



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**24.06.2009 Patentblatt 2009/26**

(51) Int Cl.:  
**B24B 3/34 (2006.01) B24B 53/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **07123579.0**

(22) Anmeldetag: **19.12.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA HR MK RS**

(72) Erfinder:  
• **Altpeter, Friedhelm**  
**3952 Susten (CH)**  
• **Pfluger, Walter H., Dr.**  
**4515 Oberdorf (CH)**

(71) Anmelder: **Agathon AG Maschinenfabrik**  
**4503 Solothurn (CH)**

(74) Vertreter: **BOVARD AG**  
**Optingenstrasse 16**  
**3000 Bern 25 (CH)**

(54) **Schleifmaschine mit einer Vorrichtung zum Konditionieren einer Schleifscheibe und Verfahren dazu**

(57) Eine Schleifmaschine zum Schleifen eines Werkstücks (9) umfasst einen Maschinenrahmen, eine am Maschinenrahmen angebrachte und entlang Führungen verfahrbare Lagereinrichtung (1), in welcher eine topfförmige Schleifscheibe (2) um eine Schleifscheibenachse (3) rotierend antreibbar und elektrisch isoliert gelagert ist. Die aus elektrisch leitfähigem Material aufgebaute Schleifscheibe (2) weist einen ersten Schleifbereich mit einem ringförmigen Schleifbelag (7) und zweite Schleifbereiche mit mantelflächenförmigen Schleifbelägen (8) auf. Diese bestehen aus einem elektrisch leitfähigen Bindungsmaterial und darin eingelagerten Schleifkörnern. Die Schleifscheibe (2) ist mit einem Generator (17) elektrisch verbunden, zudem ist eine Vorrichtung

(11) zum Profilieren, Schärfe und Reinigen der Schleifscheibe (2) mit einer verfahrbaren Elektrode (12) vorgesehen, die ebenfalls mit dem Generator (17) verbunden sind. Die Vorrichtung (11) zum Profilieren, Schärfe und Reinigen der Schleifscheibe (2) besteht aus einer einzigen topfförmigen Elektrode (12), welche rotierend um deren zentrale Achse (13) antreibbar und auf einem Schlitten (14) gelagert ist, mittels welchem ein zwischen der Bearbeitungsfläche der topfförmigen Elektrode (12) und dem ringförmigen Schleifbelag bestehender Arbeitspalt einstellbar ist, in welchem bei Anlegen einer Spannung durch den Generator eine funkenerosive Entladung auftritt. Dadurch kann durch eine funkenerosive Bearbeitung eine Schleifscheibe in optimaler Weise konditioniert werden.

