

(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
2014 年 1 月 16 日(16.01.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/010540 A1

- (51) 国際特許分類:
C25F 7/00 (2006.01) *C25F 3/16* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/068593
- (22) 国際出願日: 2013 年 7 月 8 日(08.07.2013)
- (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 2012-155490 2012 年 7 月 11 日(11.07.2012) JP
- (71) 出願人: マルイ鍍金工業株式会社(MARUI GALVANIZING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6728023 兵庫県姫路市白浜町甲 4 〇 2 番地 Hyogo (JP).
- (72) 発明者: 井田 義明(IDA, Yoshiaki).
- (74) 代理人: 福井 豊明(FUKUI, Toyooki); 〒5400026 大阪府大阪市中央区内本町 2 丁目 1 番 1 9 号内本町松屋ビル 1 〇 - 8 6 〇 福井特許事務所 Osaka (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, 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), ユーロシア (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).

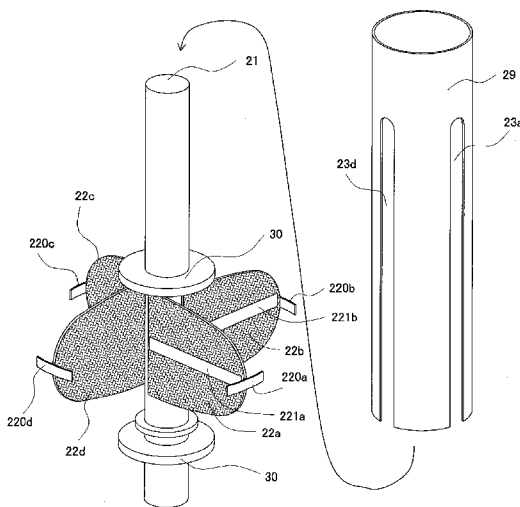
添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: ELECTRODE FOR POLISHING HOLLOW TUBE, AND ELECTROLYTIC POLISHING METHOD USING SAME

(54) 発明の名称: 空洞管の研磨用電極とそれを用いた電解研磨方法

[図7]



(57) Abstract: Provided is an electrolytic polishing method for a hollow tube having a variable internal diameter. At least one wing having a tip which corresponds to the internal shape of the hollow tube and having a predetermined width in the axial direction of the electrode shaft is positioned at equal intervals in the circumferential direction to constitute a wing electrode. Moreover, a housing tube which houses the wing electrode is positioned concentrically with the electrode shaft, with each wing wound around the electrode shaft. The housing tube is equipped with slits in the axial direction at positions corresponding to each of the wings, and comprises a diameter-adjusting means in which the electrode shaft and housing tube are rotated relative to one another with each of the wings passing through the slits, enabling each of the wings to be expanded and contracted in the radial direction. This electrode is inserted into the hollow tube while housed in the wing electrode housing tube, and the tip of the wing electrode is pushed out from the housing tube to obtain an appropriate distance from the inner surface of the hollow tube to carry out polishing, and polar voltage/current for polishing are applied between the hollow tube and the wing electrode. As a result of this configuration, the distance between the hollow tube and the electrode is made uniform over the entirety of the hollow tube, making it possible to polish all areas of the hollow tube uniformly and over a short period of time.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/010540 A1



内周面の径が変化する空洞管の電解研磨を目的とする。電極軸の軸方向に所定幅で先端が、空洞管の内面形状に対応する単翼を少なくとも１枚、周方向に等間隔に配置した翼電極とする。更に、前記電極軸と同心に、前記各単翼を電極軸に巻回した状態で、翼電極を収納する収納筒を配置する。当該収納筒は、各単翼に対応する位置に、軸方向のスリットを備え、当該スリットに各単翼を挿通した状態で、電極軸と収納筒とを相対的に回転し、各単翼を径方向に拡張可能な径調整手段を有する。この電極を翼電極収納筒に収納した状態で空洞管に挿入し、翼電極の先端を空洞管の内面と、研磨を行うに適切な距離になるまで収納筒から押し出し、前記空洞管と翼電極の間に研磨に応じた極性の電圧・電流を印加する。これにより、空洞管と電極の距離は空洞管のすべての部分で均一となり、空洞管の全域を短時間で均一な研磨ができる。

明 細 書

発明の名称：空洞管の研磨用電極とそれを用いた電解研磨方法 技術分野

[0001] 本発明は空洞管の内面を電解研磨するための電極と、その電極を用いた電解研磨方法に関する。

背景技術

[0002] 陽電子と電子を衝突させ、ビッグバン状態を形成する装置としてリニアコライダが建設されようとしている（ILC計画）。リニアコライダには図13に示すように、両端にフランジ101a、101bを有し、軸方向に周期的に径が変化するニオブの空洞管100が使用される。この実験で所定の効果を得るための要素の1つとして、このニオブの空洞管100の内面が平滑になっているか否かがある。

[0003] ところが、空洞管100は、成形時に過大な圧力や熱を掛けるところから、その内表面の組織は不均一に歪んだ状態となっている。この表面状態をこのままにしておくと、電気的特性、磁気的特性も不均一な状態となり、結果として、電子や陽子に所定の速度を与えることができなくなる。そこで、空洞管の内面を所定の厚さ、研磨する方法が開発されている。

[0004] ニオブ空洞管を研磨する方法としては、化学的に研磨する方法（以後「化学研磨」と称す）及び電気化学的に研磨する方法（以後「電解研磨」と称す）の2種類が知られている。

[0005] 化学研磨法としては、例えば特開昭57-114669号公報に開示されているように、フッ酸、硫酸、水からなる酸の混合液を利用し、その中にニオブ材を浸漬して、その全面を化学的に平滑に研磨することが知られている。また、同一目的に利用する研磨液として、フッ酸、リン酸、硝酸からなる混合液を利用することも周知である。いずれにしても、これらの方法は空洞管全体を研磨液に浸漬するので、作業自体は簡便であるものの、本来不要な空洞管の外表面まで研磨され、液の不要な汚染や老化・劣化を促し、また研磨

対象物の浸漬方向によって研磨量に著しい差異を生ずるという問題がある。

[0006] この現象は発生するガスによる研磨液の掻き混ぜ作用が関与しており、また、発生するガスが空洞管の形状によっては、その内表面に付着して研磨外観を損ねる等難点が多い。

[0007] 電解研磨については以下のような例がある。

[0008] 特公昭55-12116号には、ニオブの空洞管の両端開口部を水平にした状態で、フッ酸、硫酸、水からなる研磨液中に空洞管の下半分を部分浸漬して、停止状態で短時間通電して部分電解研磨し、次いで通電を停止したのち回転させ、酸化膜を溶解除去することを何回も繰り返して行う間歇的な電解研磨が開示されている。

[0009] この方法も本来、研磨を必要としない空洞管の外面をも同時に研磨することになり、空洞管の不要な溶解ロスが発生するとともに、研磨液が不要に消耗し、また汚染することになる。また、研磨が間歇的であることによる、研磨段差が発生し、加えて、揮散性が高く有害なガスを発生するフッ酸と、発熱性の高い硫酸を扱う極めて危険性の高い作業となっている。

[0010] 特開昭61-23799号に開示の発明は、ニオブの空洞管を回転させながら、通液パイプに連通する吹出孔から研磨液を送液し、部分浸漬状態で連続電解しようとするようになっている。この構成で、研磨時間の短縮が計れると同時に無駄にニオブ材の溶解を起こさず、従って、研磨液の不要な汚染や消耗が抑制されることになる。

[0011] しかながら、通液パイプに設けた吹出孔を研磨液中に開口して、研磨液を貯留した研磨液中に吐出させるようにしているので、研磨液の流速の差が研磨の状態に現れ、ニオブの空洞管の内面に研磨外観ムラを生じるという問題があった。

[0012] 特開平11-350200に開示の発明は、基本的に上記特開昭61-23799号に開示の発明と同じであるが、前記通液パイプに設けた吹出孔を、研磨される側と反対側である研磨液の上側に開口させて、貯留した研磨液に直接研磨液が流れ込まないようにして、研磨の均一化を図ろうとしている。

