



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 3 B 23 K 25/00		AI	(11) 国際公開番号 WO 81/01812 (43) 国際公開日 1981年7月9日 (09. 07. 81)
(21) 国際出願番号 PCT/JP81/00001 (22) 国際出願日 1981年1月5日 (05. 01. 81) (31) 優先権主張番号 特願昭54-172596 特願昭55-109873 (32) 優先日 1979年12月29日 (29. 12. 79) 1980年8月12日 (12. 08. 80) (33) 優先権主張国 JP (71) 出願人 新日本製鐵株式会社 (NIPPON STEEL CORPORATION) [JP/JP] 〒100 東京都千代田区大手町2丁目6番3号 Tokyo, (JP) (72) 発明者 浅井良彦 (ASAI, Yoshihiko) [JP/JP] 〒804 福岡県北九州市戸畑区沢見1-9-4-206 Fukuoka, (JP) 堀 正夫 (HORI, Masao) [JP/JP] 〒803-02 福岡県北九州市小倉南区長行新町2-2 Fukuoka, (JP) 徳光直樹 (TOKUMITSU, Naoki) [JP/JP] 〒211 神奈川県川崎市中原区木月伊勢町2302 Kanagawa, (JP)		(74) 代理人 弁理士 青木 朗 (AOKI, Akira), 外 〒105 東京都港区虎ノ門1丁目8番10号 静光虎ノ門ビル 青木内外特許事務所 Tokyo, (JP) (81) 指定国 SU. 添付公開書類 国際調査報告書	

(54) Title: METHOD OF BUILD UP WELDING OF MEMBER HAVING CYLINDRICAL SURFACE AND APPARATUS FOR EXECUTING THE SAME

(54) 発明の名称 円柱状表面をもつ部材の肉盛溶接方法及びこの方法を実施する装置

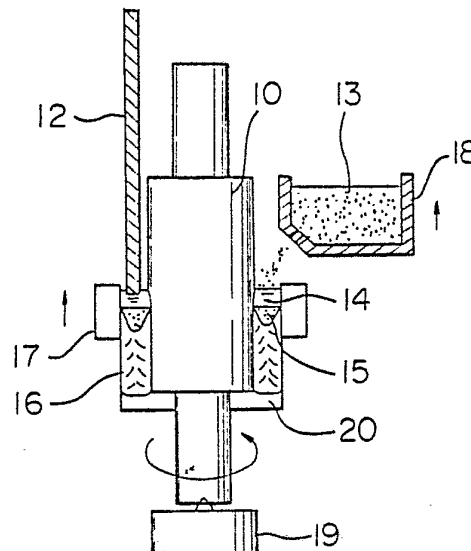
(57) Abstract

An electro slag welding process for a cylindrical member such as an iron roll for a steel mill. The purposes of this invention are to solve the problems of (1) what type of electrode should be used to supply the large current to the slag, and (2) how to prevent the tendency of the depth of penetration of the weld into the base metal to increase excessively due to an increased melting of the base metal resulting from increasing the build-up depth, and thus to increase the welding heat supplied, and to decrease the rising speed of the melt (i.e. the welding speed). In this process a plurality of large consumable bar electrodes (12) supply polyphase AC current to the slag; and the base metal (10) and pad (16) are rotated while continuously adding molten metal (13) to the surface of the slag bath (14). This may be utilized for producing and repairing a cylindrical composite member.

(57) 要約

本発明は、製鉄用圧延ロールの如き円柱状部材のエレクトロスラグ肉盛溶接に関するものである。
 本発明は、(1)どのような電極を使用して大電流をスラグに供給するか、(2)肉盛厚の増大のため、溶接熱源の増大、溶接速度すなわち湯上がり速度の低下の指向となり、母材の溶融量が増大して母材の溶込深さの過大をいかにして防止するかの問題点を解決することを目的とする。

本発明は、複数本の棒状の大断面消耗電極(12)をからスラグに多相交流電力を供給し、母材(10, 50)を回転させかつ溶融金属(13)を連続的にスラグ浴(14)面に添加しながら肉盛を行うことを特徴とする。本発明は、円柱状複合部材の製作及び補修に主として利用されうる。



情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願のパフレット第1頁にPCT加盟国を同定するために
使用されるコード

AT	オーストリア	KP	朝鮮民主主義人民共和国
AU	オーストラリア	LI	リヒテンシュタイン
BR	ブラジル	LU	ルクセンブルグ
CF	中央アフリカ共和国	MC	モナコ
CG	コンゴ	MG	マダガスカル
CH	スイス	MW	マラウイ
CM	カメルーン	NL	オランダ
DE	西ドイツ	NO	ノールウエー
DK	デンマーク	RO	ルーマニア
FI	フィンランド	SE	スウェーデン
FR	フランス	SN	セネガル
GA	ガボン	SU	ソヴィエト連邦
GB	イギリス	TD	チャード
HU	ハンガリー	TC	トーゴ
JP	日本	US	米国

明 細 書

発 明 の 名 称

円柱状表面をもつ部材の肉盛溶接方法及びこの方法を実施する装置

5 技 術 分 野

本発明はロール、スリーブのごとく円筒状表面をもつ円柱もしくは円筒状部材で、大径あるいは超厚肉な肉盛を行うエレクトロスラグ肉盛溶接方法に関するものである。また本発明は円筒状表面をもつ部材のエレクトロスラグ肉盛溶接装置に関するものである。

背景技術

エレクトロスラグ肉盛法が属するエレクトロスラグ溶接法は、高品質な金属を得る方法として知られているエレクトロスラグ再溶解法とその溶解原理を同一とするものである。すなわち、エレクトロスラグ溶接では、熔融スラグ層にてその下部に位置する熔融メタルを大気と遮断し、その熔融スラグ層に浸漬させた消耗電極を介して大電流を熔融スラグ層に供給し、スラグのジュール発熱により消耗電極の溶解および母材表面の熔融を行い、電極の消耗量に応じて徐々に下から上へ立方向に造塊を行いながら母材上への溶着を行なう。

したがって、エレクトロスラグ溶接では、大気中

の O_2 , N_2 の侵入が少なくかつスラグによる冶金反応が期待できるので、高品質な凝固金属が得られること、また母材の溶融が確実に行われるので溶着の信頼度が高いなどにより、エレクトロスラグ溶接は
5 厚板の溶接あるいは厚肉部材の肉盛に利用されている。

いっぽう、最近の工業プラント類の大型化、使用環境の苛酷化の傾向は著しく、それに使用する部材も大型化、厚肉化、高合金化の方向に進んでおります
10 すますエレクトロスラグ肉盛溶接による新製造及び再生が注目されて来ている。

最近のプラントのなかでとくに製鉄圧延ロールは省熱エネルギー、省資源の観点から複合化あるいは再生化のニーズが高まっている。

15 ロールの再生あるいは新作のために、エレクトロスラグ溶接法を用いることはソ連のパトン著、米国溶接学会翻訳発行の「エレクトロスラグ溶接」に記載されており肉盛金属の品質を均一化するためには、
20 ロールを回転させることが有利であることが教示されている。

また日本国特公昭 44 - 9095 号公報にはモールドと母材とを同時旋回させ母材のみを回転降下させるロールの肉盛法が提案されている。

24 さらに日本国実公昭 45 - 15238 号公報に

はモールドを回転部分と非回転部分とに2分割しその接触部分をシーリングしたモールド構造が提案されている。

5 ロールの直径が例えば700～1200 mm ϕ 、肉盛厚さが50～100 mmであり、これを上記公知のエレクトロスラグ溶接で複合化あるいは再生化しようとする、従来の方法では電極数あるいは電極長の増加のため母材の溶込の過大の問題で実用化できないものである。

10 しかしながら上記公告公報の従来技術においてはモールドへ供給する冷却水のシールは不十分で水漏れを起し易く、またモールドが大掛りとなり設備費が大巾に増大していた。

15 上述のエレクトロスラグ溶接の原理上肉盛金属の溶接後の冷却速度が非常に遅いので硬化による溶接ワレが発生しない。この点でエレクトロスラグ溶接は、高C、高合金鋼の肉盛溶接に好適であり、ライナーあるいはロールなどの硬化肉盛あるいは再生肉盛に実用化されている。しかしながらこの方法で母材と成分の異なる異種金属を肉盛して複合部材を製作する場合は、この方法が下部から上部にかけて連続的に徐々に凝固して肉盛金属が形成されるために、
20 第1図にて説明するような問題が発生する。

24 第1図を参照すると母材1に銅当金2を所望の溶

接間隙（肉盛半径）を得るように配設している。予め成分調整した消耗電極 4 をスラグ浴 3 中に常に供給しつつ肉盛溶接が進行する。一般に、母材 1 は消耗電極 4 より低 C 低合金含量のため溶融点が高いため、母材の溶融メタル 7 が肉盛のためのメタルプール 6 に落下してもただちに凝固、あるいは凝固しなくとも粘性が低下して、メタルプール 6 に十分拡散できない。十分な拡散が起こらないと、8 のような形状で凝固し不均一組織 9 - 1 となる。また不十分な拡散条件下でも多小は拡散するので肉盛金属の母材側は低 C、低合金含量となり偏析が生ずる。更に母材の溶融メタル 7 が間歇的に落下するため、上記の不均一組織 9 - 1 が溶接の進行につれて層状 9 - 2 に発生し、肉盛表面まで連らなる場合がある。

これらの不均一組織はロールに採用した場合はロールの肌荒れを促進し、被圧延材の表面状況を悪化させ、熱延ロールの場合はさらに熱割れの原因となる。

発明の開示

本発明は、前述のような大径、好ましくは約 700 mm ϕ 以上の円筒状部材に大肉厚、好ましくは約 50 mm 以上、の円周上立方向の肉盛溶接を行う場合に問題となる点、すなわち(1)どのような電極を使用して大電流をスラグに供給するか、(2)肉盛厚の増大のた

め、溶接熱源の増大、溶接速度すなわち湯上がり速度の低下の指向となり、母材の溶融量が増大して母材の溶込深さの過大をいかにして防止するかの問題点を解決することを目的とする。

- 5 本発明は異材肉盛法により高品質複合ロールを鉛直方向立向エレクトロスラグ肉盛溶接法で製造又は再生することを目的とするものである。

本発明の他の目的は、大径部材を処理し且つ高品質肉盛金属を厚く溶着しうる、円筒表面を有する部
10 材用エレクトロスラグ肉盛溶接装置を提供することである。

本発明は回転モールドに冷却水を供給するためにロータリージョイントを介在せしめて極めて簡便にしかも溶接熱の影響を受けない冷却水の給排水装置
15 をもったエレクトロスラグ肉盛溶接装置を提起するものである。

本発明に係る円柱状母材の立方向エレクトロスラグ肉盛溶接方法は、複数本のバー状の大断面消耗電極をからスラグに多相交流電力を供給し、母材を回
20 転させかつ溶融金属を連続的にスラグ浴面に添加しながら肉盛を行うことを特徴とする。

以下本発明の特徴を詳細に説明する。

まず、どのようにして大電流をスラグに供給するかとの観点から消耗式電極が用いられる。消耗式電
24



極のみがこのような大電流の供給に耐えうる。たとえば非消耗式として代表的な電極であるカーボンを使用した場合、大電流を使用するとスラグ中の低級酸化物 SiO_2 , MnO とカーボンが反応して CO ガスを発生し、泡状となってスラグ表面を覆い、溶接性を劣化させるとともにスラグ上面での空気による電極の酸化および前記のスラグ中での反応により、電極先端が消耗し電極の形状が変化し、電極と母材との間隙が変動して母材の溶込深さにも影響して、溶込深さの制御が困難となるのである。カーボンのかわりに、タングステン、モリブデンなど高融点金属を非消耗電極として使用した場合は、ますます酸化消耗がはげしく大電力に耐え得ないものである。一般的に、圧延ワークロールなど本発明の対象とする耐消耗、耐熱きれつ性を要求する部材の肉盛溶接では肉盛金属が C 含量 1 % 以上の合金鋼あるいは合金鉄となることが一般的である。

C 含量が 1 % 以上の合金鋼あるいは合金鉄をエレクトロスラグ溶接にて肉盛する場合、肉盛金属の融点が低いので、低 C 鋼で使用されている高融点のフラックスに SiO_2 , MnO などを添加し、フラックスの融点を下げるのが通常であるので非消耗電極と SiO_2 , MnO 等との反応が助長されるのである。このために本発明では消耗電極を使用することにより、

