

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3874340号
(P3874340)

(45) 発行日 平成19年1月31日(2007.1.31)

(24) 登録日 平成18年11月2日(2006.11.2)

(51) Int.C1.

F 1

B24B 37/00 (2006.01)

B 24 B 37/00

H

B 24 B 37/00

C

B 24 B 37/00

Z

請求項の数 5 (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願2001-309902 (P2001-309902)

(22) 出願日

平成13年10月5日 (2001.10.5)

(65) 公開番号

特開2003-117807 (P2003-117807A)

(43) 公開日

平成15年4月23日 (2003.4.23)

審査請求日

平成16年9月10日 (2004.9.10)

(73) 特許権者 591108178

秋田県

秋田県秋田市山王4丁目1番1号

(73) 特許権者 592064394

小林工業株式会社

秋田県本荘市石脇字赤▲はげ▼1-372

(73) 特許権者 000238016

富士ダイス株式会社

東京都大田区下丸子2丁目17番10号

(74) 代理人 100082669

弁理士 福田 賢三

(74) 代理人 100095337

弁理士 福田 伸一

(74) 代理人 100061642

弁理士 福田 武通

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】研磨装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電極を駆動装置によって駆動すると共に、前記電極と被研磨材との間に砥粒を配置し、前記電極に交流電圧を印加することで誘電性を有する砥粒をクーロン力で加工圧の加わる位置に配置し、被研磨材を研磨する研磨装置であって、前記電極は複数の電極素子から構成したことを特徴とする研磨装置。

【請求項2】

前記電極は、径の異なる複数の電極素子を同心円状に配置すると共に、各電極素子間を絶縁性材料で離隔した電極であることを特徴とする請求項1に記載の研磨装置。

【請求項3】

前記電極の複数の電極素子には、異なる電圧が印加されることを特徴とする請求項1または2に記載の研磨装置。

【請求項4】

前記電極の複数の電極素子には、中心部から外周部に向かって順次高い電圧が印加されることを特徴とする請求項1~3の何れか1に記載の研磨装置。

【請求項5】

前記被研磨材へ砥粒を分散した流体を供給する機構であって、絶縁性管の周囲に電極を配設し、前記絶縁性管から滴下する流体量を調整する供給機構を備えたことを特徴とする請求項1~4の何れか1に記載の研磨装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】**【発明の属する技术分野】**

本発明は、電極間に電圧を印加し、誘電性を有する砥粒をクーロン力によって加工圧の加わる位置に配置して被研磨材を研磨する研磨装置に関するものである。

【0002】**【従来の技术】**

一般に研磨装置は、種々の構造のものが提案されているが、研磨定盤の上に散布した砥粒を保持するポリシングパッドを固定し、被研磨材と研磨定盤とは相対移動させることにより前記砥粒が転動し前記被研磨材の表面の粗さを改善する装置が存在した。

また、近年電界や磁界に応答する各種機能性流体の研究が進み、一部で実用化されている。
10

【0003】

例えば、研磨や表面仕上げなどの加工においては、磁界に応答する磁性流体を用いる例が知られている。この磁性流体は、オングストロームオーダーの磁性粒子を分散させた流体である。この流体を単独で研磨に用いても研磨作用が殆ど期待できないため、砥粒を加えて研磨に使用している。その作用は、磁界により被研磨材表面に沿って誘起される磁性流体によって砥粒に加工圧力が加えられる。しかし、このような磁性流体による研磨加工は、被加工面が球面などの特殊形状を有する場合には好適であるものの、磁界によって誘起される加工圧力が小さいため、研磨効率が低いという問題や加工屑が磁性流体に混入してスクラッチ痕を形成する事、被研磨材が磁性材の場合には、砥粒の運動は拘束されて研磨効果が得られないなどの問題点があり、用途の拡大が進んでいない。
20