。

先行技術文献

特許文献

[0013] 特許文献1：特公昭55-12116

特許文献2：特開昭61-23799

特許文献3：特開平11-350200

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0014] しかしながら、上記いずれの電解研磨方法においても、陰極となる通液パイプは直線状であり、研磨対象物である空洞管の内表面は、前記したように波形状に内径が変化している。したがって、陽極となる空洞管の内表面の各部分と陰極との距離が均一ではなく、電流は距離の短い部分に集中し、距離の大きい部分について、所定の厚みの研磨を使用すると、膨大な時間を要することになり、コストが上がることになる。

[0015] また、上記いずれの電解研磨方法においても、空洞管を水平に保ち、下側に研磨液を貯留して、研磨をする構成となっている。このとき、研磨液の上側に空洞を残しており、この部分にフッ化水素等、研磨液から出るガスが一時的であっても溜まることになり、研磨が進んだとしても、発生したガスにより研磨された表面が変質する恐れがある。

[0016] 更に、特開平11-350200に開示の技術では、空洞管を設置したり、研磨液を充填するときは当該空洞管を縦にし、研磨作業時は横にし、さらに廃液作業時は再び縦にする等、作業工程が非常に複雑になる。

[0017] 本発明は、空洞管の内面を均一に研磨するとともに、ガスによる新たな変質現象を抑え、しかも、装置の組み立て、取り外し作業を簡単にすることができ、研磨電極とそれを用いた電解研磨方法を提供することを目的とするものである。

課題を解決するための手段

[0018] 本発明は内径が位置によって変化する空洞管を研磨する電極において、以下の構成を採っている。

[0019] 電極軸の軸方向に所定幅で先端が、空洞管の内面形状に対応する単翼を少なくとも1枚、複数舞の場合は周方向に等間隔に配置した翼電極を構成する。更に、前記電極軸と同心に、前記各単翼が電極軸に巻回された状態で、翼電極を収納するように収納筒が配置される。更に、当該収納筒の各単翼に対応する位置に、軸方向のスリットが設けられ、当該スリットに各単翼を挿通した状態で、電極軸と収納筒とを相対的に回転することによって、各単翼を径方向に拡張可能な径調整手段を構成する。もちろん、電解処理を行う前のいずれかの時点で電解液が充填されていることになる。

[0020] このように構成した研磨用電極を、初期の段階で、収納筒に翼電極を収納した状態として、空洞管に挿入する。ついで、収納筒に対して電極軸を回転させて、各単翼の先端が空洞管の内面と、研磨を行うに適切な距離になるまで収納筒から押し出す。更に、前記空洞管と翼電極の間に研磨に応じた極性の電圧・電流を印加する。これによって、空洞管と電極の距離は空洞管のいずれの部分をとっても均一となり、空洞管の全域に渡って短時間で均一な研磨ができることになる。

[0021] 更に、研磨を終了した後に、収納筒に対して電極軸を前記とは逆に回転させて、翼電極の各単翼を収納筒に収納し、翼電極を空洞管から引き抜くことができる。

発明の効果

[0022] これによって、空洞管と電極の距離は空洞管のいずれの部分をとっても均一となり、空洞管の全域に渡って短時間で、かつ、均一な研磨ができることになる。従って、空洞管の内面組織が均一になり、当該空洞管が電子や陽子の加速器として用いられる場合には、より質の高い加速ができることになる。この発明は、内面形状が均一でない空洞管の研磨に利用でき、空洞管の用途は加速器に限定されることはない。更に、この発明は、電解研磨だけではなく、電解メッキに利用できることはもちろんである。

図面の簡単な説明

- [0023] [図1]図 1 は、本発明の電極の使用状態を示す側面図。
- [図2]図 2 は、本発明の単位の電極の使用前の状態を示す平面図。
- [図3]図 3 は、図 2 の側面図。
- [図4]図 4 は、本発明の単位の電極の使用時を示す平面図。
- [図5]図 5 は、図 4 の側面図。
- [図6]図 6 は、本発明の電極の別に実施形態を示す斜視図。
- [図7]図 7 は、図 6 の分解斜視図。
- [図8]図 8 は、翼電極が複数の場合の実施の形態を示す斜視図。
- [図9]図 9 は、図 8 の分解斜視図。
- [図10]図 10 は、単翼の別の実施例を示す斜視図。
- [図11]図 11 は、本発明の電極を横にして使用する場合の図。
- [図12]図 12 はスクリュウ効果を持たせた翼電極の単翼の例を示す図。
- [図13]図 13 は、空洞管の正面図

発明を実施するための形態

- [0024] 図 1 は本発明に係る電極を用いて、空洞管の電界研磨をしている状態を示す図であり、図 2 ～図 5 は本発明に使用する電極の 1 単位（空洞管の 1 つの膨らみに対応）を示す基本的な概念図であり、以下、まず、単位の電極について、説明する。
- [0025] 図 2 は、電極を空洞管に装着した状態であって、使用状態に至る前の状態を示す状態を示す平面図、図 3 はその側面図、図 4 は空洞管に装着しかつ、使用状態を示す平面図、図 5 はその側面図である。
- [0026] 電極軸 21 には、基端が軸方向に所定幅で外周端が、研磨対象物の空洞管 100 のふくらみ部の内面形状に対応する形状となっており、少なくとも外周端が金属で構成された薄板よりなる単翼 22a、22b・・・を、1 枚もしくは複数枚（図示では 4 枚）、周方向に等間隔に配置して翼電極 22 を形成する。
- [0027] 翼電極 22 を構成する各単翼 22a、22b・・・は、可撓性を有しており、

電極軸 2 1 に巻回された状態で、最小径となり、この状態で、電極軸 2 1 と同心に配置された収納筒 2 9 に収納されるようになっている。前記収納筒 2 9 に収納された状態の各単翼 2 2 a、2 2 b・・・の先端に対応する位置に、軸方向のスリット群 2 3（2 3 a、2 3 b・・・）が設けられ、当該スリット群を構成する各スリット 2 3 a、2 3 b・・・に、各単翼 2 2 a、2 2 b・・・の先端部が、収納筒 2 9 の外部に僅かに出る程度に挿通しておく。これによって、電極軸 2 1 と収納筒 2 9 とを相対的に回転することによって、各単翼 2 2 a、2 2 b・・・の先端を径方向に挿抜することができ、各単翼 2 2 a、2 2 b・・・の先端の径を調整できる構成（径調整手段：電極軸 2 1 + 翼電極 2 2 + 収納筒 2 9 + スリット群 2 3）とする。

[0028] 尚、前記電極軸 2 1 に収納筒 2 9 を同心に配置する構成として、例えば、電極軸 2 1 に当該電極軸 2 1 より径が大きく、収納筒 2 9 の径に符号するスペーサ 3 0 を嵌める構成とすることが考えられる。

[0029] 上記のように翼電極 2 2 は、収納状態と、稼動状態の 2 つの態様を採る。すなわち、図 2、図 3 に示すように、各単翼 2 2 a、2 2 b・・・の先端が、収納筒 2 9 の各スリット 2 3 a、2 3 b・・・から僅かに出た状態が収納状態であり、また、図 4、図 5 に示すように、電極軸 2 1 と収納筒 2 9 を相対的に回転させ、各単翼 2 2 a、2 2 b・・・の外周端が、空洞管 1 0 0 の内周面近くに押し出された状態（各単翼 2 2 a、2 2 b・・・の外周端と空洞管 1 0 0 の内周面との距離が例えば 1 cm 前後）が稼動状態である。

[0030] 図 6 は、前記図 2 ～図 5 に示した翼電極 2 2 のより具体的な実施形態を示す斜視図であり、図 7 はその分解図である。

[0031] 前記のように電極軸 2 1 には空洞管 1 0 0 のふくらみに対応する形状の単翼 2 2 a、2 2 b・・・が周方向に少なくとも 1 枚取り付けられて翼電極 2 2 を構成する。当該翼電極 2 2 を構成する各単翼 2 2 a、2 2 b・・・は金属（例えばアルミ、銅）の網体で形成される。当該各単翼 2 2 a、2 2 b・・・は可撓性を持たすための薄い金属製、あるいは合成樹脂製の保形材 2 2 1 a、2 2 1 b・・・が、各単翼 2 2 a、2 2 b a・・・の基端（電極軸 2 1 側）から先

端に渡って（径方向）に溶接あるいは溶着で貼り付けられる。

[0032] あるいは、図10に示すように、金属の網体の端縁222を除く表裏前面223に合成樹脂を含浸することによって、各単翼に可撓性を持たすとともに、網体表面の絶縁性と端縁の導電性を確保する構成としてもよい。

