

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002 - 86356

(P 2 0 0 2 - 8 6 3 5 6 A)

(43)公開日 平成14年3月26日(2002.3.26)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコード [*] (参考)
B24B 53/00		B24B 53/00	D 3C047
// B23H 5/00		B23H 5/00	J 3C059

審査請求 未請求 請求項の数22 O L (全14頁)

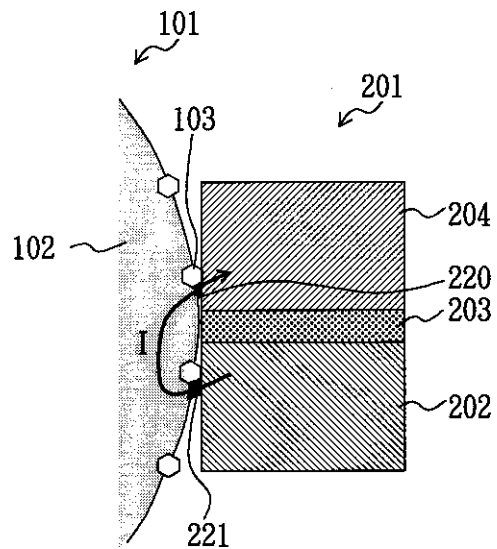
(21)出願番号	特願2001 - 188638(P 2001 - 188638)	(71)出願人	396020800 科学技術振興事業団 埼玉県川口市本町4丁目1番8号
(22)出願日	平成13年6月21日(2001.6.21)	(72)発明者	水野 雅裕 岩手県盛岡市小鳥沢2丁目13 - 6
(31)優先権主張番号	特願2000 - 213605(P2000 - 213605)	(74)代理人	100089635 弁理士 清水 守
(32)優先日	平成12年7月14日(2000.7.14)	Fターム(参考)	3C047 AA26 AA28 AA29 3C059 AA01 AB01 AB07 GC01
(33)優先権主張国	日本 (J P)		

(54)【発明の名称】接触放電ツルーイング・ドレッシング方法およびその装置

(57)【要約】

【課題】 超砥粒砥石、特に金属の結合剤を有する超砥粒砥石のツルーイング・ドレッシングを極めて簡便に行うことができる接触放電ツルーイング・ドレッシング方法およびその装置を提供する。

【解決手段】 DC電圧またはパルス電圧を与えた一对の電極に対し、回転させた導電性砥石101を接触させ、正電極 - 電極の切り屑 - 砥石結合剤 - 電極の切り屑 - 負電極から構成される回路を開閉させる際に生じる接触放電により、導電性砥石101が断続的にツルーイング・ドレッシングされる接触放電ツルーイング・ドレッシング方法であって、絶縁層203で絶縁された二重リング形回転電極の側面の一部を一对の電極として用いる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 DC 電圧またはパルス電圧を与えた一对の電極に対し、回転させた導電性被ツルレーイング・ドレッシング砥石を接触させ、正電極 - 電極の切り屑 - 砥石結合剤 - 電極の切り屑 - 負電極から構成される回路を開閉させる際に生じる接触放電により、前記導電性被ツルレーイング・ドレッシング砥石が断続的にツルレーイング・ドレッシングされる接触放電ツルレーイング・ドレッシング方法であって、絶縁体で絶縁された二重リング形回転電極の側面の一部を一对の電極として用いることを特徴とする接触放電ツルレーイング・ドレッシング方法。

【請求項 2】 DC 電圧またはパルス電圧を与えた一对の電極に対し、回転させた非導電性被ツルレーイング・ドレッシング砥石を接触させ、正電極 - 電極の切り屑 - 負電極から構成される回路を開閉させる際に生じる接触放電により、前記非導電性被ツルレーイング・ドレッシング砥石が断続的にツルレーイング・ドレッシングされる接触放電ツルレーイング・ドレッシング方法であって、厚さが数百 μm 以下の絶縁体で絶縁された二重リング形回転電極の側面の一部を一对の電極として用いることを特徴とする接触放電ツルレーイング・ドレッシング方法。

【請求項 3】 DC 電圧またはパルス電圧を与えた一对の電極に対し、回転させた導電性被ツルレーイング・ドレッシング砥石を接触させ、正電極 - 電極の切り屑 - 砥石結合剤 - 電極の切り屑 - 負電極から構成される回路を開閉させる際に生じる接触放電により、前記導電性被ツルレーイング・ドレッシング砥石が断続的にツルレーイング・ドレッシングされる接触放電ツルレーイング・ドレッシング装置であって、(a) 絶縁体で絶縁された二重リング形回転電極と、(b) 該二重リング形回転電極の側面の一部からなる一对の電極とを具備することを特徴とする接触放電ツルレーイング・ドレッシング装置。

【請求項 4】 DC 電圧またはパルス電圧を与えた一对の電極に対し、回転させた非導電性被ツルレーイング・ドレッシング砥石を接触させ、正電極 - 電極の切り屑 - 負電極から構成される回路を開閉させる際に生じる接触放電により、前記非導電性被ツルレーイング・ドレッシング砥石が断続的にツルレーイング・ドレッシングされる接触放電ツルレーイング・ドレッシング装置であって、(a) 厚さが数百 μm 以下の絶縁体で絶縁された二重リング形回転電極と、(b) 該二重リング形回転電極の側面の一部からなる一对の電極とを具備することを特徴とする接触放電ツルレーイング・ドレッシング装置。

【請求項 5】 請求項 3 または 4 記載の接触放電ツルレーイング・ドレッシング装置において、前記二重リング形回転電極の回転軸方向への駆動機構を具備することを特徴とする接触放電ツルレーイング・ドレッシング装置。

【請求項 6】 請求項 3、4 または 5 記載の接触放電ツルレーイング・ドレッシング装置において、異なる径の二重リング形回転電極に対して給電可能な構造を有するこ

とを特徴とする接触放電ツルレーイング・ドレッシング装置。

【請求項 7】 請求項 1 または 2 記載の接触放電ツルレーイング・ドレッシング方法において、前記接触放電を液中、噴霧中または気中の環境下で行うことを特徴とする接触放電ツルレーイング・ドレッシング方法。

【請求項 8】 請求項 1 または 2 記載の接触放電ツルレーイング・ドレッシング方法において、前記二重リング形回転電極の側面の初期回転振れを除去するため、前記電極間に給電せずに前記被ツルレーイング・ドレッシング砥石で前記電極側面を研削した後、該電極間に電圧を与えてツルレーイング・ドレッシングを開始することを特徴とする接触放電ツルレーイング・ドレッシング方法。

【請求項 9】 請求項 3、4 または 5 記載の装置を用い、前記電極の回転軸と前記被ツルレーイング・ドレッシング砥石の回転軸との間に所定の角度を与えた状態で前記電極に電極回転軸方向の送りを与えることにより、所定の砥石刃先形状を得ることを特徴とする接触放電ツルレーイング・ドレッシング方法。

【請求項 10】 請求項 3、4 または 5 記載の装置を用い、前記二重リング形回転電極の駆動装置を十字移動機構と回転機構を備えた数値制御移動テーブル上に設置し、高精度な総型ツルレーイング・ドレッシングを行うことを特徴とする接触放電ツルレーイング・ドレッシング方法。

【請求項 11】 請求項 3、4 または 5 記載の装置を用い、その装置の給電回路側に、前記電極対に対して直列になるよう接触放電電流制限抵抗および電流検出器を挿入し、接触放電電流がピーク値 I_p をとるときに前記電極間における消費電力が最大になるように、前記二重リング形回転電極の回転軸方向への送り速度を数値制御することを特徴とする接触放電ツルレーイング・ドレッシング方法。

【請求項 12】 請求項 11 記載の接触放電ツルレーイング・ドレッシング方法において、前記電流検出器からの出力の平均値 I_a とピーク値 I_p を前記被ツルレーイング・ドレッシング砥石一回転以上の周期で取得し、 I_a / I_p の値に基づいて前記被ツルレーイング・ドレッシング砥石の真円度を推定しながらツルレーイング・ドレッシングを行うことを特徴とする接触放電ツルレーイング・ドレッシング方法。

【請求項 13】 請求項 12 記載の接触放電ツルレーイング・ドレッシング方法において、前記推定した被ツルレーイング・ドレッシング砥石の真円度に基づいて数値制御または自動制御により接触放電消費電力 $E \cdot I_p / 2$ の大きさを自動調整して高精度ツルレーイング・ドレッシングを行うことを特徴とする接触放電ツルレーイング・ドレッシング方法。