【0004】

また、磁界応答性流体（MR流体）は、マイクロメーターオーダーの鉄粉等の強磁性粒子を分散させた流体である。この流体に砥粒を混合し、磁界を印加すると、強磁性粒子は、速やかに誘起、粒子間で吸引し合い凝集するため、太い磁性針状態を形成するために、被研磨材に対して強い加工力を与えることができるため高い加工効率を得られる。しかし、その磁性針状体の形状・配置ならびに見かけ上の粘度などの制御が困難とされるため、このような状態において加工圧が加わると、被加工面にスクラッチ痕が形成される危険性が高い。即ち、このようなMR流体では、粗い一次研磨（研削）には用いられ得るが、精微な研磨、すなわち、仕上げ加工には容易には利用できないとされている。また、MR流体における分散粒子には一般的に粒子径の大きな鉄粉等が用いられることが精微な研磨、仕上げなどの加工を阻害する要因である。
30

【0005】

図12は、従来の研磨装置の一例を示す説明図である。ここで、研磨装置には、回転電極1とこの回転電極の直下に配置されたポリシングパッド2を備えており、さらに研磨材にはシリコーンオイルまたは電気絶縁性を有する潤滑剤に分散した砥粒を用いる。導電性試料3と回転電極1との間に交流電圧を印加すると砥粒は電極に引き寄せられたり反発したりする。また、回転電極1は、図外の駆動機構により矢印A方向に回転可能に支持されている。

図13は、従来の電極の作用を模式的に示す説明図である。ここで、印加電界によって分散砥粒4は、導電性試料3に対して垂直に連続配列するクラスターを形成する。
40

ここで、電極間に発生したクラスターは隣同士が互いに反発し、ある間隔を保つため砥粒の配置が不均一になり易く、被研磨材の表面粗さにバラツキが生じ易かった。

【0006】**【発明が解決しようとする課題】**

しかし、以上のように構成された従来の研磨装置においては、回転電極1から導電性試料3に叩きつける砥粒の動きや前述した不均一な砥粒配置があり、大型の製品に対する高品位な研磨面を得ることが困難であった。また、被研磨材に対して回転電極との間に電圧を印加する必要があるため、絶縁性材料に適用することが困難であった。

すなわち、絶縁性被研磨材の厚みがそのまま空隙と同様に作用し、高い電界強度を供給し
50

なければ砥粒の配置を制御できず高い研磨効果が得られないと云う問題と作業上の危険性や被研磨材に対する放電現象によってダメージを与える危険性も有していた。

また、一般的な研磨装置では、研磨部の回転による遠心力によって砥粒が加工領域から排除されて加工部外周に集まり易く、研磨効率を下げていた。この現象に対して従来の研磨装置では、印加電界を供給すると高い誘電率を有する砥粒は、再度クーロン力によって研磨領域に戻ることを利用し、被研磨材に与える砥粒量の均一化を図っていたが前記のように隣同士の砥粒の配置にある間隔を有するため高度に均一な砥粒配置は実現できなかった。

本発明は上記実情に鑑み提案されたもので、絶縁性材料の研磨が可能であると共に砥粒の均一配置制御が容易な研磨装置を提供することを目的とする。

10

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、請求項1に記載の発明は、電極を駆動装置によって駆動すると共に、前記電極と被研磨材との間に砥粒を配置し、前記電極に交流電圧を印加することで誘電性を有する砥粒をクーロン力で加工圧の加わる位置に配置し、被研磨材を研磨する研磨装置であって、前記電極は複数の電極素子から構成したことを特徴とする。

以上の構成により、被研磨材質や厚さの影響を受けることなく、均一な研磨を行うことができる。

【0008】

また、請求項2に記載の発明において、前記電極は、径の異なる複数の電極素子を同心円状に配置すると共に、各電極素子間は絶縁性材料で離隔した電極であることを特徴としている。

20

【0009】

また、請求項3に記載の発明は、上記した請求項1または2に記載の発明の構成に加えて、前記電極の複数の電極素子には、異なる電圧が印加されることを特徴とする。または、絶縁材の厚みを調整し各電極素子の砥粒吸引力を調整することで、回転電極の遠心力による砥粒の飛散などの影響を抑制することもできる。

【0010】

また、請求項4に記載の発明は、上記した請求項1から3の何れか1に記載の発明の構成に加えて、前記電極の複数の電極素子には、中心部から外周部に向かって順次高い電圧が印加されることを特徴とする。

30

以上の構成により、遠心力の影響が作用しやすい外周部において高い電圧を印加し、影響の少ない内周部に低い電圧を印加する事が可能となり、研磨量の均一化を実現することができる。