[0033] このように電極軸21に各単翼22a、22b・・・を取り付けた状態で、当該電極軸21より径の大きいスペーサ30を電極軸21の前記翼電極22の上下の位置に固定しておく。

[0034] 上記のように翼電極22を構成する一方、前記収納筒29を、その径は前記スペーサ30に符号し、前記スリット23a、23b・・・が下側に解放された状態で構成しておく。

[0035] 更に、上記のように構成した収納筒29を、スペーサ30を介して電極軸21の周囲にはめ込むことになるが、このとき、前記各単翼22a、22b・・・が各スリット23a、23b・・・に差し込まれるようにする。これによって、電極20（電極軸21+翼電極22+収納筒29）が構成されたことになる。

[0036] 上記のように構成された電極20を、空洞管100に装着て、空洞管の内面を電解研磨する手順を以下に説明する。

[0037] まず、電極20の初期の状態は収納状態であり、この状態で空洞管100に挿入する。ついで、収納筒29が回らないように手で押さえて電極軸21のみを回して、空洞管100の内面と各単翼22a、22b・・・の周端が電解研磨に適した距離（例えば1cm程度）になるまで、各単翼22a、22b・・・を径方向に延伸させて稼動状態にする。更に、空洞管100の内部に電解液を充填し、翼電極22と空洞管100との間に研磨に必要な電界を掛けて、駆動手段120で電極20を回転（このとき収納筒29もともに回転）すると、空洞管100の内面は電解研磨される。研磨が終わると、収納筒29が回らないように手で押さえて前記稼動状態を形成するのとは逆の方向に電極軸21のみを回して、収納状態に戻して、空洞管100から引き上げることになる。

- [0038] 尚、収納筒 29 のスリット 23 a、23 b・・・と各単翼 22 a、22 b・・・は、通常は摩擦力で相互に滑らないようになっており、稼動状態から収納状態（またはその逆）を形成するためには、前記摩擦力を超える力を必要とし、電解研磨時に電極軸 21 を回転させるときは、前記摩擦力で電極軸 21 と収納筒 29 は共に回転する構成となっている。
- [0039] 前記図 6、図 7 の構成ではさらに、各単翼 22 a、22 b・・・の先端に、周方向に所定の長さを備えた所定幅の補助電極 220 a、220 b・・・が設けられる。この補助電極 220 a、220 b・・・は各単翼 22 a、22 b・・・が開いたときには、研磨対象の空洞管 100 の内周面のふくらみ部の先端付近の周形状に沿った状態となる。もちろんこの補助電極 220 a、220 b・・・は図 10 に示す単翼に設けることも可能である。
- [0040] 上記のように先端に補助電極 220 a、220 b・・・が設けられていると、電解研磨時に、各単翼 22 a、22 b・・・を延伸したとき、通常では一番電流の流れ難い空洞管 100 のふくらみ部の最も奥の部分にも、補助電極 220 a、220 b・・・を介して十分に電流を流すことができることになる。また、当該補助電極 220 a、220 b・・・は前記スリット 23 a、23 b・・・の間隙より長さが長いので、各単翼 22 a、22 b・・・を収納筒 29 に巻回して収納する際に、ストッパとなり、スリット 23 a、23 b・・・より奥に各単翼 22 a、22 b・・・の先端が入り込むことがなく、次の作業がしやすくなる。
- [0041] 以上のように単位の電極 20 を構成するが、空洞管 100 の内周面のふくらみの数は 1 つではなく、図 13 に示すように軸方向に周期的に複数個ある。従って、実際の電極 20 は、図 8、図 9 に示すように、電極軸 21 の長さを空洞管 100 の軸の長さに対応させ、翼電極 22 の数は、空洞管 100 の内面のふくらみの数に対応させて設けられる。更に、図 8、図 9 に示すように、収納筒 29 も、電極軸 21 と略同じ長さとし、1 組のスリット群 23（23 a、23 b、・・・）が設けられるとともに、当該スリット群が軸方向の複数の単翼に共通に設けられる。

[0042] 図 1 は、上記のように構成した電極を使用して、空洞管の内面を研磨する装置を示した側面図である。

[0043] 基台 10 上に、架台 11 が設けられ、当該架台 11 の中央下側には、液導入口 14 が設けられ、当該液導入口 14 には研磨液タンク 15 からの研磨液がポンプ 16 を介して供給され、さらに、当該液導入口 14 を介して架台 11 上に載置される空洞管 100 の内部に研磨液が導入できるようになっている。

[0044] 上記架台 11 の上側には、研磨対象物である空洞管 100 が一方のフランジ 101 a を利用して固定される。この状態で、上記収納状態の電極 20 が空洞管 100 の上端から差し込まれる。このとき、電極 20 の電極軸 21 は、前記液導入口 14 の下側にまで液密にかつ回転自在に貫通され、その下端にリードとの接続具 19 が取り付けられる。尚、空洞管 100 は縦に長いので、架台 11 上での安定性を確保するために空洞管 100 を固定する支持棒 18 が図示しない支柱で支えられる。

[0045] この状態で、作業者は、収納筒 29 を手で持って電極軸 21 を回転させ、各単翼 22 a、22 b・・・の径を延伸して、前記稼動状態を形成しておく。次いで、空洞管 100 の他方のフランジ 101 b 上に液導出口 19 が固定される。このとき、電極軸 21 が、液導出口 19 の上端の上に液密にかつ回転自在に突出するようになっている。

[0046] 上記、空洞管 100 の取り付け構造、電極 20 の設置構造は上記以外に種々考えることができるのでここではさらなる説明を省略するが、上記のように差し込まれた電極 20（電極軸 21、翼電極 22、収納筒 29）は、電極軸 21 に回転力を与えると空洞管 100 に対して回転できる構成となっており、電極軸 21 が回転すると、各単翼 22 a、22 b・・・が空洞管 100 の内部で回転することになる。また、上記回転力は駆動手段 120 より与えられる攻勢としてもよい。

[0047] 上記の構成で、給液ポンプ 16 で液導入口 14 から所定の流速で研磨液を導入し、空洞管 100 に充填し、さらに液導出口 19 から排出する状態を形

成し、電極軸 2 1 と空洞管 1 0 0 との間に研磨に必要な電界を掛け、電極軸 2 1 をゆっくり回転させると、空洞管 1 0 0 の内面が研磨されることになる。電解液の流入速度、電界の強度等の種々の条件は本発明の要旨ではないのでここでは詳しい説明を省略する。

[0048] 上記のようにして研磨が終了すると、研磨液を排出して（例えば、液導入口 1 4 に設けたドレン（図示しない）から）、洗浄水を給液ポンプ 1 6 から空洞管 1 0 0 に送り込んで洗浄する。その後、電極 2 0 を収納状態にして、空洞管 1 0 0 から抜き取ることによって作業は終了することになる。

[0049] 図 1 1 は、本発明の電極を横向きに使用する場合の図である。

[0050] 空洞管 1 0 0 のフランジ 1 0 1 a、1 0 1 b を回転自在にかつ液密に受け止める回転空洞受け 1 0 2 a、1 0 2 b が基台 1 0 上の架台 1 1 に設けられる。「回転自在かつ液密」に空洞管 1 0 0 のフランジ 1 0 1 a、1 0 1 b を受け止める構成は種々あり、ここでの本質ではないので詳しい説明は省略する。ただ、一方の回転空洞受け（例えば 1 0 2 a）は、基台 1 0 に対して位置が固定されるが、他方の回転空洞受け（例えば 1 0 2 b）は、架台 1 1 とともに、基台 1 0 上を空洞管 1 0 0 の軸方向に水平に移動できる構成とし、以下に説明するように空洞管 1 0 0 を回転空洞受け 1 0 2 a、1 0 2 b の間に挟み込んだ状態で固定できる構成とする。

[0051] 一方の回転空洞受け 1 0 2 a の外側（回転空洞受け 1 0 2 b の反対側）には前記液導入口 1 4 が固定され、当該液導入口 1 4 の空洞管 1 0 0 の軸に対応する高さ位置に、流入口 1 4 1 が設けられる。この流入口 1 4 1 には前記給液ポンプ 1 6 から電解液がパイプ 3 1 a を介して液導入口 1 4 に供給できる構成となっている。また、他方の回転空洞受け 1 0 2 b の外側には液導出口 1 7 が固定され、当該液導出口 1 7 の空洞管 1 0 0 の軸に対応する高さ位置に、流出口 1 7 1 が設けられパイプ 3 1 b を解して電解液がタンク 1 5 に排出できる構成となっている。