スラグ中での泡の発生もなく、かつ電極の形状も常時同一となり安定な溶接が行われるのである。

第二にスラグにどのようにして 10,000~100,000 A もの大電流をスラグ浴に供給するかの観点からバー状消耗電極を使用している。エレクトロスラグ溶接で広く使用されているワイヤ電極で上記高電流を供給しようとする、20 本以上の電極が必要となり、設備的にも、操業、メンテナンス上にも困難であり実用的でない。そればかりか最大の問題は、本発明方法における好ましい肉盛材料である C が 1 % 以上の成分の合金鋼あるいは合金鉄をコイル状として溶接電極とすることは不可能である。なぜなら上記鋼又は鉄をコイル状に加工することが高硬度あるいは加工硬化のため困難であるからである。とくに硬化肉盛用成分として必要な Ni , Mo など硬化性元素を合金させたものはコイル状とすることが不可能である。また本発明者はフープ状のコイルを電極とすることも考えたが、これも比較的多数の電極が必要となり、かつコイル状とすることが非常に困難である。そこで本発明者は複合方式のコイル状電極を考えたが（たとえば軟鋼を外皮とし内部に高 C % のパウダーと合金元素のパウダーを充填して全体で C が 1 % 以上の合金鋼あるいは合金鉄の成分としたものの）、このような電極をエレクトロスラグ溶解する

と、軟鋼の外皮と内部の高C含量、高合金パウダーの融点の差により、高融点の部分が未溶解のまま肉盛金属に移行し、あるいはたとえ溶解しても高融点のためスラグ下部の低温度のメタルプール中で拡散
5 することなく凝固して、不均一組織あるいは偏析となり、品質を劣化させるので使用できない。

したがってコイル状、フープコイル状、複合方式電極の問題を発生させないためには所定成分の合金鋼あるいは合金鉄を鑄造あるいはこれを圧延して、
10 長尺のバー状の電極とせねばならない。この場合小径の棒鋼のような小断面のものではワイヤあるいはフープ電極と同様に非常に多くの電極数を必要とし、かつスラグ浴の温度分布を均一とするため、たんに円周上に電極を配列するだけでなく、母材側あるいは
15 はモールド側に接近した電極を相当数配置し、かつ、母材とモールドの中央部にも相当数の電極を配列せねばならず、電極数の増大のみならずその配置にも苦慮し、設備上あるいは作業上からも実用化が不可能となるものである。

20 第三に、本発明は、大断面の複数本のバー状消耗電極を使用することに加え、母材を次の理由により回転させることにある。

その理由は1本の電極当り大電流を供給することができ、電極数が極端に減小させること(10本程
24

度以下)である。同一の電極にて母材を回転させた場合とさせない場合では母材回転により母材側およびモールド鋼のスラグ浴にも十分電流を供給することができ、母材の溶融と溶着の完全性の確保および

5 モールド側での肉盛金属の良好な鑄肌の確保を可能とするからである。ここで母材を回転させる目的の一つは、小数の電極でも円周方向のスラグ温度の均一化をも目的としており、母材の回転に起因して発生するスラグ浴の円周方向の回転により、スラグ温

10 度の均一化が得られるのである。すなわち、電極の大断面化により、スラグ浴の半径方向の、また母材の回転により円周方向のスラグ浴温度の均一化をはかっているのである。

第四にいかにして母材の溶込深さの過大を防止するかという問題について説明する。

15

上記で説明した大断面のバー状の電極を使用した場合は、母材の溶込が大きく、50～100 mmに達することがある。これは普通の厚板のエレクトロスラグ溶接と比較して溶接速度が遅いこと、厚板溶接

20 の場合の母材の板巾に相当する母材の直径(厳密には半径)が有限であり、かつ小さくさらに母材の円周から熱が中心に集中し、放熱が少ないことなどにより母材の温度上昇が激しく、溶込深さが厚板の溶

24 接に比較して、はなはだしく大きくなるのである。

このように大きな溶込深さとなると、大断面電極を使用しても、電極と母材の溶融面との距離が遠くなり、母材の溶融面近くのスラグ温度が低下し、電流、電圧などの溶接条件、のわずかな変化でも溶込深さが変動し、溶込深さの制御が困難となり、溶込深さにむらが生じ、直線的な溶着ラインが得られないこととなる。このことはロール等の荷重の加わる部材に使用した場合は残留応力あるいは組織むらによる集中応力により、接合面から破壊する原因となる。

複合部材を肉盛により製作する場合には、肉盛材とは組成が異なる母材の溶融量が異なることとなり、成分の偏析を生じますます重要な問題となる。

さらに悪いことに溶込深さが大きいと、上記の理由により融合面にスラグの巻込、気泡の発生などの欠陥が生じ易く、品質を劣化させることがある。そこで溶け込みが深いことに関連する問題を発生させないためには、従来法と比べてスラグの温度を上昇させて、かつ溶込深さを減小させねばならない。それには前記のような大断面電極を使用して母材近傍のスラグ温度上昇させながら、かつ溶融金属をメタルプールへ添加して溶接速度を上昇させ、母材の単位溶接長当りの熱吸収量を小さくし、溶込深さを減小させるのが本発明の重要な特徴である。そして溶込深さは高々 30 mm、理想的には 15 mm 以下である。

このことにより、母材融合面近傍のスラグ温度を十分高温に保ち、融合面近傍のスラグの温度勾配が大きく、上記の問題点を解消するものである。さらに前述した母材の回転の効果により、溶融金属の添加は肉盛円周上の1個所でも円周上に均等に分布されることになり、かつ溶融金属及びそのもつ熱量をも円周上均等に配分できることとなる。ここで溶融金属の添加量はあまり多くても湯上がり速度すなわち溶接速度が過大となり、肉盛金属の中心部の凝固組織が粗大化し、微小気孔あるいは引け巣が発生し好ましくない。さらに本発明での溶融金属を添加する大きな効果は、設備全体を小型化し、簡便な装置とすることができることである。

バー状の消耗電極を使用して溶融金属を添加しない場合は、その電極の消耗長は、そのときの電極断面積と肉盛断面積の比によって決まり、前者が多い程電極長は小さくてよいが、前者を増加させても高後者の30%程度であり、少なくとも肉盛溶接長の3倍以上の電極長が必要となる。たとえば、2 mの溶接長に対して6 m以上の電極長が必要となることとなり、肉盛の途中で継ぎ足すとしても設備的にも操業上にも実用化が困難である。

これに対して本発明では溶融金属を添加するので、必要な電極長は溶接長とほぼ等しい長さにて

き、設備全体の高さが低くなり、かつ操業も熔融金属を添加しない場合と比べ容易となるものである。

第五に母材を回転させながら、どのようにして大電流を供給するかを述べる。回転している母材から
5 10,000 - 100,000 A の大電流を取り出すことは、設備的に大掛りな集電機構を必要とし、実用的でない。そこで本発明の一つの特徴は電力をスター結線とした多相交流電源を使用し、各相の電力を各電極に供給し、母材に中性点を接続することにより、
10 母材から電源に流れる電流は全体の2～3%以下(数百A)となり、母材が回転しても容易に集電できることが特徴である。ここで言う多相交流とは、通常広く使用されている3相交流が代表であるが、この3相交流の場合は、各々の相が 120° ずつ位相
15 が異なり、同一時間では電流あるいは電圧の合成が零となるものである。したがって2相なら 180° 、4相なら 90° ずつお互いの相の位相が異っている。これらの多相交流をスター結線出力とし、母材と接続する理由は、各相の電力を独立した单相の電力と
20 同等に調節できるからである。すなわち、中性点が母材と接続されているので他の相と関係なく、電圧あるいは電流を調整することができ、そのときの相間の不平衡分の電流は、母材を通して電源の中性点
24 に帰還されるのである。この不平衡分の中性電流の

値は高々 1 0 0 0 A である。さらに多相交流電源を使用することは、大電流を使用する装置で肉盛を行なう際には、漏えい磁気によるインピーダンスドロップの防止、力率低下の防止、設備の加熱の防止など安定操業が可能となるメリットがある。

5 本発明によるエレクトロスラグ肉盛装置は、
スター結線出力を有し且つ定電圧特性を有し、該スター結線の中性点に母材が電氣的に接続されている多相交流電源と、
10 回転する母材をスター結線の中性点に接続するスリップリングと、

肉盛空間を定め、母材の近くに設けられそして肉盛操作の進捗に伴って上向きに移動可能なモールドと、

15 大断面積バー状の複数本の消耗電極と、
消耗電極を一括して一斉に昇降しうる電極昇降装置と、

肉盛空間上方に設けられ、肉盛操作の進捗に伴って上向きに移動可能な溶融金属添加用タンディッシュと、
20 シュと、

タンディッシュ及び鑄型の上昇運動の際に、母材及びモールドを母材中心軸の周りに同期回転する装置とを含んでなる。

24 以下本発明を第 2 図ないし第 1 4 図を参照としつ

つ説明する。

図面の簡単な説明

第 1 図はエレクトロスラグ肉盛法を説明する図面である。

- 5 第 2 図は本発明方法を実施するエレクトロスラグ肉盛装置の概念的部分断面図である。

第 3 図は第 2 図の装置の平面図である。

第 4 図は本発明において採用された結線を示す図面である。

- 10 第 5 図は本発明において採用された給電システムを示す図面である。

第 6 図は溶込比とメタルプール比の関係を示す図面である。

- 15 第 7 図は溶込比とメタルプール比の関係を示す図面である。

第 8 図は溶湯比率とメタルプール比の関係を示す図面である。

第 9 図は溶湯比率に対するスラグ中の電流密度の関係を示すグラフである。

- 20 第 10 図は本発明の一態様に係るエレクトロスラグ肉盛装置の部分断面正面図である。

第 11 図は第 10 図の装置の要部を示す平面図である。

- 24 第 12 図は本発明の一態様に係るエレクトロスラ

グ肉盛装置の部分断面正面図である。

第 1 3 図は第 1 2 図の A - A 線に沿う断面図である。

第 1 4 図は本発明の一態様を示す第 1 2 図と同様の図面である。

第 1 5 図は部分拡大図である。

発明を実施するための最良形態

第 2 図及び 3 図において、複合ロールを製作するため、外層厚みだけ胴部分を径小としたロール状母材を製作し、その胴部の外周に肉盛を行なうエレクトロスラグ溶接装置が示されている。ロール母材 10 を回転台 19 の中心に直立にセットし、ロール母材の外周に所定の肉盛半径となるよう適当な内径の水冷銅製モールド 17 を配設し、モールド 17 とロール母材 10 との間隙の中央に位置するよう、バー状消耗電極 12 を垂直にロール母材円周に沿って懸下し、スタートタブ 20 とモールド 17、ロール母材 10 によって形成された空間に溶融スラグ 14 を投入して、エレクトロスラグ溶接を開始した。

この場合バー状消耗電極 12 は角形あるいは丸形に形成してもよく、必要なことはバー状消耗電極 12 からロール母材 10 およびモールド 17 面までの距離が 30 mm 以内とし、モールド 17 の円周長でその条件を満足する範囲が 10 % 以上なければなら

ないことである。

上記距離要件は、たとえば $700\text{ mm}\phi$ の母材に
100 mm の肉盛半径（母材とモールドの間隔をいう。
すなわちモールド 1.7 は $900\text{ mm}\phi$ となる）の肉盛
5 溶接を行う場合、電極を中心に配置するとして、角
型電極ならほぼ肉盛半径 $-2 \times 30\text{ mm}$ で 40 mm 以上
の厚みとし、モールドの円周長の 10 % で約 300
mm 以上の全電極の巾の合計とならねばならない。そ
してバー状消耗電極 12 の数が 6 本であれば各 1 本
10 の電極の巾は約 50 mm 以上でなければならない。

丸形バー状消耗電極 12 の場合はいきおい電極数
を増大させねば円周長の 10 % 以上で肉盛空間で所
要の電極形状及び位置を満足できないので、矩形又
は正方形電極の方が有利であり、さらに肉盛径に合
15 せた径を有し且つ長片側がわん曲した矩形電極なら
なお望ましい。たとえばバー状消耗電極 12 として
 $50\text{ mm} \times 80\text{ mm}$ の断面の電極を使用した場合、1 本
の電極にて、 $2000 \sim 5000\text{ A}$ の電流を供給す
ることができるので、高々 10 本程度の電極数で目
20 標の大電流を供給することができ、肉盛簡便化の利
点となるものである。

