後、開口同士が接触している2つの貫通穴を貫くようにリベットを挿入し、更に、各貫通穴に挿入されているリベットの頭側と反対側の端面を手ヅチまたはリベット打ち機で打って、2つの上記波形状の環状の板材を接合している。2つの上記波形状の環状の板材を接合したとき、一方の上記波形状の環状の板材の半円形状の部分と、他方の上記波形状の環状の板材の半円形状の部分とは、相俟って内周面に略円筒面を形成している。この略円筒面は、玉を収容するポケットを構成している。この玉軸受用保持器は、簡単安価に製造でき、また、金属製であるため耐熱性に優れているという利点を有している。

[0003] しかしながら、従来の玉軸受用保持器は耐熱性には良好であるが、柔軟性が不足しており剛直である。玉軸受は、モーメント荷重条件下や、急加減速条件下で使用すると、個々の玉の進み遅れに差が生じる。このようなモーメント荷重条件下や急加減速条件下で、従来の剛直な玉軸受用保持器を組み込んだ玉軸受を使用すると、玉の進み遅れに対して保持器が弾性変形により追従することができず、玉と玉軸受用保持器のポケットの内周面とが強く接触する。この強い接触のために、隣接するポケットの間に引張力や圧縮力が発生し、特に玉軸受用保持器の隣接するポケットの間

にある半円形状の部分と平坦部との境界を含む近接部分や、リベットが貫通する貫通孔を含む近傍部分において破断等の裂傷が発生したり、玉とポケットの内周面との間で焼きつきが発生するという問題がある。また、その質量により保持器の慣性力が大きく、玉軸受のトルクにも影響する。

[0004] 破断等の裂傷を防ぐために、上記板材の厚さを厚くすると、保持器の強度を大きくすることができる一方、玉を保持する面の形状精度が悪くなって、保持器と玉のあたりが不均一になるという問題がある。また、保持器の製造コストが大きくなると共に、保持器の重量および軸方向の寸法が大きくなるという問題がある。一方、上記従来の玉軸受用保持器では、上記板材の厚さを薄くすると、保持器の軸方向の寸法を小さくできて保持器を軽量化できトルク特性が向上したり、柔軟性が向上するものの、保持器の引張強度、疲労強度等の機械的特性が不足するため、保持器に破断等の裂傷が発生するという問題がある。

[0005] さらに、従来、ポリアミド66等で形成された樹脂製保持器も知られている。樹脂製保持器は柔軟性に優れ、軽量であるものの、一般には金属製(特に鋼製)のものより耐熱性が劣り、例えば、ポリアミド66では使用上限温度が120℃程度である。耐熱性樹脂でも例えば使用上限温度は200℃程度である上に、非常に高価である。また、樹脂製保持器は潤滑剤の油分や添加剤により劣化し、強度が低下するという問題もある。また、樹脂製保持器は射出成形により製作されるものではウェルドが生じ、この部分で破断しやすいことも知られている。そして、樹脂は線膨張係数が金属(特に鋼)やセラミックよりも大きく、樹脂製保持器を玉軸受に組み込んだ場合、温度変化によって生じるすきま変化により、玉軸受はトルク変動、騒音発生、振動の発生などを生じる。

[0006] また、従来、ころ軸受用保持器としては、特開2005-048834号公報に記載されているものがある。この保持器は、金属製の板材からなり小径環状部と大径環状部との間を複数の柱部で連結して円錐ころを収容するポケットを形成している。金属製の板材からなるため耐熱性には優れている。上記小径環状部の軸方向の外方の端部は、径方向の内方に折り曲げられている。上記従来の円錐ころ軸受は、小径環状部の軸方向の外方の端部を、径方向の内方に折り曲げることにより、保持器の径方向

の強度を確保している。しかしながら、保持器の軽量化の要請により、保持器の肉厚を薄肉化した場合、上記小径環状部の折り曲げのみでは、強度が不足するという問題がある。

[0007] また、保持器の強度を保つために、保持器の肉厚を従来と同様、あるいは更に厚肉化すると、保持器が剛直になる。モーメント荷重条件や急加減速条件下で、ころ軸受が使用されると、ころに進み遅れが生じるが、剛直な保持器を組み込んだころ軸受を、モーメント荷重条件や急加減速条件下で用いると、ころの進み遅れに保持器が追従できず、ころと保持器ポケット内周面とは強く接触する。この強い接触によって、ころと保持器ポケット間に焼きつきが生じたり、隣接するポケット間で生じる引張力や圧縮力によって保持器が破断するという問題がある。

[0008] また、ころ軸受用保持器が、ニードルころ軸受用保持器の場合は、軸方向の端部を径方向に折り曲げられないため、強度が非常に弱いという問題がある。

[0009] さらに、従来、ポリアミド66等で形成された樹脂製保持器も知られている。樹脂製保持器は柔軟性に優れ、軽量であるものの、一般には金属製(特に鋼製)のものより耐熱性が劣り、例えば、ポリアミド66では使用上限温度が120℃程度である。耐熱性樹脂でも例えば使用上限温度は200℃程度である上に、非常に高価である。また、樹脂製保持器は潤滑剤の油分や添加剤により劣化し、強度が低下するという問題もある。また、樹脂製保持器は射出成形により製作されるものではウェルドが生じ、この部分で破断しやすいことも知られている。そして、樹脂は線膨張係数が金属(特に鋼)やセラミックよりも大きく、樹脂製保持器をころ軸受に組み込んだ場合、温度変化によって生じるすきま変化により、ころ軸受はトルク変動、騒音発生、振動の発生などを生じる。

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0010] そこで、本発明の課題は、コンパクトでかつ強度が大きくて柔軟性、耐熱性、耐油性に優れた転がり軸受用保持器を提供することにある。そして、特に、保持器の軸方向の寸法が小さくて重量が小さいと共に、強度および硬度が大きくて柔軟性、耐熱性、耐油性、耐摩耗性に優れた玉軸受用保持器およびその玉軸受用保持器を有する

玉軸受を提供することにある。また、特に、軽量コンパクトでかつ強度が大きくて柔軟性、耐熱性、耐油性に優れるころ軸受用保持器およびこのころ軸受用保持器を有するころ軸受を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0011] 上記課題を解決するため、この発明の転がり軸受用保持器は、環状の本体部と、
上記本体部の表面上に電気メッキ法によって形成されて積層されると共に、隣接する層が互いに異なった金属又は合金からなる多層膜とを備えることを特徴としている。
- [0012] 本発明によれば、保持器の表面上に形成された上記多層膜に、隣接する層同士の間、転位運動の障害となる界面が形成されることで、保持器の強度および硬度を向上させることができる。
- [0013] また、上記本体部の表面上に形成された多層膜によって、機械的強度が大きくなっているため、上記本体部の軸方向の厚さを低減できる。したがって、強度および硬度が大きくて柔軟性を有し、耐熱性、耐摩耗性、耐油性に優れ、軽量で破損しにくい保持器とすることができる。また、保持器の強度が大きくなるので、保持器を薄くすることができる。すなわち、保持器をプレス成形によって高精度化し易い厚さとすることができる。
- [0014] また、上記多層膜を、電気メッキ法によって形成しているため、真空蒸着法で多層膜を形成する場合と比較して、多層膜を格段に低コストで形成できる。また、上記端面の全面に、各層の層厚が略均一な多層膜を形成することができる。
- [0015] また、一実施形態の転がり軸受装置は、上記本体部が、玉を上記本体部の軸方向の両側から挟んで上記玉を収容するポケットを有する。
- [0016] 上記実施形態によれば、保持器の表面上に形成された上記多層膜に、隣接する層同士の間、転位運動の障害となる界面が形成されることで、保持器の強度および硬度を向上させることができる。また、保持器の強度が向上するので、玉の進み遅れによって生じる保持器の周方向の引張力や圧縮力に対しても十分な強度を備え、保持器の破損を抑制することができる。よって、この玉軸受用保持器を備えた玉軸受

の寿命を延ばすことができる。

- [0017] また、上記実施形態によれば、上記本体部の表面上に形成された多層膜によって、機械的強度が大きくなっているため、上記本体部の軸方向の厚さを低減できる。したがって、強度および硬度が大きくて柔軟性を有し、耐熱性、耐摩耗性、耐油性に優れ、軽量で破損しにくい保持器とすることができる。また、保持器の強度が大きくなるため、保持器を薄くすることができる。すなわち、保持器をプレス成形によって高精度化し易い厚さとすることができるので、玉の真球度に対して大きく劣っていた保持器の玉案内面の精度を大幅に向上させることができ、回転トルクや振動を格段に低減させることができる。
- [0018] また、一実施形態の転がり軸受用保持器は、上記多層膜が、上記本体部の上記軸方向の外方の表面上に形成されている。
- [0019] 上記実施形態によれば、軸方向外方の表面上に形成された多層膜が玉と摺接しないため、多層膜が長期にわたって維持できる。
- [0020] また、一実施形態の転がり軸受用保持器は、半円形状の部分と平坦部とが交互に繰り返されている波形状かつ環状の2つの板材を対向させて接合したものであり、上記多層膜は、上記半円形状の部分と上記平坦部との境界を含むよう形成されている。
- [0021] 上記実施形態によれば、特に破断等の裂傷が発生しやすい部分の強度を向上させることができ、裂傷を抑制できる。また、強度が向上できるため本体部の軸方向の厚さを低減できるため、この部分の柔軟性を向上させることができ、この場合、さらに裂傷を抑制できる。
- [0022] また、一実施形態の転がり軸受用保持器は、上記転がり軸受用保持器が、複数の部材を接合してなり、上記多層膜は、上記接合部分を含むよう形成されている。
- [0023] 上記実施形態によれば、特に破断等の裂傷が発生しやすい部分の強度を向上させることができ、裂傷を抑制できる。
- [0024] また、一実施形態の転がり軸受用保持器は、上記多層膜は、ニッケル層と銅層とを交互に積層してなる多層膜である。
- [0025] 上記実施形態によれば、電気メッキ法により良好に多層膜を形成することができる。