[0052] 翼電極 2 0 の各単位翼 2 2 a、2 2 b・・・は軸電極 2 1 の軸方向に対して図 1 2（図 1 2（a）は正面図、図 1 2（b）は図 1 2（a）の側面図）

に示すように若干傾斜させたり、あるいは先端を捻った形状とし、スクリュウ機能を持たせるようにする。もちろんこのとき、前記収納状態から稼動状態（あるいはこの逆）への遷移する機能を損なわないようにしておく。

[0053] 以上のように電解研磨装置、翼電極を構成しておいて、まず、空洞管 100 のフランジ 101 a を一方の回転空洞受け 102 a に回転自在にかつ液密に固定する（液導入口 14 と空洞管 100 との連通性は確保した状態で）。次いで、電極 20 を収納状態で空洞管 100 の他方端から挿入する。このとき、電極軸 21 は液密にかつ回転自在に液導入口 14 に貫通され、その先端にリード接続具 19 が取り付けられる。この状態で、前記縦型と同様収納筒 29 を手で押さえ、電極軸 21 を回すことによって稼動状態を形成する。その後、他方の回転空洞受け 102 b を移動させて、他方のフランジ 101 b に押さえて、空洞管 100 を回転自在にかつ液密に位置を固定する（液導出口 17 と空洞管 100 との連通性は確保した状態で）。

[0054] このように両回転空洞受け 102 a、102 b に空洞管 100 を保持した状態で、導電ラバーローラ 110 が空洞管 100 の外側に当接して駆動手段 120 の駆動によって当該導電ラバーローラ 110 が空洞管 100 を回転するようになっている。

[0055] この状態で、給液ポンプ 16 を作動させて、電解液を空洞管 100 の軸位置近辺にまで充填し、電極軸 21 と空洞管 100 の間に研磨に必要な電界を掛けるとともに、駆動手段 120 で、空洞管 100 をゆっくり回転する。これによって電解研磨が進行することになる。このとき、前記のように傾斜している（あるいは捻られている）単翼 22 a、22 b・・・のスクリュウ効果で、電解液は空洞管 100 の回転にともなって導出口 17 方向に押し出されるようにする。もちろんこととき、前記電解液の押し出し効果を高めるために翼電極 20 を積極的に回転することでもよい。尚、空洞管 100 へは前記導電ラバーローラ 110 を介して電界の供給がなされる。

[0056] 電解研磨が終了すると、電解液を排出することになるが、このためには、基台 10 ごと、あるいは空洞管 100 のみを縦にして、電解液を抜きとる構

成とするのが好ましい。さらに、翼電極 20 を収納状態にしてよく電極を抜き取って、研磨作業が終了することになる。

[0057] 以上、翼電極 22 の単翼が複数である場合について述べたが、単翼の数は少なくとも 1 枚で足りる。

[0058] 本発明において、研磨液としては従来と同様の研磨液（例えばフッ酸、硫酸、水からなる研磨液）が使用されることは勿論である。また、ここで研磨される厚みは、当該空洞管が高速加速器である場合には、 $50\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ である。更に、研磨時に掛かる電圧は 15 V 前後、流れる電流は $20\text{A}/\text{dm}^2$ 程度である。

[0059] また、本願発明に使用する電極は、ニオブの電解研磨だけでなく、種々の金属管の内面を電解研磨するときに使用でき、更に、電解研磨だけでなく、電解メッキにも利用できる。

産業上の利用可能性

[0060] 以上説明したように、本発明は、内径が部分によって変化する空洞管であっても、その内径に合わせた単翼を持った翼電極を広げる構成の電極を備えることによって、その内面を短時間に均一に研磨することができる。高速加速器をはじめ、より高い精度を必要とする製品に適用することができる。また、電解研磨だけでなく電解メッキに応用できることは勿論であり。この面でもより精密な製品の仕上がりが期待でき、産業上の利用可能性は極めて高い。

符号の説明

[0061] 10 基台
11 架台
14 液導入口
17 液導出口
21 電極軸
20 電極
21 電極軸

2 2 翼電極

2 2 a、2 2 b . . . 単翼

2 3 スリット群

2 3 a、2 3 b . . . スリット

2 9 収納筒

1 0 0 空洞管

請求の範囲

[請求項1]

電極軸と、

前記電極軸の軸方向に所定幅で先端が、空洞管の内周面形状に対応する単翼を少なくとも1枚、周方向に等間隔に配置した翼電極と、

前記各単翼が電極軸に巻回された状態で、翼電極を収納する電極軸と同心に配置された収納筒と、

前記収納筒の各単翼に対応する位置に、軸方向のスリットを設け、当該スリットに各単翼を挿通した状態で、電極軸と収納筒とを相対的に回転することによって、各単翼を径方向に拡張可能な径調整手段と、

を備えた、空洞管の研磨用電極。

[請求項2]

第1項記載の空洞管の研磨用電極を最初の段階で、収納筒に翼電極を収納した状態として、空洞管に挿入するステップ、

収納筒に対して電極軸を回転させて、各単翼の先端が空洞管の内周面と、研磨を行うに適切な距離になるまで収納筒から押し出すステップ、

前記空洞管と翼電極の間に研磨に応じた極性の電圧・電流を印加するステップ、

を備えた空洞管の電解研磨方法。

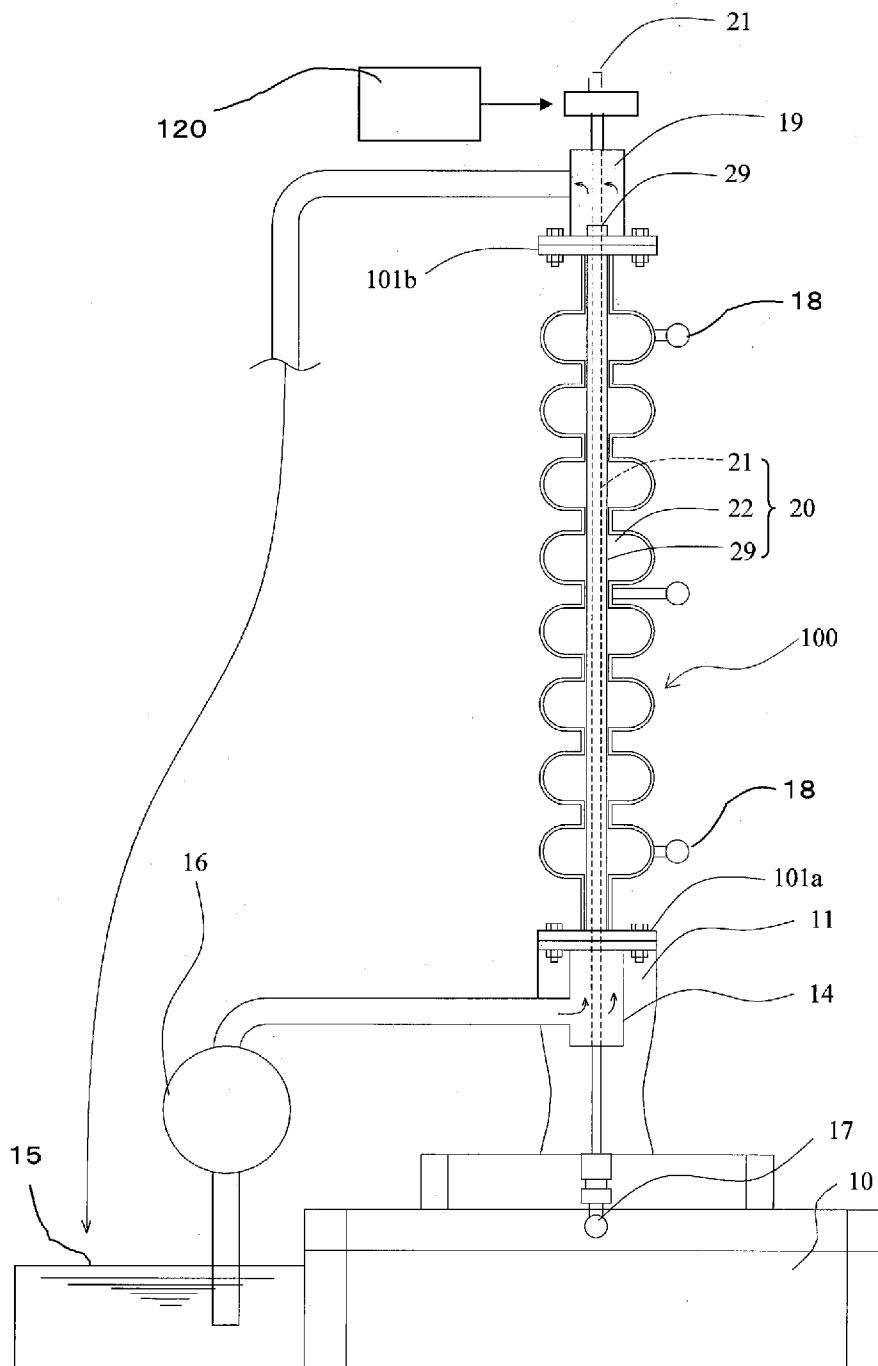
[請求項3]