第 3 図に明示されているように複数のバー状消耗
電極 12 を使用しており、その理由は、多相交流電
24 源が使用できることと、肉盛円周上に熱源を分散し

て、電極間のスラグ浴に後述する熔融金属の添加する位置を確保できることである。

この熱分布及びロール第3図に矢印で示した母材回転により円周方向のスラグ温度の均一化を得る。

5 溶接開始とともにロール母材10を回転させ、母材温度が上昇し、ロール母材10の表面が熔融開始した時点で、バー状消耗電極12と同一成分の熔融金属13をタンデッシュ18底部のノズルより連続的に熔融スラグ14の浴に添加した。

10 熔融スラグ14の浴に添加された熔融金属13は熔融スラグ14の浴を通過してバー状消耗電極12が熔融してできた熔融金属13と混合されて、メタルプール15を形成する。メタルプール15は水冷モールド17により冷却されて凝固し肉盛金属16
15 となり、溶着とともに肉盛溶接が進行される。

そこで、この熔融金属13の添加量は、湯上がり速度が毎分で、モールドと母材の間隙の7～25%の範囲以内となるよう制御されねばならない。たとえば100 mmのモールド・母材間隔の場合湯上がり
20 速度すなわち溶接速度が7 mm/min未満では、母材の溶込深さを30 mm以下にすることは困難であり、逆に25 mm/min以上では中心部に気孔が発生し健全な肉盛金属が得られないのである。この限界値が
24 モールド・母材間隔によって決定される理由は、そ

の間隔が小さければ、スラグ浴の量が減し熱含量が小さくなり溶込深さは減小する。また間隔が小さいとメタルプール15形状が凸形となり、引け巣あるいは微小気孔を発生しやすくなるので、溶接速度を小さくしてメタルプールの深さを浅くする必要があるからである。

溶接の進行とともに、モールド17は上昇し、タンデッシュ18も同時に上昇される。

溶接中は常にロール母材10は一方向に回転され当然肉盛金属16も一体であるので回転し、それにならってメタルプール15、スラグ浴14も回転する。

ここでモールド17もロール母材回転と同期して回転させることが、肉盛金属16との摩擦等がなくなるので望ましい。

また消耗電極12は、溶接の進行につれて消耗するので、その分だけ下降させねばならない。ロール母材10の溶込深さは $10 \pm 5 \text{ mm}$ になるよう、溶接電圧、溶接電流を調整して制御された。肉盛金属16に移されたバー状消耗電極の成分の量はそれぞれの成分の歩留により決定されるので、歩留を考慮し肉盛金属組成の一部を変更したバー状消耗電極とする。

ここで、もし炭素の電極材中の形態は、前述した

ように黒鉛の形ではスラグ中で反応するので化学的に安定なセメントタイトの形をとる必要がある。

なお、第4図及び第5図に本実施例の給電方式を示した。

- 5 すなわち、定電圧特性の三相溶接電源トランスの二次側21をスター結線とし、各相u, v, wを一括一斉送給される9本のバー状消耗電極12に図のごとく円周方向に順序よくu, v, w…となるよう給電し、スター結線の中性点“0”をロール母材
10 10に配線している。

本発明の態様は、異種金属を肉盛する方法において、肉盛金属成分に相当する溶融金属をスラグプール浴液面に連続的に添加し、その添加量が全溶加材との割合である溶湯比率 η (%)で $\eta \geq 98 - 4.3\rho$ に
15 する。

第6ないし9図を参照した説明をする前に溶湯比率の背景を説明する。

先ず、本発明者らはメタルプールの量を増大させ、温度を上げる実験を行なった。これらの実験において、攪拌あるいは拡散力を増大させるため、メタル
20 プール深さを増大させ及び溶込深さを小さくして母材の溶融量を減少させた。

そこでまず研究を始める前にエレクトロスラグ溶接の基本的な操作要因(溶接条件)である溶接電流
24

および電圧のエレクトロスラグ溶接への影響を調査した。

その結果、メタルプール深さは電流を増大させると著しく増大すること、溶込深さも同様に増大すること、極端に電圧を低下させないと適当な10～20 mm溶込深さとならないことが判明した。また溶込深さは電流減少と比べ、電圧減少が著しく効果があるが、メタルプール深さはほとんど増大せず、また電流の減少はメタルプール深さを減少させる欠点があり、よって、電流、電圧の調整では、電流を極端に高く且つ電圧を極端に低くする以外には、解決できないことが判明した。すなわち、スラグ浴電流密度で23 A/cm³以上に溶接電流を増加し、さらに電圧を15 V以下に低下させればメタルプール深さが100 mm以上、溶込深さが10 mm程度となり不均一組織は解消できるが、このような電流、電圧の条件で溶接を行うためには非常に電気伝導度の高いフラックスを使用せねばならず、スラグ中の発熱が小さく作業性が悪くかつスラグの巻込み、気孔などの欠陥が発生しやすく、満足な肉盛金属を得ることはできない。

溶接電流を増大させるとメタルプール深さ増大に寄与するのは、電極の消耗量が増大し溶接速度が大きくなるためである。

エレクトロスラグ溶接では電極が溶接金属に対して上下に移動しているから移動熱源と考えられその移動速度が遅くなるとは移動方向と逆方向で温度勾配が小さくなるためメタルプールの深さが増大し、
5 溶接速度が増大すると考えられる。

第二に、本発明者はメタルプール深さを増大するために溶接速度を増大する実験を行ない、そして消耗電極以外の溶加材を用いる方法を完成した。本発明の態様では基本的要因すなわち溶接電圧・電流の
10 制御以外に溶融金属添加が制御可能であるから溶接施工条件の範囲が基本的要因制御に比較して非常に広くなり、さらに種々のメタル形状の溶接が可能となる。

第6図は横軸にメタルプール比（メタルプール深さ D / 溶込深さ $P +$ 肉盛半径 G ）、縦軸に溶込比（溶込深さ P / $P +$ 肉盛半径 G ）をとって、不均一組織発生
15 組織発生の程度を示したものである。そこで種々の溶接条件にて溶接を行い、メタル形状と品質（不均一組織の有無）との関係を求めたのが同図である。
20 ここで×印は不均一組織が層状に発生し、長さも肉盛金属の中央以上まで伸びており全く使用に耐えないもの、○印はほとんど発生していないもので、発生していても軽微であり、長さも短かく実用上問題
24 のないもの、◎印は全く発生していないものである。



第 6 図から明らかなように、これらの各符号の領域ははっきりと相互に区別できる。すなわちメタルプール比が 0.6 以上となれば不均一組織が発生しないか発生しても実用上問題がない。さらにメタルプール比が 0.6 以上で溶込比 0.2 以下とすれば全く発生しない。このことは前述した不均一組織の防止のため溶込みを浅く且つメタルプールを深くするという発明者の思想が正しかったことを裏付けている。

それではメタルプール比を 0.6 以上とするための、具体的な溶接条件を以下説明するが、第 6 図のデータに溶融金属の添加の有無、さらに添加の量を表示して示したのが第 7 図である。ここで×印は溶融金属を添加しない従来の方法、○印は添加したものであり、数字は添加量を溶湯比率(η)を百分率で示したものである。

第 7 図を一見すると、メタルプール比が 0.6 未満のものは、ほとんどが溶融金属を添加しない従来の方法であり、いくらか溶融金属を添加したものも含まれている。しかしメタルプール比 0.6 以上のものはすべて溶融金属を添加したものであり、同図より右下になる程溶湯比率(η)は大きくなる傾向がありそうである。

さらに第 6 図及び第 7 図のデータの溶接条件である溶接電流、電圧の要因を加味し、追加実験も加

えて解析したところを第 8 図に示す。すなわち第 8 図のデーターは、メタルプール深さは溶接電流と溶湯比率(η)によって決定されること、溶接電圧の影響は無視できる程度であり、同図のようにメタルプール比はスラグ浴電流密度(溶接電流を肉盛間隙面積で割ったもの、肉盛間隙面積とは、母材表面とモールド表面とが形成する空間の最小断面積)と溶湯比率によって決定されること、ということである。そしてスラグ浴電流密度が増大する程、また溶湯比率が増大する程メタルプール比は大きくなり、メタルプール比を 0.6 以上とするためには、同図の点線のライン以上の曲線となるようスラグ浴電流密度および溶湯比率を選べばよいことが同図より明らかになる。

これを別のグラフで示すと第 9 図のごとくなり、溶湯比率 η (%) が $98 - 4.3\rho$ (ρ はスラグ浴電流密度で A/cm^3) よりも大きい範囲ということとなる。すなわちこの範囲であれば不均一組織の発生しない複合肉盛溶接が可能である。

ここで重要なのはスラグ浴電流密度が大きいときは、溶湯比率が小さくとも、不均一組織の発生とはならないが、先にも述べたごとく、特殊なスラグを用いなければならず、たかだか電流密度は $20 A/cm^3$ までである。そうすれば溶接電圧は $20 V$ 以上で

溶接可能であり満足な品質が得られる。このときの溶湯比率は少なくとも10%以上となる。もっとも作業性がよく、かつよい品質の得られる望ましい溶接条件はスラグ浴電流密度は $7 \sim 15 \text{ A/cm}^2$ の範囲であり、かつ45%以上の溶湯比率である。

溶融金属の添加すなわち流し込むスラグ浴表面は肉盛空間の半径方向で見てほぼ中央が好ましい。この流入位置が母材側あるいはモールド側に極端に近づくと、目標の0.6以上のメタルプール比が得られない。近接電極間のスペースは円周上の長さで100 mmもあれば溶融金属流入に十分である。母材の回転速度は母材径に関係なく、肉盛間隙の中央の周速で 1 m/min 以上であることが望ましい。

本発明の肉盛溶接装置は、溶接、造塊、鑄造プロセスである技術を単純化し、それらを組合せ総合的に操業が容易で、かつ高品質な成品が安定して得られる設備にしたものである。

そこでまず電極の送給装置であるが、複数の消耗電極を使用する場合、各々の電極に送給装置を別々に装備すれば技術的には問題はないが、それでは設備が大掛りとなり、また操業が繁雑となり好ましくない。そこで本発明は複数本の消耗電極を一括して、1つの送給機構で一斉に送給するようにしたのが特徴の1つである。



一般的に消耗電極を使用するエレクトロスラグ溶接あるいは溶解の電源は、外部特性が定電圧特性と定電流特性の２種類がある。前者の特性の電源を使用した場合は、電極の送給は電流値に応じて一定速度で送給すれば、スラグ１４の浴中の電極先端位置は常に一定に保たれ、電源によって設定された電圧に応じて安定な操業が得られるものであり、後者の場合は操業電圧を電極送給機構にフィードバックして、電圧を一定に保つよう電極の送給速度を制御し、安定な操業を行うものである。

そこで本発明のように多相電源を使用し全電極を一括送給して安定な操業を得るためには、前者の方式を採用し、かつ電源の中性点“０”（第４図）をロール母材１０（第２，３図）に接続することかつ必要となるのである。多相電源の場合のこの必要を単相電源の場合と比較して以下説明する。

１台の単相電源で多電極溶接を行う場合は各電極が並列に結線されている。電極間で溶解速度が異なると、ある電極がスラグ浴中に深く浸漬するが、その電極のスラグ中の電圧が低下するのでその電極に他よりも大電流が流れて、電圧を各電極とも同一にしようとする現象があるのでその電極は溶解速度が増大して、一括送給してもスラグ中の浸漬深さが他と同一となる。また電流・電圧の相違も電極の浸漬

深さにより除かれ、安定な操業が可能である。

しかし多相電源の場合は各相の全電極ではなく同一の相の電極並列に結線されており相の異なる電極間では並列に結線されていない。そこで同一相の電極では上記同等化現象が現われるが全電極ではこの現象が生じない。したがって電圧の低い電極に大電流を流し、電圧の高い電極には小電流を流す同等化現象を得るには、定電圧特性の電源を使用せねばならない。そして相（ u ， v ， w 、第4図）間の不平衡分の電流をロール母材10（第5図）を通して電源の中性点にフィードバックさせるのである。

電源の相数と電極数は、相数と同一か、その倍数の電極数を採用し、円周方向に順に位相の順序に従って配列することが望ましい。

また本発明では溶融金属を連続的に添加することを規定しているが、前にも説明したように、この溶融金属の添加量によって、母材の溶込深さが微妙に影響されるので、目標の溶込深さに対して添加量が設定され、そのあとは電流、電圧によって溶込深さを制御することが望ましい。

