



PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類6 B23H 5/00	A1	(11) 国際公開番号 WO99/24206 (43) 国際公開日 1999年5月20日 (20.05.99)
(21) 国際出願番号 PCT/JP98/04494 (22) 国際出願日 1998年10月5日 (05.10.98) (30) 優先権データ 特願平9/325215 1997年11月10日 (10.11.97) JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 日新運輸工業株式会社 (NISSIN UNYU KOGYO CO., LTD.)[JP/JP] 〒752-0953 山口県下関市長府港町14番1号 Yamaguchi, (JP) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ) 相浦 直(AIURA, Sunao)[JP/JP] 井上勝彦(INOUE, Katsuhiko)[JP/JP] 佐々木敏彦(SASAKI, Toshihiko)[JP/JP] 〒752-0953 山口県下関市長府港町14番1号 株式会社 神戸製鋼所 長府製造所内 Yamaguchi, (JP) 赤木和雄(AKAGI, Kazuo)[JP/JP] 高橋顯治(TAKAHASHI, Koji)[JP/JP] 〒752-0953 山口県下関市長府港町14番1号 日新運輸工業株式会社内 Yamaguchi, (JP)		(74) 代理人 弁理士 秋元輝雄(AKIMOTO, Teruo) 〒107-0062 東京都港区南青山一丁目1番1号 Tokyo, (JP) (81) 指定国 AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IS, KE, KG, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW, ARIPO特許 (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). 添付公開書類 国際調査報告書
(54)Title: METHOD AND APPARATUS FOR POLISHING INNER SURFACE OF CYLINDRICAL PORTION OF ELONGATED CYLINDRICAL WORK AND ELONGATED CYLINDRICAL WORK (54)発明の名称 長尺円筒加工物の円筒部内面の研磨方法及び装置並びに長尺円筒加工物 (57) Abstract An electrolytic abrasive polishing machine for precisely polishing the inner surface of an elongated cylindrical work such as a metal pipe, comprising a holder (13) for disposing a cylindrical work (W) so that the axis of its cylindrical portion faces in the vertical direction, a rotary shaft (4) turnably supported in an outer peripheral pipe (3) so supported as to face downward in the vertical direction and capable of moving up and down, a tool electrode (5) equipped with a grinding wheel facing in a radial direction and fitted to the distal end of the rotary shaft (4) and a plastic pipe (6) wound around the periphery of the outer peripheral pipe (3) and capable of pressurizing. The inside of the plastic pipe (6) is pressurized at the time of polishing, expands in a gap between the outer peripheral pipe (3) and the inner surface of the cylindrical portion of the work (W) or between the outer peripheral pipe (3) and the inner surface of a free ring and suppresses the deflection of the outer peripheral pipe (3) and the deflection of the tool electrode (5) inside the cylindrical portion that would be caused by the high speed revolutions of the rotary shaft (4) and the tool electrode (5).		

(57)要約

金属管等の長尺な円筒加工物の内面研磨を精度よく加工するための電解複合研磨装置である。円筒加工物Wをその円筒部軸心が縦方向に向くように設置する保持装置13と、縦方向に下向きに支持され上下移動自在とされた外周管3の中に回転自在に支持された回転軸4と、放射方向を向く砥石を備え回転軸4の先端に取り付けられた工具電極5と、外周管3の周囲に巻き付けられ加圧できるようにされたプラスチック管6等を備える。プラスチック管6内部には研磨時には加圧され、外周管3と型材Wの円筒部内面の隙間、あるいは外周管3とフリーリング内面との間で膨張し、回転軸4及び工具電極5の高速回転に基づく外周管3のぶれおよび円筒部内における工具電極5のぶれを抑制する。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE アラブ首長国連邦	ES スペイン	LI リヒテンシュタイン	SG シンガポール
AL アルバニア	FI フィンランド	LK スリ・ランカ	SI スロヴェニア
AM アルメニア	FR フランス	LR リベリア	SK スロヴァキア
AT オーストリア	GA ガボン	LS レソト	SL シェラ・レオネ
AU オーストラリア	GB 英国	LT リトアニア	SN セネガル
AZ アゼルバイジャン	GD グレナダ	LU ルクセンブルグ	SZ スワジランド
BA ボスニア・ヘルツェゴビナ	GE グルジア	LV ラトヴィア	TD チャード
BB バルバドス	GH ガーナ	MC モナコ	TG トーゴ
BE ベルギー	GM ガンビア	MD モルドヴァ	TJ タジキスタン
BF ブルキナ・ファソ	GN ギニア	MG マダガスカル	TM トルクメニスタン
BG ブルガリア	GW ギニア・ビサウ	MK マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国	TR トルコ
BJ ベナン	GR ギリシャ	ML マリ	TT トリニダード・トバゴ
BR ブラジル	HR クロアチア	MN モンゴル	UA ウクライナ
BY ベラルーシ	HU ハンガリー	MR モーリタニア	UG ウガンダ
CA カナダ	ID インドネシア	MW マラウイ	US 米国
CF 中央アフリカ	IE アイルランド	MX メキシコ	UZ ウズベキスタン
CG コンゴ	IL イスラエル	NE ニジェール	VN ヴィエトナム
CH スイス	IN インド	NL オランダ	YU ユーゴスラビア
CI コートジボアール	IS アイスランド	NO ノールウェー	ZA 南アフリカ共和国
CM カメルーン	IT イタリア	NZ ニュー・ジーランド	ZW ジンバブエ
CN 中国	JP 日本	PL ポーランド	
CU キューバ	KE ケニア	PT ポルトガル	
CY キプロス	KG キルギスタン	RO ルーマニア	
CZ チェッコ	KP 北朝鮮	RU ロシア	
DE ドイツ	KR 韓国	SD スーダン	
DK デンマーク	KZ カザフスタン	SE スウェーデン	
EE エストニア	LC セントルシア		