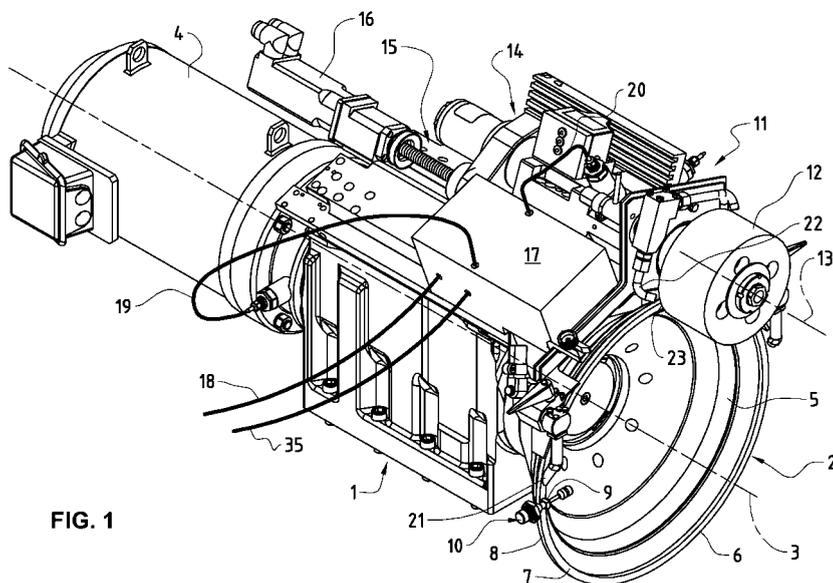


FIG. 1

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Schleifmaschine zum Schleifen eines Werkstücks, umfassend einen Maschinenrahmen, eine am Maschinenrahmen angebrachte und entlang Führungen verfahrbaren Lagereinrichtung, in welcher eine topfförmige Schleifscheibe um eine Schleifscheibenachse rotierend antreibbar und elektrisch isoliert gelagert ist, die aus elektrisch leitfähigem Material aufgebaut ist und einen ersten Schleifbereich mit einem ringförmigen Schleifbelag und zweite Schleifbereiche mit mantelflächenförmigen Schleifbelägen aufweist, jeweils bestehend aus einem elektrisch leitfähigen Bindungsmaterial und darin eingelagerten Schleifkörnern, welche Schleifscheibe mit einem Generator elektrisch verbunden ist, Mittel zum Halten des zu schleifenden Werkstücks, eine Vorrichtung zum Konditionieren der Schleifscheibe mit mindestens einer verfahrbaren Elektrode, die ebenfalls mit dem Generator elektrisch verbunden ist und Mittel zum Zuführen eines Kühlschmiermittels zur Elektrode und zum Werkstück.

**[0002]** Derartige Schleifmaschinen sind bekannt. Mit derartigen Schleifmaschinen können beispielsweise Wendeschneidplatten geschliffen werden, was mit hoher Präzision erfolgen muss, wozu auch die Schleifscheibe bezüglich Genauigkeit und Schärfe in einem optimalen Zustand gehalten werden muss. Um diese Qualität der Schleifscheibe gewährleisten zu können, muss sie entsprechend vorbereitet und konditioniert werden. Hierbei werden im Wesentlichen drei Vorgänge angewendet, nämlich das Profilieren, das Schärfen und das Reinigen der Schleifscheibe.

**[0003]** Der Profiliervorgang, mit welchem die Schleifscheibe in die gewünschte Form gebracht wird, wird üblicherweise bei jeder neuen Schleifscheibe durchgeführt, ein Profiliervorgang wird aber auch ausgeführt, wenn die Schleifscheibe schon längere Zeit im Einsatz war. In bekannter Weise wird ein derartiger Profiliervorgang mit einer Siliciumcarbidscheibe ausgeführt, welche an die Schleifscheibe in der Schleifmaschine anstellbar ist oder an welcher die Schleifscheibe in der Schleifmaschine angestellt werden kann. Dabei wird neben dem Schleifscheibenmaterial auch Siliciumcarbid der Abrichtscheibe abgetragen, dieses Siliciumcarbid gelangt in den Kühlschmiermittelkreislauf und muss, da dieses Material sehr aggressiv ist, rasch möglichst aus dem Kühlschmiermedium entfernt werden. Hierzu sind die entsprechenden aufwändigen Apparaturen erforderlich.

**[0004]** Beim Schärfvorgang einer Schleifscheibe wird das Bindematerial des Schleifbelags zurückgesetzt, um den Überstand der Schleifkörner über das Bindungsmaterial zu verbessern. Es ist bekannt, den Schärfvorgang einer Schleifscheibe für metallgebundene Schleifscheiben mittels elektrochemischen Verfahren auszuführen, bei welchen mittels einer Elektrode und einem zugeführten Elektrolyten eine elektrochemische Ablösung des leitfähigen Bindematerials des Schleifbelags der Schleif-

scheibe erfolgt. Das abgelöste Material muss dann in aufwändiger Weise aus dem als Kühlschmiermittel wirkenden elektrolytischen Medium herausgefiltert werden, wozu teure Vorrichtungen erforderlich sind.

**[0005]** Das Reinigen der Schleifscheibe, mit welchem die durch die Schleifoperation entstehenden Späne, welche sich in den Unebenheiten des Schleifbelags festsetzen, entfernt werden, kann in bekannter Weise mit einer Edelmetall-Scheibe ausgeführt werden, es kann aber auch mittels dem vorgängig beschriebenen elektrochemischen Verfahren ausgeführt werden, wobei bei beiden Verfahren die vorgängig beschriebenen Nachteile auftreten.