- [0026] また、一実施形態の転がり軸受用保持器は、上記多層膜中の上記各ニッケル層の層厚が15nm以上100nm以下であると共に、上記多層膜中の上記各銅層の層厚が3nm以上100nm以下であり、かつ、上記多層膜の膜厚が200nmを超え8000nm以下である。
- [0027] 尚、上記多層膜中にニッケル層が一つしか存在しない場合も本発明に含まれる。この場合、上記多層膜中の唯一のニッケル層の層厚は15nm以上100nm以下であるものとする。また、上記多層膜中に銅層が一つしか存在しない場合も本発明に含まれる。この場合、上記多層膜中の唯一の銅層の層厚は3nm以上100nm以下であるものとする。
- [0028] 上記実施形態によれば、上記ニッケル層の層厚が15nm以上100nm以下であり、上記銅層の層厚が3nm以上100nm以下であり、かつ多層膜全体の膜厚が200nmより大きいので、転位運動の障害となる界面を、保持器の強度を向上させるのに十分な数とできる。また、保持器の強度が向上するので、保持器の軸方向の寸法を小さくできる。これにより、保持器の質量が小さくなると共に、保持器をプレス成形によって高精度化しやすい厚さとできるので、軸受の回転トルクや振動を格段に低減することができる。また、多層膜の全体の厚さが8000nm以下であるので、多層膜の材料コストおよび製造コストを低減することができる。また、保持器の強度が向上するので、玉の進み遅れによって生じる保持器の周方向の引張力や圧縮力に対しても十分な強度を備え、保持器の破損を抑制することができる。よって、この玉軸受用保持器を備えた玉軸受の寿命を延ばすことができる。また、保持器の強度が大きくなるので、保持器を薄くすることができる。すなわち、保持器をプレス成形によって高精度化し易い厚さとすることができるので、玉の真球度に対して大きく劣っていた保持器の玉案内面の精度を大幅に向上させることができ、回転トルクや振動を格段に低減させることができる。
- [0029] また、一実施形態の転がり軸受用保持器は、上記多層膜は、上記ニッケル層と上記銅層とを20回を超えて積層したものである。
- [0030] 上記実施形態によれば、上記ニッケル層と上記銅層との界面が20以下の場合と比較して保持器表面の硬さを格段に大きくできる。

- [0031] また、本発明の玉軸受は、本発明の転がり軸受用保持器を備えることを特徴としている。
- [0032] 本発明によれば、上記発明の転がり軸受用保持器を備えるので、保持器の強度を大きくできて、玉軸受の信頼性を向上させることができる。また、保持器の軸方向の寸法を小さくできると共に保持器を軽量化できる。また、保持器の本体部の軸方向の厚さを低減できるため、強度および硬度が大きくて柔軟性を有する。したがって、玉軸受の信頼性を向上させることができる。また、耐熱性、耐油性に優れ、軽量で破損しにくくトルクが小さい。
- [0033] また、一実施形態の転がり軸受用保持器は、上記本体部が、2つの環状部の間を複数の柱部で連結することによって形成されると共に、ころを収容するポケットを有している。
- [0034] 上記実施形態によれば、保持器の表面上に形成された上記多層膜に、隣接する層同士の間、転位運動の障害となる界面が形成されることで、保持器の強度および硬度を向上させることができる。また、保持器の強度が向上するので、ころの進み遅れやスキューなどのころの挙動によって生じる保持器の周方向の引張力や圧縮力に対しても十分な強度を備え、保持器の破損を抑制することができる。よって、このころ軸受用保持器を備えたころ軸受の寿命を延ばすことができる。
- [0035] また、上記実施形態によれば、上記本体部の表面上に形成された多層膜によって、機械的強度が大きくなっているので、上記本体部の周方向に直角な方向の厚さを低減できる。したがって、強度および硬度が大きくて柔軟性を有し、耐熱性、耐摩耗性、耐油性に優れ、軽量で破損しにくい保持器とすることができる。また、保持器の強度が大きくなるので、保持器を薄くすることができる。プレス成形によって保持器を製作する場合、保持器をプレス成形によって高精度化し易い厚さとすることができるので、保持器のポケット内周面の精度を大幅に向上させることができる。これにより、ころのスキュー低減など、ころの挙動を安定させることができ、軸受の回転トルクや振動を格段に低減させることができるとともに、ころ軸受の長寿命化が図れる。
- [0036] また、一実施形態の転がり軸受用保持器は、上記多層膜が、上記本体部の径方向の外方の表面上に形成されている。

- [0037] 上記実施形態によれば、径方向の外方の表面上に形成された多層膜がころと摺接しないため、多層膜が長期にわたって維持できる。
- [0038] また、一実施形態の転がり軸受用保持器は、上記多層膜が、上記本体部の径方向の内方の表面上に形成されている。
- [0039] 上記実施形態によれば、径方向の内方の表面上に形成された多層膜がころと摺接しないため、多層膜が長期にわたって維持できる。
- [0040] また、一実施形態の転がり軸受用保持器は、上記多層膜が、ニッケル層と銅層とを交互に積層してなる多層膜である。
- [0041] 上記実施形態によれば、電気メッキ法により良好に多層膜を形成することができる。
- [0042] また、一実施形態の転がり軸受用保持器は、上記多層膜中の上記各ニッケル層の層厚が15nm以上100nm以下であると共に、上記多層膜中の上記各銅層の層厚が3nm以上100nm以下であり、かつ、上記多層膜の膜厚が200nmを超え8000nm以下である。
- [0043] 尚、上記多層膜中にニッケル層が一つしか存在しない場合も本発明に含まれる。この場合、上記多層膜中の唯一のニッケル層の層厚は15nm以上100nm以下であるものとする。また、上記多層膜中に銅層が一つしか存在しない場合も本発明に含まれる。この場合、上記多層膜中の唯一の銅層の層厚は3nm以上100nm以下であるものとする。
- [0044] 上記実施形態によれば、上記ニッケル層の層厚が15nm以上100nm以下であり、上記銅層の層厚が3nm以上100nm以下であり、かつ多層膜全体の膜厚が200nmより大きいので、転位運動の障害となる界面を、保持器の強度を向上させるのに十分な数とできる。また、保持器の強度が向上するので、保持器の軸方向の寸法を小さくできる。また、多層膜の厚さが8000nm以下であるので、多層膜の材料コストおよび製造コストを低減することができる。また、保持器の強度が向上するので、ころの進み遅れやスキューなどのころの挙動によって生じる保持器の周方向の引張力や圧縮力に対しても十分な強度を備え、保持器の破損を抑制することができる。よって、このころ軸受用保持器を備えたころ軸受の寿命を延ばすことができる。また、保持器の強度が大きくなるので、保持器を薄くすることができる。プレス成形によって保持器を製作

する場合、保持器をプレス成形によって高精度化し易い厚さとすることができるので、保持器のポケット内周面の精度を大幅に向上させることができる。これにより、ころのスキュー低減など、ころの挙動を安定させることができ、軸受の回転トルクや振動を格段に低減させることができるとともに、ころ軸受の長寿命化が図れる。

[0045] また、一実施形態の転がり軸受用保持器は、上記多層膜が、上記ニッケル層と上記銅層とを、20回を超えて積層させている。

[0046] 上記実施形態によれば、上記ニッケル層と上記銅層との界面が20以下の場合と比較して保持器表面の硬さを格段に大きくできる。

[0047] また、本発明のころ軸受は、本発明の転がり軸受用保持器を備えることを特徴としている。

[0048] 本発明によれば、上記発明の転がり軸受用保持器を備えるので、保持器の強度を大きくできて、ころ軸受の強度を大きくできる。また、保持器の肉厚が薄くて保持器の重量が軽いので、ころ軸受を軽量化できる。また、保持器の肉厚が薄いので、強度及び硬度が大きくて柔軟性を有する。したがって、ころ軸受の信頼性を向上させることができる。また、耐熱性、耐油性に優れ、軽量で破損しにくくトルクが小さい。

図面の簡単な説明

[0049] [図1A]本発明の第1実施形態の玉軸受用保持器の一部の斜視図である。

[図1B]図1Aに示す玉軸受用保持器の軸方向の外方の端面の表層部の構造を示す模式断面図である。

[図2A]本発明の第2実施形態の円錐ころ軸受用保持器の軸方向の断面図である。

[図2B]図2Aに示すころ軸受用保持器の径方向の外方の表面の表層部の構造を示す模式断面図である。

[図3]本体部に多層膜を形成するための装置を示す模式図である。

[図4]参照電極と本体部との間に印加される電圧の時間変化の一例と、その電圧を印加した場合の本体部上の膜の形成状況を表す図である。

[図5]層厚が全て同一のニッケル層と、ニッケル層と同一の層厚を有する銅層とを交互に積層して多層膜を形成した場合における、多層膜中の一層の層厚と、多層膜の硬さとの関係を示す図である。

[図6]層厚が全て20nmのニッケル層と、層厚が全て同じで層厚を変動させたニッケル層とを交互に積層して形成した多層膜における、銅層一層の層厚と、多層膜のビッカース硬さとの関係を示す図である。

[図7A]100nmの層厚を有するニッケル層と100nmの層厚を有する銅層とを交互に積層して形成した多層膜にX線を照射したときの、X線回折強度の角度分布を示す図である。

[図7B]5nmの層厚を有するニッケル層と5nmの層厚を有する銅層とを交互に積層して形成した多層膜にX線を照射したときの、X線回折強度の角度分布を示す図である。

[図8]ニッケル層と銅層との界面におけるミスフィット転位を模式的に示す図である。

[図9]層厚がすべて75nmのニッケル層と、ニッケル層と等しい層厚の銅層を交互に20回、40回、60回積層した試験片のビッカース硬さを測定した結果を示す図である。

[図10A]層厚がすべて50nmのニッケル層と、ニッケル層と等しい層厚の銅層を交互に、全体の膜厚が10 μ mとなるように形成した多層膜の表面の走査型電子顕微鏡写真を示す図である。

[図10B]層厚がすべて50nmのニッケル層と、ニッケル層と等しい層厚の銅層を交互に、全体の膜厚が8 μ mとなるように形成した多層膜の表面の走査型電子顕微鏡写真を示す図である。