更に、研磨を終了した後に、収納筒に対して電極軸を前記とは逆に回転させて、翼電極の各単翼を収納筒に収納するステップ

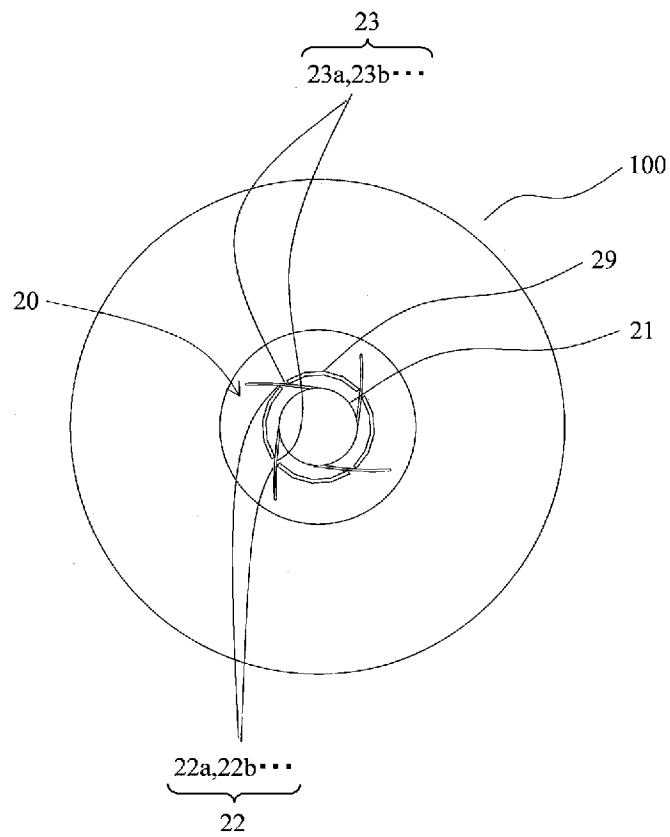
翼電極を研磨対象の空洞管から引き抜くステップ

を備えた請求項2に記載の空洞管の電解研磨方法。

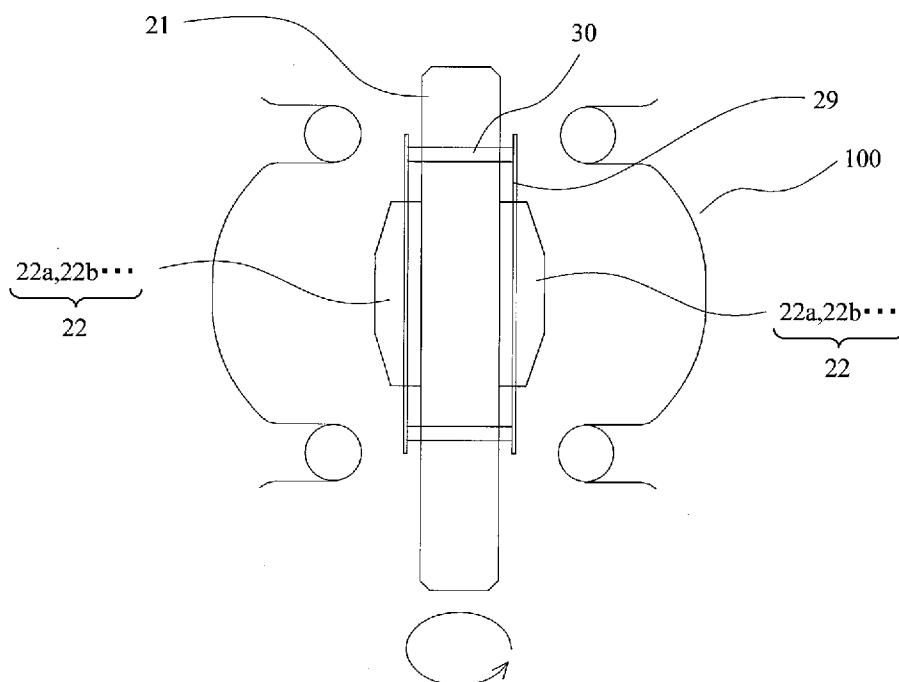
[図1]



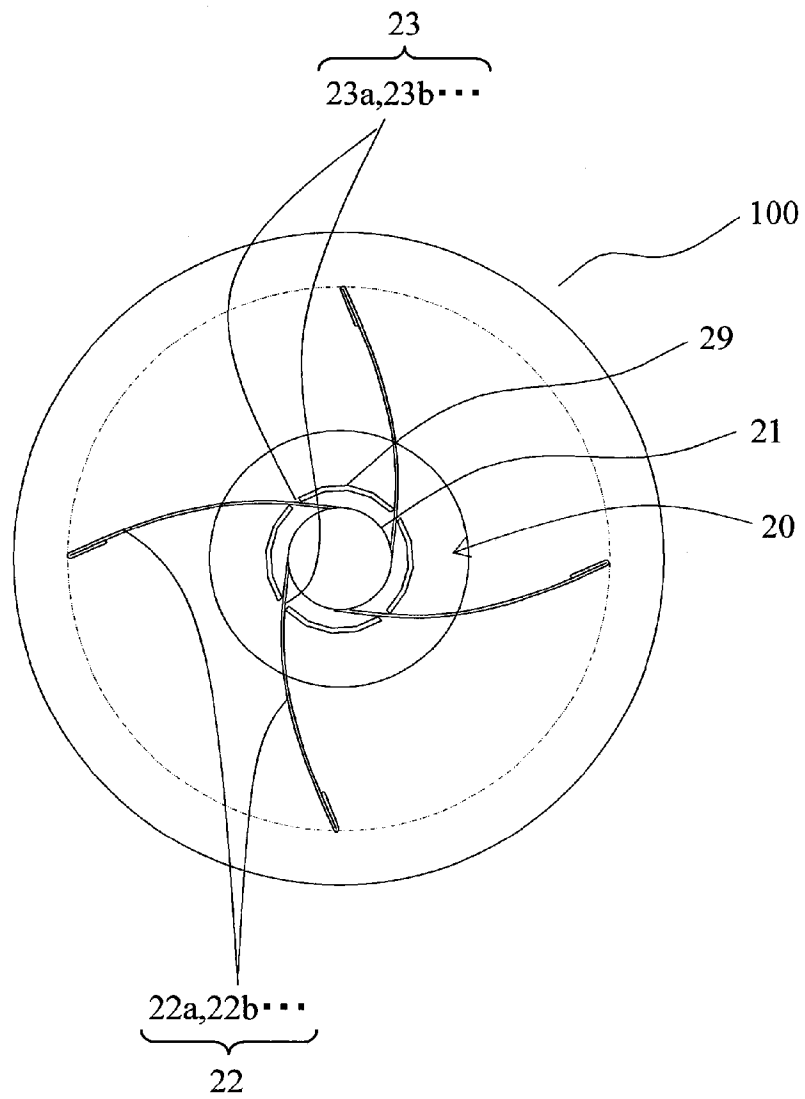
[図2]