**[0006]** Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht somit darin, eine Schleifmaschine zum Schleifen eines Werkstücks so auszugestalten, dass sowohl das Profilieren, das Schärfen und das Reinigen der Schleifscheibe in einfacher Weise mit einem einzigen Werkzeug ausgeführt und das Reinigen des Kühlschmiermittels in einfacher Weise vorgenommen werden kann.

**[0007]** Erfindungsgemäss erfolgt die Lösung der Aufgabe dadurch, dass die Vorrichtung zum Profilieren, Schärfen und Reinigen aus einem einzigen als topfförmige Elektrode ausgebildeten Werkzeug gebildet ist, welche mindestens mit einer ringförmigen Bearbeitungsfläche ausgestattet ist, welche topfförmige Elektrode rotierend um deren zentrale Achse antreibbar auf einem Schlitten gelagert ist, mittels welchem ein zwischen der jeweiligen Bearbeitungsfläche der topfförmigen Elektrode und dem jeweiligen Schleifbelag bestehender Arbeitsspalt einstellbar ist, in welchem bei Anlegen einer Zündspannung durch den Generator eine funkenerosive Entladung auftritt.

**[0008]** Durch diese elektroerosive Entladung im Arbeitsspalt wird das Bindungsmaterial abgetragen, abhängig davon, wie breit der Arbeitsspalt ist, wie gross die Entladungsenergie ausgewählt wird und welche Entladungsfrequenz zum Einsatz kommt. Dadurch kann die Schleifscheibe profiliert, geschärft und gereinigt werden, was durch die einzige Elektrode, die hierfür zum Einsatz kommt, in sehr einfacher Weise ausgeführt werden kann. Das Schärfen und das Reinigen der Schleifscheibe können problemlos während der Schleifbearbeitung eines Werkstücks ausgeführt werden, wodurch die Effizienz der Bearbeitungsvorgänge, da kein Unterbruch entsteht, optimal ist. Zudem ist gewährleistet, dass die Schleifscheibe dauernd eine optimale Schleifqualität aufweist, auch dadurch wird die Effizienz gesteigert, die Bearbeitung der Werkstücke ist sehr genau. Das durch die funkenerosive Entladung abgetragene Material wird durch das in den Arbeitsspalt eingebrachte Kühlschmiermittel weggeführt, ein Reinigen dieses Kühlschmiermittels ist in einfacher Weise möglich, wie dies bei entsprechenden Funkenerodiermaschinen auch ausgeführt wird.

**[0009]** In vorteilhafter Weise ist die Achse der topfförmigen Elektrode parallel zur Schleifscheibenachse und senkrecht zur Bearbeitungsfläche der Schleifscheibe ausgerichtet. Dadurch wird die Bearbeitungsfläche in

idealer Weise perfekt plan und senkrecht zur Rotationsachse der Schleifscheibe konditioniert.

**[0010]** In vorteilhafter Weise ist die Achse der topfförmigen Elektrode elektrisch isoliert im Schlitten gelagert, welcher Schlitten über eine Linearführung an der Lagereinrichtung gehalten und in Richtung der Achse entlang der Linearführung gesteuert verschiebbar ist. Dadurch lässt sich die topfförmige Elektrode in optimaler und einfacher Weise an die Schleifscheibe beziehungsweise die zu konditionierende Bearbeitungsfläche an- und abstellen.

**[0011]** Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, dass der Schlitten als Kreuzschlitten ausgebildet ist, sodass die Elektrode bezüglich der Schleifscheibe im Wesentlichen axial und radial verfahrbar ist, und dass die Elektrode mit einer weiteren, im Wesentlichen mantelflächenförmigen Bearbeitungsfläche ausgestattet ist. Somit lässt sich mit dieser Elektrode nicht nur der ringförmige Schleifbelag der topfförmigen Schleifscheibe sondern auch ein mantelflächenförmiger Schleifbelag dieser Schleifscheibe entsprechend konditionieren, wodurch die Einsatzmöglichkeiten für Schleifprozesse erhöht werden.