【請求項 14】 請求項 12 記載の接触放電ツルレーイング・ドレッシング方法において、前記推定した被ツル

10

20

30

40

50

イング・ドレッシング砥石の真円度が所定の大きさ以下になった場合にツルイーグ・ドレッシングを自動終了することを特徴とする接触放電ツルイーグ・ドレッシング方法。

【請求項 15】 請求項 11 記載の接触放電ツルイーグ・ドレッシング方法において、制御がより安定的に行われるように、前記二重リング形回転電極に対する供給電圧の種類を前記 DC 電圧とパルス電圧の間で自動切替えることを特徴とする接触放電ツルイーグ・ドレッシング方法。

【請求項 16】 請求項 3、4 または 5 記載の接触放電ツルイーグ・ドレッシング装置において、前記電極側面側に該電極側面の位置を測定する変位センサを設置し、ツルイーグ量を測定しながらツルイーグ・ドレッシングを行うことを特徴とする接触放電ツルイーグ・ドレッシング方法。

【請求項 17】 請求項 3、4 または 5 記載の接触放電ツルイーグ・ドレッシング装置において、前記電極側面側に該電極側面の位置を測定する変位センサを備えたことを特徴とする接触放電ツルイーグ・ドレッシング装置。

【請求項 18】 請求項 16 記載の接触放電ツルイーグ・ドレッシング方法を、インプロセスツルイーグ・ドレッシングに適用し、ツルイーグ量に基づいてツールパスを補正しながら行うことを特徴とする接触放電ツルイーグ・ドレッシング方法。

【請求項 19】 請求項 1 または 2 記載の接触放電ツルイーグ・ドレッシング方法において、前記二重リング形回転電極の内側に砥石を配置し、放電の度に前記被ツルイーグ・ドレッシング砥石への電極材料の付着物を除去することを特徴とする接触放電ツルイーグ・ドレッシング方法。

【請求項 20】 請求項 1 または 2 記載の接触放電ツルイーグ・ドレッシング方法において、前記二重リング形回転電極の外側に砥石を配置し、放電の度に前記被ツルイーグ・ドレッシング砥石への電極材料の付着物を除去することを特徴とする接触放電ツルイーグ・ドレッシング方法。

【請求項 21】 請求項 3 または 4 記載の接触放電ツルイーグ・ドレッシング装置において、前記二重リング形回転電極の内側に砥石を配置することを特徴とする接触放電ツルイーグ・ドレッシング装置。

【請求項 22】 請求項 3 または 4 記載の接触放電ツルイーグ・ドレッシング装置において、前記二重リング形回転電極の外側に砥石を配置することを特徴とする接触放電ツルイーグ・ドレッシング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、二重リング形回転電極による接触放電ツルイーグ・ドレッシング方法お

よびその装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】超砥粒砥石は従来砥石に比べて摩耗が少なく、高精度な形状創成加工に適している。しかし、その反面、ツルイーグ・ドレッシングが困難であるため、広くは普及していないのが現状である。

【0003】超砥粒砥石のうち、金属等を結合剤に用いた導電性砥石については放電ツルイーグ・ドレッシング、電解ドレッシングなどの手法が適用される（砥粒加工学会誌 Vol. 39、No. 5 1995、SEP、P. 21、P. 22、P. 25、P. 26 参照）が、従来の方法はいずれも液中で行う方法であり、金型製造業界で一般的に行われている乾式研削盤には適しなかった。また、上記方法では、砥石主軸にブラシを用いて給電する必要があり、簡便ではなかった。

【0004】これに対し、絶縁性の砥石を挟んだ一對の電極に電圧を与え、これを導電性砥石で研削し、その際生じる接触放電現象を利用した接触放電ツルイーグ・ドレッシング法がある（砥粒加工学会誌 Vol. 39、No. 5 1995、SEP、P. 24 参照）。この方法は、砥石主軸にブラシを用いて給電する必要がないので簡便である。

【0005】しかし、この従来の接触放電ツルイーグ・ドレッシング法では、電極に対する砥石の切込み量や電極の送り速度を一定にして電極を砥石で研削するため、安定した接触放電現象が得られず、場合によっては砥石作業面の円周に周期的凹凸が生じるといった問題が発生した（1990年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集、933～934頁参照）。また、主に機械的に電極を削るため電極の消耗が激しかった。さらに、この接触放電ツルイーグ・ドレッシング法は非導電性の砥石には適用することができなかった。

【0006】この他に、回転させた従来砥石を用い、結合剤（通常は金属以外の結合剤）を機械的に削り落とすことで砥粒を脱落させるツルイーグ・ドレッシング法が数種ある（砥粒加工学会誌 Vol. 39、No. 5 1995、SEP、P. 8～11 参照）。

【0007】しかし、いずれの方法も乾式で適用した場合、大量の砥粒が飛散し、工作機械の寿命や人体に悪影響を与えるため問題となっていた。また、機械的な力によるツルイーグ・ドレッシングであるため、V字形の鋭い刃先形状を創成しようとする刃先が欠けるという問題があった。

【0008】また、上記のいずれのツルイーグ・ドレッシング法においても、砥石の真円度の大きさをモニタリングしながらツルイーグ・ドレッシングする方策が採られていなかった。そのため、荒から仕上げへのツルイーグ・ドレッシング条件の移行を自動で連続的に行うことができなかった。また、ツルイーグ・ドレッシングをどの時点で終了すべきかを、ツルイーグ・ドレ

ッシングを行いながら判断することができなかった。

【0009】さらに、上記のいずれのツルーイング・ドレッシング法においても、ツルーイングによる砥石半径減少量をモニタリングしながらツルーイング・ドレッシングする方が採られていなかった。そのため、インプロセスツルーイング・ドレッシングにおいてツールパス（工具経路）を補正しながら加工を行うことができなかった。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】上記したように、従来のいずれのツルーイング・ドレッシング法も、種々の問題を有していた。

【0011】本発明は、上記状況に鑑みて、超砥粒砥石、特に金属の結合剤を有する超砥粒砥石のツルーイング・ドレッシングを極めて簡便に行うことができる接触放電ツルーイング・ドレッシング方法およびその装置を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するために、

〔1〕DC電圧またはパルス電圧を与えた一对の電極に対し、回転させた導電性被ツルーイング・ドレッシング砥石を接触させ、断続的に正電極 - 電極の切り屑 - 砥石結合剤 - 電極の切り屑 - 負電極から構成される回路を開閉させる際に生じる接触放電により、前記導電性被ツルーイング・ドレッシング砥石がツルーイング・ドレッシングされる接触放電ツルーイング・ドレッシング方法であって、絶縁体で絶縁された二重リング形回転電極の側面の一部を一对の電極として用いることを特徴とする。

【0013】〔2〕DC電圧またはパルス電圧を与えた一对の電極に対し、回転させた非導電性被ツルーイング・ドレッシング砥石を接触させ、断続的に正電極 - 電極の切り屑 - 負電極から構成される回路を開閉させる際に生じる接触放電により、前記非導電性被ツルーイング・ドレッシング砥石がツルーイング・ドレッシングされる接触放電ツルーイング・ドレッシング方法であって、厚さが数百 μm 以下の絶縁体で絶縁された二重リング形回転電極の側面の一部を一对の電極として用いることを特徴とする。

【0014】〔3〕DC電圧またはパルス電圧を与えた一对の電極に対し、回転させた導電性被ツルーイング・ドレッシング砥石を接触させ、断続的に正電極 - 電極の切り屑 - 砥石結合剤 - 電極の切り屑 - 負電極から構成される回路を開閉させる際に生じる接触放電により、前記導電性被ツルーイング・ドレッシング砥石がツルーイング・ドレッシングされる接触放電ツルーイング・ドレッシング装置であって、絶縁体で絶縁された二重リング形回転電極と、この二重リング形回転電極の側面の一部からなる一对の電極とを具備することを特徴とする。

【0015】〔4〕DC電圧またはパルス電圧を与えた

一对の電極に対し、回転させた非導電性被ツルーイング・ドレッシング砥石を接触させ、断続的に正電極 - 電極の切り屑 - 負電極から構成される回路を開閉させる際に生じる接触放電により、前記非導電性被ツルーイング・ドレッシング砥石がツルーイング・ドレッシングされる接触放電ツルーイング・ドレッシング装置であって、厚さが数百 μm 以下の絶縁体で絶縁された二重リング形回転電極と、この二重リング形回転電極の側面の一部からなる一对の電極とを具備することを特徴とする。