明 細 書

長尺円筒加工物の円筒部内面の研磨方法及び装置並びに長尺円筒加工物

技術分野

- 5 本発明は、円筒部を有する金属管又は型材のような長尺円筒加工物の内面を電解複合研磨技術を利用して鏡面加工する研磨方法及び装置並びに該方法により電解複合研磨された長尺円筒加工物に関する。

背景技術

- 10 油圧シリンダーやエアシリンダー等の流体圧シリンダーの円筒部は、油圧シリンダーでは $25\mu\text{m}$ 、エアシリンダーでは $150\mu\text{m}$ の真円度が要求されている。例えば、これらに用いるアルミ押出中空型材は通常押出まででは精度が不十分であるため、ほとんどの製品が切削の様な機械加工あるいは機械加工後にバニシング加工することにより、円筒部の真円度、寸法精度を改善している。しかし、円
- 15 筒部の内径が小さいものや内径に比べて縦方向に長い素材は機械加工ができない。そのため、例えば、要求される真円度を満たせず歩留りが低下したり、長尺の素材を製品長さに切断してから1つずつ機械加工しなければならないため生産効率が上がらないという状況にある。
- 20 一方、金属の表面を高精度に研磨する方法として、電解液による溶出作用と、研磨材による擦過作用とを複合させて研磨仕上げする電解複合研磨技術が知られている。この電解複合研磨技術は金属管の内面を鏡面仕上げする場合に適用され、一般には先端に工具電極を取り付けた回転軸を金属管内に挿入し、この回転軸と金属管とを相対的に回転させ、同時に金属管内に電解液を供給するとともに電流
- 25 を流し、回転軸を徐々に引き抜きながら工具電極に装着した砥石で金属管の内面を研磨するものである。

このような金属管内面の電解複合研磨方法においては、砥石が磨耗すると内面
研磨が適正に行われず高精度の鏡面仕上げが出来ないために、従来はばね板また
はダイヤフラム等により砥石に押圧力を付与することで、砥石の磨耗に対処した
5 装置が知られている（実開平4-130120号、実開平5-86429号など）
。

上記従来のばね板による場合は、特に長尺金属管内面のように限られた箇所では、砥石の磨耗に伴い押圧力が減少して所定の研磨性能が得られなくなる。また、
10 ばね板は所定の撓みを与えることにより力が発生するために、金属管内に研磨工
具を挿入する際に、専用の挿入ガイドが必要になる等の欠点が有った。

一方、ダイヤフラムによる場合は、上記ばね板による欠点は解消できるが、複
数個の砥石に対応させて複数個のダイヤフラムを個別に設けなければならない。
15 このために、取付部の加工が複雑になり、取付作業が複雑になる等の欠点が生じ
る。また、複数個のダイヤフラムにばらつきが生じ、各砥石にかかる押圧力が一
定とならず、高精度の鏡面仕上げが不可能である。

上記の方法は、主として鋼又はステンレスのパイプの内表面の加工に適用され
20 ている。設備的には長尺製品の加工が容易な横型のものが多く、縦型のものは少
ない（特開平3-98758号公報参照）。さらに、外形が多様な形をしている
アルミ押出型材に適用された具体的な例はない。

アルミ中空押出型材の円筒部内面の機械加工（例えば切削）は外表面の加工に
25 比較すると難しい。また、ある程度の加工精度を確保するには、工具の剛性の問
題から長い素材の加工は困難であり、短く切断して加工する必要がある。このた

めに、コスト高となるとともに、アルミ合金が鋼に比較して1／3程度の低剛性、2倍の熱膨張率であり、切削抵抗や切削熱による変形が大きいことにより、切削加工による超精密鏡面仕上げは困難であった。

これに対し、電解複合研磨は、仕上げ面の真円度 $\leq 10\ \mu\text{m}$ 、表面粗さ $\leq 1\ \mu\text{m}$ の品質が得られる超精密仕上げ加工技術であり、長尺のパイプにも適用することができる。しかし、これまで主として鋼又はステンレス鋼管内面を研磨していた電解複合研磨方法及び装置を、そのままアルミ中空押出型材の円筒部内面の研磨に適用しても、精度よく加工できないという問題がある。

10 例えば、本発明者らは、従来の電解複合研磨装置（長尺金属管及び工具電極の軸線方向が水平に設定され、金属管及び工具電極双方を互いに逆方向に回転させるタイプ）を用いてアミル押出管の内面を電解複合研磨したが、所望の加工精度を得ることができなかった。これは、アルミが鋼又はステンレス鋼に比較して1／3程度の低強度、低剛性のため軟質で変形しやすく、砥石の押圧力を低圧に制
15 御して加工する必要があると同時に、水平に回転軸に支持された工具電極の自重の影響が強く出て軸心がぶれ、加工精度が劣化するためである。

また、多様な外形を有する金属型材を高速回転することは事実上不可能であるので、上記電解複合研磨装置を適用できる長尺円筒加工物は円筒パイプに限定される。

20

本発明はこのような従来の問題点に鑑みてなされたもので、アルミ中空押出型材をはじめ外形が多様な金属型材の円筒部内面の研磨に対しても、これを精度よく加工できるような電解複合研磨方法及び装置並びに高精度に研磨された円筒部内面を有する長尺円筒加工物を得ることを目的とするものである。