[図10C]層厚がすべて50nmのニッケル層と、ニッケル層と等しい層厚の銅層を交互に、全体の膜厚が6 μ mとなるように形成した多層膜の表面の走査型電子顕微鏡写真を示す図である。

[図10D]層厚がすべて50nmのニッケル層と、ニッケル層と等しい層厚の銅層を交互に、全体の膜厚が4 μ mとなるように形成した多層膜の表面の走査型電子顕微鏡写真を示す図である。

[図11]層厚がすべて同一のニッケル層と、ニッケル層と同一の層厚を有する銅層とを交互に積層して、全体の膜厚が5 μ mの多層膜を斜線で示す位置に形成した疲労試験用の試験片を示す図である。

[図12]図11の試験片の圧縮－引張の繰り返し疲労試験を行った結果を示す図であ

る。

[図13]層厚が全て同一のコバルト層と、コバルト層と同一の層厚を有する銅層とを交互に積層して多層膜を形成した場合における、多層膜中の一層の層厚と多層膜の硬さとの関係を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

[0050] 以下、本発明を図示の形態により詳細に説明する。

[0051] 図1Aは、本発明の第1実施形態の玉軸受用保持器の一部の斜視図である。

[0052] この玉軸受用保持器は、環状形状を有している。この玉軸受用保持器は、半円形状の部分と貫通穴を有する平坦部とが交互に繰り返されている波形状かつ環状の2つの同一の板材1,1を、貫通穴同士が対向するように配置した後、開口同士が接触している2つの貫通穴を貫くようにリベット2を挿入してリベット接合して2つの上記波形状の環状の板材1,1を接合して形成されている。一方の上記波形状の環状の板材1の半円形状の部分と、他方の上記波形状の環状の板材1の半円形状の部分とは、相俟って内周面に略円筒面を形成している。この略円筒面は、玉(図示しない)を収容するポケット3になっている。この保持器は、以下のように形成されている。まず、環状の鋼製のSPCC(冷間圧延鋼)製の板材をプレス成型して、半円形状の部分と平坦部とが交互に繰り返されていると共に、各平坦部の略中央に一つの貫通穴が形成されているSPCC製の環状の部材を形成する。次に、以下に詳述する電気メッキ法により2つの上記環状の板材の表面全面にニッケル層と銅層とからなる多層膜を形成する。その後、玉軸受を組み立てる時に、多層膜が形成された2つの上記波形状の環状の板材の貫通穴同士が対向するように、2つの上記波形状の環状の板材を配置した後、開口同士が接触している2つの貫通穴を貫くようにリベット2を挿入し、更に、各貫通穴に挿入されているリベット2の頭側と反対側の端面を手ヅチまたはリベット打ち機で打って、2つの上記波形状の環状の板材を接合する。このようにして、玉軸受用保持器を形成する。すなわち、このような玉軸受用保持器は、玉軸受の内輪と外輪との間に所定数の玉を組み込んだ状態で、玉を保持器のポケットに対応させた上で、上述した接合により玉軸受を形成する。

[0053] 図1Bは、図1Aに5で示す玉軸受用保持器の軸方向の外方の端面の表層部の構

造を示す模式断面図である。

[0054] 図1Bに示すように、端面5の表層部は、本体部20と、本体部20上に形成された多層膜21とから成る。上記本体部20は、SPCC材料からなっている。上記本体部20の形状は、図1Aに示した保持器からリベットを除いた部分の形状と略一致している。上記多層膜21は、ニッケル層22と銅層23とを交互に6層積層してなっており、多層膜21は、ニッケル層22と銅層23との界面を5つ有している。図1Bに示すように、上記本体部20にはニッケル層22が接触している。上記各ニッケル層22の層厚は、15nm以上100nm以下に設定され、各銅層23の層厚は、3nm以上100nm以下に設定されている。また、上記多層膜の膜厚は200nmを超え8000nm以下に設定されている。上記多層膜21は、電気メッキ法により本体部20上に形成されている。上記多層膜21は、ニッケル層22と銅層23との界面において、格子定数から計算すると幾何学的におよそ38個または39個のニッケル原子に対して1個のニッケル原子が格子不整合を起こしていることが考えられる。

[0055] 図2Aは、本発明の第2実施形態の円錐ころ軸受用保持器の軸方向の断面図である。

[0056] この円錐ころ軸受用保持器は、鋼板を打ち抜いて形成されたプレス保持器である。この円錐ころ軸受用保持器は、環状形状を有し、大径環状部101と、小径環状部102と、略軸方向に延びて大径環状部101と小径環状部102との間を連結すると共に、周方向に略等間隔に配置された図示しない複数の柱部とを有する。大径環状部、小径環状部、および、周方向に隣接する柱部で囲まれた空間は、円錐ころを収容するポケット103になっている。

[0057] 図2Bは、図2Aに105で示す円錐ころ軸受用保持器の径方向の外方の表面の表層部の構造を示す模式断面図である。

[0058] 図2Bに示すように、表面105の表層部は、本体部120と、本体部120上の表面全面に形成された多層膜121とから成る。上記本体部120は、SPCC(冷間圧延鋼)材料からなっている。上記多層膜121は、ニッケル層122と銅層123とを交互に6層積層してなっており、多層膜121は、ニッケル層122と銅層123との界面を5つ有している。図2Bに示すように、上記本体部120にはニッケル層122が接触している。上記各

ニッケル層122の層厚は、15nm以上100nm以下に設定され、各銅層123の層厚は、3nm以上100nm以下に設定されている。また、上記多層膜の膜厚は200nm以上を超え8000nm以下に設定されている。上記多層膜121は、電気メッキ法により本体部120上に形成されている。上記多層膜121は、ニッケル層122と銅層123との界面において、格子定数から計算すると幾何学的におよそ38個または39個のニッケル原子に対して1個のニッケル原子が格子不整合を起こしていることが考えられる。

[0059] 図3は、本体部(第1実施形態における本体部20や、第2実施形態における本体部120)に多層膜を形成するための装置を示す模式図である。

[0060] この装置は、ポテンシostat31と、第1、第2、第3および第4容器32,33,34,35と、参照電極36と、対極電極37と、ヒータ38と、KCl塩橋40と、ルギン管41とを有する。

[0061] 上記第1容器32には、KCl飽和水溶液が充填されており、第2および第3容器33,34には、ニッケルイオンと銅イオンを含むメッキ液が充填されている。また、第4容器35には、水が充填されており、この水はヒータ38によって所定の温度に熱せられるようになっている。第1容器32内には、参照電極36として、銀-塩化銀電極が溶液に接触するように配置されており、第3容器34内には、ニッケルまたは白金からなる対極電極37が溶液に接触するように配置されている。対極37と試料42との間に電圧を印加させるようになっており、ポテンシostat31によって参照電極36と試料42との間の電位差を測定し、これが所定の値となるように対極37と試料42との間に印加する電圧を制御している。上記第3容器34は、第4容器35内に配置され、第4容器35内に充填された水によって所定の温度に調整されるようになっている。

[0062] この装置は、以下のように本体部上に多層膜を形成するようになっている。まず、第3容器33内に、メッキ液に接触するように、半円形状の部分と貫通穴を有する平坦部とが交互に繰り返されている環状のSPCC製の板材からなる本体部42を配置する。次に、ヒータ38で第4容器35中の水の温度を略40°Cに維持してメッキ液の温度を略40°Cにした後、ポテンシostat31で、参照電極36と本体部42との間の電位差が、銅、ニッケルそれぞれが析出するのに適切な値となるように、対極37と本体部42との間に電圧を印加する。詳細には、ニッケルは銅よりもイオン化傾向が大きく、メッ

キ液中に留まりやすい。このことから、本体部42の参照電極36に対する電位が所定の2段階になるように対極37と本体部42との間に電圧を印加することで、電位差が小さい場合に、銅を析出させ銅層を形成し、電位差が大きい場合に、ニッケルを析出させニッケル層を形成するようにする。ここで、ニッケルの析出時においては、ニッケルよりもより貴な銅の析出を防止することができないという問題がある。このため、メッキ液において、銅イオン濃度をニッケルイオン濃度よりも低く設定して、ニッケル析出中に銅が析出することを極力少なくしている。

- [0063] 図4は、参照電極36と本体部42との間で測定される電位差の時間変化の一例と、その場合の本体部42上の膜の形成状況を表す図である。尚、図4において、参照番号220は、ニッケル層を示し、参照番号230は、銅層を示している。
- [0064] 図4に示すように、析出電位を適切に設定すれば、ニッケルと銅のイオン化傾向の差に起因して、ひとつの成膜液からニッケルおよび銅をそれぞれ実質的に単独に、かつ交互に析出させることができる。ここで、イオン化傾向が銅よりも大きいニッケルを析出するときの電位差は銅を析出するときの電位差よりも大きくなっている。
- [0065] 図5は、層厚が全て同一のニッケル層と、ニッケル層と同一の層厚を有する銅層とを交互に積層して、全体の膜厚が1000nmの多層膜を形成した場合における、多層膜中の一層の層厚と、多層膜の硬さとの関係を示す図である。
- [0066] 図5に示すように、一層の厚さが20nmのときに多層膜のビッカース硬さが最大になっている。
- [0067] 図6は、全体の膜厚が2000nmで、層厚が全て20nmのニッケル層と、層厚が全て同じで層厚を変動させた銅層とを交互に積層して形成した多層膜における、銅層一層の層厚と、多層膜のビッカース硬さとの関係を示す図である。図6において、径が大きい点は、測定値の平均を示す点である。図6に示すように、銅の層厚が5nmのとき、多層膜のビッカース硬さが極大になっている。更なる実験によると、多層膜中におけるニッケル層の層厚を20nm±5nmに設定すると共に、多層膜中における銅層の層厚を5nm±2nmに設定すると、保持器表面の硬さや耐摩耗性などの特性を最も良好にできる。
- [0068] 図7Aは、100nmの層厚を有するニッケル層と100nmの層厚を有する銅層とを交

互に積層して形成した多層膜にX線を照射したときの、X線回折強度の角度分布を示す図であり、図7Bは、5nmの層厚を有するニッケル層と5nmの層厚を有する銅層とを交互に積層して形成した多層膜にX線を照射したときの、X線回折強度の角度分布を示す図である。図7Aおよび図7Bにおいて、aは、銅の格子定数から理論的に算出できるピークとほぼ一致したピークであった。また、図7Aにおいて、bは、理論的に算出できるピークからは若干低角度側にシフトしているが、多層膜のニッケルのピークである。