10 【0016】〔5〕上記〔3〕または〔4〕記載の接触放電ツルーイング・ドレッシング装置において、前記二重リング形回転電極の回転軸方向への駆動機構を具備することを特徴とする。

【0017】〔6〕上記〔3〕、〔4〕または〔5〕記載の接触放電ツルーイング・ドレッシング装置において、異なる径の二重リング形回転電極に対して給電可能な構造を有することを特徴とする。

20 【0018】〔7〕上記〔1〕または〔2〕記載の接触放電ツルーイング・ドレッシング方法において、前記接触放電を液中、噴霧中または気中の環境下で行うことを特徴とする。

【0019】〔8〕上記〔1〕または〔2〕記載の接触放電ツルーイング・ドレッシング方法において、前記二重リング形回転電極の側面の初期回転振れを除去するため、電極間に給電せずに被ツルーイング・ドレッシング砥石で電極側面を研削した後、電極間に電圧を与えてツルーイング・ドレッシングを開始することを特徴とする。

30 【0020】〔9〕接触放電ツルーイング・ドレッシング方法において、上記〔3〕、〔4〕または〔5〕記載の装置を用い、前記電極の回転軸と被ツルーイング・ドレッシング砥石の回転軸との間に所定の角度を与えた状態で電極に電極回転軸方向の送りを与えることにより、所定の砥石刃先形状を得ることを特徴とする。

【0021】〔10〕接触放電ツルーイング・ドレッシング方法において、上記〔3〕、〔4〕または〔5〕記載の装置を用い、前記二重リング形回転電極の駆動装置を十字移動機構と回転機構を備えた数値制御移動テーブル上に設置し、高精度な総型ツルーイング・ドレッシングを行うことを特徴とする。

40 【0022】〔11〕接触放電ツルーイング・ドレッシング方法において、上記〔3〕、〔4〕または〔5〕記載の装置を用い、その装置の給電回路側に、電極対に対して直列になるよう接触放電電流制限抵抗および電流検出器を挿入し、接触放電電流がピーク値 I_p をとるときに電極間における消費電力が最大になるように、すなわち、電源電圧を E としたとき $I_p = E / (2R)$ となるように、前記二重リング形回転電極の回転軸方向への送り速度を数値制御することを特徴とする。

50 【0023】〔12〕上記〔11〕記載の接触放電ツル

ーイング・ドレッシング方法において、前記電流検出器からの出力の平均値 I_a とピーク値 I_p を被ツルーイング・ドレッシング砥石一回転以上の周期で取得し、 I_a / I_p の値に基づいて被ツルーイング・ドレッシング砥石の真円度を推定しながらツルーイング・ドレッシングを行うことを特徴とする。

【0024】〔13〕上記〔12〕記載の接触放電ツルーイング・ドレッシング方法において、前記推定した被ツルーイング・ドレッシング砥石の真円度に基づいて数値制御または自動制御により接触放電消費電力 $E \cdot I_p / 2$ の大きさを自動調整して高精度ツルーイング・ドレッシングを行うことを特徴とする。

【0025】〔14〕上記〔12〕記載の接触放電ツルーイング・ドレッシング方法において、前記推定した被ツルーイング・ドレッシング砥石の真円度が所定の大きさ以下になった場合にツルーイング・ドレッシングを自動終了することを特徴とする。

【0026】〔15〕上記〔11〕記載の接触放電ツルーイング・ドレッシング方法において、制御がより安定的に行われるように、前記二重リング形回転電極に対する供給電圧の種類を DC 電圧とパルス電圧の間で自動切替えることを特徴とする。

【0027】〔16〕上記〔3〕、〔4〕または〔5〕記載の接触放電ツルーイング・ドレッシング装置において、電極側面に電極側面の位置を測定する変位センサを設置し、ツルーイング量を測定しながらツルーイング・ドレッシングを行うことを特徴とする。

【0028】〔17〕上記〔3〕、〔4〕または〔5〕記載の接触放電ツルーイング・ドレッシング装置において、前記電極側面に電極側面の位置を測定する変位センサを備えたことを特徴とする。

【0029】〔18〕上記〔16〕記載の接触放電ツルーイング・ドレッシング方法を、インプロセスツルーイング・ドレッシングに適用し、ツルーイング量に基づいてツールパスを補正しながら行うことを特徴とする。

【0030】〔19〕上記〔1〕または〔2〕記載の接触放電ツルーイング・ドレッシング方法において、前記二重リング形回転電極の内側に砥石を配置し、放電の度の前記被ツルーイング・ドレッシング砥石への電極材料の付着物を除去することを特徴とする。

【0031】〔20〕上記〔1〕または〔2〕記載の接触放電ツルーイング・ドレッシング方法において、前記二重リング形回転電極の外側に砥石を配置し、放電の度の前記被ツルーイング・ドレッシング砥石への電極材料の付着物を除去することを特徴とする。

【0032】〔21〕上記〔3〕または〔4〕記載の接触放電ツルーイング・ドレッシング装置において、前記二重リング形回転電極の内側に砥石を配置することを特徴とする。

【0033】〔22〕上記〔3〕または〔4〕記載の接

触放電ツルーイング・ドレッシング装置において、前記二重リング形回転電極の外側に砥石を配置することを特徴とする。

【0034】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら詳細に説明する。

【0035】図1は本発明の実施例を示す接触放電ツルーイング・ドレッシング装置の構成図である。ここでは、プロファイル研削用砥石の刃先ツルーイングに二重リング形回転電極式の接触放電ツルーイング・ドレッシング方式を適用した例を示す。なお、図1ではプロファイル研削用砥石の回転軸と二重リング形回転電極の回転軸が直交した状態で示されているが、これは説明図をわかりやすくするためであり、実際にはプロファイル研削用砥石の刃先を 30° の V 字形に成形するために、これらの軸間に 30° の角度を与えた。

【0036】この図において、1はプロファイル研削用砥石（被ツルーイング・ドレッシング砥石）、2はベース、3は前カバー、4はOリング、5はOリング押え蓋、6は後カバー、7はコネクタ、8はカバー、9は取っ手、10は前方リミッタ、11は後方リミッタ、12はモータブラケット、13はステッピングモータ、14はカップリング、15はボールスクリュー、16はボールスクリューサポートユニット、17はナット、18はナットブラケット、19は主軸移動テーブル、20はリニアガイドレール、21はリニアガイドスライダ、22はモータブラケット、23はDCモータ、24はカップリング、25は主軸、26は主軸サポートユニット、27は主軸補助サポートユニット、28はメカロック、29は電極ホルダ、30は絶縁層、31は二重リング形回転電極外輪、32は二重リング形回転電極絶縁層、33は二重リング形回転電極内輪、34、35は給電ブラシ、36は給電ブラシブラケット、37は変位センサである。

【0037】まず、図1を用いて二重リング形回転電極式の接触放電ツルーイング・ドレッシング装置の構造を説明する。

【0038】ベース2にはボールスクリューサポートユニット16が固定されており、これによりピッチ1mmのボールスクリュー15が支持されている。このボールスクリュー15の一端はカップリング14を介してステッピングモータ13の回転軸に接続されており、ステップ角 0.1° で回転駆動される。なお、ステッピングモータ13はモータブラケット12によりベース2に固定されている。

【0039】ナット17はボールスクリュー15と噛み合っており、ステッピングモータ13の回転によって回転軸方向に送られる。ナットブラケット18はナット17に固定されており、これが前方リミッタ10または後方リミッタ11のスイッチを押すとステッピングモータ

が停止するようになっている。

【0040】また、ベース2には電極回転軸方向に伸びるリニアガイドレール20が2本平行に固定されている。それぞれのリニアガイドレール20には2個のリニアガイドスライダ21が搭載されている。主軸移動テーブル19はリニアガイドスライダ21および前記ナットブラケット18に固定されており、ステッピングモータ13により電極回転軸方向に駆動される。

【0041】主軸25は移動テーブル上に固定された主軸サポートユニット26と主軸補助サポートユニット27によって支持され、その一端はカップリング24を介してそれを回転駆動するためのDCモータ23に接続されている。なおDCモータ23はモータブラケット22を用いて主軸移動テーブル19上に固定されている。