25

発明の開示

本発明の方法は、長尺円筒加工物の円筒部内面を、電解液による溶出作用と円筒内に挿入する工具電極に装備した砥石による擦過作用とを複合させて研磨する電解複合研磨方法であって、長尺円筒加工物をその円筒部軸心が縦方向に向くように設置し、同じく縦方向に下向きに支持された回転軸の先端に取り付けた工具電極を円筒内に挿入し、これを回転させかつ縦方向に相対移動させることを特徴とする。

また、本発明の装置は、長尺円筒加工物の円筒部内面を、電解液による溶出作用と円筒内に挿入する工具電極に装備した砥石による擦過作用とを複合させて研磨する電解複合研磨装置であって、長尺円筒加工物をその円筒部軸心が縦方向に向くように設置するワーク保持装置と、縦方向に下向きに支持され前記長尺円筒加工物の円筒内に挿入される回転軸と、その回転軸の先端に取り付けられた工具電極と、前記回転軸及び／又はワーク保持装置を軸方向に移動させる移動装置を備えることを特徴とする。

この方法及び装置においては、回転軸を縦方向に下向きに支持させその先端に工具電極を取り付けたため、工具電極及びその回転軸の自重の影響が排除され、工具電極のぶれが抑制されて加工精度の改善ができる。また長尺円筒加工物を回転させず工具電極側のみを回転させるようにしたことから、多様な外形を有するアルミ中空押出型材をはじめ各種金属型材に等しく適用できる。

なお、上記移動装置は、回転軸側かワーク保持装置側の一方に設置してもよいし、双方に設置してもよい。すなわち、長尺円筒加工物と工具電極が軸方向に相対的に移動するようになっていればよい。

上記研磨装置の実施形態として、上記回転軸が縦方向に下向きに支持された外周管の中に回転自在に支持されていることが挙げられる。この外周管は回転せず、好ましくは回転軸の先端の工具電極部分を除いてほぼその全長をカバーし、外周管と回転軸は同時に軸方向に移動させられる。この場合、回転軸はこの外周管の中心に回転自在に支持されるため、高速回転時の工具電極のぶれが抑制され加工精度が改善する。

また、上記外周管を設置した場合、その周囲にプラスチック管を螺旋状に巻き回し、かつそのプラスチック管内を加圧できるようにすることが好ましい。外周管が例えば長尺円筒加工物の円筒部内に挿入された状態でこのプラスチック管を加圧したとき、プラスチック管が膨張して円筒部内面に押し付けられる。その作用により回転軸及び工具電極の回転に伴う微少なぶれを防止し、外周管を常に円筒部の中心に維持し、加工精度をさらに改善することができる。

また、工具電極の内部に中空部が設けられており、該中空部にはシリコンチューブ等からなる押圧用チューブが配設され、その内部を加圧できるようにされていることが好ましい。この押圧用チューブ内部を加圧することによって、一定圧力で弾性砥石を放射方向に押出すことが可能となる。また、弾性砥石が磨耗した際にも常に一定の押圧力を保持することが出来る。

また、この電解複合研磨方法及び装置により、円筒部の長さがその直径の10倍以上あるような長尺の金属形材でも、機械加工を行うことなく、円筒部内面の真円度を $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下、軸方向及び円周方向の表面粗さ R_{max} を $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下に仕上げ研磨することができるようになる。

本発明装置のその他の特徴については、下記発明の実施の形態の欄で具体的に

説明する。

図面の簡単な説明

第1図は、本発明に係る電解複合研磨装置の全体説明図である。第2図は、その要部を説明する図である。第3図は、その工具電極の縦断面図である。第4図は、電極部の横方向断面図である。第5図は、実施例に使用したアルミ中空押出型材の断面図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、第1図～第5図を参照して本発明に係る電解複合研磨装置を具体的に説明する。

この電解複合研磨装置は第1図及び第2図に示すように、基台1とその上に設置されたフレーム2、鉛直方向に設置された外周管3、外周管3の中に図示しない複数個の軸受を介して鉛直方向にかつ回転自在に設置された回転軸4、外周管3の下方において回転軸4の先端に取り付けられた工具電極5、外周管3の周囲に螺旋状に巻き回され、図示しない機構により内部を加圧できるようにした例えばシリコンチューブなどからなるプラスチック管6、フレーム2に取り付けられたガイド7に沿って鉛直方向に摺動自在の摺動部材8、外周管3の上端部を支持し摺動部材8に固定された支持部材9、回転軸4の上端部近傍を支持し摺動部材8に固定された軸受部材10、摺動部材8をガイド7に沿って上下摺動、すなわち外周管3及び回転軸4を上下移動させる移動モーター11、摺動部材8に取り付けられ回転軸4を回転させるモーター12、長尺円筒加工物Wを固定する固定チャック13（陽極通電チャック）等を備える。

この電解複合研磨装置において、回転軸4は中空軸（第3図参照）であり、回転軸4の頂部にはロータリージョイント15を介して中空穴4aにエアを導入で

きるようになっている。また、本装置はさらに、固定チャック 13 の上方に位置しガイド 7 に沿って摺動自在で適宜位置に固定自在とされたフリーリング機構 16 と、その上に配置された規制スリーブ 17、規制スリーブ 17 の開口から流出する電解液を受ける液受け 18、固定チャック 13 の下方位置に固定されたフリーリング機構 19、回転軸 4 に接触する陰極通電ブラシ 20 を備えている。