[0069] 図7Aと図7Bに示すように、各層の層厚が100nmである場合には、銅のピークと、ニッケルのピークとの両方が現れる一方、各層の層厚が5nmである場合には、銅のピークのみが現れている。これは、各層が5nmの多層膜においては、ニッケルの格子定数が変化して銅の格子定数に倣って、後述する格子不整合(ミスフィット転位)がなくなったものと推測される。このように、各層の厚さを小さくしすぎると、転位運動の障害になると考えられているミスフィット転位がなくなるために、多層膜の硬度が急激に低下したものと考えられる。

[0070] 図8は、ニッケル層と銅層との界面におけるミスフィット転位を模式的に示す図である。図8において、点線60は、界面を示している。ニッケル原子の格子定数は、銅原子の格子定数よりも小さいことから、61に示すニッケル原子のように、対応する銅原子が存在しないニッケル原子、すなわち、格子不整合を起こしている(ミスフィットしている)ニッケル原子が存在することになる。多層膜の良好な機械的特性の発現は、この格子不整合が転位運動の障害となるためであると考えられている。図8に示すように、格子不整合を起こしているニッケル原子が、界面に多く存在すればする程、表面亀裂の発生を抑制できて、本体部からの亀裂進展も抑制できるため、疲労強度を向上させることができる。また、引張強度が高くなり、硬度が上昇し、耐摩耗性が向上する。

[0071] 図9は、層厚がすべて75nmのニッケル層と、ニッケル層と等しい層厚の銅層を交互に、20回、40回、60回積層した試験片の硬さを測定したものである。積層回数が多くなるほど平均の硬さは大きくなるが、積層回数が40回と60回とでは硬さに大きな差がないことがわかる。更なる実験によれば、ニッケル層の層厚が15nm、銅層の層

厚が5nmの時にも同じ傾向が認められた。すなわち、本発明における多層膜全体の厚さは、200nmを超えるものとし、積層回数は20回を超えるものとしたときに、より良好な効果を得ることができる。

[0072] 図10Aは、層厚がすべて50nmのニッケル層と、ニッケル層と等しい層厚の銅層を交互に、全体の膜厚が10 μ mとなるように形成した多層膜の表面の走査型電子顕微鏡写真を示す図である。

[0073] 図10Aに示すように、表面が平滑ではなく、粒状に成長している。このように凹凸の激しい状態になると、摩擦特性が低下するのみならず、この凹凸が亀裂核となり、疲労特性も低下させることが知られている。

[0074] 図10Bは、層厚がすべて50nmのニッケル層と、ニッケル層と等しい層厚の銅層を交互に、全体の膜厚が8 μ mとなるように形成した多層膜の表面の走査型電子顕微鏡写真を示す図であり、図10Cは、層厚がすべて50nmのニッケル層と、ニッケル層と等しい層厚の銅層を交互に、全体の膜厚が6 μ mとなるように形成した多層膜の表面の走査型電子顕微鏡写真を示す図である。また、図10Dは、層厚がすべて50nmのニッケル層と、ニッケル層と等しい層厚の銅層を交互に、全体の膜厚が4 μ mとなるように形成した多層膜の表面の走査型電子顕微鏡写真を示す図である。

[0075] 更なる実験によれば、前記各層の厚さの範囲において全体の膜厚が約8 μ mを超えると、このように凹凸の激しい表面形状になることがわかった。したがって、本発明における多層膜全体の厚さは、8000nm以下であるときに本発明の効果が発揮される。尚、多層膜全体の厚さは、6000nm以下であることが好ましく、多層膜全体の厚さを、4000nm以下にすれば更に好ましい。

[0076] 図11は、80で示す位置に(斜線で示す位置に)、層厚がすべて同一のニッケル層と、ニッケル層と同一の層厚を有する銅層とを交互に積層して、全体の膜厚が5nmの多層膜を形成した試験片である。比較として、多層膜の代わりに膜厚が5 μ mのNi単層めっきと、コーティングを施さない試験片も準備した。図12は、この試験片の圧縮-引張の繰り返し疲労試験を行った結果である。

[0077] 図12に示すように、多層膜を形成した試験片は、層厚に関わらず、Niめっきよりも疲労寿命が長いことがわかる。また、図7および図8の結果とは異なり、層厚が100n

mでも、疲労強度向上に大きな効果があることがわかる。

- [0078] このことから、本発明の玉軸受用保持器において、上記ニッケル層の層厚が15nm以上100nm以下であり、上記銅層の層厚が3nm以上100nm以下であり、かつ積層回数が20回を超える数であれば、転位運動の障害となる界面を十分な数存在させることができ、保持器の機械的特性を大幅に向上させることができる。また、多層膜の全体の厚さは最大でも8000nm(8 μ m)なので、多層膜の材料コストおよび製造コストを低減できる。
- [0079] 上記第1実施形態の玉軸受用保持器によれば、上記本体部20の端面に形成された多層膜21によって、保持器の強度が大きくなるので、保持器を薄くすることができる。すなわち、保持器をプレス成形によって高精度化し易い厚さとすることができるので、玉の真球度に対して大きく劣っていた保持器の玉案内面の精度を大幅に向上させることができ、回転トルクや振動を格段に低減させることができる。
- [0080] また、上記第1実施形態の玉軸受用保持器によれば、上記本体部20の端面に形成された多層膜21によって、機械強度が大きくなっているので、本体部20の軸方向の厚さを低減できる。したがって、保持器をコンパクト化かつ軽量化することができる。
- [0081] また、上記第1実施形態の玉軸受用保持器によれば、多層膜21を、電気メッキ法によって形成しているので、真空蒸着法で多層膜を形成する場合と比較して、多層膜21を格段に低コストで形成できる。また、保持器の外面の全面に、各層の層厚が略均一な多層膜21を形成することができる。
- [0082] 尚、上記第1実施形態の玉軸受用保持器では、本体部20の外面全てに多層膜21を形成したが、多層膜を、少なくとも本体部の軸方向の外面に形成すれば、第1実施形態と同様の作用効果を獲得できる。
- [0083] 玉軸受の保持器として本発明の第1実施形態の玉軸受用保持器を採用すれば、保持器の強度が大きいことから、玉軸受の信頼性を向上させることができる。
- [0084] また、本発明の玉軸受用保持器においては、上記多層膜を形成する、隣接する層が互いに異なった金属または合金の組み合わせは、ニッケル層と銅層との組み合わせに限らないことは勿論である。例えば、図13に示すように、コバルト層と銅層との組み合わせにおいても、転位運動の障害となる界面が形成され、硬度が大きくなり、保

持器の強度を向上させることができる。

- [0085] その他、本発明の玉軸受用保持器においては、ニッケル-コバルト合金層と銅層との組み合わせや、ニッケル層と銀層との組み合わせなど、多層膜を形成する金属や合金は、要求される性能に応じて適宜選定することができる。
- [0086] さらに、本発明の玉軸受用保持器においては、上記多層膜を形成する、隣接する層が互いに異なった金属または合金の組み合わせは、3種以上の金属または合金の組み合わせでも良い。
- [0087] また、本発明の玉軸受用保持器においては、成膜する多層膜の組成と保持器の材質との組み合わせによっては、保持器に多層膜を容易に成膜させられるよう、また、保持器と多層膜との密着性を向上させられるよう、保持器と多層膜との間に中間層となる膜を設けても良い。
- [0088] 更には、本発明のころ軸受用保持器において、上述のように、上記ニッケル層の層厚が15nm以上100nm以下であり、上記銅層の層厚が3nm以上100nm以下であり、かつ積層回数が20回を超える数であれば、転位運動の障害となる界面を十分な数存在させることができ、保持器の機械的特性を大幅に向上させることができる。また、多層膜の全体の厚さは最大でも8000nm(8 μ m)なので、多層膜の材料コストおよび製造コストを低減できる。
- [0089] すなわち、本発明のころ軸受用保持器において、上記ニッケル層の層厚が15nm以上100nm以下であり、上記銅層の層厚が3nm以上100nm以下であり、かつ積層回数が20回を超える数であれば、転位運動の障害となる界面を十分な数存在させることができ、保持器の機械的特性、保持器の強度、硬度および耐摩耗性を大幅に向上させることができる。また、多層膜の全体の厚さは最大でも8000nm(8 μ m)なので、多層膜の材料コストおよび製造コストを低減できる。また、保持器の強度が大きくなるので、保持器を薄くすることができる。プレス成形によって保持器を製作する場合、保持器をプレス成形によって高精度化し易い厚さとすることができるので、保持器のポケット内周面の精度を大幅に向上させることができる。
- [0090] これにより、本発明のころ軸受用保持器においては、ころのスキュー低減などころの挙動を安定させることができ、軸受の回転トルクや振動を格段に低減させることが

できるとともに、ころ軸受の長寿命化が図れる。

- [0091] 上記第2実施形態のころ軸受用保持器によれば、上記本体部20の表面に形成された多層膜21によって、機械強度が大きくなっているため、本体部20の肉厚を薄くできる。したがって、保持器をコンパクトかつ軽量化することができる。
- [0092] また、上記第2実施形態のころ軸受用保持器によれば、多層膜21を、電気メッキ法によって形成しているため、真空蒸着法で多層膜を形成する場合と比較して、多層膜21を本体部20の寸法に無関係に形成できると共に、格段に低コストで形成できる。また、保持器の表面の全面に、各層の層厚が略均一な多層膜21を形成することができる。
- [0093] 尚、上記第2実施形態のころ軸受用保持器では、本体部の材料がSPCCであったが、この発明では、保持器の本体部の材料は、SPCC以外の金属材料であっても良い。
- [0094] また、本発明のころ軸受用保持器においては、上記多層膜を形成する、隣接する層が互いに異なった金属または合金の組み合わせは、ニッケル層と銅層との組み合わせに限らないことは勿論である。例えば、図13に示すように、コバルト層と銅層との組み合わせにおいても、転位運動の障害となる界面が形成され、硬度が大きくなり、保持器の強度を向上させることができる。
- [0095] その他、本発明のころ軸受用保持器においては、ニッケル-コバルト合金層と銅層との組み合わせや、ニッケル層と銀層との組み合わせなど、多層膜を形成する金属や合金は、要求される性能に応じて適宜選定することができる。
- [0096] さらに、本発明のころ軸受用保持器においては、上記多層膜を形成する、隣接する層が互いに異なった金属または合金の組み合わせは、3種以上の金属または合金の組み合わせでも良い。
- [0097] また、本発明のころ軸受用保持器においては、成膜する多層膜の組成と保持器の材質との組み合わせによっては、保持器に多層膜を容易に成膜させられるよう、また、保持器と多層膜との密着性を向上させられるよう、保持器と多層膜との間に中間層となる膜を設けても良い。
- [0098] また、上記第2実施形態のころ軸受用保持器は、円錐ころ軸受用保持器であった