【0012】

また、請求項5に記載の発明は、被研磨材へ砥粒を分散した流体を供給する機構であって、絶縁性管の周囲に電極を配設し、電界強度1.5~3kV/mm、0.1~10Hzの低周波交流電界を印加すると、前記絶縁性管から滴下する流体のみかけ上の粘度変化を生じ、流量を調整する。

【0013】

40

【発明の実施の形態】

以下、図面に基づいて本発明を詳細に説明する。図1は、本発明に係る研磨装置の回転電極の第1の実施例を示す説明図、図2は本発明の回転電極を示す要部縦断面図である。ここで、研磨装置10は、回転電極11を図外の駆動装置によって回転駆動すると共に、回転電極11と被研磨材12との間に電気絶縁性を有する潤滑油に砥粒を分散させた流体を滴下し、回転電極11に交流電圧を印加することにより、クーロン力が作用し、砥粒13がポリシングパッド17と被研磨材12との間で数珠状に配置制御される。印加する電界は、電界強度±1~10kV/mm、周波数0.1~1000Hzであることが望ましい。更に、印加する周波数と波形は、加工量の大きい研磨においては立ち上がりの良い方形波や加工量の少ない研磨にあっては、立ち上がりがゆるやかでノイズ分が含まれない正弦波

50

波とすることが望ましい。

【0014】

回転電極11は、支持軸14と支持円盤15と電極部16とポリシングパッド17等から構成されている。支持軸14は、図示しない駆動機構により矢印A方向に回転可能に支持されている。支持円盤15は、支持軸14に固着されると共に、円柱状に配設された電極部16を固定保持している。また、ポリシングパッド17は、電極部16とほぼ同じ径の円盤状に形成されており、電気絶縁性を有する潤滑油に分散した砥粒13が含浸されている。また、回転電極11にカーボン給電部18を介して交流電界が印加されている。

【0015】

また、電極部16には、図2、3に示すように複数の電極素子16aが同心円状に配設されており、それぞれ異なる電界を印加することができる。例えば、遠心力が強く作用する外周部には、高い電界を印加し順次内周に向かうに従って低い電圧を印加する。ここで、カーボン給電部18は、カーボン電極18aと保持部18bとから構成されおり、回転電極16は、導体からなる電極素子16aと絶縁性部材16bとが交互に配置されている。

10

【0016】

また、ポリシングパッド17に含浸させる砥粒を含む流体の溶媒としては、動粘度1~10000mm²/s程度の電気絶縁性を有するケロシンやシリコーンオイル等を用いる。分散粒子として、単結晶、多結晶ダイヤモンド、酸化セリウムCeO₂、アルミナAl₂O₃、酸化ランタンLa₂O₃、酸化プラセオジムPr₆O₁₁、酸化ネオジムNd₂O₃、弗化物、酸化カルシウム、トリウム、立方晶系窒化ホウ素CBN等を使用することができる。

20

【0017】

以上のように構成した本発明の作用効果について説明する。先ず、ポリシングパッド17に上述の砥粒を潤滑油に含ませると共に、同心円状に配置された電極素子16aを備えた電極部16に交流電圧を印加する。この際、各電極素子16aに印加する電圧は、外周部が高く、内周部に向かって低く設定されている。また、回転電極11は、図外の駆動機構によって回転駆動される。一方、砥粒が転動作を生じ易くするために、被研磨材12は、回転電極11と逆方向に回転駆動される。また、回転電極11と被研磨材に速度差をもたせ同一方向に回転駆動してもよい。

【0018】

また、回転電極11は被研磨材12に対して一定の加工圧力が加えられる。このようにして被研磨材12を研磨すると、回転電極11と被研磨材12の間に電圧を印加する必要がないので、被研磨材12は導電性部材である必要がなくセラミックやガラスであっても被研磨材の材質に影響を受けない研磨ができる。例えば、ガラス(BK-7)の場合、加工荷重18kgfで印加電界周波数0.8Hz、電界強度1.8kV/mmの条件では、15分間で表面粗さを1.5μmRyから0.1μmRyに改善することができた。