フリーリング機構 16 及び 19 はそれぞれほぼ同じ構造を持つ。それは、固定されたスリーブ 21、22 内に 2 段にフリーリング 23、24、25、26 がメカニカルシールを介してそれぞれ独立して回転自在に保持されている。そして、フリーリング機構 16 および 19 は、固定チャック 13 に取り付けられた長尺円筒加工物 W の円筒部の上下開口にシールパッキン 27、28 を介して当接される。このフリーリング 23～26 は、長尺円筒加工物 W の円筒部の仕上がり内径と同じか又はわずかに大きい内径と、工具電極 5 の後述する弾性砥石とほぼ同じ長さを持つ。そして、このフリーリング 23～26 は、その弾性砥石の押圧力によりフリーに同期回転し、長尺円筒加工物 W の円筒部端面が研磨によりベルマウス形状に変形されるのを防止する。

また、規制スリーブ 17 はフリーリング機構 16 の上に連設されており、フリーリング 23、24 の内径とほぼ同じ内径をもつ。

第 3 図に示すように、回転軸 4 は軸受 30 により外周管 3 の中で回転自在に支持されている。また、外周管 4 の下端に螺合したシール押え 31 と回転軸 4 に固定されたシール押え 32 の間にフェルト状のシール 33 が介在し、電解液が相対回転する外周管 3 と回転軸 4 の間に浸入するのを防止している。

外周管 3 の下端から突出した回転軸 4 の先端には、取付部材 34 を介して工具電極 5 が取り付けられている。第 4 図にも示すように、工具電極 5 には中空の電

極部 35、36 が所定間隔を置いて上下に配設されている。それぞれの電極部 35、36 には開口が放射状に 180° 間隔に設けられ、また各電極部 35、36 の開口の向きは 90° ずれている。各開口内には研磨材としての粗研磨用と仕上げ研磨用の弾性砥石 37、38 がホルダー 39 とともに放射方向に摺動自在に保持されている。工具電極 5 の中空部には、一端が回転軸 4 の中空穴 4a に連通し他端がプラグ 40 により閉塞されたシリコンチューブ等からなる押圧用チューブ 41 が配設されている。ロータリージョイント 15 を介して中空穴 4a に導入されたエアにより押圧用チューブ 41 は膨張し、弾性砥石 37、38 を放射方向に押し出し、長尺円筒加工物 W の円筒部内面にエア圧に応じた一定圧力で押し付ける。電極部 35、36 の開口部側壁には硬質ガラス 42 が貼り付けられて砥石ホルダー 39 との間の摩擦力を低減している。

漏洩電流を防止するため、支持部材 9 と外周管 3、軸受部材 10 と回転軸 4 は絶縁され、外周管 4 の外周は絶縁被覆されている。また、工具電極 5 の金属部分も、その電極部 35 の外周面のうち弾性砥石 37 を挟んで両側の部分が露出面となっているほかは、絶縁被覆されている。なお、露出面は、弾性砥石 37 の回転方向の前方側が不動態化皮膜生成露出面 35a、後方側が集中溶出露出面 35b となっている。

外周管 3 に巻き回されたプラスチック管 6 は、第 2 図に示すように、外周管 3 の外周面と、長尺円筒加工物 W の円筒部、フリーリング 23、24、規制スリーブ 17 のそれぞれの内周面との間に位置する。ここでプラスチック管 6 の内部を加圧すると、膨張し、これらの内周面にプラスチック管 6 が押し付けられ、その作用により回転軸 4 及び工具電極 5 の高速回転に伴う外周管 3 の微少なぶれが防止される。

次にこの電解複合研磨装置を用いた研磨作業について説明する。

まず、被処理材である長尺円筒加工物Wを固定チャック13により把持し、フリーリング機構19の上にシールパッキン28を介して固定し、フリーリング機構16をシールパッキン27を介して長尺円筒加工物Wの上に固定する。このとき、長尺円筒加工物Wの円筒部、各フリーリング23～26、規制スリーブ17
5 の内周面の軸心はすべて同一軸線上に設定され、同時にこれらは外周管3、回転軸4、工具電極5と同一軸線上に設定されていなくてはならない（第1図参照）。

この状態で移動モーター11を駆動して摺動部材8を下降させ、工具電極5を
10 規制スリーブ17から挿入する。こうして、第2図に示す位置、つまり粗研磨用の弾性砥石37が長尺円筒加工物Wの円筒部の下方位置、例えばフリーリング機構19の位置にきたところで下降を止める。この間、押圧用チューブ41にエアの導入がなく、プラスチック管6の内部も加圧されてないため、工具電極部5及び外周管3の挿入は抵抗無くスムーズに行われる。

15

次に、プラスチック管6及び押圧用チューブ41にエアを導入して加圧し、フリーリング機構19の下部の電解液注入口から電解液を導入する。続いてモーター12を駆動して回転軸4及び工具電極5を高速回転させ、回転軸4及び固定チャック13に通電して電極部35、36側を陰極、長尺円筒加工物W側を陽極と
20 し、移動モーター11を駆動して工具電極5を一定速度で引き上げる。

なお、電解液はフリーリング26、25の内周面と工具電極部5の間を通過して上昇し、長尺円筒加工物Wの円筒部内周面と外周管3の外周面の間、フリーリング24、23の内周面と外周管3の外周面の間、規制スリーブ17の内周面と外周管3の外周面の間を通過して液受け18に排出され、回収されて研磨スラッジを
25 沈殿分離し濾過された後、再び電解液注入口に圧送される。

5 研磨作業の開始時点では弾性砥石 37、38 はフリーリング 25、26 の内面に押し付けられ、フリーリング 25、26 は弾性砥石 37、38 の回転に追従して回転するので研磨されることはない。なお、フリーリング 25、26 を弾性砥石 37、38 の長さにはほぼ等しい長さで上下 2 段に設定することにより、それぞれの慣性重量が小さくなり弾性砥石 37、38 の回転によく追従する。