が、この発明のころ軸受用保持器は、円筒ころ軸受であっても良い。

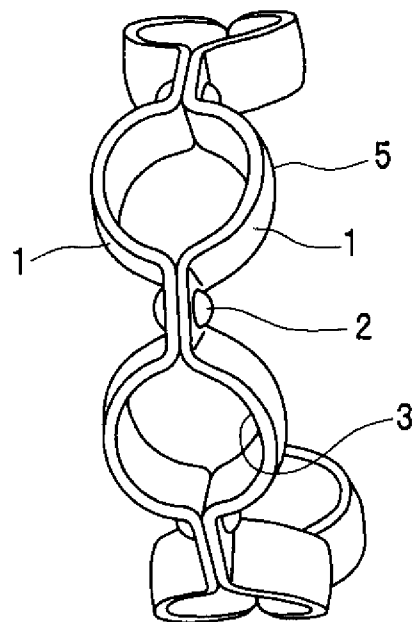
[0099] ころ軸受の保持器として本発明の第2実施形態のころ軸受用保持器を採用すれば、保持器の強度が大きいことから、ころ軸受の信頼性を向上できる。また、保持器の肉厚が薄くて保持器の重量が軽いことから、ころ軸受を軽量化できる。

請求の範囲

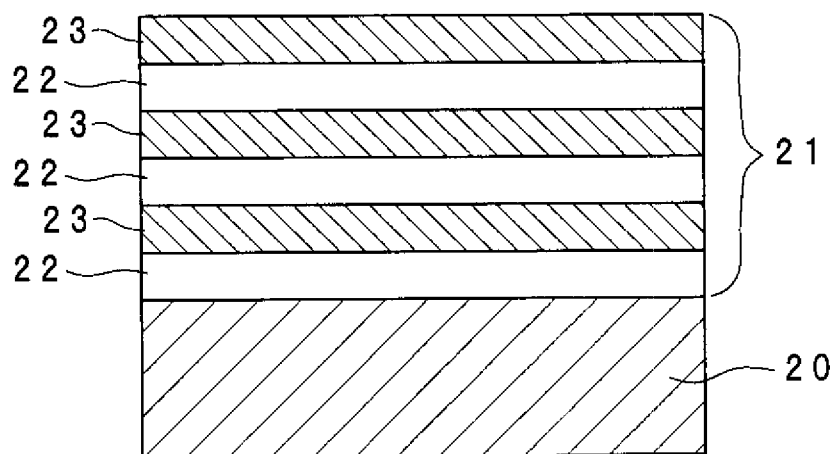
- [1] 環状の本体部と、
上記本体部の表面上に電気メッキ法によって形成されて積層されると共に、隣接する層が互いに異なった金属又は合金からなる多層膜とを備えることを特徴とする転がり軸受用保持器。
- [2] 請求項1に記載の転がり軸受用保持器において、
上記本体部は、玉を上記本体部の軸方向の両側から挟んで上記玉を収容するポケットを有していることを特徴とする転がり軸受用保持器。
- [3] 請求項2に記載の転がり軸受用保持器において、
上記多層膜は、上記本体部の上記軸方向の外方の表面上に形成されていることを特徴とする転がり軸受用保持器。
- [4] 請求項2に記載の転がり軸受用保持器において、
上記転がり軸受用保持器は、半円形状の部分と平坦部とが交互に繰り返されている波形状かつ環状の2つの板材を対向させて接合したものであり、
上記多層膜は、上記半円形状の部分と上記平坦部との境界を含むよう形成されることを特徴とする転がり軸受用保持器。
- [5] 請求項2に記載の転がり軸受用保持器において、
上記転がり軸受用保持器は、複数の部材を接合してなり、
上記多層膜は、上記接合部分を含むよう形成されることを特徴とする転がり軸受用保持器。
- [6] 請求項2に記載の転がり軸受用保持器において、
上記多層膜は、ニッケル層と銅層とを交互に積層してなる多層膜であることを特徴とする転がり軸受用保持器。
- [7] 請求項6に記載の転がり軸受用保持器において、
上記多層膜中の上記各ニッケル層の層厚は15nm以上100nm以下であると共に、上記多層膜中の上記各銅層の層厚は3nm以上100nm以下であり、かつ、上記多層膜の膜厚は200nmを超え8000nm以下であることを特徴とする転がり軸受用保持器。

- [8] 請求項6に記載の転がり軸受用保持器において、
上記多層膜は、上記ニッケル層と上記銅層とを20回を超えて積層したものであることを特徴とする転がり軸受用保持器。
- [9] 請求項2に記載の転がり軸受用保持器を備えることを特徴とする玉軸受。
- [10] 請求項1に記載の転がり軸受用保持器において、
上記本体部は、2つの環状部の間を複数の柱部で連結することによって形成されると共に、ころを収容するポケットを有していることを特徴とする転がり軸受用保持器。
- [11] 請求項10に記載の転がり軸受用保持器において、
上記多層膜は、上記本体部の径方向の外方の表面上に形成されていることを特徴とする転がり軸受用保持器。
- [12] 請求項10に記載の転がり軸受用保持器において、
上記多層膜は、上記本体部の径方向の内方の表面上に形成されていることを特徴とする転がり軸受用保持器。
- [13] 請求項10に記載の転がり軸受用保持器において、
上記多層膜は、ニッケル層と銅層とを交互に積層してなる多層膜であることを特徴とする転がり軸受用保持器。
- [14] 請求項13に記載の転がり軸受用保持器において、
上記多層膜中の上記各ニッケル層の層厚は15nm以上100nm以下であると共に、上記多層膜中の上記各銅層の層厚は3nm以上100nm以下であり、かつ、上記多層膜の膜厚は200nmを超え8000nm以下であることを特徴とする転がり軸受用保持器。
- [15] 請求項13に記載の転がり軸受用保持器において、
上記多層膜は、上記ニッケル層と上記銅層とを、20回を超えて積層したものであることを特徴とする転がり軸受用保持器。
- [16] 請求項10に記載の転がり軸受用保持器を備えることを特徴とするころ軸受。

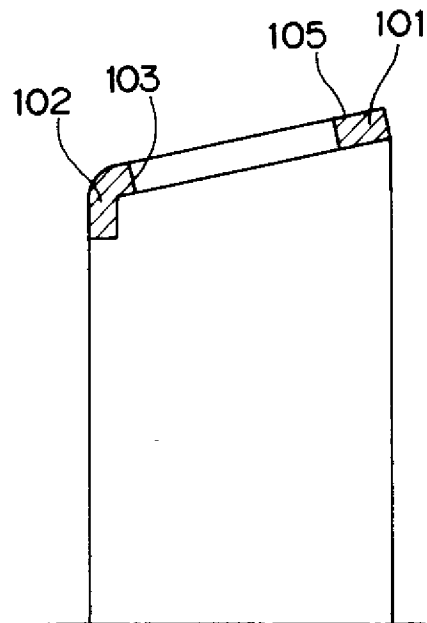
[図1A]



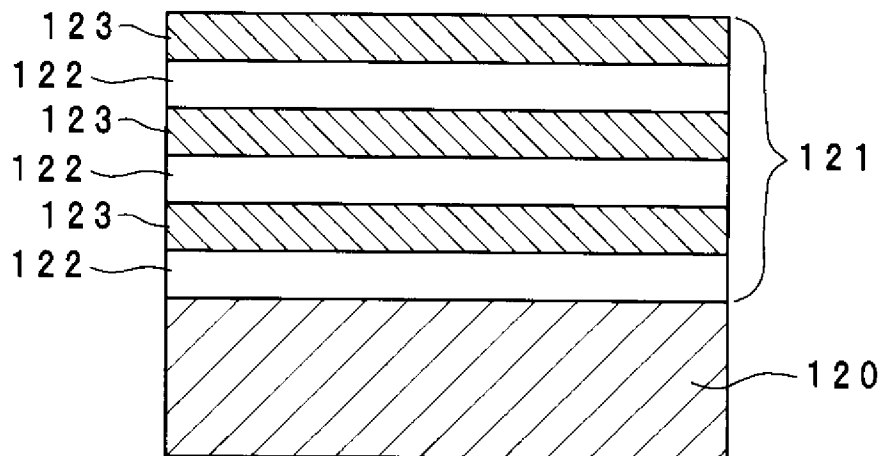
[図1B]