**[0012]** In vorteilhafter Weise ist die mantelflächenförmige Bearbeitungsfläche der Elektrode zylinderförmig ausgebildet und sind die beiden als Kreuzschlitten ausgebildeten Schlitten um eine senkrecht dazu stehende Achse gegeneinander verschwenkbar. Damit kann mit dieser Elektrode auch ein mantelflächenförmiger Schleifbelag konditioniert werden, wenn dieser bezüglich des ringförmigen Schleifbelags einen sogenannten Freiwinkel aufweist.

**[0013]** Die mantelflächenförmige Bearbeitungsfläche der Elektrode kann auch kegelstumpfförmig ausgebildet sein, wodurch ebenfalls ein mantelflächenförmiger Schleifbelag konditioniert werden kann, wenn dieser bezüglich des ringförmigen Schleifbelags einen sogenannten Freiwinkel aufweist, indem beide Schlitten gleichzeitig verfahren werden.

**[0014]** Der Generator zur Erzeugung der funkenerosiven Entladung ist ein Funkengenerator mit kapazitiver Entladung, was eine optimale funkenerosive Entladung ermöglicht, und ist auf der Lagereinrichtung für die topfförmige Schleifscheibe angeordnet, wodurch sich die kürzest möglichen Entladungsleitungen für die funkenerosive Entladung ergeben, was sich auf diese positiv auswirkt.

**[0015]** In vorteilhafter Weise sind die Mittel zur Zuführung des Kühlschmiermittels aus an Zuführleitungen angebrachten Düsen gebildet, über welche Düsen das Kühlschmiermittel in den Bearbeitungsspalt und zum Werkstück zuleitbar ist, was eine optimale Konditionierung und eine optimale Kühlung und Schmierung zur Folge hat.

**[0016]** Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, dass das Kühlschmiermittel ein Dielektrikum auf Ölbasis ist, wodurch eine optimale Kühlung und Schmierung beim Schleifvorgang erreicht wird,

und ein optimales Umfeld für die funkenerosive Entladung zum Konditionieren der Schleifscheibe erhalten wird.

**[0017]** In vorteilhafter Weise besteht die Elektrode aus Aluminium, wodurch diese gut bearbeitbar ist, und zudem im Zusammenhang mit dem auf Ölbasis basierendem Dielektrikum eine optimale funkenerosive Entladung erreichbar ist.

**[0018]** In vorteilhafter Weise ist eine Steuerungseinrichtung zum Steuern und Regeln der Arbeitsabläufe vorgesehen, wodurch diese in optimaler Weise mit den auszuführenden Schleifvorgängen koordiniert werden können.

**[0019]** Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren zum Konditionieren einer topfförmigen Schleifscheibe zu schaffen, mit welchem diese in optimaler Weise profiliert, geschärft und gereinigt werden kann, was erfindungsgemäss dadurch gelöst wird, dass zum Konditionieren der Schleifbeläge der Schleifscheibe in den Arbeitsspalt ein Kühlschmiermittel zugeführt wird, über den Generator über den Arbeitsspalt eine Zündspannung angelegt wird und die Elektrode gegen die Schleifscheibe hin mit einer Vorschubgeschwindigkeit verfahren wird, bis ein vorgegebener Grenzwert der mittleren Spannung, gemessen über dem Arbeitsspalt, und/oder des mittleren Stromflusses, gemessen durch die Entladungsleitungen, durchschritten wird, dass dann die Zündspannung über dem Arbeitsspalt, die Entladungsenergie, die Entladungsfrequenz und die Vorschubgeschwindigkeit auf einen jeweils vorgegebenen Wert zum Profilieren, Schärfe oder Reinigen der Schleifscheibe eingestellt werden und der entsprechende Vorgang durch funkenerosive Entladung ausgeführt wird.

**[0020]** In vorteilhafter Weise wird zum Profilieren der Schleifscheibe eine Entladungsenergie von etwa 10 bis 100 mJ und eine Entladungsfrequenz von etwa 1 bis 100 kHz ausgewählt, was eine optimale Abtragungsleistung ergibt.