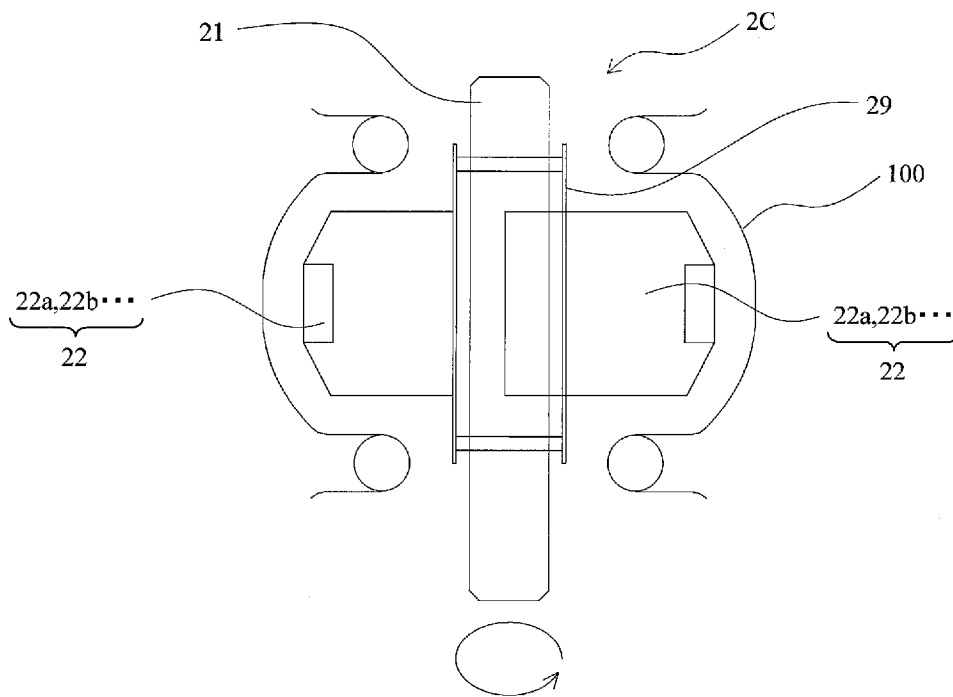
[図3]



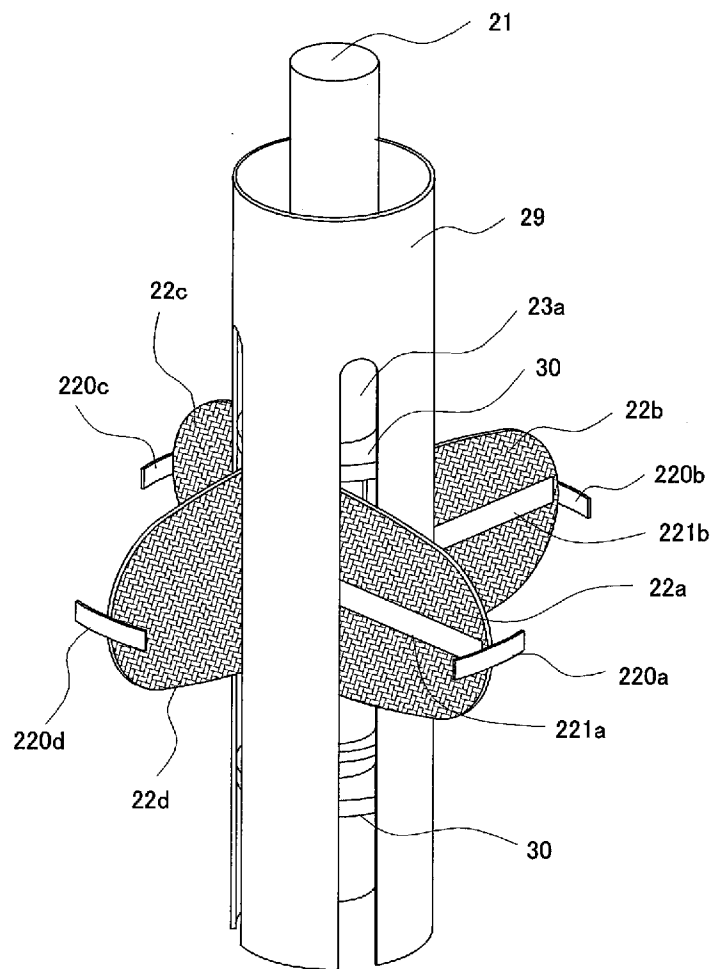
[図4]



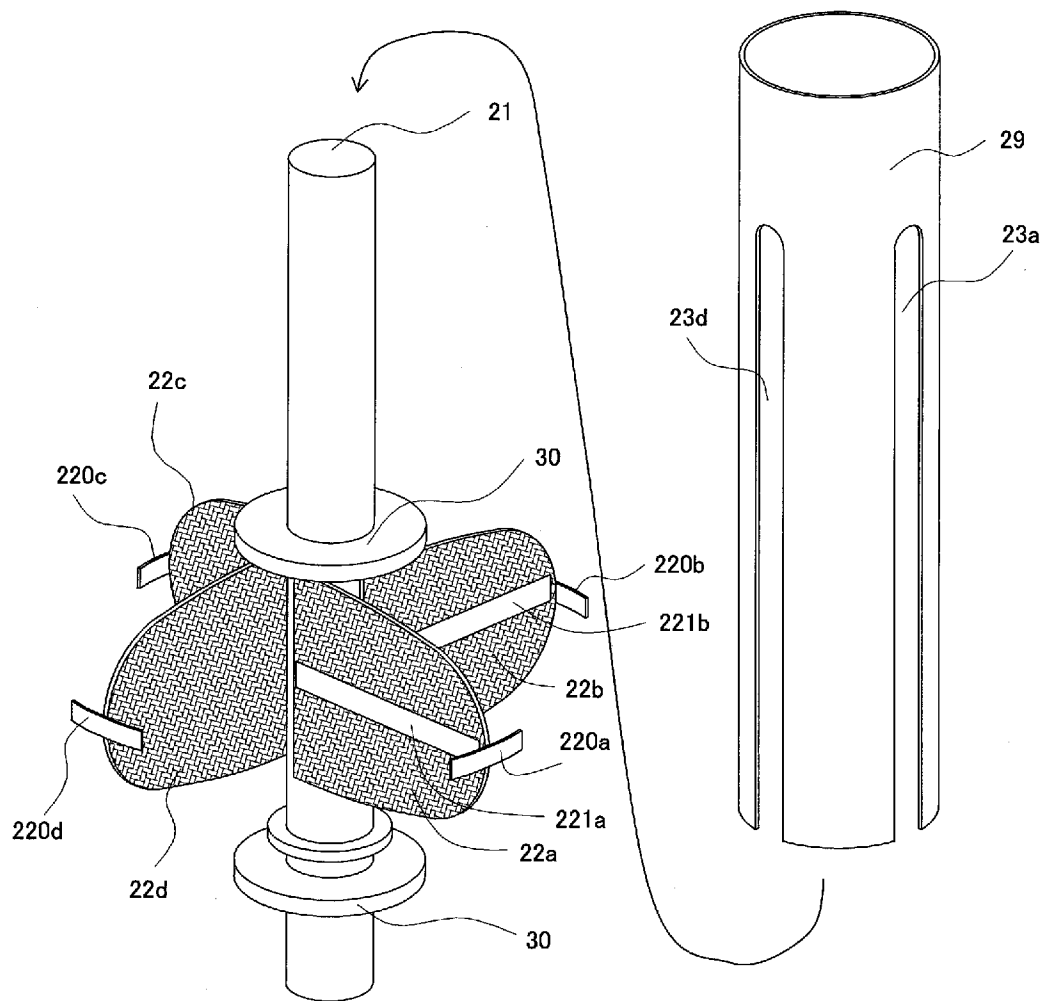
[図5]