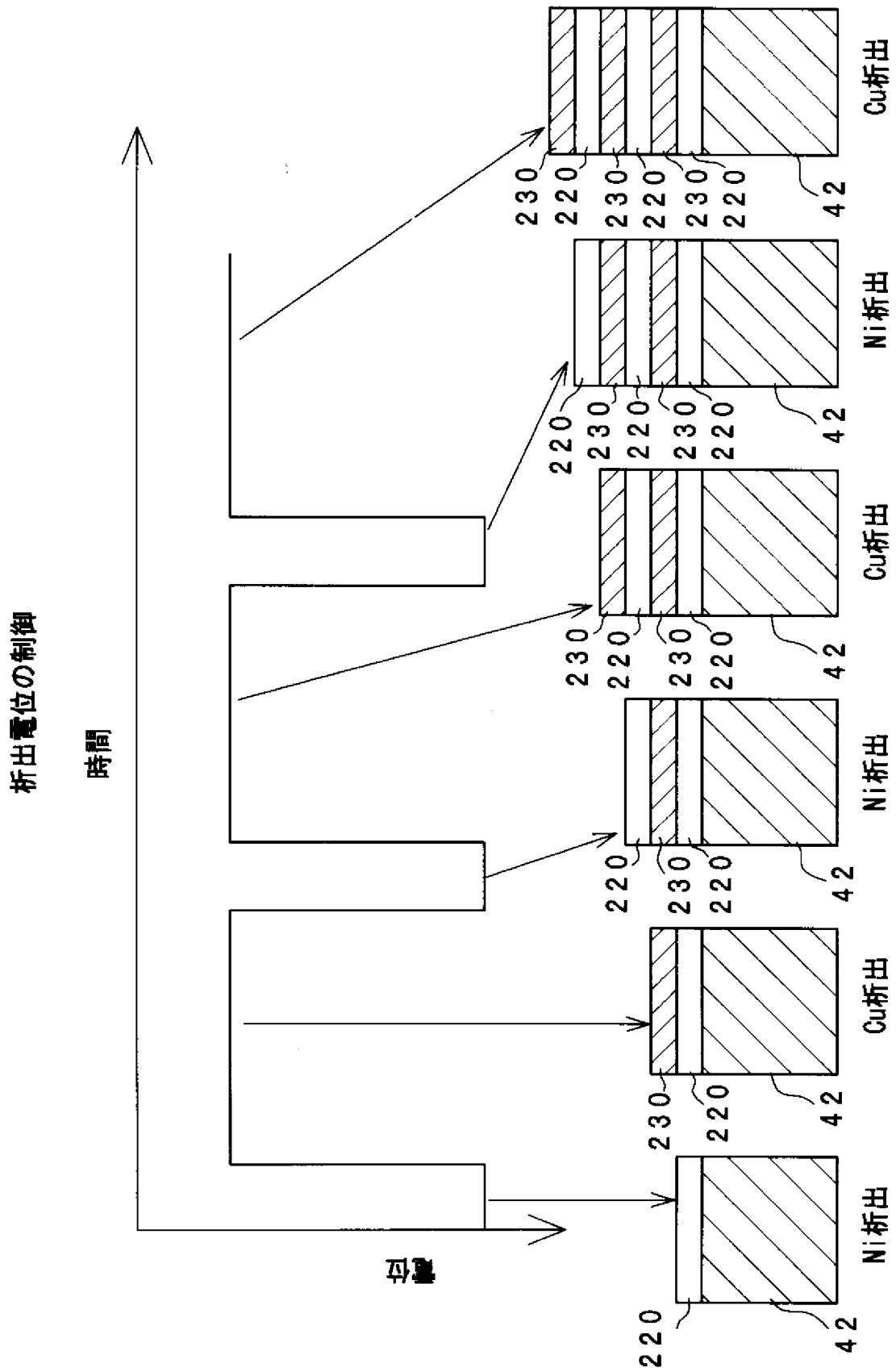
[図2A]



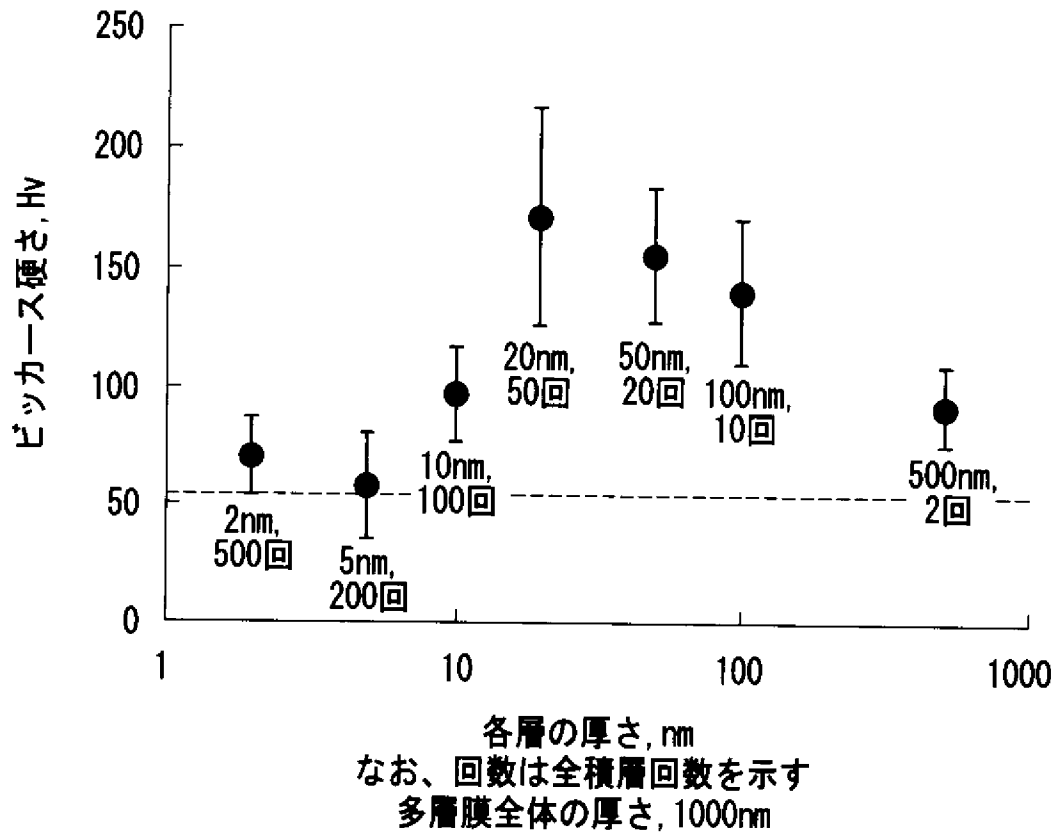
[図2B]



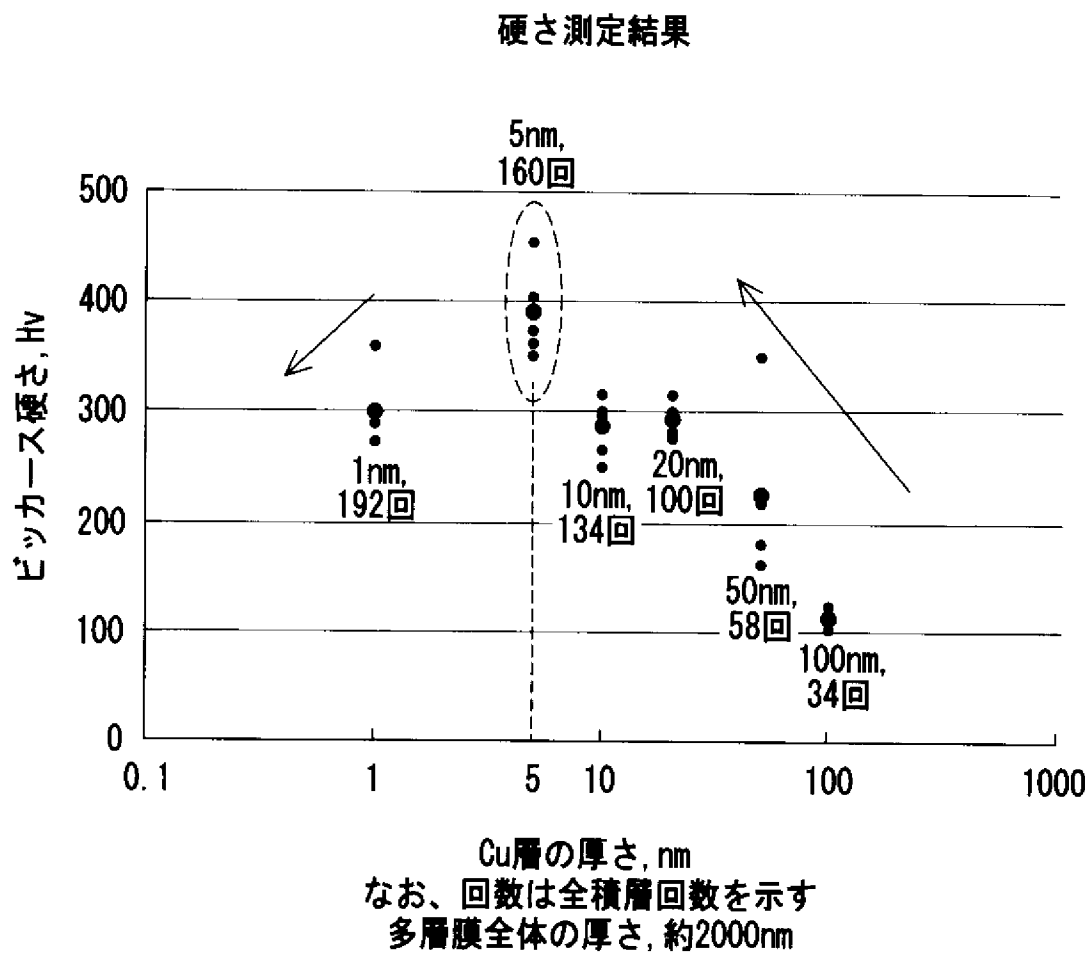
[図4]



[図5]

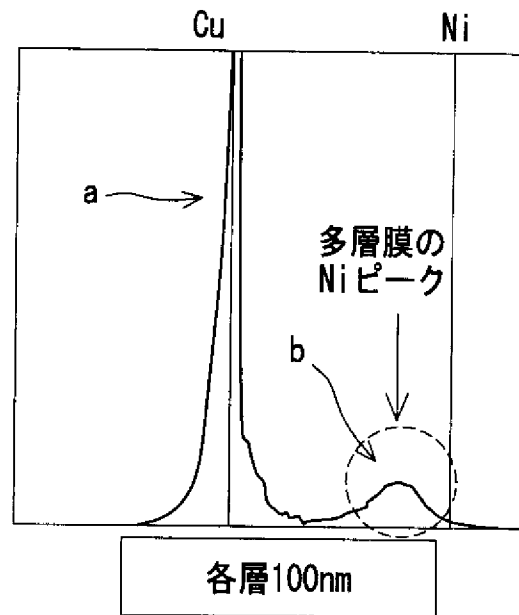


[図6]