**[0021]** Der Profilierungsvorgang wird solange ausgeführt, bis die mittlere Spannung, gemessen über dem Arbeitsspalt, und/oder der mittlere Stromfluss, gemessen durch die Entladungsleitungen im Wesentlichen konstant ist, was darauf hinweist, dass der zu profilierende Schleifbelag optimal ausgebildet ist.

**[0022]** Zum Vorschärfe der Schleifscheibe wird eine Entladungsenergie von etwa 0,5 bis 5 mJ und eine Entladungsfrequenz von etwa 10 kHz bis 1 MHz ausgewählt, eine entsprechende Entladungsenergie und Entladungsfrequenz wird auch zum Schärfe und Reinigen der Schleifscheibe ausgewählt, wobei das Schärfe und Reinigen der Schleifscheibe während dem Bearbeiten eines Werkstücks durchgeführt werden kann.

**[0023]** Nach einer Schleifoperation kann es erforderlich sein, den optimalen Schärfezustand des im Einsatz stehenden Schleifbelags mittels einer zusätzlichen Nachschärfefunktion wieder herzustellen. Diese Nachschärfefunktion dauert eine vorgegebene Zeit, während

der nicht geschliffen wird, und arbeitet mit ähnlichen Parametern wie das Schärfe und Reinigen der Schleifscheibe während dem Bearbeiten eines Werkstücks.

**[0024]** Einen optimalen Bearbeitungsvorgang der Schleifscheibe durch die Elektrode wird dann erreicht, wenn die Vorschubgeschwindigkeit der Elektrode durch einen in der Steuerung angeordneten Regler innerhalb einer wählbaren Bandbreite aufgrund der mittleren Spannung, gemessen über dem Arbeitsspalt und des mittleren Stromflusses, gemessen durch die Entladungsleitungen, eingestellt wird.

**[0025]** In vorteilhafter Weise wird die Entladungsenergie und die Entladungsfrequenz während dem Schärfe und Reinigen der Schleifscheibe durch einen in der Steuerung angeordneten Optimierungsalgorithmus innerhalb einer wählbaren Bandbreite aufgrund der maximalen Anpresskraft, der durchschnittlichen Anpresskraft während dem Ausfunken, dem Verhältnis der Leistung des Antriebsmotors zur Anpresskraft und dem Scheibenverschleiss, gemessen während den vorangehenden und abgeschlossenen Schleifoperationen, eingestellt. Dadurch erhält man eine einfachere Bedienbarkeit des Verfahrensablaufs.

**[0026]** In vorteilhafter Weise wird zum Nachschärfe der Schleifscheibe zwischen zwei Schleifoperationen eine Entladungsenergie von etwa 0,1 bis 5 mJ und eine Entladungsfrequenz von etwa 10 kHz bis 1 MHz ausgewählt, und diese Nachschärfoperation wird während einer wählbaren Nachschärfzeit ausgeführt, wodurch eine grosse Prozessstabilität erreicht wird.

**[0027]** Indem die die Entladungsenergie und die Entladungsfrequenz während dem Nachschärfe der Schleifscheibe, wie auch die Nachschärfzeit, durch einen in der Steuerung angeordneten Optimierungsalgorithmus innerhalb einer wählbaren Bandbreite aufgrund der maximalen Anpresskraft, der durchschnittlichen Anpresskraft während dem Ausfunken, dem Verhältnis der Leistung des Antriebsmotors zur Anpresskraft und dem Scheibenverschleiss, gemessen während den vorangehenden und abgeschlossenen Schleifoperationen, eingestellt wird, erreicht man eine weitere Vereinfachung der Bedienbarkeit.

**[0028]** Eine Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung und des erfindungsgemässen Verfahrens zum Konditionieren einer Schleifscheibe wird nachfolgend mit Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung beispielhaft näher erläutert.