30

【0019】

図4は、本発明の第2の実施の形態を示す回転電極の要部縦断面図である。ここで、電極部16は支持軸14を中心として電極素子16aが絶縁部材16bを介して階段状に巻き付けられている。また、電極素子16aの外側には、カーボン給電部18が当接しており、電圧が印加される。また、回転電極11の遠心力を考慮して各電極素子の電圧を調整することにより、砥粒の均質配置が可能となり、均一な研磨面を得ることができる。砥粒13は、図2に示すように、被研磨材表面と平行に配置され、電極から被研磨材に向かって叩きつける動作を生じない。したがって、高品位な研磨面を得ることができる。更に、研磨屑と砥粒との比誘電率の差によって生じるクーロン力が研磨屑の分離と排出を可能にする。一方、回転電極11と被研磨材12との間に電界を与えないでの、被研磨材12には放電現象によるダメージを与えない。

40

以上のように構成した場合、遠心力が強く作用する外周部では、電界強度を強くすることができます。このように各電極素子16aには、異なった電界を印加することができ均一な研磨面が得られる。例えば、最内側の電極素子16aには、1kV/mm、中間の電極素子16aには、2kV/mm、外側の電極素子16aには、3kV/mmの電圧を印加す

50

ることができる。

【0020】

図5、図6及び図7は、本発明の第3の実施の形態を示すものであり、回転電極の製造方法を示す説明図である。ここで電極20は、絶縁性部材20bの上に導電体20a形成し、軸21に巻き付けることにより渦巻状に形成し、導電性材質を用いた筒状電極素子である電極ホルダー23で固定したものである。また、例えば、絶縁性フィルムに蒸着、塗布、接着等の手段を用いて導電性体を被着し、導電体20aを構成しても良い。図7は、このようにして製造した電極20を使用した研磨装置を示す説明図である。

【0021】

更に、回転電極11が図6に示すような絶縁層と導電層を有するフィルム状の薄帯を渦巻状に巻き付けることによって構成された回転電極を用いると、印加する電圧を抑制し、安全な作業が確保できる。

10

【0022】

以上のように構成した本実施の形態の作用効果について説明する。先ず、電極20を単に軸21に巻き付けることで簡単に製造することができる。渦巻状に配置されたフィルム状の導電体20aを備えた電極20に交流矩形波或るいは、正弦波電圧を印加する。また、電極20は、図外の駆動機構によって回転駆動される。一方、被研磨材12は、回転電極11と逆方向に回転定盤22により回転駆動される。

【0023】

本実施の形態においては、絶縁性部材20bの厚さを薄くできるので、印加電圧の値を必要に応じて低く抑えることができる。例えば、フィルムの厚さを0.1mmとすれば、印加電圧を200V~300Vとすることができる。

20

【0024】

このように本実施の形態によれば、印加電圧を低くできるので特殊な高電圧装置が不要であると共に、マシニングセンターや汎用フライス盤等の工具を取り付けるヘッド部への取り付けが容易となる。また、絶縁層を薄くし印加電界強度を抑えることができる。したがって消費電力を抑制することが可能となる。よって特殊な高圧電源が不要となり装置構成の簡便、安価化が図れる。更に、砥粒が加工面に平行に並ぶことによって、低砥粒濃度の流体構成でも高品位な研磨面を得ることができる事からコストダウンが図れると共にポリシングパッドを使用することが不要になる可能性を有する。

30

【0025】

図8は、本発明の回転電極をマシニングヘッドに使用した例を示す説明図である。本実施の形態において、電極20はマシニングセンターのヘッド32に取り付けられており、回転定盤22上の被研磨材12を研磨することができる。

【0026】

図9は、本発明の第4の実施形態を示す説明図であり、(a)は電極の斜視図、(b)は同電極の電極部を示す説明図である。ここで、電極本体30は、多孔性部材と櫛の歯状の電極素子からなる。図9(b)に示すような櫛の歯状の電極素子31a、31bを互いに対向させると共に、所定の間隔を有するように互い違いに組み合せる。電極素子31a、31bには、交流電圧を印加する。低周波交流電界による電界極性の変化に対応して砥粒は運動し、他の砥粒と接触、衝突しドレッシングを行い加工屑の排出や砥粒の凝集を回避する効果を有する。柔軟性を有する多孔性部材は、スポンジ、発泡性樹脂等を使用することができる。このように構成した場合、例えば、放電加工機で加工された表面粗さ $1.0\mu\text{m Ry}$ の被研磨材を、研磨時間30分、加工力 500gf 、印加電界強度 $\pm 2.0\text{kV/mm}$ にて研磨を行うと、鏡面 $0.2\mu\text{m Ry}$ を得ることができた。