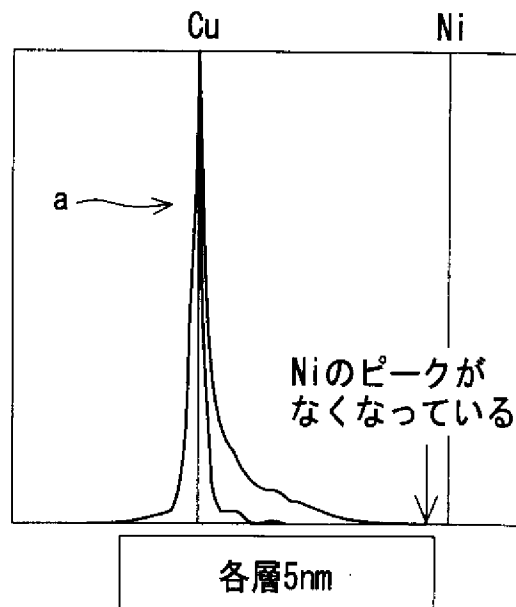
[図7A]

Ni, Cu厚さが共に100nmである時の
ナノ多層膜のX線回析

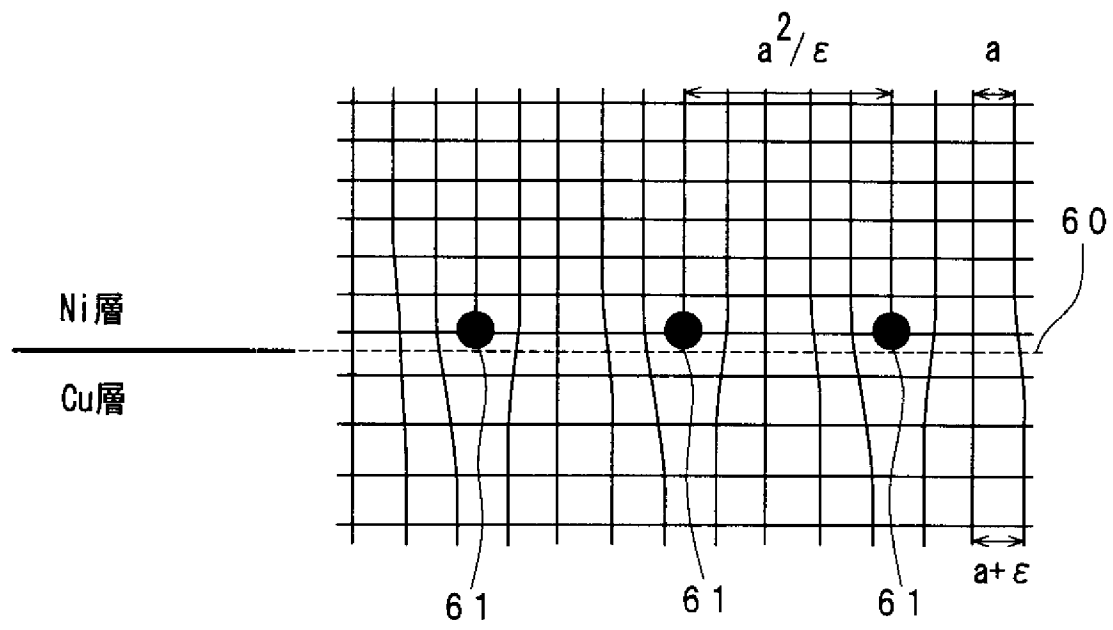


[図7B]

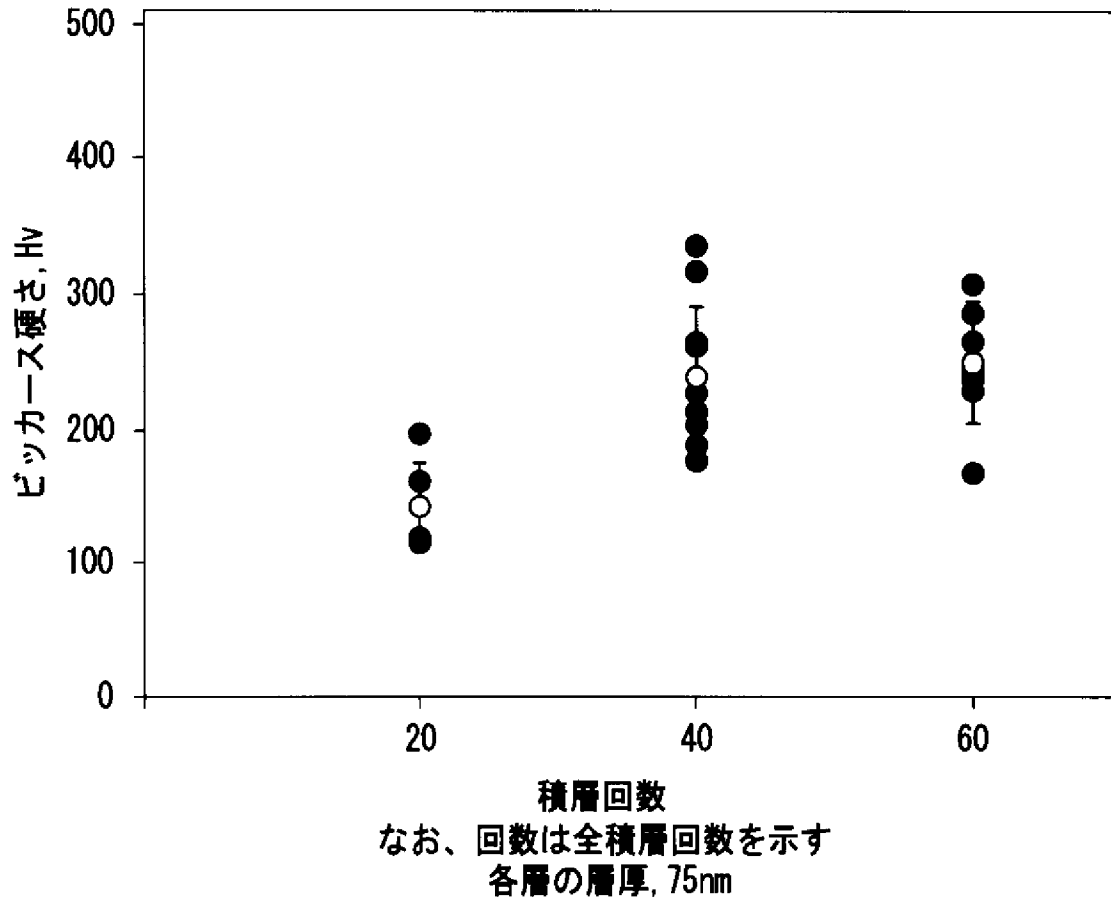
Ni, Cu厚さが共に5nmである時の
ナノ多層膜のX線回析




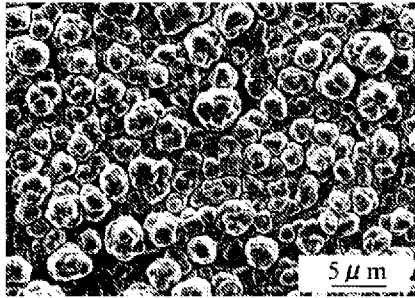
[図8]




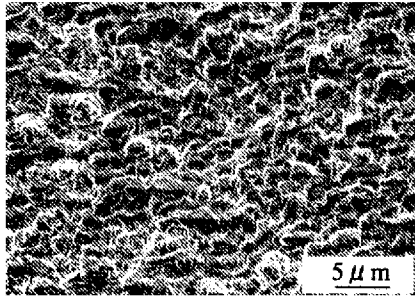
[図9]




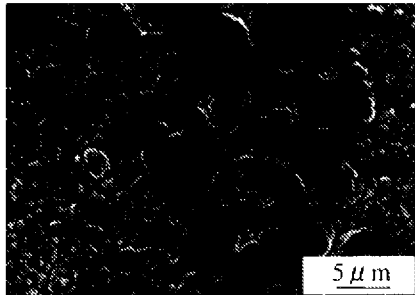
[10A]




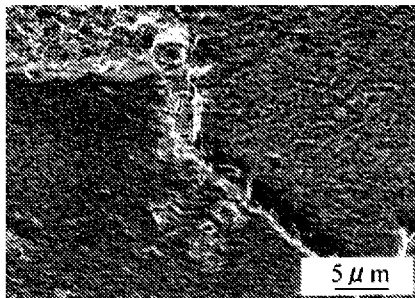
[10B]



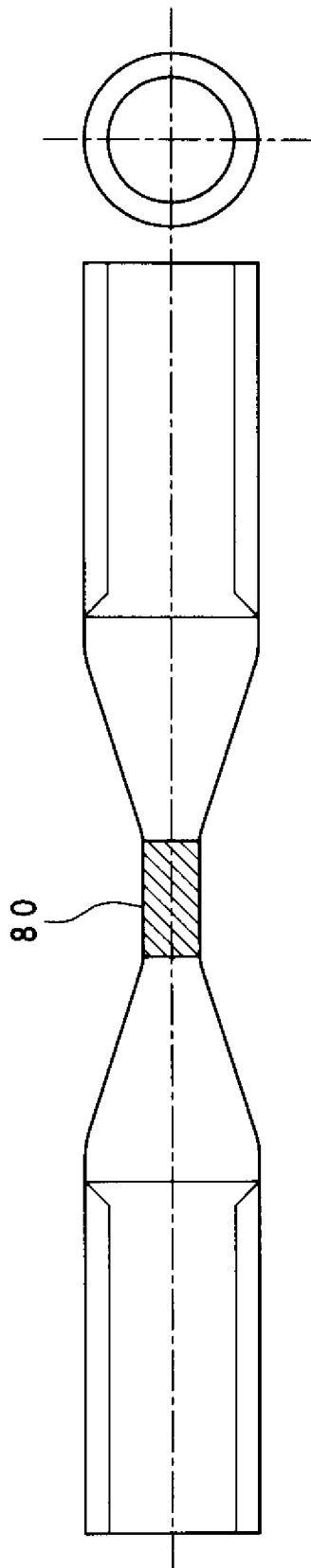
[10C]