**[0029]** Es zeigt,

Fig. 1 in räumlicher Darstellung die Lagereinrichtung für die rotierend antreibbare topfförmige Schleifscheibe mit der aufgesetzten Vorrichtung zum Profilieren, Schärfe und Reinigen der Schleifscheibe;

Fig. 2 eine räumliche Darstellung der Einrichtung gemäss Fig. 1 im Schnitt;

Fig. 3 in schematischer Darstellung die Vorrichtung

zum Konditionieren der topfförmigen Schleifscheibe, dargestellt in einer ersten Position zum Konditionieren des ringförmigen Schleifbelags der Schleifscheibe;

Fig. 4 in schematischer Darstellung die Vorrichtung zum Konditionieren der topfförmigen Schleifscheibe, dargestellt in einer zweiten Position zum Konditionieren des mantelflächenförmigen Schleifbelags der Schleifscheibe;

Fig. 5 in schematischer Darstellung die Vorrichtung beim Konditionieren des mantelflächenförmigen Schleifbelags der Schleifscheibe, bei welcher die topfförmige Elektrode eine kegelförmige Aussenfläche aufweist und der mantelflächenförmige Schleifbelag mit einem Freiwinkel ausgestattet ist; und

Fig. 6 in schematischer Darstellung die Vorrichtung beim Konditionieren eines mit Freiwinkel versehenen mantelflächenförmigen Schleifbelags mit zylindrischer topfförmiger Elektrode.

**[0030]** Aus Fig. 1 ist die Lagereinrichtung 1 ersichtlich, die in bekannter, nicht dargestellter Weise direkt am Maschinenrahmen einer Schleifmaschine oder auf zwischen Lagereinrichtung 1 und Maschinenrahmen eingesetzter Schlittenanordnung aufgesetzt ist. In dieser Lagereinrichtung 1 ist eine topfförmige Schleifscheibe 2 um eine Schleifscheibenachse 3 rotierbar gelagert. Der rotierende Antrieb dieser Schleifscheibe 2 erfolgt über einen Elektromotor 4, welcher an der Lagereinrichtung 1 angeordnet ist.

**[0031]** Die topfförmige Schleifscheibe 2 besteht aus einem Schleiftopf 5, auf welchem ein Schleifring 6 aufgesetzt ist, der einen ringförmigen Schleifbelag 7 und einen mantelflächenförmigen Schleifbelag 8 aufweist. Mit dieser Schleifscheibe 2 lässt sich ein Werkstück 9 schleifen, beispielsweise eine Wendeschneidplatte, welche in bekannter Weise über Mittel 10 zum Halten des zu schleifenden Werkstücks 9, angeordnet in der Schleifmaschine, gehalten wird.

**[0032]** Zum Konditionieren der Schleifbeläge 7, 8 der topfförmigen Schleifscheibe 2 ist eine Vorrichtung 11 vorgesehen, welche eine topfförmige Elektrode 12 aufweist, die um ihre zentrale Achse 13 rotierend antreibbar in einem Schlitten 14 gelagert ist, welcher auf der Lagereinrichtung 1 in Richtung der zentralen Achse 13 verschiebbar gehalten ist. Die Verschiebung des Schlittens 14 auf der Lagereinrichtung 1 erfolgt über einen Kugelspindeltrieb 15, dessen Antriebsmotor 16 auf der Lagereinrichtung 1 befestigt ist.

**[0033]** Ebenfalls auf der Lagereinrichtung 1 ist ein Generator 17 angeordnet. Dieser Generator 17 ist über Leitungen 18 mit der Stromversorgung der Schleifmaschine verbunden. Der Generator 17 ist über eine Entladungsleitung 19 mit der topfförmigen Schleifscheibe 2 und über

eine weitere Entladungsleitung 20 mit der topfförmigen Elektrode 12 verbunden, wie nachfolgend noch gesehen wird. Die Kommunikation mit der bekannten, nicht dargestellten Maschinensteuerung erfolgt über die Leitung 35, welche verschiedenste Spezifikationen wie Ethernet, Profibus oder RS 232 erfüllen kann.