【0042】二重リング形回転電極外輪31および内輪33の電極材としてカーボン(または銅)を用い、両者を絶縁する二重リング形回転電極絶縁層32にはエポキシ樹脂を用いた。ここで電極間の絶縁層の厚さは約500 μm とした。この二重リング形回転電極と電極ホルダ29は、絶縁性の高い熱可塑性樹脂からなる絶縁層30で接着されている。二重リング形回転電極外輪31、二重リング形回転電極内輪33、二重リング形回転電極絶縁層32および電極ホルダ29から構成される二重リング形回転電極は、メカロック28により主軸25に固定されている。

【0043】また、二重リング形回転電極外輪31および内輪33には、ばねによる押し付け式の給電ブラシ34、35が接触しており、これにより給電される。これらの給電ブラシ34、35は、主軸移動テーブル19上に固定されたベークライト製の給電ブラシブラケット36で支持されている。なお、本実施例は請求項6にかかる発明の給電方式を採用したものではない。

【0044】変位センサ37は研削盤のテーブルまたはベース2に設置されており、電極側面の位置を測定することにより、プロファイル研削砥石の刃先位置をモニタリングしている。

【0045】図2は本発明の実施例を示す接触放電ツループ・ドレッシング装置の制御装置のブロック図である。

【0046】この図において、38は放電電流制限抵抗、39はホール電流検出器、40は数値演算処理装置、41はデジタル入力装置、42はデジタル出力装置、43はAD変換器、44はDA変換器、45はピーク検出回路、46はローパスフィルタ、47はVF変換器、48はスイッチング回路、49はY形リレー、50は電力増幅回路、51はステッピングモータドライバ、52、53はアナログスイッチ、54はDCモータドライバ、55は手動操作装置、56は増幅器である。

【0047】以下、図2を用いて制御装置について説明する。

【0048】制御にはデジタル入出力装置41、42、AD変換器43、DA変換器44を備えた数値演算処理装置40を用いる。

【0049】放電回路の電源にはパワーオペンプによる電力増幅回路50を用い、その出力電圧は数値演算処理装置40からの指令で設定可能である。これにより、荒ツループから仕上げツループへ、ツループ条件を連続的に変化させることが可能となる。なお、電力増幅回路50の出力は、安全のため商用電源およびアースから電氣的に絶縁されている。

【0050】電力増幅回路50の出力の正極は給電ブラシ35に直接接続されている。一方、電力増幅回路50の出力の負極は数値演算処理装置40からの指令で切替可能なY形リレー49に接続されており、ここでDC電圧とパルス電圧の切替が行われる。パルス電圧とする場合は電界効果トランジスタから構成されるスイッチング回路48を経た後、ホール電流検出器39、放電電流制限抵抗38を介して給電ブラシ34に接続されるが、DC電圧とする場合はスイッチング回路48を経由しない。なお、スイッチング回路48のスイッチング周波数は、VF変換器(電圧-周波数変換器)47を用いることにより数値演算処理装置40からの指令で設定可能である。

【0051】また、ホール電流検出器39からの出力は三経路に分けて数値演算処理装置40に取り込まれる。第一経路は出力を直接取り込む経路である。第二経路はピーク検出回路45を経た後、取り込む経路である。第二経路の信号電圧から接触放電電流のピーク値 I_p を得る(請求項11、12または13に係る発明に対応すること)ことができる。なお、ピーク検出回路45は数値演算処理装置40からの指令により砥石一回転以上の周期でリセットされる。第三経路はローパスフィルタ46を経た後取り込む経路である。第三経路の信号電圧から接触放電電流の平均値 I_a を得る(請求項12に係る発明に対応すること)ことができる。

【0052】ステッピングモータ13はホール電流検出器39からの出力に応じて駆動される。具体的には、接触放電電流がピーク値 I_p をとるとき(請求項11にかかる発明に対応する)に電極間における消費電力が最大になるように、すなわち、電源電圧をEとしたとき $I_p = E / (2R)$ となるようにステッピングモータ13の回転速度および回転方向が数値制御される。また、前方リミッタ10または後方リミッタ11が押されたときに、アナログスイッチ52、53を用いてステッピングモータドライバ51への入力パルスを遮断する。この前方リミッタ10および後方リミッタ11からの出力信号は数値演算処理装置40へも送られる。

【0053】また、DCモータ23の起動・停止指令、回転方向切替、回転速度調整は手動操作装置55において、全て手動で行われ、DCモータ23に異常が生じた

場合のアラーム出力信号の信号線のみが数値演算処理装置 40 に接続され、異状時の処理が行えるようになっている。

【0054】さらに、変位センサ 37 の出力は増幅器 56 で増幅された後、数値演算処理装置 40 に取り込まれ、プロファイル研削用砥石 1 (図 1 参照) の刃先位置のモニタリングに使用される。

【0055】図 3 は本発明の実施例を示す接触放電ツルイーイング・ドレッシング方法の説明図、図 4 及び図 5 は図 3 の A 部を拡大し、そのツルイーイングメカニズムを説明する図である。

【0056】例えば、図 4 に示すように、電極内輪 202、絶縁層 203、電極外輪 204 から構成される二重リング形回転電極 201 を用いる。そして、電極内輪 202 と電極外輪 204 の間に DC 電圧またはパルス電圧を与えて回転させる。この二重リング形回転電極 201 を回転軸方向に送り、その側面を導電性砥石 101 に接触させると、電極外輪 204 - 電極の切り屑 220 - 導電性結合剤 102 - 電極の切り屑 221 - 電極内輪 202 から構成される回路の、電極の切り屑 220 および 221 の部分で接触放電が生じ、その熱で導電性結合剤 102 が溶けて砥粒 103 が脱落する。この図 4 のツルイーイング装置においては、絶縁層 203 の厚さが数百 μm 以上あってもよい。

【0057】これに対して、図 5 に示すように、二重リング形回転電極 201 の絶縁層 212 の厚さを数百 μm 以下にすれば、非導電性砥石 110 のツルイーイングにも適用できるようになる。この場合には、二重リング形回転電極 201 の側面を非導電性砥石 110 に接触させると、電極外輪 213 - 電極の切り屑 222 - 電極内輪 211 から構成される回路の、電極の切り屑 222 の部分で接触放電が生じ、その熱で非導電性結合剤 111 が溶けて砥粒 112 が脱落する。このように、電極間の絶縁層の厚さを小さくすることにより、非導電性砥石のツルイーイング・ドレッシングも可能になる。

【0058】これらの方法では、被ツルイーイング・ドレッシング砥石 100 の主軸にブラシを用いて給電する必要がなく、簡便である。また、乾式の条件下でもツルイーイング・ドレッシングを行うことができる。

【0059】接触放電の放電電力制御は次のようにして行う。図 3 に示すように、給電回路側に電極対に対して直列になるように放電電流制限抵抗 R とホール電流検出器 A を挿入する。この回路において、電源電圧 E に対して接触放電電力が最大になるのは電流値 I が $I = E / (2R)$ となる時である。被ツルイーイング面に振れがある場合、電流 I は砥石 100 の回転周期で変動するが、その最大値 I_m が $E / (2R)$ となるように電極の回転軸方向への送り速度 v を制御すれば、振れの最も大きい部分を効率よく除去することが可能となる。105 は DC 電源またはパルス電源である。

【0060】図 6 は本発明の実施例を示す電極送り機構を有する接触放電ツルイーイング・ドレッシング装置の要部構成図である。

【0061】この図に示すように、二重リング形回転電極 201 を電極送り駆動機構 120 により二重リング形回転電極 201 の回転軸方向に送るように構成する。なお、図 6 において、100 は砥石、105 は DC 電源またはパルス電源である。

【0062】図 7 は本発明の実施例を示す接触放電ツルイーイング・ドレッシング装置の給電機構の構成図である。

【0063】この図において、121 は二重リング形回転電極 201 の回転主軸、122 はその回転主軸 121 に固定される導電体リング、123 は絶縁層、124 は電極フランジ、125 はワッシャ、126 は回転主軸 121 と電極内輪 202 とを電気的に接続する電極固定ボルト、127 は電極外輪 204 と電極フランジ 124 を電気的に接続する給電バネ、128 と 129 は給電ブラシである。

【0064】このように、給電ブラシ 128 - 導電体リング 122 - 回転主軸 121 - 電極固定ボルト 126 - ワッシャ 125 を介して電極内輪 202 に給電され、給電ブラシ 129 - 電極フランジ 124 - 給電バネ 127 を介して電極外輪 204 に給電される。