10 工具電極 5 が上昇し、弾性砥石 37 が長尺円筒加工物 W の円筒部に入ると、弾性砥石 37 はその内周面に押し付けられ、次のような原理で研磨が行われる。すなわち、電極部 35 が高速回転する間、弾性砥石 37 が研磨を始める前に、不動態化皮膜生成露出面 35 a を介して円筒部内周面に薄い不動態皮膜が形成される。続いて弾性砥石 37 が円筒部内周面を擦過し、この粘性のない不動態皮膜が除去されて金属素地が露出する。その直後に集中溶出露出面 35 b を介して金属素地の凸部に電解電流が集中して選択的な電解が行われる。これより以降、しだいに工具電極 5 が上昇し、弾性砥石 37 及び 38 が長尺円筒加工物 W の円筒部内から
15 引き抜かれるまで、円筒部内周面に対しこの電解複合研磨が行われ、内周面を平滑にする。

フリーリング 25、26 は研磨作業の初期において長尺円筒加工物 W の円筒部端面がベルマウス形状に研磨されるのを防止する。すなわち、弾性砥石 37 を例
20 にとれば、これが円筒部に入る途中では、一部が円筒部内面に押し付けられ残りの部分がフリーリング 25 に押し付けられた状態となっている。しかし、円筒部の内径とフリーリング 25 の内径が同じであるため、これらに押し付けられた弾性砥石 37 の押圧面が傾斜せず、従って円筒部の端面がベルマウス形状に研磨されない。

25 研磨作業の終期において弾性砥石 37 又は 38 が長尺円筒加工物 W の円筒部から出るときは、フリーリング 24 により円筒部端面がベルマウス形状に研磨され

るのが防止される。

研磨作業が行われている間、プラスチック管6は加圧され、長尺円筒加工物Wの円筒部、フリーリング23、24及び規制スリーブ17のそれぞれの内周面に
5 押し付けられ、回転軸4及び工具電極部5の高速回転に伴う外周管3の微少なぶれを防止し、結果的に円筒部内における工具電極5のぶれを抑制する。フリーリング機構16の上方に続けて所定長さの規制スリーブ17を配置したことにより、弾性砥石37、38が長尺円筒加工物Wの円筒部から抜け切って回転を停止する
10 までプラスチック管6が当接する内周面を提供することができ、外周管3のぶれを防止することができる。

なお、本発明の方法を適用する長尺円筒加工物としては、鋼、ステンレス、アルミ、アルミ合金などの金属管または形材が挙げられるが、これに限定されるものではない。また、円筒部の長さはその直径の10倍以上である。この長尺円筒
15 加工物は、電解複合研磨により円筒部内面の真円度を $10\mu\text{m}$ 以下、表面粗さ R_{max} を $1\mu\text{m}$ 以下に仕上げ研磨されている。

(実施例1)

第5図に示す断面形状を有し、長さ600mmのアルミ中空押出形材を第1図
20 に示す縦型電解複合研磨装置に設置し、その中央円筒部（仕上がり内径32mm）を研磨した。工具電極は粗研磨用と仕上げ研磨用の2段の電極部及び弾性砥石を備え、電解液は硝酸ナトリウム水溶液（20%）、印加電圧8V、工具電極の回転速度2.5m、上昇速度1m/分という条件で研磨を行った。

その結果、研磨前は形材の中央円筒部における真円度が $450\mu\text{m}$ だったもの
25 が研磨後は $9.2\mu\text{m}$ となり、研磨前の表面粗さ（ R_{max} ）が軸方向 $0.8\mu\text{m}$ であったものが研磨後は $0.50\mu\text{m}$ となり、研磨前の表面粗さ（ R_{max} ）

が周方向1. 98 μm であったものが研磨後は0. 30 μm となり、いずれも精度が大きく向上した。

(実施例2)

- 5 長さ600mmのステンレス冷間仕上げ管を第1図に示す縦型電解複合研磨装置に設置し、その内面(仕上り内径32mm)を研磨した。工具電極は粗研磨用と仕上げ研磨用の2段の電極部及び弾性砥石を備え、電解液は硝酸ナトリウム水溶液(20%)、印加電圧8V、工具電極の回転速度3. 0m、上昇速度0. 4m/分という条件で研磨を行った。
- 10 その結果、研磨前の素管の表面粗さ(Rmax)が10 μm あったものが、研磨後は砥石粒度#1500で仕上げたものは0. 2 μm に、砥石粒度#6000で仕上げたものは0. 08 μm となり、良好な鏡面仕上げ面が得られた。

産業上の利用可能性

- 15 本発明によれば、長尺円筒加工物の円筒部内面を、機械加工を行うことなく真円度及び表面粗さの面で高精度に研磨加工することができる。そのため、例えば長尺の素材の状態で研磨加工し、その後流体圧シリンダの長さに切断するという工程をとることができ、高精度研磨加工の効率が上がり、製造効率を向上させることができる。また、本発明は、多様な外形を持つ金属型材の円筒部内面の高精
- 20 度研磨に適用することができる。