したがって溶融金属の添加は常に一定量となるようタンデッシュ等で連続的に行い、中断しても1分以内にとどめることが必要である。さもないと溶込深さの変動はもちろんのこと、鑄肌の劣化金属組織

のむらなど治金的欠陥が発生するからである。

第二に、溶融金属添加のため用いるタンデッシュについて説明する。溶融金属を連続的に、好ましくはほぼ一定の速度で、スラグ浴に添加するためにタンデッシュを用いる。

溶融金属の添加速度は毎分 5 ～ 30 kg という範囲で、湯鍋などを傾動させオーバーランさせる方式、電磁ポンプによる方式など通常実用されている注湯速度に比較して、非常に少量であり、それらの方式で 5 ～ 30 kg の範囲に添加速度を制御するために用いると、湯道で溶融金属が凝固したり、凝固しないまでも添加速度が大巾に変動したり、かつ設備、操業も大掛りとなる。

上記速度を得るには、例えば、タンデッシュの湯の深さが 200 ～ 500 mm で、その底部に 3 ～ 6 mm ϕ の孔径のノズルを使用し、湯の温度を管理すれば 5 mm ϕ のノズル孔でたとえば 15 kg 毎分のほぼ定速で添加することができる。タンデッシュの湯面が肉盛操作中に低下すれば、湯を追加することにより溶融金属を容易に一定速度で連続的にスラグ浴に添加することができる。

第三に、好ましくはモールド母材と同期的に回転している母材に多相溶接電源の中性点を接続するためスリップリングを設けている。

溶接電源の中性点の母材への接続は、前述したよ



うに多電極の一括一斉送給又は変位のためにはこのことが必要であり、さらに各相および同相電極間の不平衡電流を該接続を介して電源にフィードバックさせるために重要なものである。不平衡電流は通常
5 は全電流値の数%程度の電流値(全電流が20000 Aの場合200~400 A)であるので設備化も容易である。すなわち、銅製のスリップリングを回転側に設けて、固定側に炭素製の摺動子を数個配設すればよい。

10 第四に本発明のエレクトロスラグ肉盛溶接法を実施するためには、移動モールドが必要であり、スラグ浴面がモールドの上端に常に位置しなければならない。そのためモールドが溶接の進行につれて上昇するか、母材が下降するかのどちらかの機構が必要
15 となる。そしてこの場合タンデッシュの位置は、常にスラグ浴面と一定間隔に保ち溶融金属の投入位置の変化を防止する。したがって、タンデッシュはモールドからの距離を一定にするためにモールドと常に同距離となるよう同期して上、下移動あるいは固
20 定される必要がある。

つぎに第10図ないし14図により本発明に係る装置の態様を説明する。

第10図によると、固定床31に立脚した4本の
24 支柱34は架台35を支え、固定床31上に設置さ

れたターンテーブル（下部クランプ装置）19と架台35に機能的に連結された上部クランプ装置32により且つこれらの間に、ロール母材10が垂直に保持されている。以下説明する駆動手段を昇降せしめる上下動床33が支柱34に案内されまた鑄型を5 装備する開孔を備える。駆動手段は架台に設置されたモーター48により構成され、ロール母材10を内面にて囲繞するモールド17とタンデッシュ8とを一斉に昇降させる。

10 バー状消耗電極12は単一の電極支持アーム43（第11図）に固定され、その支持アーム43は4本のワイヤ25により架台35上のワイヤドラム24から懸下されており、架台35上に設置されたモーター48である駆動手段によりバー状消耗電極15 12を昇降させている。

多相交流溶接電源11（以下電源11と称する）は固定床31上に設置されスター接続されている。スター結線の3相の各相u, v, wはリング状ブスバー42を仲介して、フレキシブルケーブル44に20 より各電極に給電されている。架台35は給電線から絶縁され、また電極支持アーム43とバー状消耗電極12間の導電も起こらない。

そして電源11の中性点“0”は、ケーブル4724 によりターンテーブル19の周りに配設された銅製

のスリップリング 45 を経てロール母材 10 と接続され、炭素製の摺動子 46 を介して給電される。

タンデッシュ 18 は、溶融金属 13 がノズルから溶融スラグ 14 の中央に流入されるよう第 10 図上
5 右上に設置される。タンデッシュ 18 内の溶融メタル 13 が減少した場合は、ノズル流の投入位置が多小変化するので、タンデッシュ 18 がロール母材 10 の軸に対して放射方向に且つ水平に微小変位する。

10 以下同期回転機構と称するロール母材 10 とモールド 17 の同期回転機構は、ロール母材 10 とモールド 17 と別々の駆動モーター 21 および 26 を設け、これをセルシン 22 により回転速度を一致させ同期させているのである。

15 また第 11 図には電極支持アーム 43 は図のごとく約 4 分の 1 の部分に相当の弧状開放部を有するリング形を形成しており、タンデッシュ 18 との干渉をさけている。さらに、タンデッシュ 18 へ溶融金属 13 を追加する場合取鍋を使用しても容易に投入
20 できる。

第 12 図及び 13 図で示す本発明の他の態様では、装置は、固定床と、

固定床上に設置され且つ母材を垂直に支持しているターンテーブルと、
24

スター結線出力を有し且つ定電圧特性を有し、該スター結線の中性点に母材が電氣的に接続されている多相交流電源と、

回転する母材をスター結線の中性点に接続するス
5 リップリングと、

肉盛空間を定め、母材の近くに設けられそして肉盛操作の進捗に伴なって上向きに移動可能なモールドと、

大断面積棒状の複数本の消耗電極と、
10 消耗電極を一活して一斉に昇降しうる電極昇降装置と、

肉盛空間上方に設けられ、肉盛操作の進捗に伴なって上向きに移動可能な溶融金属添加用タンデッシュと、

15 母材を保熱する手段と、

モールド、タンデッシュ及び保熱手段を装置した上下動床と、

タンデッシュ及びモールドが上昇運動する際に、
鑄型、タンデッシュ及び保熱手段を母材の周りに同
20 期回転させる装置であって、前記上下移動可能床に設置され、母材、モールド及び保熱手段を電氣的に同期させる装置とを含んでなる。

第12図には、円柱状母材50は上部クランプ装置66とターンテーブル（下部クランプ装置）61
24

とにより垂直状態に把持され、ターンテーブル 6 1 は固定床 7 0 上に回転可能に設置され、円柱状母材 5 0 を回転させる。上部クランプ装置 6 6 を連結した架台 6 0 は 4 本の支柱 5 9 で支承されている。駆動モーター 5 4 - 1 の駆動力はウォーム減速機 5 7 - 1、動力伝達ギヤー 5 7 - 2 を介してロータリージョイント 6 2 に供給されそしてターンテーブル 6 1 に伝達される。駆動モーター 5 4 - 1 には回転数検出器 5 4 - 2 及びモーター回転の同期装置 6 5 を併設する。

円柱状母材 5 0 を内面で囲繞するモールド 5 2 と肉盛金属保熱ヒーター 5 3 を連結台 2 0 を含めて便宜上一体に設けて、作業用昇降フロアー、及び駆動モーター 5 5 - 1 装着用床からなる上下動床 6 4 より鋳型 5 2 とヒーター 5 3 とを懸下している。モールド 5 2 及びヒーター 5 3 は円柱状母材 5 0 と同心状に設ける。上下動床 6 4 はチェーン 6 8 によりスプロケット 6 7 を介してバランスウエイト 6 9 に追従して昇降可能である。

駆動モーター 5 5 - 1 の駆動力はウォーム減速機 5 8 - 1 及び動力伝達ギヤー 5 8 - 2 を介してモールド 5 2 及びヒーター 5 3 に供給されて、これらの回転運動を生じる。

駆動モーター 5 5 - 1 は回転数検出機 5 5 - 2 を

設け、モニターされ駆動モーター 5 4 - 1 と電氣的にインターロックされて両者回転は同期装置 6 5 により同期制御される。

第 1 2 図に示された特徴の一つは、ロール母材と
5 モールドとに各々外部から動力を与えること、及びこれらを同期回転させることにあるがさらに以下説明する冷却水の供給を容易にする特徴を有するものである。

すなわち本発明では、モールド 5 2 へ供給する冷
10 却水をモールドを分割するのではない。

従来、モールドを上、下に 2 分割して一方を回転させパッキングを使用して両者の間をシールを行うことは、溶接熱源のすぐ近傍で使用するため熱変形などによりシールが不十分となり水漏を起しやすく、
15 またモールドそのものが大掛りとなり設備費が大巾に増大する。

第 1 2 図に示す装置では、垂直位置に保たれた円柱状母材 5 0 の下方に、ロータリージョイント 6 2 及び固定ジョイント 6 3 を設けている。水導管（図
20 示せず）を含むこれらのジョイントは、溶接熱源から遠いので熱の重大な影響はなく、かつコンパクトな設備とすることができる。

つぎにモールド 5 2 と円柱状母材 5 0 との同期回
24 転は、一台の電動機にて行なってもよいが、好まし

くはモールド52と円柱状母材51の回転の動力は各々別々に駆動モーター(55-1, 54-1)を設備しこれを同期させる一台の電動機を用いる場合は、機械的に連動させて同時にモールドと母材とを
5 回転させて同期させる必要があるが、長尺母材の肉盛の場合、溶接中でも肉盛された部分の母材を加熱する必要があり、溶接の進行につれてモールドが上昇するために機械的に連動させることは困難である。

電氣的に同期させる方法としては、セルシンによる3相位相角制御あるいはパルスゼネレーターによる回転速度制御を用いることができる。母材とモールドの回転速度比は0.1%以内に制御する必要があるが、これには前記の電氣的な同期方法が好ましい。
10

第12図及び13図では、簡潔を期すために、タンデッシュ、多相交流電源、スリップの何れも示されていないが、肉盛装置の不可欠な部材であり、その作用及び他の部材との関係は第10図及び11図を参照とした記載より明らかであろう。
15

第14図及び15図を引用しつつ説明する装置は、
20 固定床と、

固定床上に装着され、かつ冷却水を給排水する開孔を有するロータリージョイントと、

スター結線出力を有し且つ定電圧特性を有し、該
24 スター結線の中性点に母材が電氣的に接続されてい

る多相交流電源と、

回転する母材をスター結線の中性点に接続するスリッピングと、

肉盛空間を定め、母材の近くに設けられそして肉
5 盛操作の進捗に伴って上向きに移動可能なモールドと、

大断面積棒状の複数本の消耗電極と、

消耗電極を一括して一斉に昇降しうる電極昇降装置と、

10 肉盛空間上方に設けられ、肉盛操作の進捗に伴って上向きに移動可能な溶融金属添加用タンデッシュと、

モールドが上向きに移動する時に伸長可能であり、
且つモールドとロータリージョイントの前記開孔を
15 連通するホースと、

タンデッシュ及びモールドが上昇運動する際に、
鋳型、タンデッシュ及び保熱手段を母材の周りに同期回転させる装置とを含んでなる。

第14図において、円柱状母材50は上部クランプ装置66及び下部クランプ装置96の間に垂直に
20 回転自在に把持する。各クランプは架台60と4本の支柱59及び固定床70によって強固に枠組セットされている。円柱状母材50を環状内面で囲繞する
24 モールド52は水冷され、給水ジョイント83と

排水ジョイント 84 を有しており、これら 83 ,
84 と連通するジャケット 86 とともにジョイント
83 , 84 は支持架台 87 に載置される。

支持架台 87 は、その周りにとりつけられた突出
5 部 87 - 1 を含み、この水平部を介して水平ローラ
ー 88 上に回転可能に置かれている。支持架台 87
はその回転中に縦ローラー 89 により案内され、こ
の縦ローラー 89 は突出部 87 - 1 の垂直部の水平
変位を制限している。縦ローラー 89 の位置はねじ
10 121 により調節される。

同期回転機構の、まとめで 100 で示されている
駆動機構は駆動モーター 79 - 2、ウォーム減速機
78 - 2、回転伝達歯車 85 及びセルシン 80 を含
み、モールド 52 を回転せしめるよう相互に機能的
15 に連結される。フロアー 90 に作業者フロアー 69
を隣設してもしなくともよい。フロアー 90 はモ
ーター 56 (第 14 図) の駆動力をうけてスプロケッ
ト 67 を介して、重錘 69 を有するチェン 68 によ
り昇降自在である。

20 下部クランプ装置 96 (第 14 図) は円柱状母材
50 の回転軸の同心に位置し、軸心に設けたロータ
リージョイント 63 を介在して固定床 70 に設けら
れている。又、母材回転と同期してリールが回転す
24 るようにホース 105 用リール 104 を第 15 図に