【0065】図 8 は図 7 に示す接触放電ツルイーイング・ドレッシング装置の二重リング形回転電極の径を異ならせた例を示す断面図である。

【0066】この図に示すように、この実施例では、径の小さい二重リング形回転電極 201 を設けるようにしている。

【0067】図 9 は本発明の各種の接触放電ツルイーイング・ドレッシング方法の説明図であり、図 9 (a) は接触放電を液中、図 9 (b) は接触放電を噴霧中、図 9 (c) は接触放電を気中の環境下で行うようにしている。なお、図 3 と同じ部分には同じ符号を付してその説明は省略する。

【0068】すなわち、図 9 (a) に示すように、接触放電を液中で行う場合には、接触放電箇所液供給用ノズル 301 を配置し、液 302 を供給しながら接触放電を行わせる。

【0069】また、図 9 (b) に示すように、接触放電を噴霧中で行う場合には、接触放電箇所液供給用ノズル 303 を配置し、噴霧 304 を供給しながら接触放電を行わせる。

【0070】勿論、図 9 (c) に示すように、なんら供給することなく、気中で接触放電を実施するようによい。

【0071】図 10 は本発明の実施例を示す電極側面の回転振れを除去する方法を示す図である。

【0072】この図に示すように、二重リング形回転電

極 201 の側面の初期回転振れを除去するため、スイッチ 107 をオフにして、電極内輪と電極外輪間に給電せずに、被ツルーイング・ドレッシング砥石 100 で電極側面を研削した後、電極内輪と電極外輪間に電圧を与えてツルーイング・ドレッシングを開始するようにする。

【0073】図 11 は本発明の実施例を示す V 字形の砥石刃先形状を得る接触放電ツルーイング・ドレッシング方法の説明図である。

【0074】この実施例では、二重リング形回転電極 405 の回転主軸 406 と砥石 401 の回転軸 402 の間に所定の角度 θ を与えた状態で二重リング形回転電極 405 に電極回転主軸 406 方向の送りを与えることにより、所定の砥石刃先形状を得るようにすることができる。

【0075】図 12 は本発明の実施例を示す二重リング形回転電極の駆動装置を十字移動機構と回転機構を備えた数値制御移動テーブル上に設置する接触放電ツルーイング・ドレッシング装置の構成図である。

【0076】この実施例では、二重リング形回転電極 415 の駆動装置を十字移動機構と回転機構を備えた数値制御移動テーブル 418 上に設置する。つまり、砥石回転軸 411 に固定される砥石 410 に二重リング形回転電極 415 を対応させて接触放電ツルーイング・ドレッシングを行うが、その際に、二重リング形回転電極 415 の回転主軸 416 の駆動機構、つまり、ツルーイング・ドレッシング装置本体 417 を、十字移動機構と回転機構を備えた数値制御移動テーブル 418 上に設置する。これにより、高精度な総型ツルーイング・ドレッシングを行うことができる。

【0077】図 13 は本発明の実施例を示す二重リング形回転電極の回転軸方向への送り速度を数値制御する方法の説明図であり、図 13 (a) はそのシステムの構成図、図 13 (b) はその数値制御による電流の波形図である。

【0078】この実施例では、その装置の給電回路側に、二重リング形回転電極 201 に対して直列になるよう接触放電電流制限抵抗 R および電流検出器 A を挿入し、接触放電電流がピーク値 I_p をとるときに、二重リング形回転電極 201 間における消費電力が最大になるように、すなわち、電源電圧を E としたとき $I_p = E / (2R)$ となるように、前記二重リング形回転電極 201 の回転軸 121 方向への送り速度を数値制御装置 501 により制御する。

【0079】これにより、接触放電状態を極めて安定に保つことができ、砥石作業面に発生する周期的凹凸を抑制できる。また、電極が機械的に無駄に削られる割合が少なくなるので電極消耗を低減できる。このことは作業環境をクリーンな環境に保全することにもつながる。

【0080】図 14 は本発明の実施例を示す砥石の真円度を推定する方法の説明図であり、図 14 (a) はその

システムの構成図、図 14 (b) はその数値制御による電流の波形図である。

【0081】この実施例では、電流検出器 A からの出力の平均値 I_m とピーク値 I_p を砥石一回転以上の周期で取得し、 I_m / I_p の値に基づいて砥石の真円度を推定しながらツルーイング・ドレッシングを行う。つまり、 I_m / I_p の値から砥石の真円度を推定する砥石の真円度推定装置 602 を設ける。図 14 (b) に示すように、 I_m / I_p の値が大きいくほど砥石の真円度が高い。なお、601 は電流 I のピーク値 I_p が $I_p = E / (2R)$ になるように電極送り速度を数値制御する数値制御装置である。

【0082】このように、電流検出器 A からの出力の平均値 I_m とピーク値 I_p を砥石一回転以上の周期で測定し、 I_m / I_p の値に基づいて砥石の真円度を推定しながらツルーイング・ドレッシングを行うことができるので、荒から仕上げへのツルーイング・ドレッシング条件の連続的な移行やツルーイング・ドレッシングをどの時点で終了すべきかの判断が自動化できる。

【0083】図 15 は本発明の実施例を示す砥石の真円度の推定値に基づいて数値制御または自動制御により接触放電消費電力 $E \cdot I_p / 2$ の大きさを自動調整する方法の説明図である。

【0084】この実施例では、電流検出器 A からの出力の平均値 I_m とピーク値 I_p に基づいて、接触放電消費電力 $E \cdot I_p / 2$ を自動調整する接触放電電力自動調整装置 610 を設けて、前記砥石の真円度の推定値に基づいて数値制御または自動制御により接触放電消費電力 $E \cdot I_p / 2$ の大きさを自動調整して高精度ツルーイング・ドレッシングを行う。

【0085】図 16 は本発明の実施例を示す砥石の真円度の推定値が所定の値になった場合に接触放電ツルーイング・ドレッシングを自動終了する方法の説明図である。

【0086】この実施例では、砥石の真円度の推定値が所定の値になった場合にツルーイング・ドレッシングを自動的に終了処理を行う自動終了処理装置 620 を設けて、砥石の真円度が満足できる値になった場合にツルーイング・ドレッシングを自動的に終了できるようにする。

【0087】図 17 は本発明の実施例を示す制御がより安定的に行われるように、二重リング形回転電極に対する供給電圧の種類を DC 電圧とパルス電圧の間で自動切替えする方法の説明図である。

【0088】この実施例では、二重リング形回転電極に対する供給電圧の種類を DC 電圧とパルス電圧の間で自動切替えする自動切替装置 630 を設けて、制御がより安定的に行われるようにする。

【0089】図 18 は本発明の実施例を示すツルーイング量を測定しながら接触放電ツルーイング・ドレッシン

グを行う方法の説明図である。

【0090】この実施例では、電極側面側に電極側面の位置を測定する変位センサ37を設置し、ツルイーグ量を測定しながらツルイーグ・ドレッシングを行う。

【0091】また、図19に示すように、変位センサ37は、ツルイーグ装置本体701に設けるようにしてもよい。

【0092】このように、電極側面側に電極側面の位置を測定する変位センサを設置することで接触放電ツルイーグ・ドレッシングによるツルイーグ量をモニタリングすることが可能となる。これをインプロセスツルイーグ・ドレッシングに適用した場合、ツールパスを補正しながら加工を行うことができる。

【0093】図20は本発明の実施例を示すインプロセスツルイーグ・ドレッシングに適用し、ツルイーグ量に基づいてツールパスを補正しながら行う接触放電ツルイーグ・ドレッシング方法の説明図である。

【0094】この図において、801はセンサ37からの出力信号によりツルイーグ量に基づいてツールパスの補正を行う補正装置、802は工作物803を搭載する数値制御移動テーブルである。

【0095】この実施例では、インプロセスツルイーグ・ドレッシングに適用し、ツルイーグ量に基づいてツールパスを補正しながら接触放電ツルイーグ・ドレッシングを行うようにしたものである。

【0096】上記した方法でツルイーグ・ドレッシングを行うと、被ツルイーグ・ドレッシング砥石の突出した部分（振れの大きい部分）に電極材料が付着し、その結果、電極が後退し続けるという現象が生じる恐れがある。そこで、この問題を解決するためには以下のような構成をとることが有効である。

【0097】図21は本発明の実施例を示す従来砥石（非導電性砥石）を内側に配置した二重リング形回転電極を有するツルイーグ・ドレッシング装置を示す図である。

【0098】この図に示すように、二重リング形回転電極910の回転主軸911によって回転する電極内輪913、絶縁層914、電極外輪915から構成される二重リング形回転電極910の内側に従来砥石（非導電性砥石）912を配置する。