請求の範囲

1. 長尺円筒加工物の円筒部内面を、電解液による溶出作用と円筒内に挿入する工具電極に装備した砥石による擦過作用とを複合させて研磨する電解複合研磨方法であって、長尺円筒加工物をその円筒部軸心が縦方向に向くように設置し、同じく縦方向に下向きに支持された回転軸の先端に取り付けた工具電極を円筒内に挿入し、これを回転させかつ縦方向に相対移動させることを特徴とする長尺円筒加工物の円筒部内面の研磨方法。
2. 長尺円筒加工物がアルミ中空押出型材であることを特徴とする請求の範囲第1項記載の長尺円筒加工物の円筒部内面の研磨方法。
3. 長尺円筒加工物がステンレス冷間仕上げ管であることを特徴とする請求の範囲第1項記載の長尺円筒加工物の円筒部内面の研磨方法。
4. 長尺円筒加工物の円筒部内面を、電解液による溶出作用と円筒内に挿入する工具電極に装備した砥石による擦過作用とを複合させて研磨する電解複合研磨装置であって、長尺円筒加工物をその円筒部軸心が縦方向に向くように設置するワーク保持装置と、縦方向に下向きに支持され前記長尺円筒加工物の円筒内に挿入される回転軸と、その回転軸の先端に取り付けられた工具電極と、前記回転軸及び／又はワーク保持装置を軸方向に移動させる移動装置を備えることを特徴とする長尺円筒加工物の円筒部内面の研磨装置。
5. 長尺円筒加工物の円筒部内面を、電解液による溶出作用と円筒内に挿入する工具電極に装備した砥石による擦過作用とを複合させて研磨する電解複合研磨装置であって、長尺円筒加工物をその円筒部軸心が縦方向に向くように設置するワーク保持装置と、前記長尺円筒加工物の円筒内に挿入される回転軸と、縦方向に下向きに支持されて前記回転軸を回転自在に支持し、かつ前記回転軸とともに長尺円筒加工物の円筒内に挿入される同軸の外周管と、前記回転軸の先端に取り付けられた工具電極と、前記回転軸及び／又はワーク保持装置を軸方向に移動させ

る移動装置を備えることを特徴とする長尺円筒加工物の円筒部内面の研磨装置。

6. 上記外周管の周囲にプラスチック管が螺旋状に巻き回され、該プラスチック管はその内部を加圧できるようになっていることを特徴とする請求の範囲第5項に記載された長尺円筒加工物の円筒部内面の研磨装置。

5 7. 長尺円筒加工物の円筒部の上下位置に、該円筒部の仕上がり内径とほぼ同じ内径をもち自由回転するフリーリングを配設したことを特徴とする請求の範囲第4項から第6項のいずれかに記載された長尺円筒加工物の円筒部内面の研磨装置。

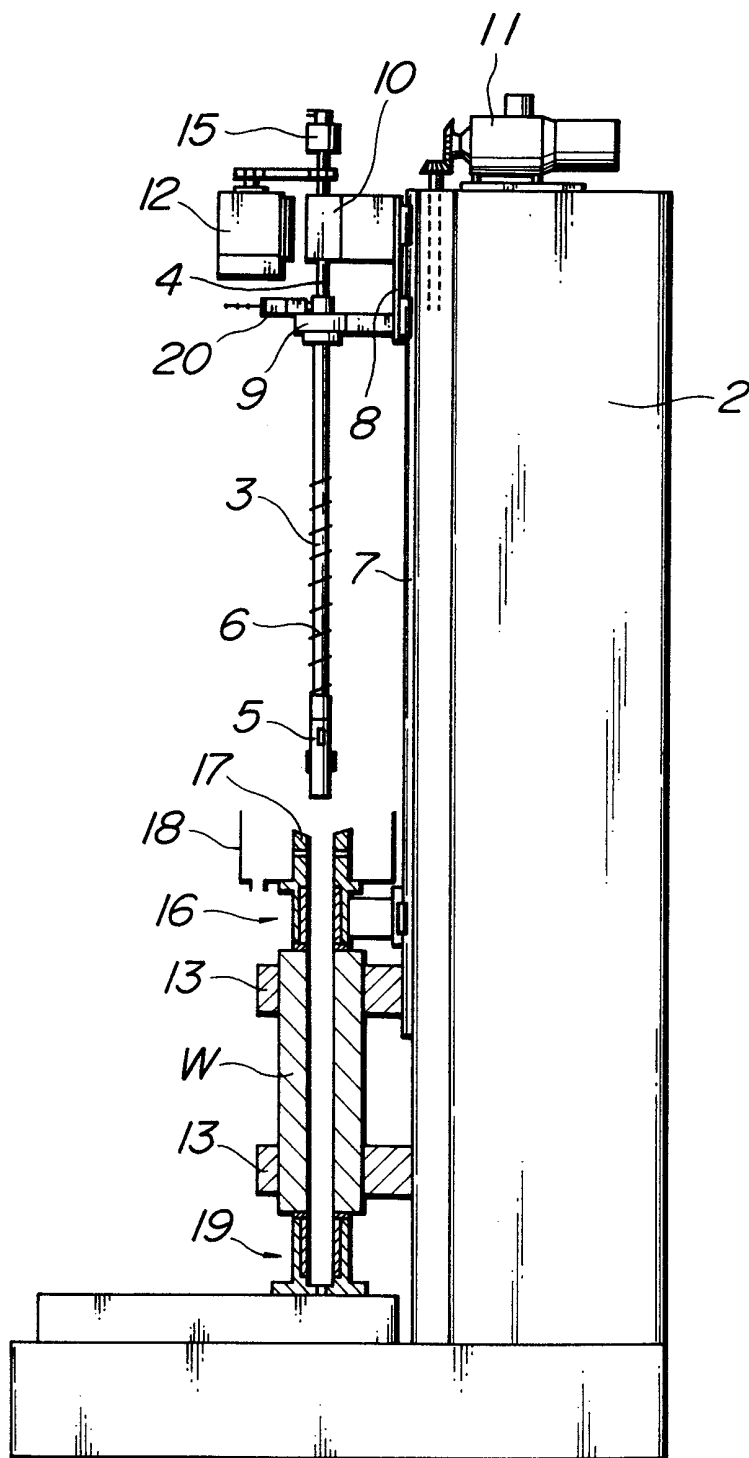
8. 長尺円筒加工物の円筒部の上下位置に、該円筒部の仕上がり内径とほぼ同じ内径をもち自由回転するフリーリングを配設し、そのうち上側に配設したフリー
10 リングのさらに上側に、該フリーリングの内径とほぼ同じ内径をもつ所定長さの規制スリーブを配設したことを特徴とする請求の範囲第6項に記載された長尺円筒加工物の円筒部内面の研磨装置。