示すように設けることが好ましい。下部クランプ
9 6 に支持台 1 0 6 を介してホース 1 0 5 用リール
1 0 4 を載置しており、ホース 1 0 5 は (イ) リール
1 0 4 - 1 , 1 0 4 - 2 支持用支柱 1 0 5 の末端に
5 形成されたロータリージョイント 1 0 7 - 1 , 1 0 7
- 2 、 (ロ) ジャケット 8 6 、 及び (ハ) 給排水ジョイント
8 3 , 8 4 を、それぞれ介してモールド 5 2 と連通
する。又モールドの昇降作動に応じて、好ましくは
内蔵バネ (図示せず) により、ホース 1 0 5 の送り
10 出し、巻き戻しを行う。

ロータリージョイント 6 3 は内側回転体 6 3 - 1
と外側ケース 6 3 - 2 からなり給水口 1 0 8 、排水
口 1 0 9 を設けるが、機械的気密加工 (図示せず)
によりロータリージョイント 6 3 回転中の漏水を防
15 止している。内側回転体 6 3 - 1 は、下部クランプ
9 6 に固着されて駆動機構 1 0 0 により回転自在で
ある。又外側ケース 6 3 - 1 は、固定床 7 0 に固定
される。下部クランプ装置 9 6 は、スラストベアリ
ング 1 1 2 を介して、支持台 1 1 1 上に支持され、
20 ラジアルベアリング 1 3 が外側ケース上に配置され
ており、円柱状母材 5 0 の回転運動を滑らかならし
めている。

同期回転機構の、まとめて 1 2 0 として示されて
24 いる駆動機構は、回転伝達歯車 5 7 - 2 、ウォーム

減速機 5 7 - 1、モーター 7 9 - 1 及びセルシン
8 0 - 1 を含んでいる。

第 1 4 図及び 1 5 図の肉盛装置は次のように運転
される。

- 5 円柱状母材 5 0 は駆動機構 1 2 0 により回転され、
母材の回転とともに支持架台 1 0 6 上に連結された
リール 1 0 4 - 1, 1 0 4 - 2 も同時に回転される。
このように円柱状母材 5 0 が回転されている間にモ
ールド 5 2 は駆動機構 1 0 0 により円柱状母材 5 0
10 の回転速度に電氣的に同期制御されて回転される。
更にモールド 5 2 は回転するのみでなく上昇し、こ
の間冷却水はホースによりモールド 5 2 に供給され
ることとなる。

以下本発明の実施例を説明する。

15 実施例 1

以下の母材及び施工条件でエレクトロスラグ肉盛
溶接を行なった。

- A. ロール母材；肉盛ロール母材胴径 7 0 0 mm ϕ 、
その長さ 1 8 0 0 mm、材質 S45C
20 B. モールド；内径 9 0 0 mm ϕ 、したがって肉盛間
隙 1 0 0 mm となる。
C. 電 極；各 9 本の電極の寸法 5 0 mm $\times$ 1 0 0 mm
×長さ 2 5 0 0 mm、
24 製法；鑄造成分(%) C 1.7, Si 0.3,

Mn 0.7 , Cr 2.0 , Ni 2.5 , Mo 0.7 とした。

D. 溶 湯 ; 温度 1 5 0 0 °C、添加速度 1 5 kg/min

成分(%) ; C 1.7 , Si 0.3 , Mn 0.7 , Cr

1.9 , Ni 2.4 , Mo 0.8 とした。

5 E. 電 流 ; 2 0 0 0 ~ 2 2 0 0 A × 9 電極、合計電極

通過電流 1 8 0 0 0 ~ 1 9 8 0 0 A

F. 電 圧 ; 3 0 ~ 3 5 V

(電流および電圧は溶込深さの制御
のためこの範囲で調整した。)

10 G. 母材回転速度 ; 1 rpm

以上の条件にて複合肉盛を行ったところ次の複合
肉盛結果を得た。

H. 溶接速度 1 5 mm / min

I. 溶湯比率 (全溶加材に対する添加溶融メタル

15 の割合) 8 0 %

J. 溶接時間 1 3 0 分

K. ロール母材 5 0 の溶込深さ 約 1 0 mm

L. 肉盛表面肌 凸凹がなく滑らかな良好な形
状を示した。

20 得られた複合ロールを切断調査したところ溶着は
完全で、肉盛金属内にも偏析はなく何ら欠陥のない健
全なものが得られた。したがって優れた品質の複合
ロールを短時間で製作することができた。

24 実施例 2 (比較例)



以下の母材及び施工条件でエレクトロスラグ肉盛を行なった。

- | | | |
|----|------------------------|--|
| 5 | A. ロール母材 | 全長 2 6 0 0 mm、肉盛すべき
胴長 1 5 0 0 mm、肉盛すべき
胴径 2 8 0 mmφ、組成 0.4 %
C, 1 % Ni, 0.5 % Mo 残り
は実質的に Fe。 |
| 10 | B. モールド | 内径 4 4 0 φ、したがって、
肉盛巾 8 0 mm |
| 10 | C. 電 極 | 複合ワイヤ電極 1 5 本、組成
1.2 % C, 1 % Ni, 1 % Cr,
0.5 % Mo, 残りは実質的に
Fe。 |
| 15 | D. 溶 湯 | 電極と同一成分の溶湯を肉盛
円周上の 1 個所より 9 kg/min
で添加した。 |
| | E. フラックス(スラグ) | CaF ₂ -CaO-SiO ₂ -TiO ₂ 系 |
| | F. 電 流 | 4 0 0 A × 1 5 電極 |
| | G. 電 圧 | 各電極とも 4 0 V |
| 20 | H. ロール母材回転 | 2 rpm |
| | I. スラグ浴電流密度 | 6.6 A / cm ³ |
| | J. 溶接速度 | 1 7 mm / min |
| | K. 溶湯比率 | 7 5 % |
| 24 | 以上の条件にて複合部材製作のための肉盛溶接を | |

した結果は次のとおりである。

L. 溶接時間 1 3 0 分

M. ロール母材の溶込み深さ 3 5 mm、溶込比 0.3 0 に相当

5 N. メタルプール深さ 8 1 mm、メタルプール比は 0.7 に相当、

得られた複合ロールを切断してその組織を調査したところ不均一組織はほとんど発生せずに良好な品質を証明した。

10 実施例 3

以下のロール母材及び施工条件でエレクトロスラグ肉盛を実施した。

15 A. ロール芯材 寸法 全長 4500 mm、肉盛すべき胴長 2200 mm、肉盛すべき胴径 6 8 5 mm ϕ
組成 0.8 % C, 1 % Cr,
0.3 % Mo 残りは実質的に Fe。

B. モールド 内径 8 7 2 mm ϕ 、したがって肉盛半径 9 2 mm。

20 C. 電 極 各 6 本の電極の寸法は
5 0 mm $\times$ 8 0 mm
組成は 1.6 % C, 2 % Cr,
3 % Ni, 1 % Mo 残り Fe。

24 D. 溶 湯 電極と同一成分の溶湯を肉盛

42

円周上の1個所より

20 kg/min 添加した。

E. フラックス(スラグ) $\text{CaF}_2\text{-CaO-SiO}_2\text{-TiO}_2$ 系

F. 電 流 2,600 A × 6 電極、

5 G. 電 圧 30 V

H. ロール母材回転速度 1 rpm

以上の条件にて肉盛溶接したところ、次の結果を得た。

I. スラグ浴電流密度 7.0 A / cm^3

10 J. 溶接速度 13 mm / min

K. 溶湯比率 84 %

L. 溶接時間 170 分

M. ロール母材の溶込深さ 10 mm、溶込比は 0.16 に相当。

15 N. メタルプール深さ 81 mm メタルプール比は 1.1 に相当。

得られた複合ロールを切断してその組織を調べたところ、不均一組織は全く発生せず良好な品質を証明した。

20 産業上の利用可能性

上述の本発明の特徴は例えば次のような例に産業上利用可能である。

A. 円柱状部材のエレクトロスラグ溶接肉盛法は
24 文献、特許などに多く開示されているが、主として

従来法で得られた製品の品質がこれらの部材を苛酷な用途に用いるのに不十分であり、品質上の難点を解消するためには、エレクトロスラグ肉盛装置が複雑化、大規模化、そして高価格となるが、このような装置は経済的に使用できない。本発明はこの困難さを打開し、特に金属工業の圧延機ロールの製作補修に産業上利用しうる技術を提供するものである。

B. 本発明方法及び装置はその複合部材の製造にも応用できるものである。

10 C. 本発明の一つの特徴である溶込深さを最小限に調整できることを活用して、複合部材の再生において溶込深さが母材の複合された肉厚以内にて行う共金肉盛にも本発明を適用しうる。

請 求 の 範 囲

1. 円柱状母材の立方向エレクトロスラグ肉盛溶接方法において、複数本のバー状の大断面消耗電極をからスラグに多相交流電力を供給し、母材を回転させかつ溶融金属を連続的にスラグ浴面に添加しながら肉盛を行うことを特徴とする円柱状母材の立方向エレクトロスラグ肉盛溶接方法。

2. 肉盛金属成分に相当する溶融金属をスラグプール浴液面に連続的に添加し、その添加量が全溶加材との割合である溶湯比率 η (%)で $\eta \geq 98 - 4.3\rho$ にすることを特徴とする異種金属を肉盛する請求の範囲第1項記載の円柱状母材の立方向エレクトロスラグ肉盛溶接方法。

3. 母材表面から及び前記鑄型内面から消耗電極までの放射方向間隔が30 mm未満との条件を満たすように前記消耗電極の寸法及び位置が、定められている請求の範囲第1項又は2項記載の円柱状母材の立方向エレクトロスラグ肉盛溶接方法。

4. 前記条件が鑄型の円周の10%以上の長さにならわって満たされている請求の範囲第3項記載の円柱状母材の立方向エレクトロスラグ肉盛溶接方法。

5. 前記溶融金属の添加量が、湯上がり速度が毎分で、モールドと母材の間隔の7~25%の範囲以内となるよう制御される請求の範囲第1項又は2項

記載の円柱状母材の立方向エレクトロスラグ肉盛溶接方法。

6. 母材回転に同期して前記モールドを回転させる請求の範囲第1項又は2項記載の円柱状母材の立
5 方向エレクトロスラグ肉盛溶接方法。

7. 前記消耗電極が矩形断面を有する請求の範囲第1項又は2項記載の円柱状母材の立方向肉盛溶接方法。

8. 前記消耗電極の矩形の長片がモールドと母材
10 間のギャップの半径に相当する半径を以ってわん曲している請求の範囲第7項記載の円柱状母材の立方向肉盛溶接方法。

9. 前記消耗電極が円形断面を有する請求の範囲第1項又は2項記載の円柱状母材の立方向肉盛溶接
15 方法。

10. 前記消耗電極が炭素含有量が1%以上の鉄又は鋼合金である請求の範囲第2項記載の円柱状母材の立方向肉盛溶接方法。

11. 溶融金属の添加速度が5ないし30 Kg/分である請求の範囲第1項又は2項記載の円柱状母材の
20 立方向肉盛溶接方法。

12. スター結線出力を有し且つ定電圧特性を有し、該スター結線の中性点に母材が電氣的に接続されて
24 いる多相交流電源と、



回転する母材をスター結線の中性点に接続するス
リップリングと、

肉盛空間を定め、母材の近くに設けられそして肉
盛操作の進捗に伴って上向きに移動可能なモール
5 ドと、

大断面積バー状の複数本の消耗電極と、

消耗電極を一括して一斉に昇降しうる電極昇降装
置と、

肉盛空間上方に設けられ、肉盛操作の進捗に伴な
10 って上向きに移動可能な溶融金属添加用タンディッ
シュと、

タンディッシュ及び鋳型の上昇運動の際に、母材
及びモールドを母材中心軸の周りに同期回転する装
置とを含んでなる、円柱状母材のエレクトロスラグ
15 肉盛溶接装置。