**[0034]** Im Bereich des zu schleifenden Werkstücks 9 ist in bekannter Weise eine Düse 21 angebracht, die mit einer nicht dargestellten Zuführleitung verbunden ist, über welche in den Schleifbereich ein Kühlschmiermittel eingebracht werden kann. Eine weitere Düse 22 ist in bekannter Weise im Bereich der Elektrode angeordnet, über welche über eine nicht dargestellte Zuführleitung das Kühlschmiermittel in den Arbeitsspalt 23 zwischen der topfförmigen Elektrode 12 und dem Schleifring 6 der Schleifscheibe 2 eingebracht werden kann.

**[0035]** Wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, ist die Spindel 24 der topfförmigen Schleifscheibe 2 in elektrisch isolierten Lagern 25 gelagert. Der Elektromotor 4 ist in bekannter Weise von der Spindel 24 elektrisch isoliert. Auf der Spindel 24 ist ein Schleifring 26 angebracht, der mit einem Kontakt 27 zusammenwirkt, an welchen die Entladungsleitung 19 (Fig. 1) angeschlossen ist. Dadurch wird die topfförmige Schleifscheibe 2 über die Spindel 24, den Schleifring 26, den Kontakt 27 und die entsprechende Entladungsleitung mit dem Generator 17 (Fig. 1) verbunden.

**[0036]** Wie ebenfalls aus Fig. 2 ersichtlich ist, ist die topfförmige Elektrode 12 auf eine Elektrodenspindel 28 aufgefächert, die in entsprechender Weise elektrisch isoliert im Schlitten 14 (Fig. 1) gelagert ist und über den von der Spindel 28 elektrisch isoliert angeordneten Motor 29 um die zentrale Achse 13 antreibbar ist. Auf der Elektrodenspindel 28 ist wiederum ein Schleifring 30 angebracht, der mit einem Kontakt 31 zusammenwirkt, welcher Kontakt 31 über die Entladungsleitung 20 (Fig. 1) mit dem Generator 17 elektrisch verbunden ist.

**[0037]** Der Schleifscheibentopf 5 der topfförmigen Schleifscheibe 2 besteht aus einem elektrisch leitfähigen Material. Der auf den Schleifscheibentopf 5 aufgesetzte Schleifring 6 besteht aus einem Grundkörper aus Aluminium, Bronze oder Stahl. Auf diesem Grundkörper sind die Schleifbeläge 7, 8 aufgebracht, welche aus einer Bindung bestehen, in welcher die Schleifkörner eingelagert sind. Das Bindungsmaterial besteht aus einer Metalllegierung, aus Kunstharz oder aus Keramik, die ebenfalls elektrisch leitfähig sind. In dieses elektrisch leitfähige Bindungsmaterial sind in bekannter Weise die Schleifkörner eingebettet, die aus Diamant oder einem anderen entsprechend geeigneten Material bestehen können.

**[0038]** Die topfförmige Elektrode 12 besteht ebenfalls aus einem elektrisch leitfähigen Material, vorzugsweise aus Aluminium. Diese topfförmige Elektrode 12 kann aber auch aus Kupfer, Graphit oder einem anderen leitfähigen geeigneten Material bestehen.

**[0039]** Als Kühlschmiermittel wird in bevorzugter Weise ein Dielektrikum auf Ölbasis eingesetzt, beispielsweise das unter der Bezeichnung "Ionogrind" durch die Fir-

ma Oelheld GmbH, Stuttgart, Deutschland auf dem Markt angebotene Kühlschmiermittel. Der hier eingesetzte Generator 17 ist ein Funkengenerator mit kapazitiver Entladung, wie er beispielsweise im US-Patent Nr. 4 710 603 der Firma Fanuc Ltd. beschrieben ist.