9. 前記工具電極には中空部が設けられており、該中空部には押圧用チューブが配設され、その内部を加圧できるようにされていることを特徴とする請求の範囲
15 第4項から第8項のいずれかに記載された長尺円筒加工物の円筒部内面の研磨装置。

10. 円筒部の長さがその直径の10倍以上あり、電解複合研磨により円筒部内面の真円度を $10\mu\text{m}$ 以下、表面粗さ R_{max} を $1\mu\text{m}$ 以下に仕上げ研磨された長尺円筒加工物。

1 / 4

Fig.1



2 / 4

Fig.2

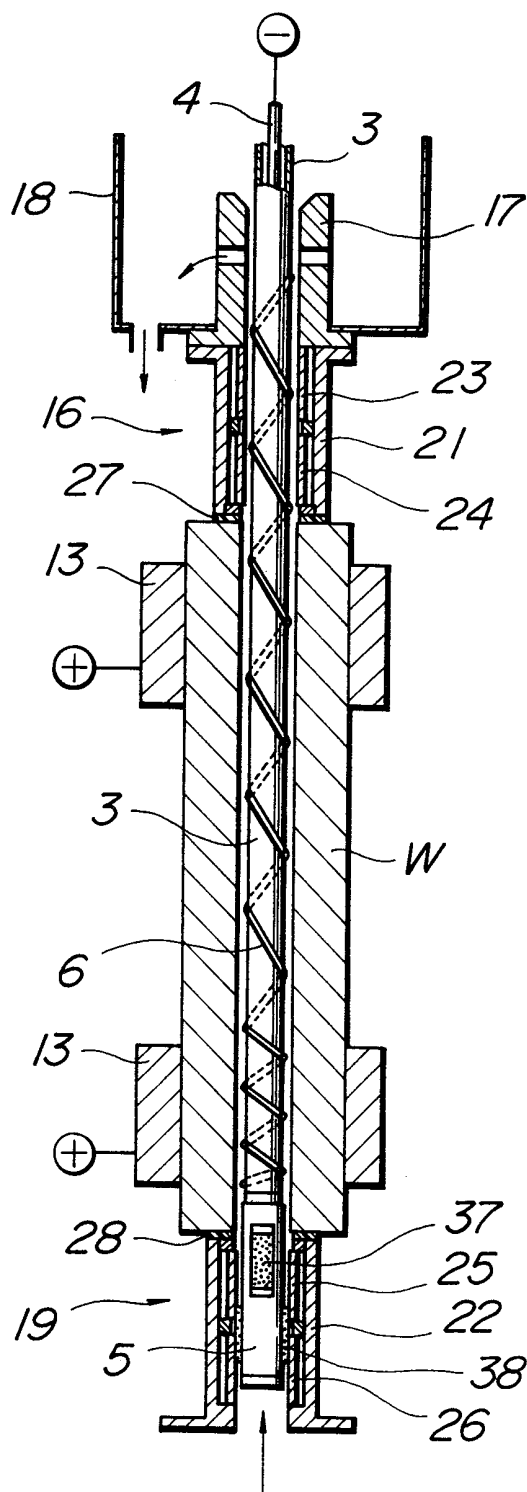
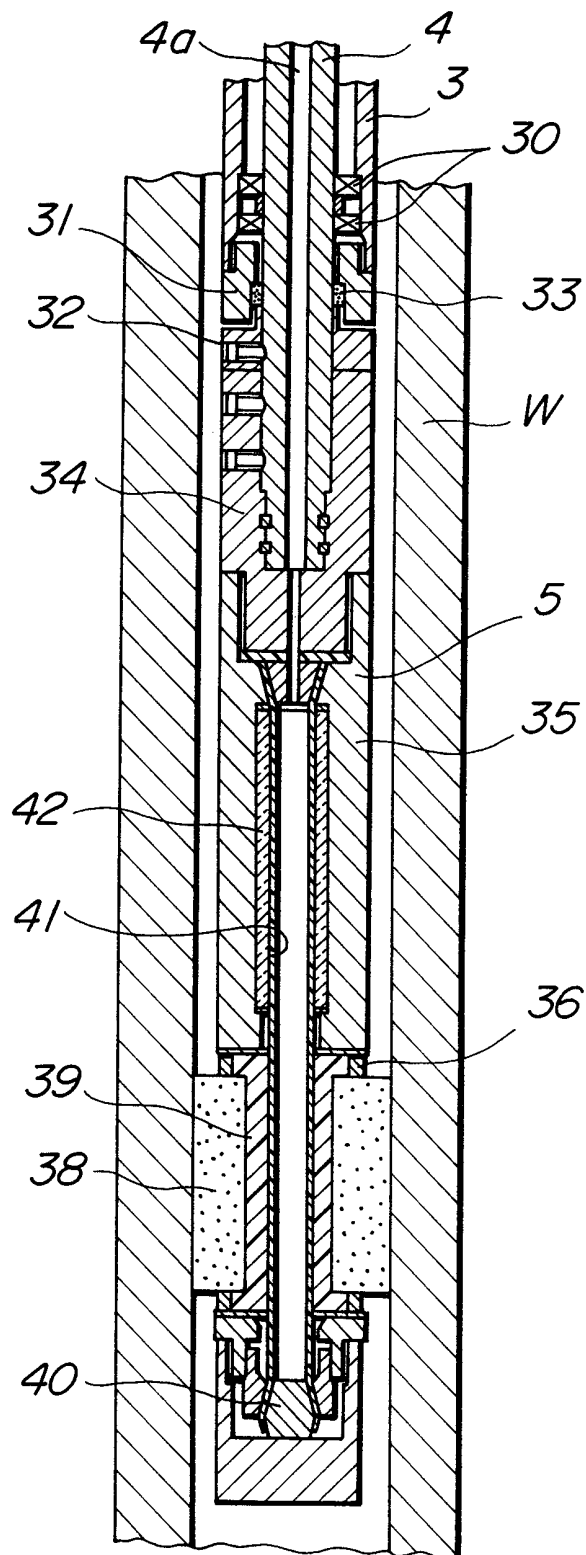