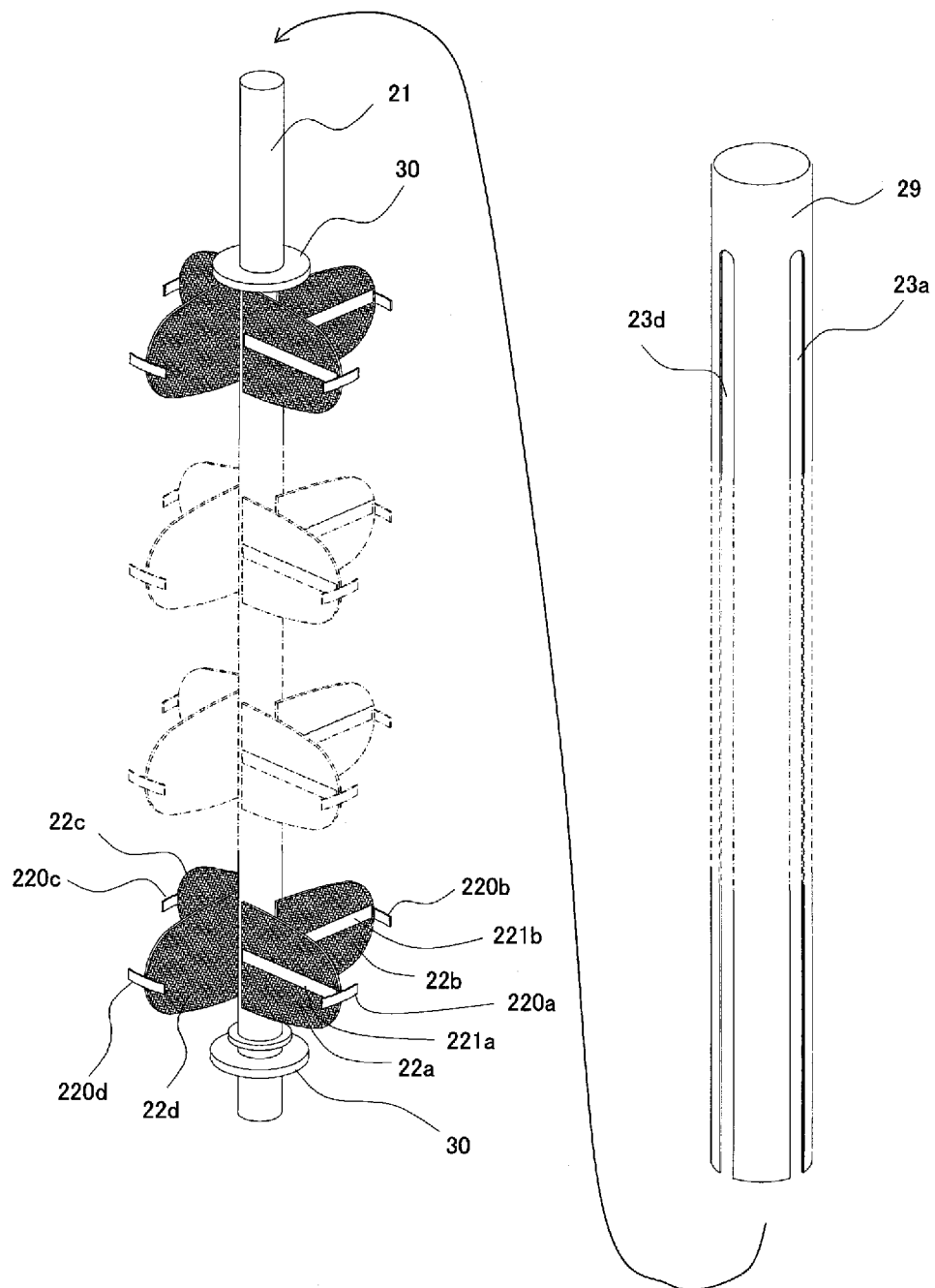
[図6]



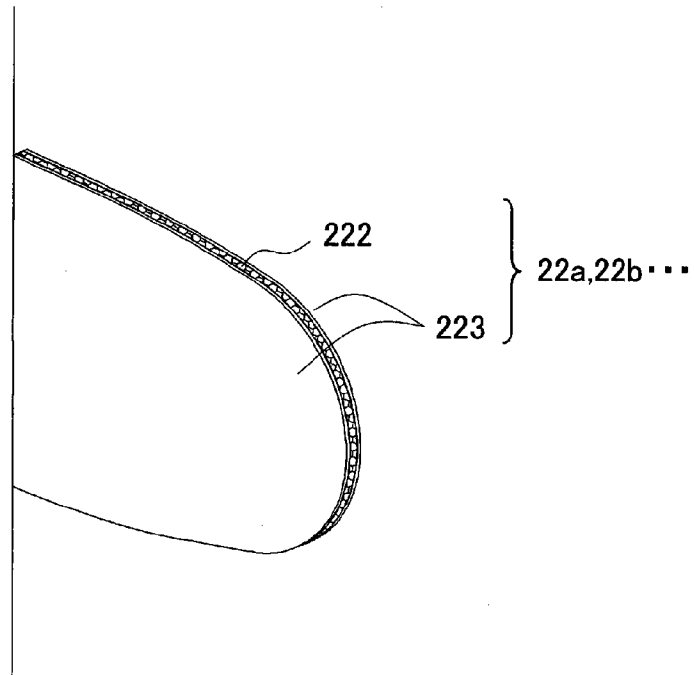
[図7]



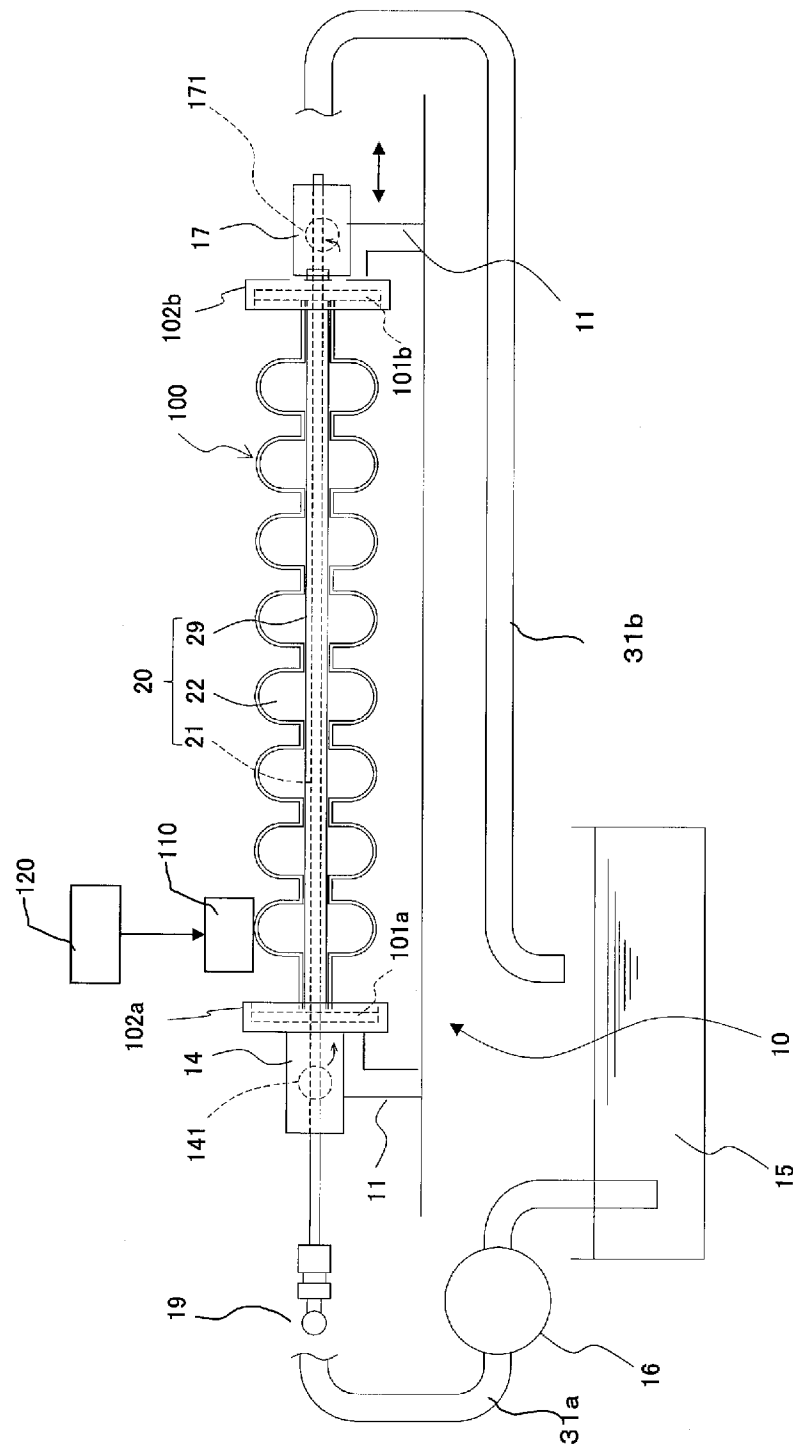
[図9]