【0099】このように構成したので、ツルイーグ・ドレッシングを行うことにより、被ツルイーグ・ドレッシング砥石100の突出した部分（振れの大きい部分）に電極材料が付着しても、二重リング形回転電極の内側に配置された従来砥石（非導電性砥石）912によって、的確に除去することができる。

【0100】図22は本発明の実施例を示す従来砥石（非導電性砥石）を外側に配置した二重リング形回転電極を有するツルイーグ・ドレッシング装置を示す図である。

【0101】この図に示すように、二重リング形回転電極920の回転主軸921によって回転する電極内輪922、絶縁層923、電極外輪924から構成される二重リング形回転電極920の外側に従来砥石（非導電性砥石）925を配置する。

【0102】このように構成したので、ツルイーグ・ドレッシングを行うことにより、被ツルイーグ・ドレッシング砥石100の突出した部分（振れの大きい部分）に電極材料が付着しても、二重リング形回転電極の外側に配置された従来砥石（非導電性砥石）925によって、的確に除去することができる。

【0103】なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

【0104】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明によれば、以下のような効果を奏することができる。

【0105】(A) 超砥粒砥石、特に金属の結合剤を有する超砥粒砥石のツルイーグ・ドレッシングを極めて簡便に行うことができる。

【0106】(B) 高精度な形状創成加工が可能になる。

【0107】(C) 乾式研削盤でも機上ツルイーグ・ドレッシングができる。

【0108】(D) 導電性、非導電性の砥石に関わらず、同じ装置でツルイーグ・ドレッシングを行うことができる。

【0109】(E) 高い真円度の砥石作業面が得られる。

【0110】(F) 電極の消耗が少ないため経済的であり、また作業環境をクリーンに保つことができる。

【0111】(G) V字形の鋭い刃先形状を容易に創成することができる。

【0112】(H) ツルイーグ・ドレッシングを行いながら砥石の真円度をモニタリングすることができ、その結果、その時々合った適切なツルイーグ・ドレッシング条件を与えることができる。

【0113】(I) インプロセスツルイーグ・ドレッシングにおいて、ツールパスを補正しながら加工を行うことができる。

【0114】(J) ツルイーグ・ドレッシングを行うことにより、被ツルイーグ・ドレッシング砥石の突出した部分（振れの大きい部分）に電極材料が付着しても、二重リング形回転電極の内側または外側に配置された従来砥石（非導電性砥石）によって、的確に除去することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例を示す接触放電ツルイーグ・ドレッシング装置の構成図である。

【図 2】本発明の実施例を示す接触放電ツルレーイング・ドレッシング装置の制御装置のブロック図である。

【図 3】本発明の実施例を示す接触放電ツルレーイング・ドレッシング方法の説明図である。

【図 4】図 3 の A 部を拡大し、そのツルレーイング・ドレッシングメカニズムを説明する図（その 1）である。

【図 5】図 3 の A 部を拡大し、そのツルレーイング・ドレッシングメカニズムを説明する図（その 2）である。

【図 6】本発明の実施例を示す電極送り駆動機構を有する接触放電ツルレーイング・ドレッシング装置の要部構成図である。

【図 7】本発明の実施例を示す接触放電ツルレーイング・ドレッシング装置の給電機構の構成図である。

【図 8】図 7 に示す接触放電ツルレーイング・ドレッシング装置の二重リング形回転電極の径を異ならせた例を示す断面図である。

【図 9】本発明の各種の接触放電ツルレーイング・ドレッシング方法の説明図である。

【図 1 0】本発明の実施例を示す電極側面の回転振れを除去する方法を示す図である。

【図 1 1】本発明の実施例を示す V 字形の砥石刃先形状を得る接触放電ツルレーイング・ドレッシング方法の説明図である。

【図 1 2】本発明の実施例を示す二重リング形回転電極の駆動装置を十字移動機構と回転機構を備えた数値制御移動テーブル上に設置する接触放電ツルレーイング・ドレッシング装置の構成図である。

【図 1 3】本発明の実施例を示す二重リング形回転電極の回転軸方向への送り速度を数値制御する方法の説明図である。

【図 1 4】本発明の実施例を示す砥石の真円度を推定する方法の説明図である。

【図 1 5】本発明の実施例を示す砥石の真円度の推定値に基づいて数値制御または自動制御により接触放電消費電力 $E \cdot I_p / 2$ の大きさを自動調整する方法の説明図である。

【図 1 6】本発明の実施例を示す砥石の真円度の推定値が所定の値になった場合に接触放電ツルレーイング・ドレッシングを自動終了する方法の説明図である。

【図 1 7】本発明の実施例を示す制御がより安定的に行われるように、二重リング形回転電極に対する供給電圧の種類を DC 電圧とパルス電圧の間で自動切替える方法の説明図である。

【図 1 8】本発明の実施例を示すツルレーイング量を測定しながら接触放電ツルレーイング・ドレッシングを行う方法の説明図である。

【図 1 9】図 1 8 に示す接触放電ツルレーイング・ドレッシングを行う方法の変形例を示す図である。

【図 2 0】本発明の実施例を示すインプロセスツルレーイング・ドレッシングに適用し、ツルレーイング量に基づい

てツールバスを補正しながら行う接触放電ツルレーイング・ドレッシング方法の説明図である。

【図 2 1】本発明の実施例を示す従来砥石（非導電性砥石）を内側に配置した二重リング形回転電極を有するツルレーイング・ドレッシング装置を示す図である。

【図 2 2】本発明の実施例を示す従来砥石（非導電性砥石）を外側に配置した二重リング形回転電極を有するツルレーイング・ドレッシング装置を示す図である。

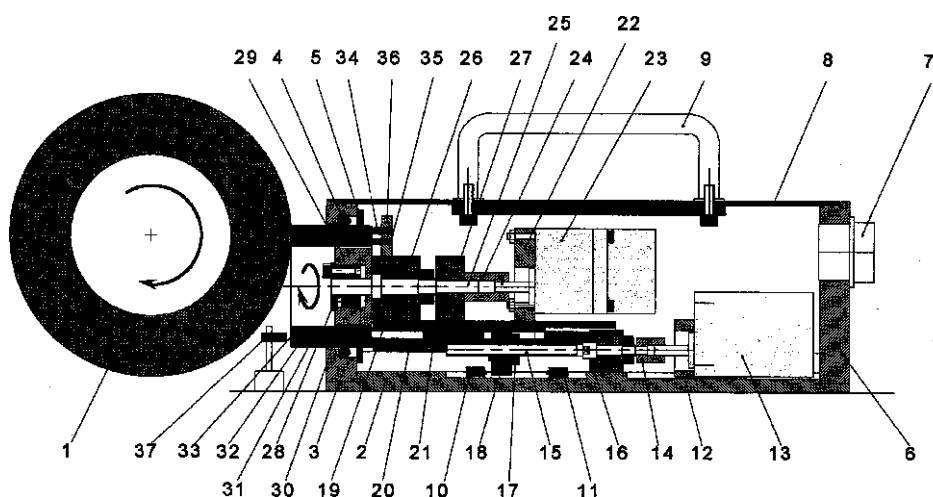
【符号の説明】

- 1, 1 0 0, 1 0 1, 4 0 1, 4 1 0 プロファイル研削用砥石または被ツルレーイング・ドレッシング砥石
- 2 ベース
- 3 前カバー
- 4 Oリング
- 5 Oリング押え蓋
- 6 後カバー
- 7 コネクタ
- 8 カバー
- 9 取っ手
- 1 0 前方リミッタ
- 1 1 後方リミッタ
- 1 2 モータブラケット
- 1 3 ステッピングモータ
- 1 4 カップリング
- 1 5 ボールスクリュー
- 1 6 ボールスクリューサポートユニット
- 1 7 ナット
- 1 8 ナットブラケット
- 1 9 主軸移動テーブル
- 2 0 リニアガイドレール
- 2 1 リニアガイドスライダ
- 2 2 モータブラケット
- 2 3 DCモータ
- 2 4 カップリング
- 2 5 主軸
- 2 6 主軸サポートユニット
- 2 7 主軸補助サポートユニット
- 2 8 メカロック
- 2 9 電極ホルダ
- 3 0, 1 2 3, 2 0 3, 2 1 2, 9 1 4, 9 2 3 絶縁層
- 3 1 二重リング形回転電極外輪
- 3 2 二重リング形回転電極絶縁層
- 3 3 二重リング形回転電極内輪
- 3 4, 3 5, 1 2 8, 1 2 9 給電ブラシ
- 3 6 給電ブラシブラケット
- 3 7 変位センサ
- 3 8 放電電流制限抵抗
- 3 9 ホール電流検出器
- 4 0 数値演算処理装置