40

【0027】

図10は、本発明の実施の形態を示す要部斜視図である。ここで、電極本体34は、多孔性部材35から成る電極本体の中心に電極部材34cを挿入すると共に、両端に電極素子34a、34bを配設し、交流電界を印加すると被研磨材36と電極本体34との間に砥粒が配置される。また、電極本体34を介して被研磨材36に対して、加工力を与えて、

50

被研磨材 3 6 を載置した移動定盤 4 0、4 1 を X、Y 軸方向に往復運動させことで、相対運動が生じ砥粒は転動して、研磨加工が発現する。また、移動定盤 4 0、4 1 をリニアモータ等によって 0.1 ~ 30 Hz で水平移動することができる。電極本体 3 4 と移動定盤とは、同期をとってそれぞれ直角方向へ移動する。例えば、移動定盤 4 0 に X 軸方向に 5 ~ 30 Hz の微振動を加え、位置定盤 4 1 に Y 軸方向に 0.1 ~ 15 Hz 微振動を加える。

【0028】

以上のように構成した場合、電極素子 3 4 a、3 4 b に加工圧力を与えながら電界を印加するとクーロン力が発生し、その作用により砥粒が多孔性部材 3 5 の加工面に集まり、その多孔性部材 3 5 が加工面に沿って Y 軸上でホウキで掃くように撓わみながら往復運動するので砥粒は転動し易く、従って、加工圧を低く抑えることができた。これにより加工変質層が生じ難い高品位な研磨を達成することができる。また、曲面を有する特殊形状にも多孔性部材 3 5 が面に直角に押し上げられるため均一な加工圧を供給することが可能となる。また加工圧が低いため角部のダレを抑えることができる。

【0029】

図 11 は、本発明の第 5 の実施の形態を示す説明図である。ここで前述した実施の形態と同一部分については、同一符号を付して説明を省略する。被研磨材 1 2 の上面に絶縁性を有する管 3 8 から潤滑剤中に砥粒を分散させた流体 3 9 を供給する。また、絶縁性を有する管 3 8 の途中には、電極 3 7 a、3 7 b が配設されており、交流電界が印加される。

【0030】

以上のように構成した場合、電極 3 7 a、3 7 b 間を流れる流体 3 9 が増粘効果を呈し、被研磨材 1 2 上へ供給滴下する流体 3 9 の量を調整することができる。また、電極 3 7 a、3 7 b 間に交流電界を印加することにより、砥粒の凝集を回避し、安定した分散流体を供給することができる。

【0031】

【発明の効果】

この発明は上記の構成からなり、以下に説明するような効果を奏することができる。

【0032】

先ず、被研磨材の形状、特にその厚みに影響を受けることなく研磨することができる。従来の単極電極で絶縁部材を研磨する場合、被研磨材の厚みがそのまま空隙となり、高い印加電圧を供給しなければ研磨が進行しなかった。この際に、放電現象を生じる可能性が高く安全性に欠ける。しかし、本発明の多重化電極では、ポリシングパッド上でシリコーンオイル中に含まれた砥粒が研磨面に平行配向し、また、印加電圧周波数に応じて運動し、ドレッシング作用も生じる。したがって、絶縁材料を研磨することができる。

【0033】

よって、被研磨材の材質に影響されることなく均質に研磨することができる。特に、被研磨材に電圧を印加しないので、被研磨材が導電性部材であっても、絶縁性部材であっても研磨することができる。例えば、セラミックスやガラス等の絶縁性脆性材料であっても研磨が可能である。すなわち、被研磨材質を選ばない研磨装置である。

【0034】

電極の多重化によって、研磨面と平行に砥粒の密部と粗部を生じる。粗部密部は、電極の配置によって生じ、印加電界の周波数に応答した砥粒の運動によるドレッシング効果も加わって、この粗部から加工屑が排出される。更に、複数の電極へ印加する印加電圧の制御により、砥粒の均一配置が容易となり表面粗さの制御が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明に係る研磨装置の第 1 の実施形態に係る回転電極を示す説明図である。