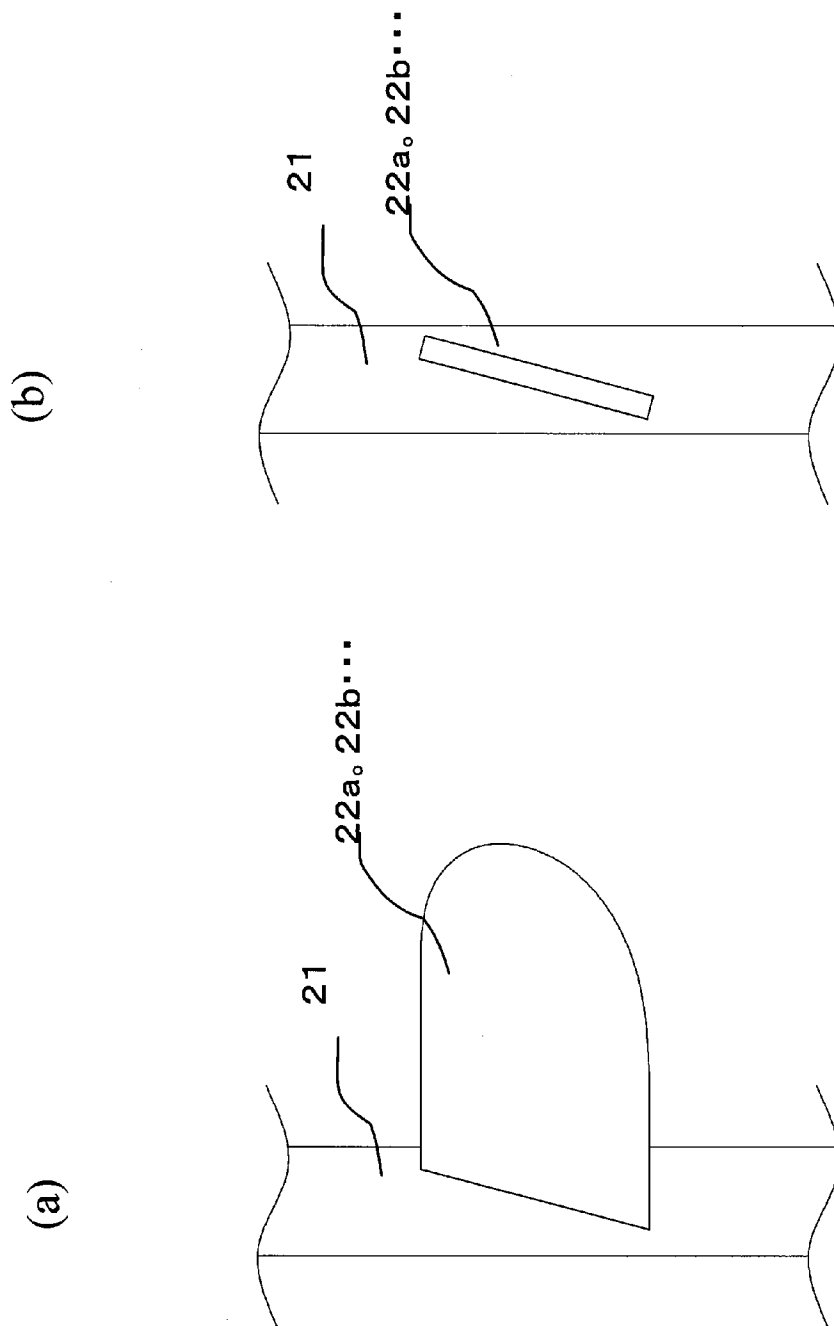
[図10]



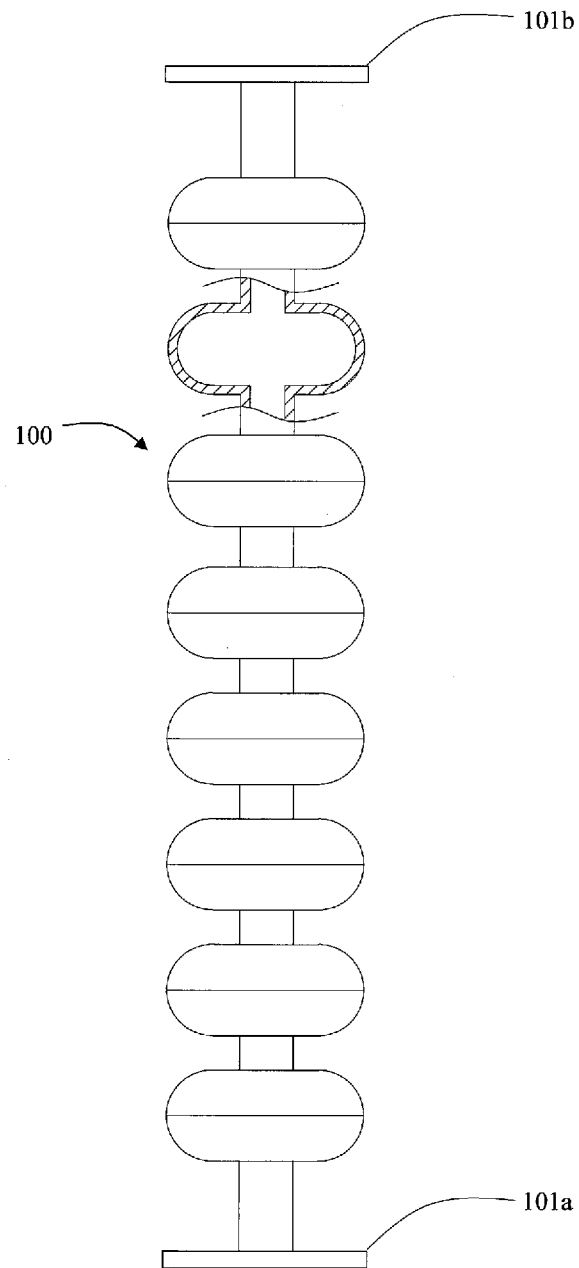
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/068593

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C25F7/00(2006.01)i, C25F3/16(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)

C25F7/00, C25F3/16

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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-86450 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 28 April 2011 (28.04.2011), (Family: none)	1-3
A	JP 11-350200 A (Nomura Plating Co., Ltd.), 21 December 1999 (21.12.1999), & JP 2947270 B	1-3
A	JP 2007-276062 A (Denso Corp.), 25 October 2007 (25.10.2007), (Family: none)	1-3

☒ 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
08 October, 2013 (08.10.13)

Date of mailing of the international search report
22 October, 2013 (22.10.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/068593

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 148643/1989 (Laid-open No. 98990/1991) (Mitsubishi Materials Corp.), 15 October 1991 (15.10.1991), (Family: none)	1-3
A	JP 62-91900 A (JGC Corp.), 27 April 1987 (27.04.1987), (Family: none)	1-3
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 145104/1974 (Laid-open No. 71822/1976) (Yoshikazu KOIZUMI), 07 June 1976 (07.06.1976), (Family: none)	1-3

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C25F7/00(2006.01)i, C25F3/16(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. C25F7/00, C25F3/16

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）

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
A	JP 2011-86450 A（三菱重工業株式会社）2011.04.28,（ファミリーなし）	1-3
A	JP 11-350200 A（株式会社野村鍍金）1999.12.21, & JP 2947270 B	1-3
A	JP 2007-276062 A（株式会社デンソー）2007.10.25,（ファミリーなし）	1-3

☒ 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 8 . 1 0 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

2 2 . 1 0 . 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）

4 E

3 0 3 2

瀧口 博史

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 2 5

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
A	日本国実用新案登録出願 1-148643 号(日本国実用新案登録出願公開 3-98990 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (三菱マテリアル株式会社) 1991. 10. 15, (ファミリーなし)	1-3
A	JP 62-91900 A (日揮株式会社) 1987. 04. 27, (ファミリーなし)	1-3
A	日本国実用新案登録出願 49-145104 号(日本国実用新案登録出願公開 51-71822 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (小泉義一) 1976. 06. 07, (ファミリーなし)	1-3