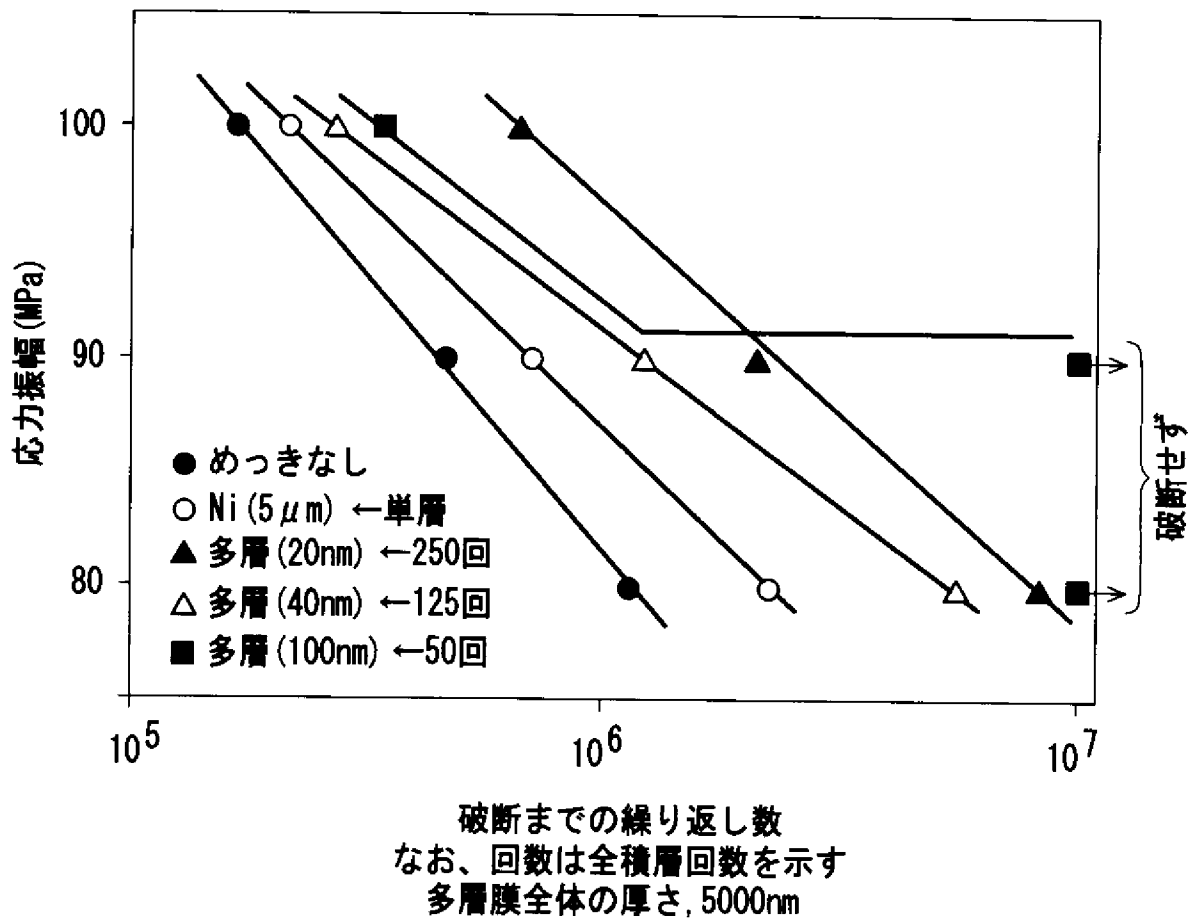
[10D]



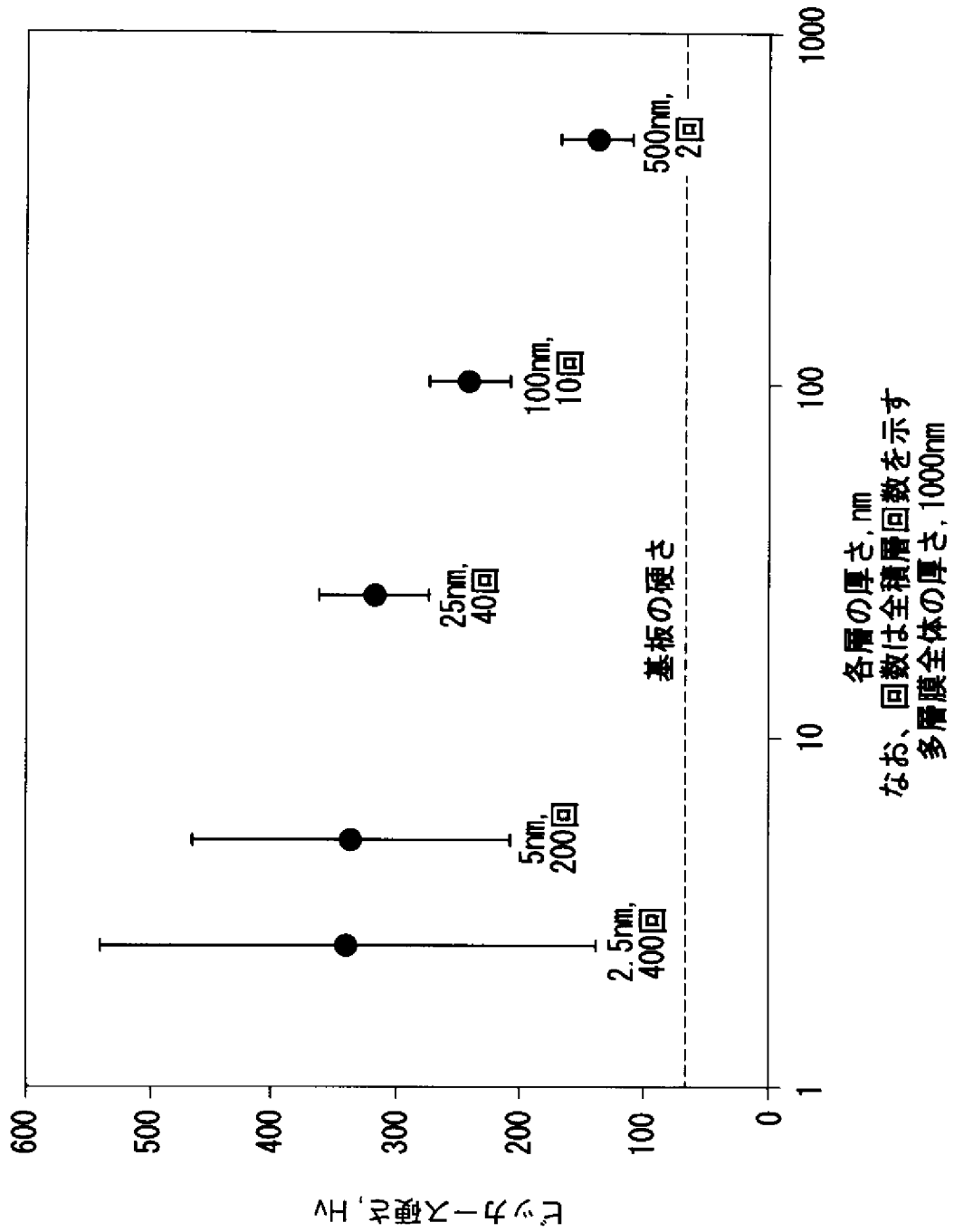
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/319168

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16C33/44 (2006.01) i, *F16C33/42* (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)

F16C19/00-16/56, F16C33/30-33/66

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.
Y	JP 7-301241 A (NTN Corp.), 14 November, 1995 (14.11.95), Claim 1; Fig. 1 (Family: none)	1-16
Y	JP 2005-23345 A (Daido Metal Co., Ltd.), 27 January, 2005 (27.01.05), Par. No. [0017] & US 2004/0264820 A1 & GB 2404228 A & DE 102004030017 A1	1-16
Y	JP 2001-304268 A (Koyo Seiko Co., Ltd.), 31 October, 2001 (31.10.01), Figs. 1 to 4 (Family: none)	2-9

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
26 December, 2006 (26.12.06)

Date of mailing of the international search report
09 January, 2007 (09.01.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/319168

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 5-187445 A (NSK Ltd.), 27 July, 1993 (27.07.93), Fig. 2 (Family: none)	2-9
Y	JP 2002-195270 A (Nippon Thompson Co., Ltd.), 10 July, 2002 (10.07.02), Fig. 4 & US 6981802 B2 & EP 1219843 A2	10-16
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 103827/1975 (Laid-open No. 18341/1977) (Nippon Econorl Kabushiki Kaisha), 09 February, 1977 (09.02.77), Claim 1 (Family: none)	1

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. F16C33/44(2006.01)i, F16C33/42(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 (IPC))
 Int.Cl. F16C19/00-16/56, F16C33/30-33/66

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 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2006年
 日本国実用新案登録公報 1996-2006年
 日本国登録実用新案公報 1994-2006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
Y	J P 7-301241 A (エヌティエヌ株式会社) 1995.11.14, 【請求項1】, 【図1】 (ファミリーなし)	1-16
Y	J P 2005-23345 A (大同メタル工業株式会社) 2005.01.27, 段落【0017】 & US 2004/ 0264820 A1 & GB 2404228 A & DE 102004030017 A1	1-16

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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 26.12.2006	国際調査報告の発送日 09.01.2007
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 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) 瀬川 裕 電話番号 03-3581-1101 内線 3328

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
Y	JP 2001-304268 A (光洋精工株式会社) 2001. 10. 31, 【図1】 - 【図4】 (ファミリーなし)	2-9
Y	JP 5-187445 A (日本精工株式会社) 1993. 07. 27, 【図2】 (ファミリーなし)	2-9
Y	JP 2002-195270 A (日本トムソン株式会社) 2002. 07. 10, 【図4】 & US 6981802 B2 & EP 1219843 A2	10-16
A	日本国実用新案登録出願50-103827号 (日本国実用新案登録出願公開52-18341号) の内容を撮影したマイクロフィルム (日本エコノール株式会社) 1977. 02. 09, 請求項1 (ファミリーなし)	1