13. 固定床と、

前記固定床上に固定上に立脚した支持カラムと、

前記支持カラムの上端に支持された架台と、

前記固定床上に回転可能に設置されたターンテー
20 ブルと、

前記架台に作動的に連結されそして前記母材を前
記ターンテーブルとの間に前記母材を垂直に保持す
るクランプ装置とをさらに含んでなる請求の範囲第

24 1 2 項記載のエレクトロスラグ肉盛溶接装置。



14. 前記支持カラムに沿って案内され且つ前記鋳型と前記タンディッシュを一齐に上下動させる上下動床と、

前記上下動床の駆動装置とをさらに含んでなる請求の範囲第13項記載のエレクトロスラグ肉盛溶接装置。

15. 前記駆動手段が前記架台上に装着されている請求の範囲第14項記載のエレクトロスラグ肉盛溶接装置。

16. すべての電極を固定している上下動可能な単一の電極支持装置をさらに含んでなる請求の範囲第15項記載のエレクトロスラグ肉盛溶接装置。

17. 前記架台上に装着され、前記上下動可能な単一の電極支持装置を駆動する装置をさらに含んでなる請求の範囲第16項記載のエレクトロスラグ肉盛溶接装置。

18. 前記スリップリングが前記ターンテーブルの周りに連結されている請求の範囲第17項記載のエレクトロスラグ肉盛溶接装置。

19. 前記タンディッシュが水平に、前記母材の軸に対して放射方向に可動である請求の範囲第18項記載の円柱状母材のエレクトロスラグ肉盛溶接装置。

20. 固定床と、

固定床上に設置され且つ母材を垂直に支持してい

るターンテーブルと、

スター結線出力を有し且つ定電圧特性を有し、該スター結線の中性点に母材が電氣的に接続されている多相交流電源と、

- 5 回転する母材をスター結線の中性点に接続するスリッピングと、

肉盛空間を定め、母材の近くに設けられそして肉盛操作の進捗に伴って上向きに移動可能なモールドと、

- 10 大断面積棒状の複数本の消耗電極と、

消耗電極を一括して一斉に昇降しうる電極昇降装置と、

肉盛空間上方に設けられ、肉盛操作の進捗に伴って上向きに移動可能な溶融金属添加用タンディッ

- 15 シュと、

母材を保熱する手段と、

モールド、タンディッシュ及び保熱手段を装着した上下動可能床と、

タンディッシュ及びモールドが上昇運動する際に、

- 20 鑄型、及び保熱手段を母材の周りに同期回転させる装置であって、前記上下移動可能床に設置され、母材、モールド及び保熱手段を電氣的に同期させる装置とを含んでなる円柱状母材の肉盛溶接装置。

21. 水導管を含む上部及び下部ジョイントを含んでなるロータリージョイントを含み、母材が上部ジョイント上に垂直に置かれる請求の範囲第20項記載のエレクトロスラグ肉盛溶接装置。

5 22. 前記同期回転装置が前記モールド及び母材を回転させる別々のモーターを含み、これらのモーターは電氣的に同期される請求の範囲第21項記載のエレクトロスラグ肉盛溶接装置。

23. 固定床と、

10 固定床上に装着され、かつ冷却水を給排水する開孔を有するロータリージョイントと、

スター結線出力を有し且つ定電圧特性を有し、該スター結線の中性点に母材が電氣的に接続されている多相交流電源と、

15 回転する母材をスター結線の中性点に接続するスリップリングと、

肉盛空間を定め、母材の近くに設けられそして肉盛操作の進捗に伴って上向きに移動可能なモールドと、

20 大断面積棒状の複数本の消耗電極と、

消耗電極を一括して一斉に昇降しうる電極昇降装置と、

肉盛空間上方に設けられ、肉盛操作の進捗に伴って上向きに移動可能な熔融金属添加用タンディッ

24



シュと、

モールドが上向きに移動する時に伸長可能であり、
且つモールドとロータリージョイントの前記開孔を
連通するホースと、

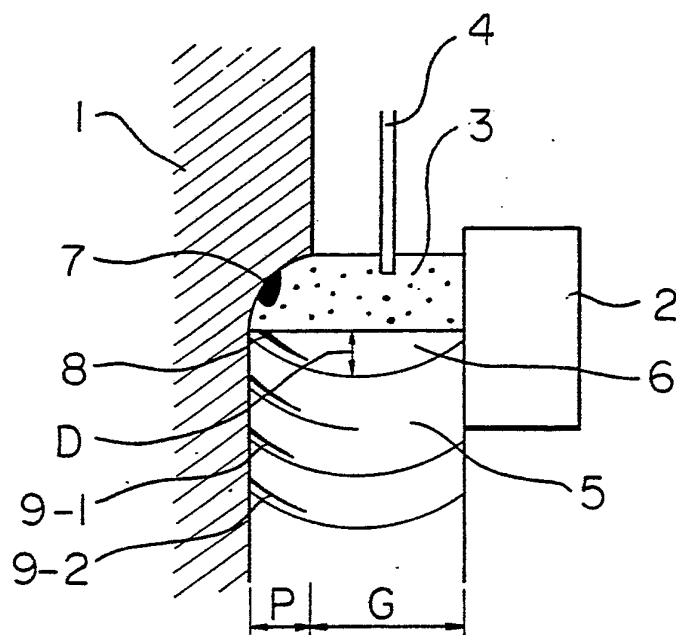
- 5 タンディッシュ及びモールドが上昇運動する際に、
鋳型、及び保熱手段を母材の周りに同期回転させる
手段とを含んでなる円柱状母材のエレクトロスラグ
肉盛溶接装置。

24. 母材の回転軸と同軸関係にあり、且つ前記ロ
10 ータリージョイントを介して前記固定床上に設置さ
れた下部クランプ装置をさらに含む請求の範囲第
23項記載のエレクトロスラグ肉盛溶接装置。

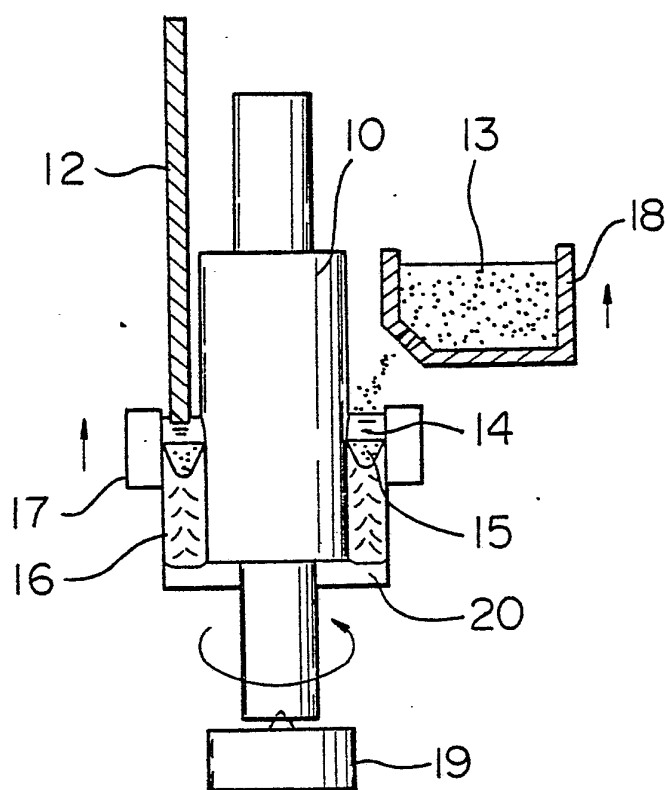
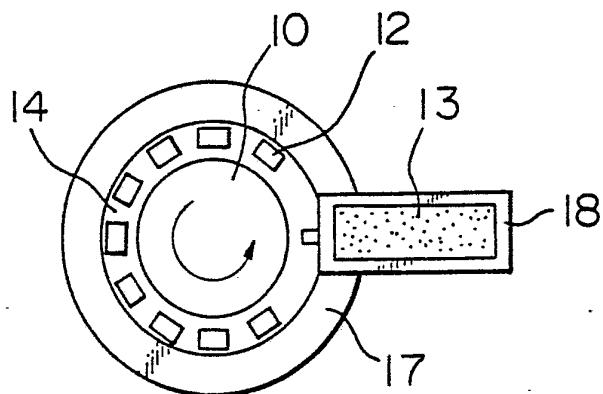
25. 母材の回転と同期回転するリールをホース用
にさらに含んでいる請求の範囲第24項記載のエレ
15 クトロスラグ肉盛溶接装置。

26. リールが前記下部クランプ手段に連結されて
いる請求の範囲第25項記載のエレクトロスラグ肉
盛溶接装置。

27. 前記ロータリージョイントが外側ケースと内
20 側回転体とからなり、前記内側回転体は前記下部ク
ランプ装置に連結されそして前記同期回転装置によ
り回転される請求の範囲第26項記載のエレクトロ
スラグ肉盛溶接装置。

Fig. 1

2

Fig. 2*Fig. 3*

3

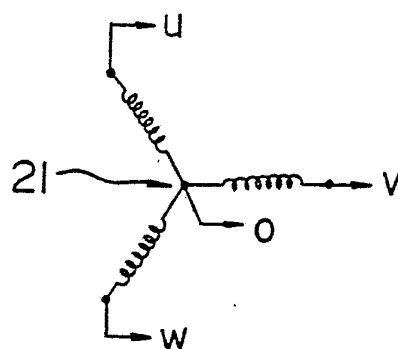
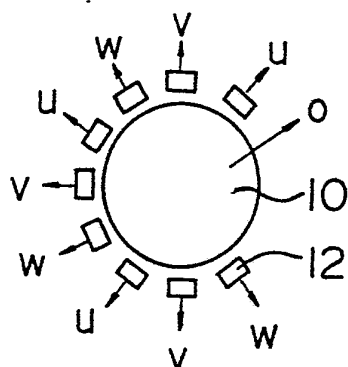
Fig. 4*Fig. 5*