【図 2】 同回転電極を示す要部縦断面図である。

【図 3】 同回転電極の底面図である。

【図 4】 本発明の第 2 の実施形態を示す回転電極の要部縦断面図である。

【図 5】 本発明の第 3 の実施形態を示す回転電極の製造方法を示す説明図である。

10

20

30

40

50

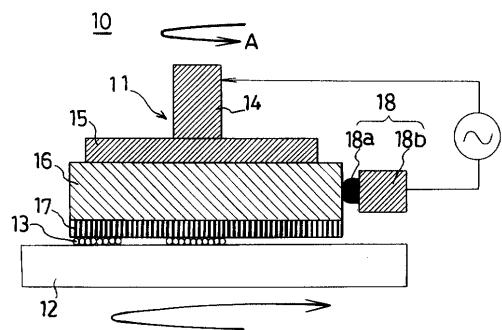
- 【図 6】 同回転電極の製造方法を示す説明図である。
- 【図 7】 同回転電極を使用した研磨装置を示す説明図である。
- 【図 8】 同回転電極をマシニングヘッドに使用した例を示す説明図である。
- 【図 9】 本発明の第4の実施の形態を示す説明図であり、(a)は回転電極の斜視図、(b)は同回転電極の電極部を示す説明図である。
- 【図 10】 図10は、本発明の第4の実施の形態を示す要部斜視図である。
- 【図 11】 図11は、本発明の第5の実施の形態を示す説明図である。
- 【図 12】 従来の研磨装置の電極を示す説明図である。
- 【図 13】 従来の電極の作用を模式的に示す説明図である。

【符号の説明】

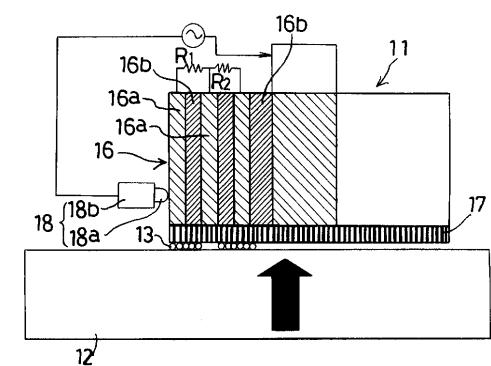
10

1 0	研磨装置	
1 1	回転電極	
1 2	被研磨材	
1 3	砥粒	
1 4	支持軸	
1 5	支持円盤	
1 6	電極部	
1 6 a	電極素子	
1 6 b	絶縁部材	
1 7	ポリシングパッド	20
1 8	カーボン給電部	
1 8 a	カーボン電極	
1 8 b	保持部	
2 0	電極	
2 0 a	導電体	
2 0 b	絶縁性部材	
2 1	軸	
2 2	回転定盤	
2 3	電極ホルダー	
3 0	電極本体	30
3 1 a、b	電極素子	
3 2	ヘッド	
3 4	電極本体	
3 4 a、b	電極素子	
3 5	多孔性部材	
3 6	被研磨材	
4 0	X軸移動定盤	
4 1	Y軸移動定盤	