Fig.3



4 / 4

Fig.4

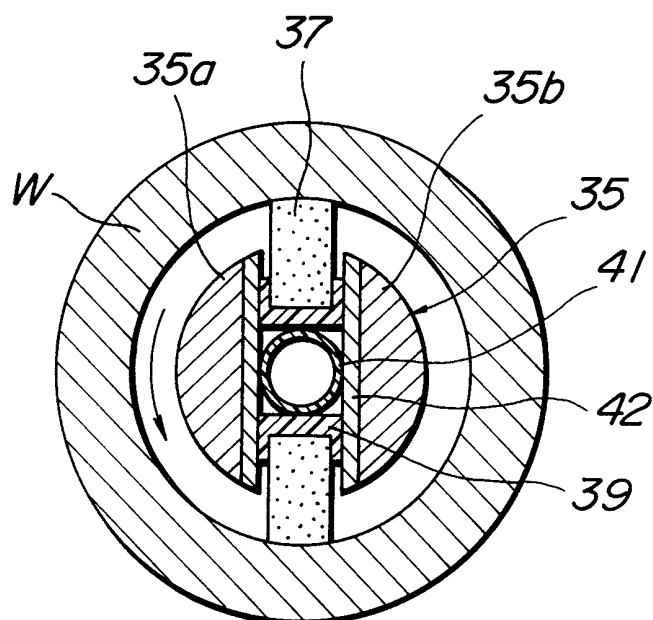
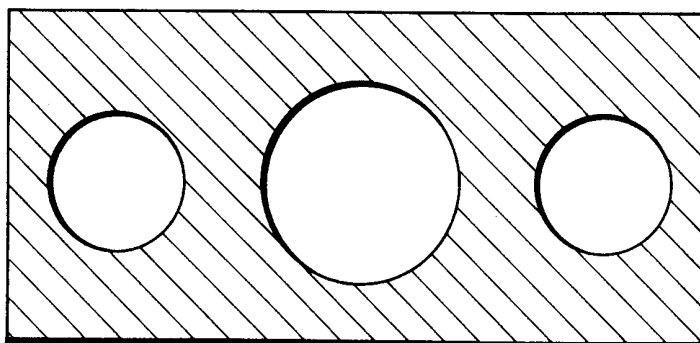


Fig.5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP98/04494

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁶ B23H5/00

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)

Int.Cl⁶ B23H5/00, B24B33/02

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

Jitsuyo Shinan Koho 1920-1998 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1998

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1998

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 A	JP, 62-157722, A (Nissho Asutech K.K.), 13 July, 1987 (13. 07. 87), Page 3, lower right column, lines 8 to 20 (Family: none)	1-5 6-9
Y A	JP, 4-13520, A (Nissan Motor Co., Ltd.), 17 January, 1992 (17. 01. 92), Fig. 1 (Family: none)	1-5 6-9
X	JP, 5-38629, A (NEC Corp.), 19 February, 1993 (19. 02. 93), Page 3, left column, lines 1 to 13 (Family: none)	10
X	JP, 59-227324, A (Hitachi Zosen Corp.), 20 December, 1984 (20. 12. 84), Page 2, lower right column, lines 1 to 11 & US, 4625216, A	10

☐ 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 document 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
16 December, 1998 (16. 12. 98)

Date of mailing of the international search report
6 January, 1999 (06. 01. 99)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int⁶ C1 B23H 5/00

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))
Int⁶ C1 B23H 5/00
B24B 33/02

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 1920-1998年
日本国公開実用新案公報 1971-1998年
日本国登録実用新案公報 1994-1998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 A	J P, 62-157722, A (日章アステック株式会社) 13. 7月. 1987 (13. 07. 87), P3右下欄8-20行 (フ ァミリーなし)	1-5 6-9
Y A	J P, 4-13520, A (日産自動車株式会社) 17. 1月. 1 992 (17. 01. 92), 図1 (ファミリーなし)	1-5 6-9
X	J P, 5-38629, A (日本電気株式会社) 19. 2月. 19 93 (19. 02. 93), P3左欄1-13行 (ファミリーな し)	10
X	J P, 59-227324, A (日立造船株式会社) 20. 12 月. 1984 (20. 12. 84), P2右下欄1-11行&U S, 4625216, A	10

☐ 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

16. 12. 98

国際調査報告の発送日

06.01.99

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)

佐々木 正章

3C

9133

電話番号 03-3581-1101 内線 3325