Fig. 6

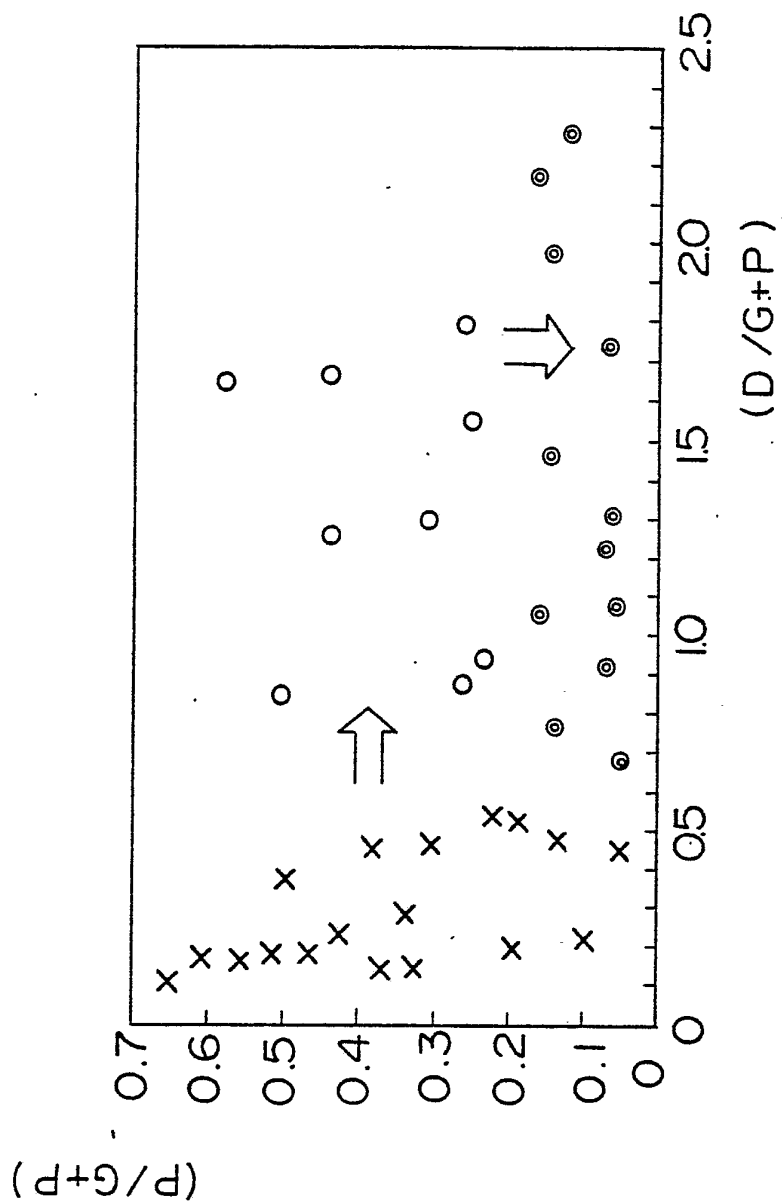


Fig. 7

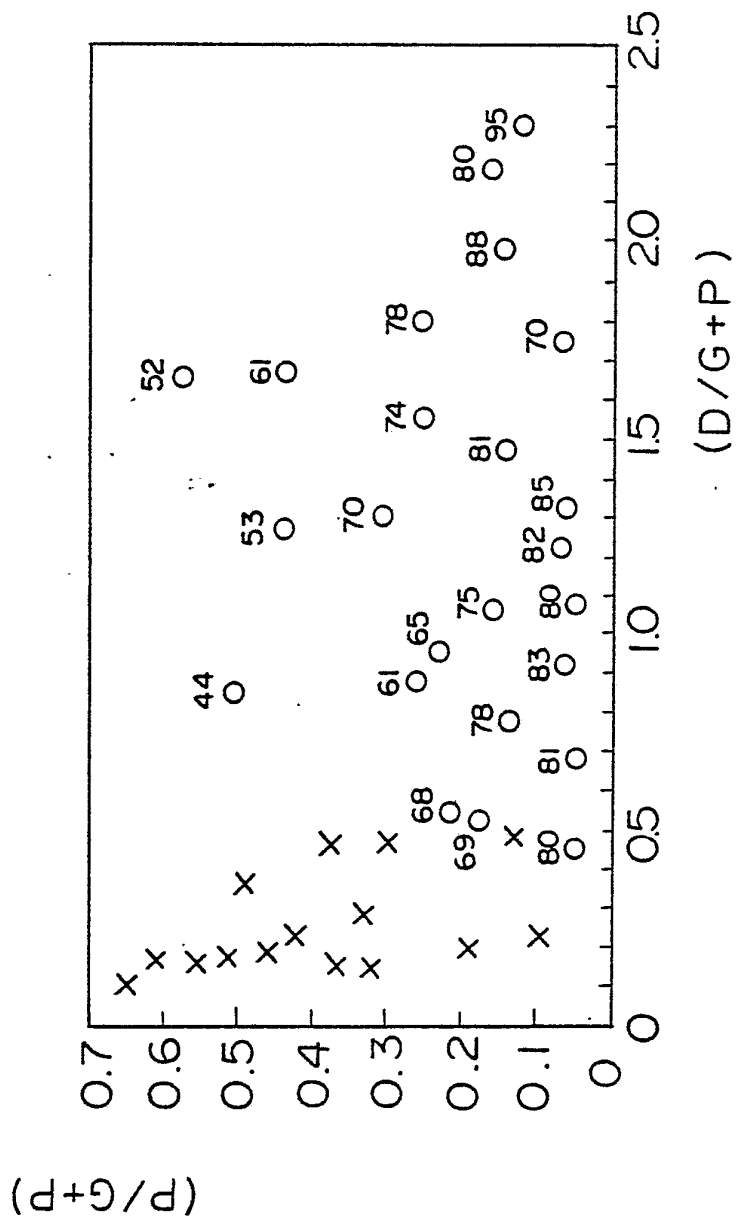
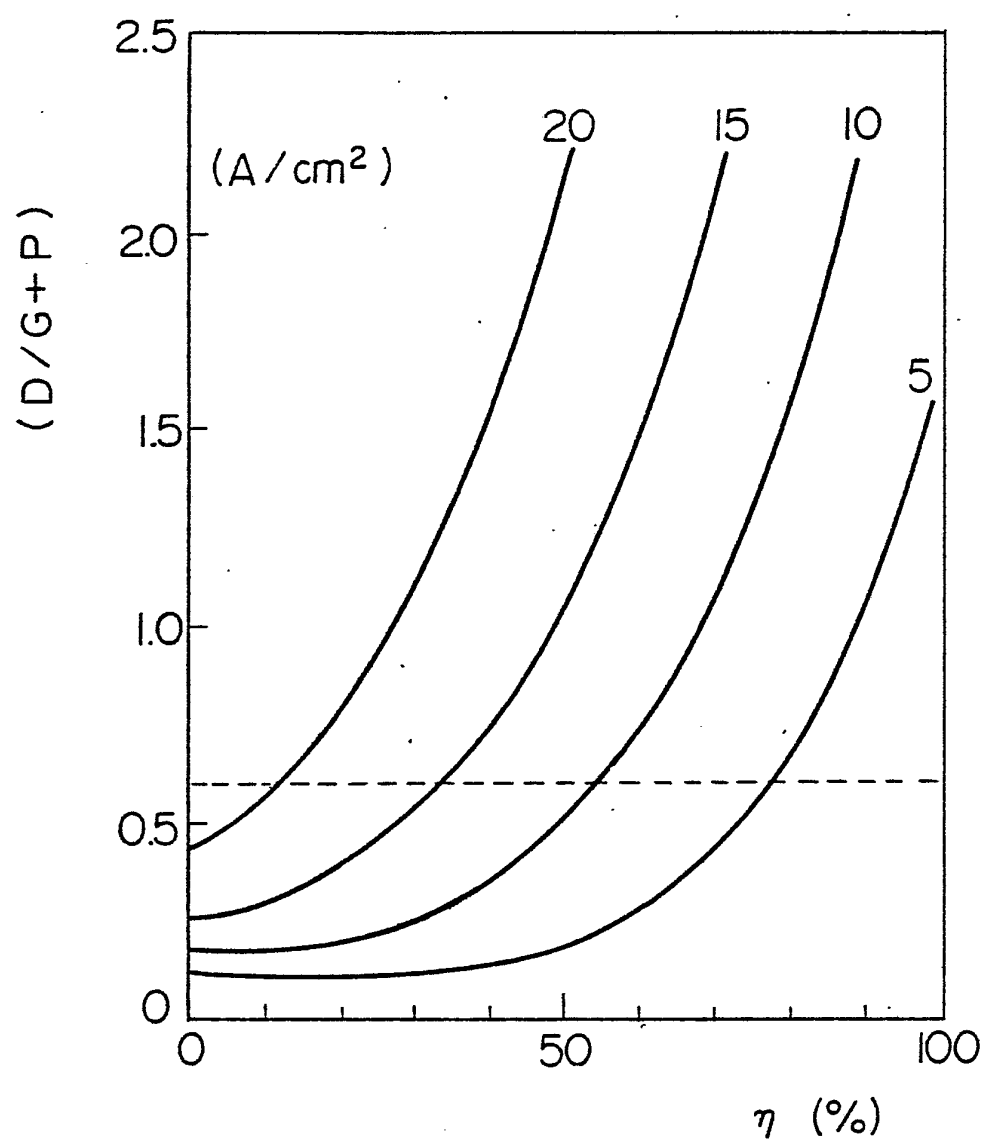
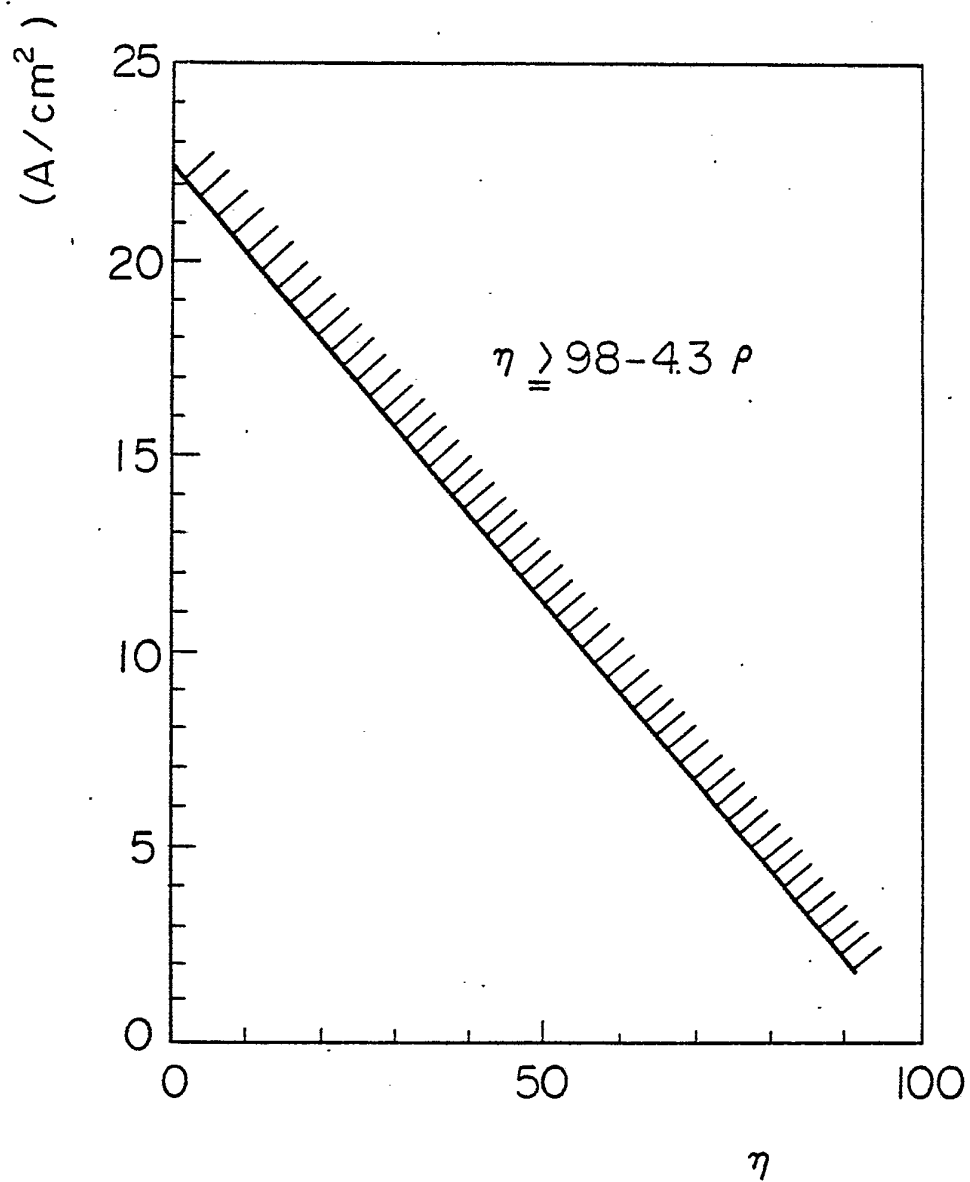


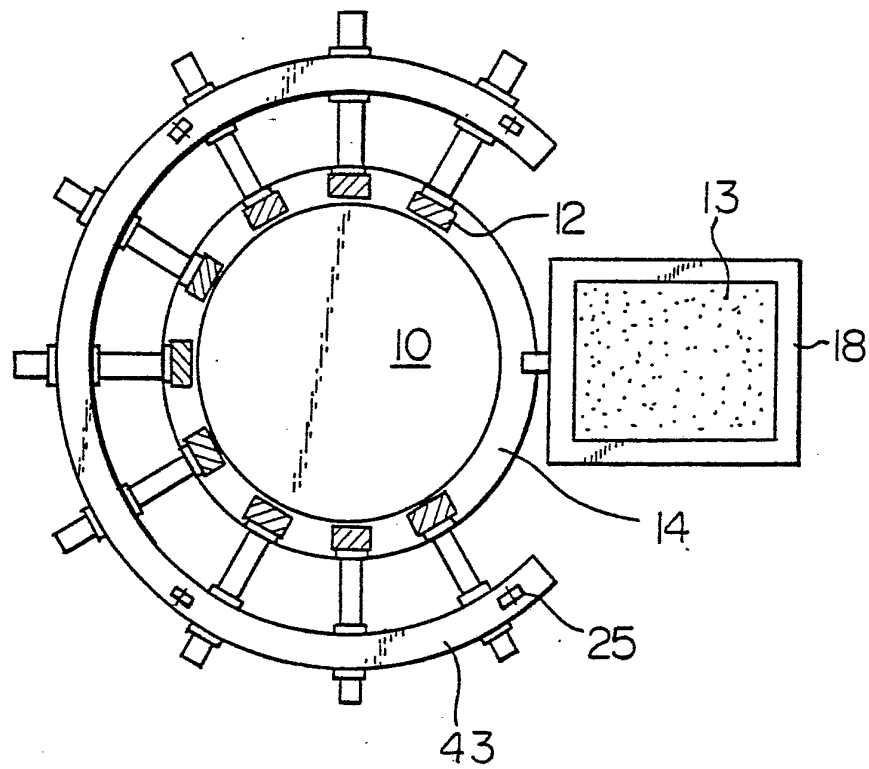
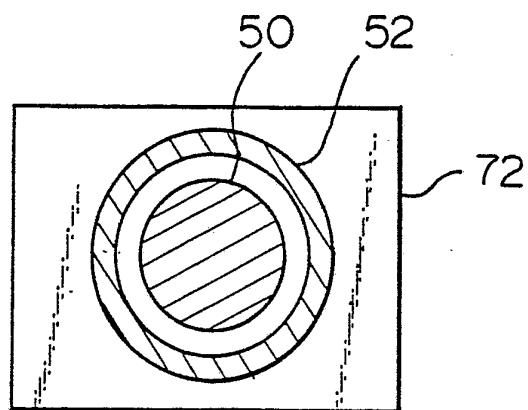
Fig. 8