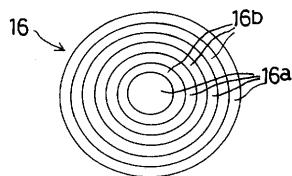
【図1】



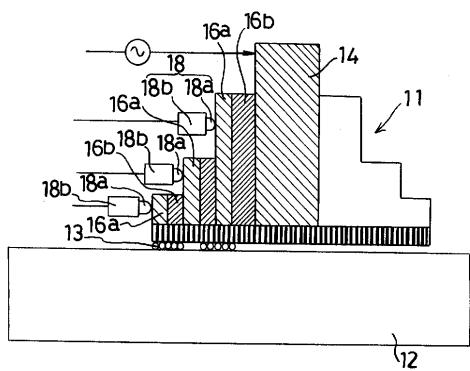
【図2】



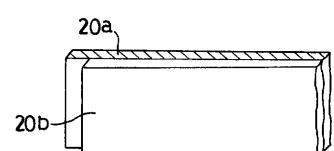
【図3】



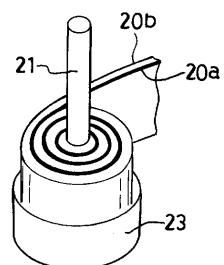
【図4】



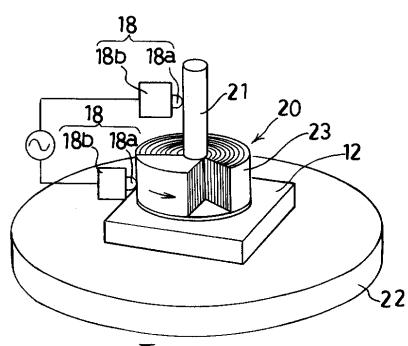
【図5】



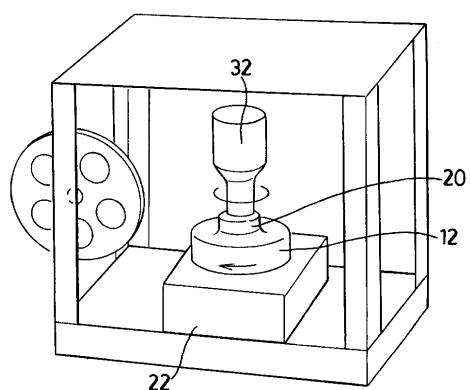
【図6】



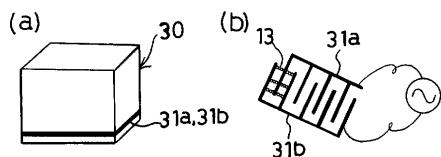
【図7】



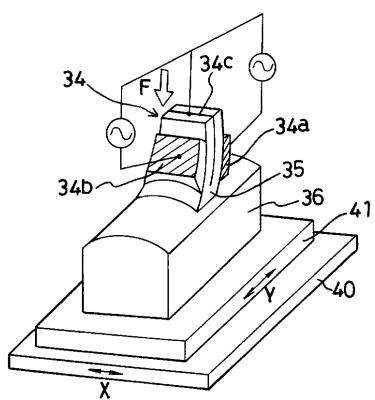
【図8】



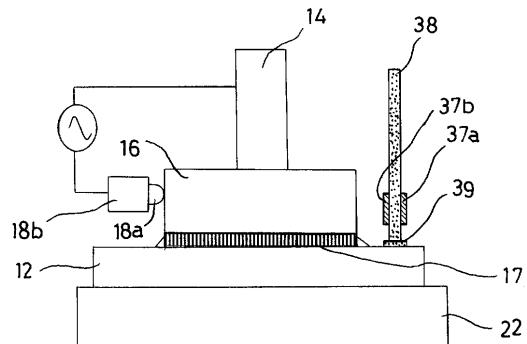
【図9】



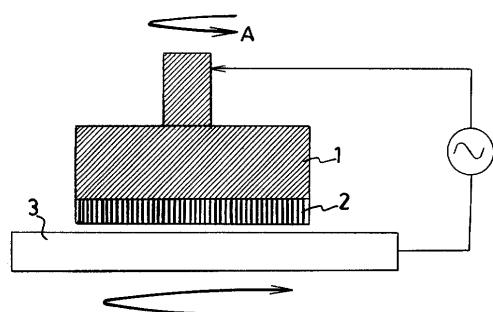
【図10】



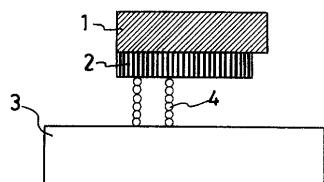
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 赤上 陽一
秋田県秋田市新屋町字砂奴寄4番地の11 秋田県工業技術センター内

(72)発明者 佐藤 祐吉
秋田県本荘市石脇字赤はげ1-372 小林工業株式会社内

(72)発明者 山本 親慶
東京都大田区下丸子2-17-10 富士ダイス株式会社内

審査官 中島 成

(56)参考文献 実開平05-053854 (JP, U)
特開平10-175157 (JP, A)
特開平10-199837 (JP, A)
特開平11-156718 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B24B 37/00 - 37/04

H01L 21/304