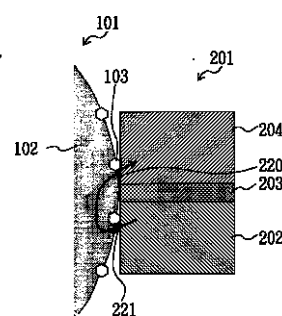
- 4 1 デジタル入力装置
- 4 2 デジタル出力装置
- 4 3 A D変換器
- 4 4 D A変換器
- 4 5 ピーク検出回路
- 4 6 ローパスフィルタ
- 4 7 V F変換器
- 4 8 スイッチング回路
- 4 9 Y形リレー
- 5 0 電力増幅回路
- 5 1 ステッピングモータドライバ
- 5 2 , 5 3 アナログスイッチ
- 5 4 D Cモータドライバ
- 5 5 手動操作装置
- 5 6 増幅器
- 1 0 1 導電性砥石
- 1 0 2 導電性結合剤
- 1 0 3 , 1 1 2 砥粒
- 1 0 5 D C電源またはパルス電源
- 1 0 7 スイッチ
- 1 1 0 非導電性砥石
- 1 1 1 非導電性結合剤
- 1 2 0 電極送り駆動機構
- 1 2 1 , 4 0 6 , 4 1 6 , 9 1 1 , 9 2 1 二重リング形回転電極の回転主軸
- 1 2 2 導電体リング
- 1 2 4 電極フランジ

- 1 2 5 ワッシャ
- 1 2 6 電極固定ボルト
- 1 2 7 給電パネ
- 2 0 1 , 4 0 5 , 4 1 5 , 9 1 0 , 9 2 0 二重リング形回転電極
- 2 0 1 径の小さい二重リング形回転電極
- 2 0 2 , 2 1 1 , 9 1 3 , 9 2 2 電極内輪
- 2 0 4 , 2 1 3 , 9 1 5 , 9 2 4 電極外輪
- 2 2 0 , 2 2 1 , 2 2 2 電極の切り屑
- 10 3 0 1 液供給用ノズル
- 3 0 2 液
- 3 0 3 噴霧供給用ノズル
- 3 0 4 噴霧
- 4 0 2 , 4 1 1 砥石回転軸
- 4 1 7 ツルージング・ドレッシング装置本体
- 4 1 8 数値制御移動テーブル
- 5 0 1 , 6 0 1 数値制御装置
- 6 0 2 砥石の真円度推定装置
- 6 1 0 接触放電電力自動調整装置
- 20 6 2 0 自動終了処理装置
- 6 3 0 電源種類自動切替装置
- 7 0 1 ツルージング装置本体
- 8 0 1 ツールバスの補正装置
- 8 0 2 数値制御移動テーブル
- 8 0 3 工作物
- 9 1 2 , 9 2 5 従来砥石 (非導電性砥石)