7

Fig. 9

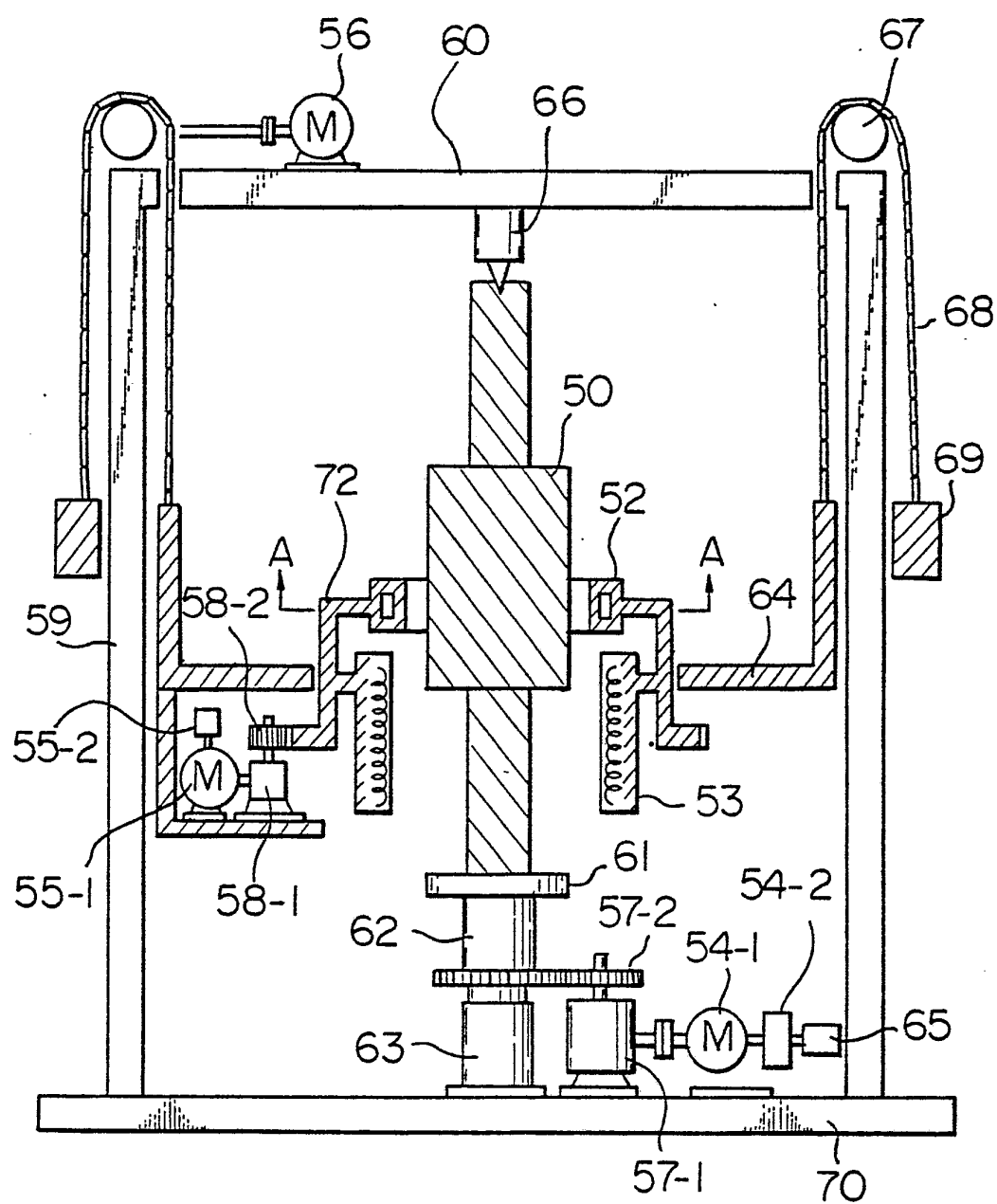


9

Fig. 11*Fig. 13*

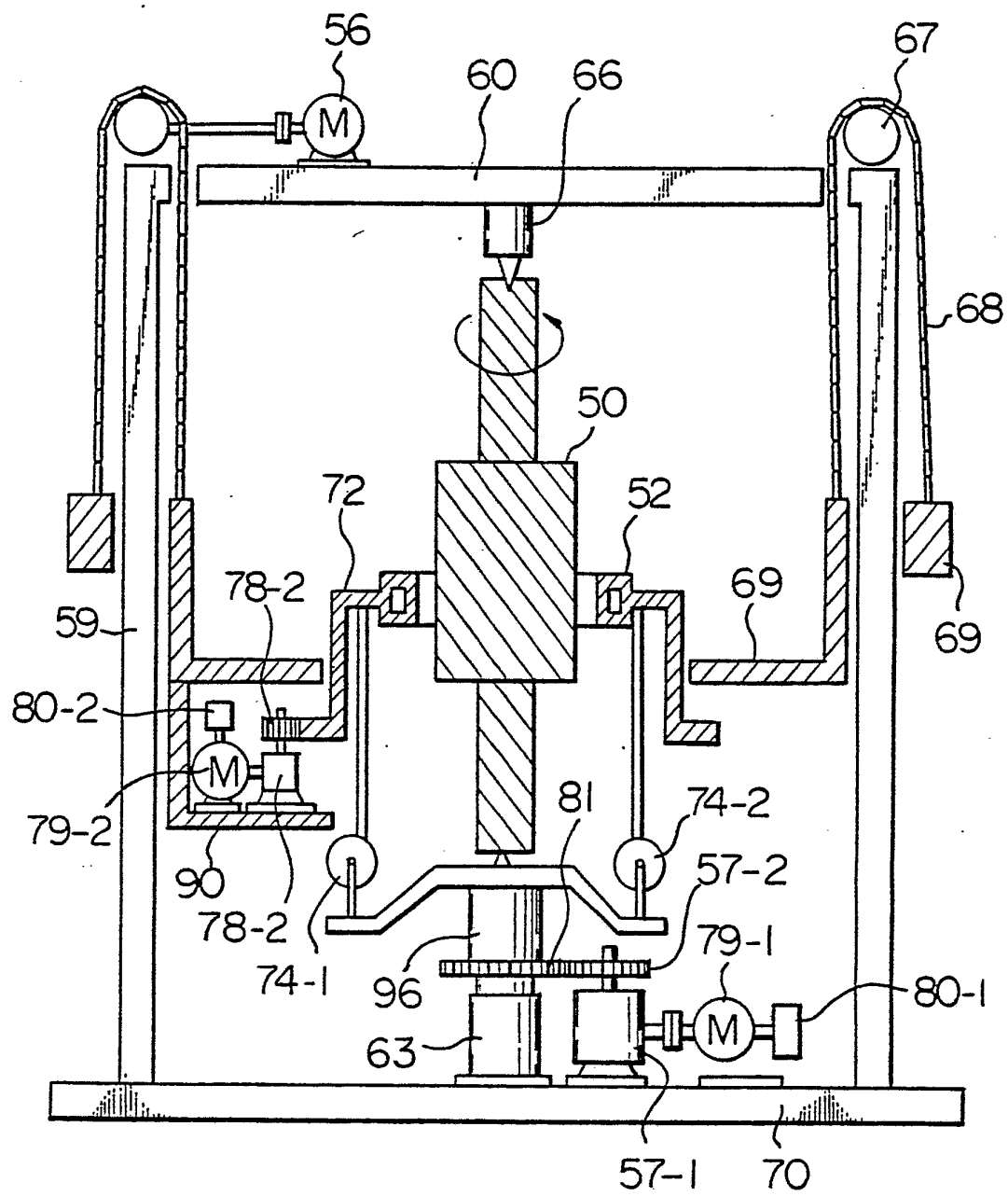
10

Fig. 12



11

Fig. 14



参照符号・事項の一覧表

参照符号	事 項
1	母 材
3	ス ラ グ 浴
4	消 耗 電 極
6	メ タ ル プ ー ル
9 - 1	不 均 一 組 織
1 0	ロ ー ル 母 材
1 2	バ ー 状 消 耗 電 極
1 3	溶 融 金 属
1 4	溶 融 ス ラ グ
1 5	メ タ ル プ ー ル
1 6	肉 盛 金 属
1 7	モ ー ル ド
1 8	タ ン デ ィ ッ シ ュ
1 9	タ ー ン テ ー ブ ル
21, 26	駆 動 モ ー タ ー
3 1	固 定 床
3 3	上 下 動 床
3 4	支 柱
3 5	架 台
4 2	ブ ス バ ー
4 3	電 極 支 持 ア ー ム
5 0	円 柱 状 部 材

14

5 2	.....	モールド
5 3	.....	保熱ヒーター
5 5	.....	駆動モーター
6 0	.....	架台
6 1	.....	ターンテーブル
6 2	.....	ロータリージョイント
6 4	.....	移動床
6 6	.....	上部クランプ装置
6 9	.....	下部クランプ装置
7 0	.....	固定床
8 3	.....	給水ジョイント
8 4	.....	排水ジョイント
8 6	.....	ジャケット
8 7	.....	支持架台
9 0	.....	フロアー
1 0 0	.....	駆動機構
1 0 4	.....	リール
1 0 5	.....	ホース

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP 81/00001

I. 発明の属する分野の分類		
国際特許分類 (IPC)		
Int. Cl. ³ B 2 3 K 2 5 / 0 0		
II. 国際調査を行った分野		
調 査 を 行 っ た 最 小 限 資 料		
分 類 体 系	分 類 記 号	
I P C	B 2 3 K 2 5 / 0 0	
最小限資料以外の資料で調査を行ったもの		
日本国実用新案公報 1966~1980年		
III. 関連する技術に関する文献		
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	請求の範囲の番号
X	J P , A , 4 7 - 2 1 3 4 8 , 1 9 7 2 - 1 0 - 3	(1,12,20,23)
X	J P , B1, 4 0 - 2 1 3 2 3 , 1 9 6 5 - 9 - 2 2	(2)
X	J P , B1, 4 4 - 2 3 4 0 , 1 9 6 9 - 1 - 3 1	(4,7-8)
X	J P , B2, 5 3 - 7 3 8 2 , 1 9 7 8 - 3 - 1 7	(12)
*引用文献のカテゴリー 「A」 一般的技術水準を示す文献 「E」 先行文献ではあるが国際出願日以後に公表されたもの 「L」 他のカテゴリーに該当しない文献 「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以後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日以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		
IV. 認 証		
国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日	
0 2 . 0 4 . 8 1	13.04.81	
国際調査機関	権限のある職員	4 E 7 7 2 8
日本国特許庁 (ISA/JP)	特許庁審査官	徳 永 英 男 (徳永)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/JP81/00001

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ³		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
Int. Cl. ³ B23K 25/00		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁴		
Classification System	Classification Symbols	
I P C	B23K 25/00	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁵		
Jitsuyo Shinan Koho 1966 - 1980		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ¹⁴		
Category [*]	Citation of Document, ¹⁶ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹⁷	Relevant to Claim No. ¹⁸
X	JP, A, 47-21348, 1972-10-3	(1, 12, 20, 23)
X	JP, B1, 40-21323, 1965-9-22	(2)
X	JP, B1, 44-2340, 1969-1-31	(4, 7-8)
X	JP, B2, 53-7382, 1978-3-17	(12)
[*] Special categories of cited documents: ¹⁵ "A" document defining the general state of the art "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document cited for special reason other than those referred to in the other categories "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but on or after the priority date claimed "T" later document published on or 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		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search ¹	Date of Mailing of this International Search Report ²	
April 2, 1981 (02.04.81)	April 13, 1981 (13.04.81)	
International Searching Authority ¹	Signature of Authorized Officer ²⁰	
Japanese Patent Office		