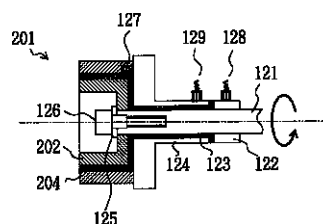
【図 1】



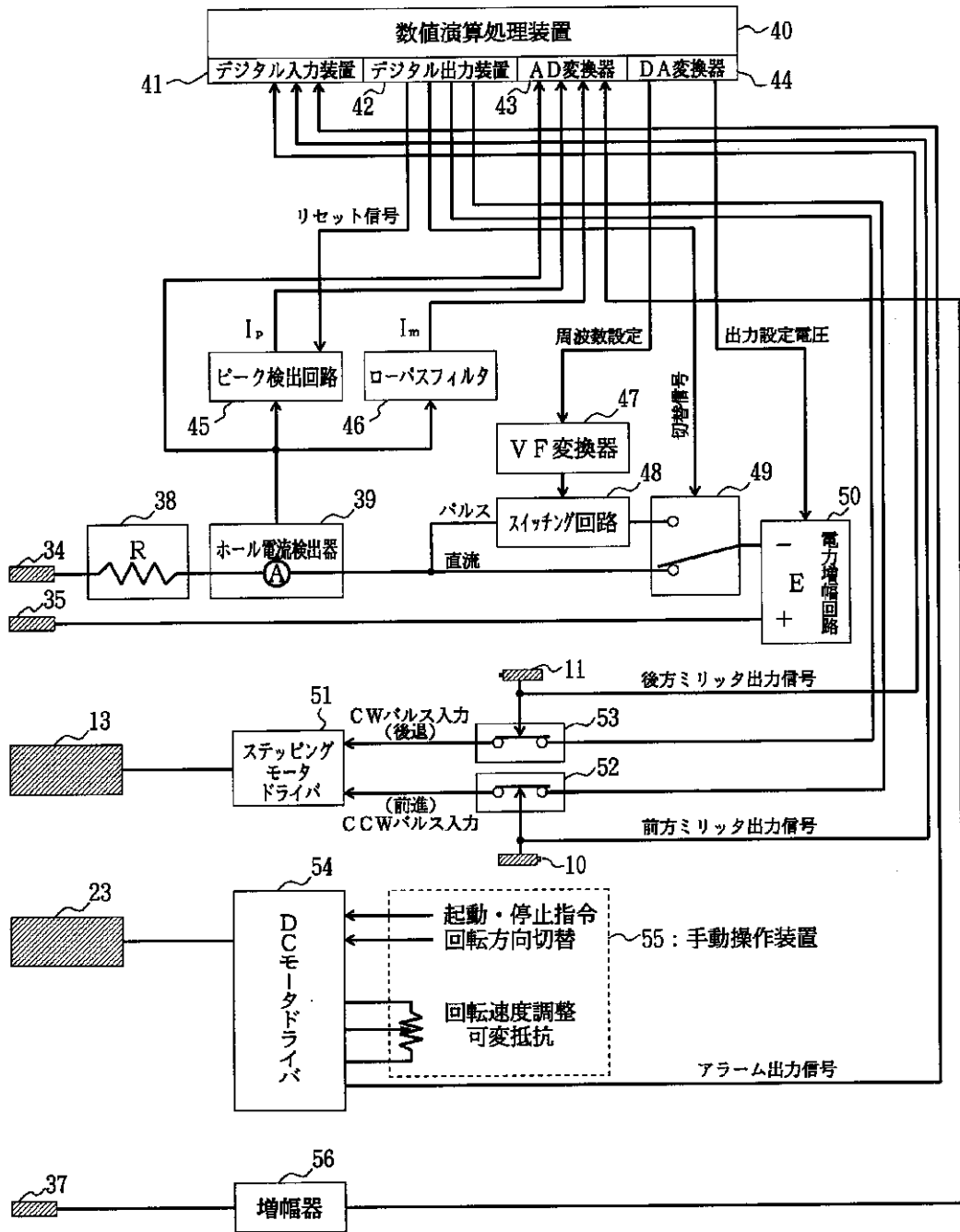
【図 4】



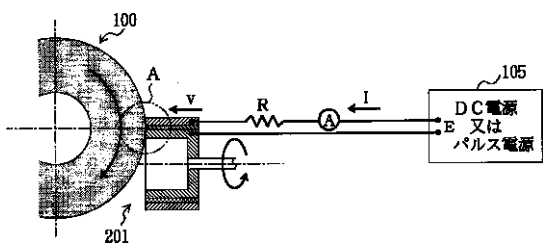
【図 7】



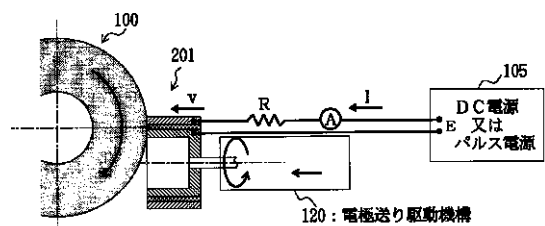
【 図 2 】



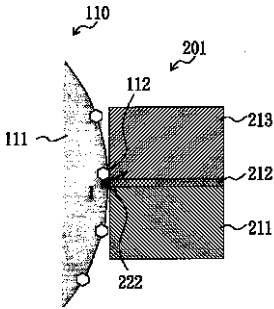
【 図 3 】



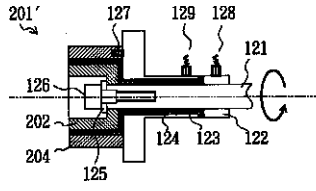
【 図 6 】



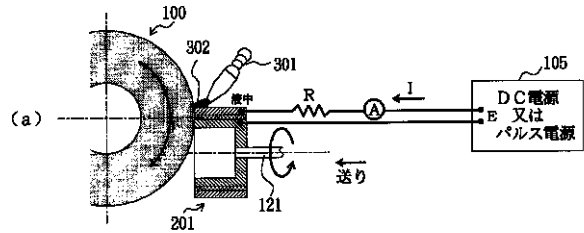
【 図 5 】



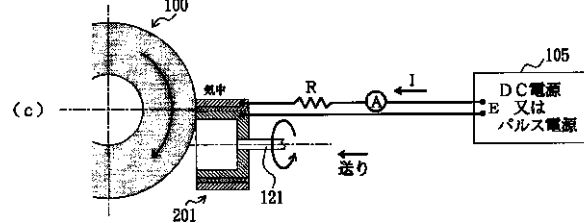
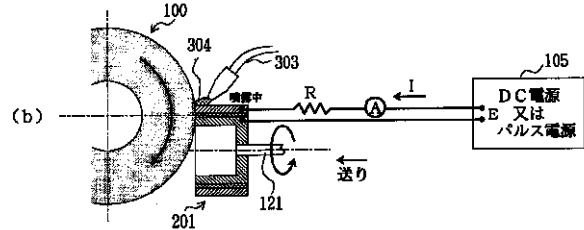
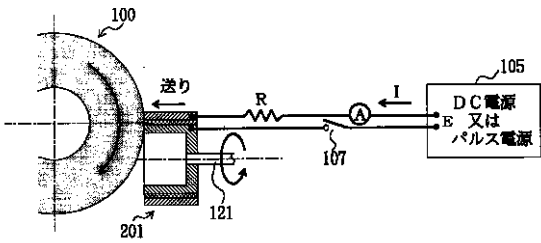
【 図 8 】



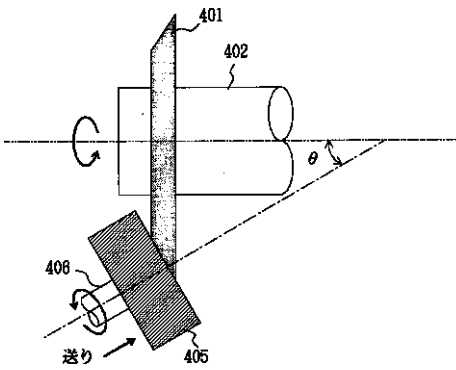
【 図 9 】



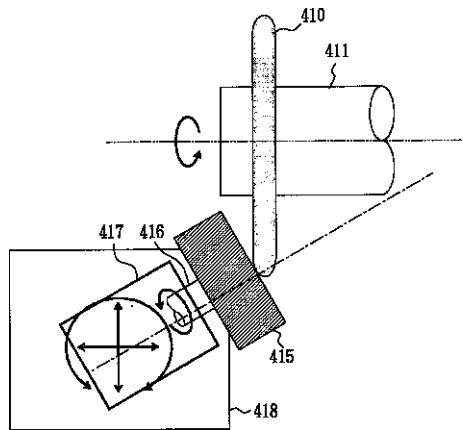
【 図 10 】



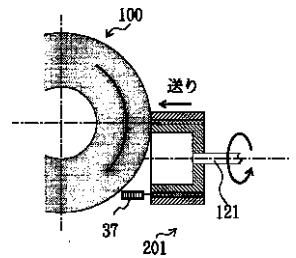
【 図 11 】



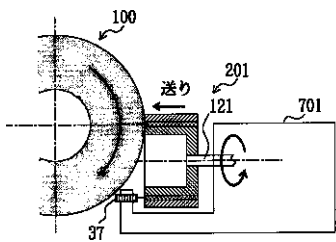
【 図 12 】



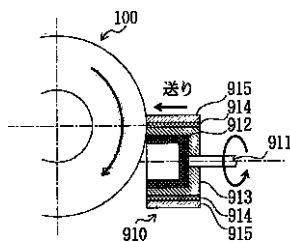
【 図 18 】



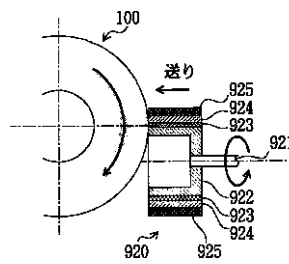
【 図 19 】



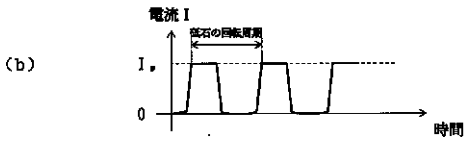
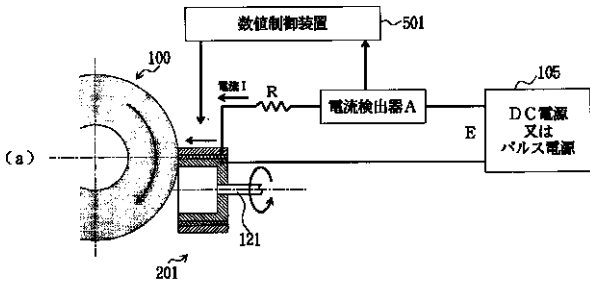
【 図 21 】



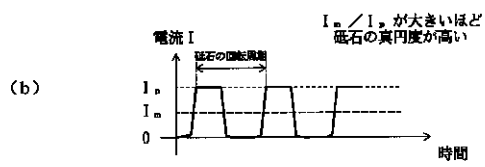
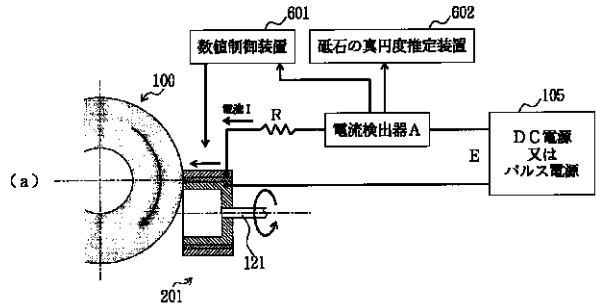
【 図 22 】



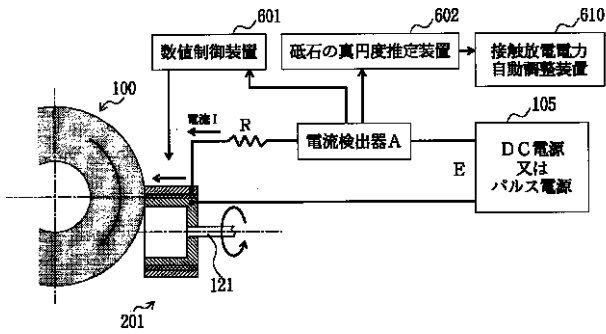
【図 13】



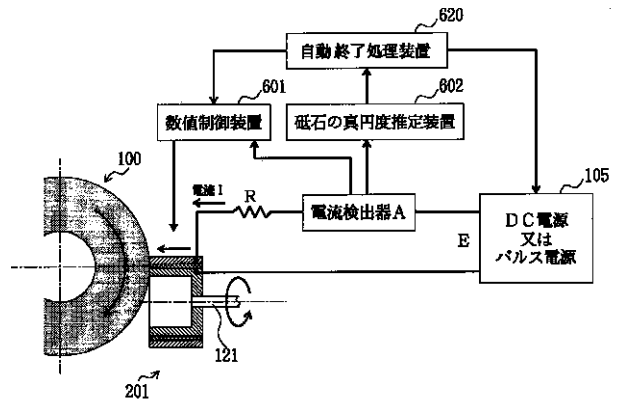
【図 14】



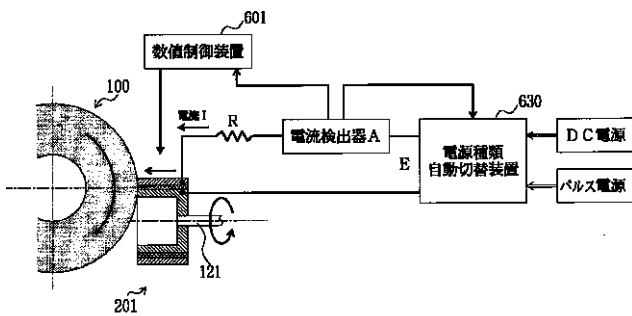
【図 15】



【図 16】



【図 17】



【図 20】