**[0040]** Zum Konditionieren der Schleifbeläge 7, 8 der topfförmigen Schleifscheibe 2 wird durch den Generator 17 über dem Arbeitsspalt 23 eine Zündspannung angelegt, wodurch sich zwischen der topfförmigen Elektrode 12 und der topfförmigen Schleifscheibe 2 im dielektrischen Kühlschmiermittel ein Ionenkanal bildet und eine Entladung stattfinden kann. Der Arbeitsspalt 23 muss gross genug sein, damit das ausgelöste Bindungsmaterial aber auch die herausgelösten Schleifkörner weggespült werden können, ohne dass die topfförmige Elektrode 12 oder die Schleifbeläge 7, 8 der topfförmigen Schleifscheibe 2 verletzt werden. Für eine metallgebundene Diamantschleifscheibe mit Körnung 25 Mikrometer sollte der Arbeitsspalt 23, d.h. der Abstand zwischen dem Grund des Bindungsmaterials des Schleifbelags der Schleifscheibe 2 und der topfförmigen Elektrode 12 zwischen 50 und 100 Mikrometer betragen. Um dies erreichen zu können, ist eine Zündspannung über dem Arbeitsspalt 23 von 300 bis 500 Volt, vorzugsweise 400 Volt, erforderlich. Bei kleinerer Zündspannung besteht die Gefahr, dass der Arbeitsspalt zu klein ist und das Herauslösen des Bindungsmaterials und der Schleifkörner die Oberfläche der topfförmigen Elektrode 12 verletzen.

**[0041]** Wie bereits erwähnt worden ist, ist der Generator 17 auf der Lagereinrichtung 1 angeordnet, was bedeutet, dass die elektrischen Entladungsleitungen 19 und 20 (Fig. 1) sehr kurz gehalten werden können, wodurch ein optimaler Konditionierprozess der Schleifscheibe mittels Funkenerosion erreichbar ist.

**[0042]** Fig. 3 zeigt in schematischer Darstellung die Stellung der topfförmigen Elektrode 12 zur topfförmigen Schleifscheibe 2, wenn der ringförmige Schleifbelag 7 der topfförmigen Schleifscheibe 2 konditioniert werden soll. Die zentrale Achse 13 der topfförmigen Elektrode 12 ist hierbei exakt parallel ausgerichtet zur Schleifscheibenachse 3. Die topfförmige Elektrode 12 ist hohlzylinderförmig ausgebildet, und weist eine ringförmige Bearbeitungsfläche 32 auf, die genau plan ist. Die topfförmige Schleifscheibe 2 rotiert um die Schleifscheibenachse 3, wobei die Umfangsgeschwindigkeit der Schleifscheibe etwa 15 bis 25 Meter pro Sekunde beträgt, wenn es sich um eine metallgebundene Diamantschleifscheibe handelt, diese kann auf bis 63 Meter pro Sekunde für Schleifscheiben mit CBN-Körnern erhöht werden.

**[0043]** Dies entspricht auch der Geschwindigkeit der Schleifscheibe zum Schleifen eines Werkstücks. Die topfförmige Elektrode rotiert um die zentrale Achse 13 mit einer geringeren Geschwindigkeit. Durch das Rotieren der Elektrode 12 wird eine sehr genaue Planheit der Elektrode 12 und des Schleifbelages 7 erreicht.

**[0044]** Bevor der Konditioniervorgang mit funkenerosiver Entladung ausgeführt werden kann, muss die topf-

förmige Elektrode 12 auf den richtigen Abstand zu den zu konditionierenden Schleifbelägen 7, 8 gebracht werden. Die nachfolgend beschriebenen Konditionierungsvorgänge werden mit einer topfförmigen Schleifscheibe mit einem Durchmesser von 400 mm, einer Belagsbreite von 10 mm und einer Körnung 25 Mikrometer ausgeführt. Die Entladungsenergie am Generator wird eingestellt, die topfförmige Elektrode 12 wird über den Schlitten 14 entlang der zentralen Achse 13 auf die Schleifscheibe 2 zubewegt, wobei die Geschwindigkeit 10 bis 100 Mikrometer pro Minute betragen kann. Sobald die mittlere Spannung über dem Arbeitsspalt 23, die in bekannter Weise gemessen wird und/oder der mittlere Strom, welcher durch die elektrischen Entladungsleitungen 19 und 20 (Fig. 1) fließt, der ebenfalls in bekannter Weise gemessen wird, einen vorgegebenen Grenzwert durchschreiten, kann mit der Konditionierung durch funkenerosive Entladung begonnen werden. Zum Profilieren des ringförmigen Schleifbelags 7 werden eine hohe Entladungsenergie, typischerweise 10 bis 100 mJ, und eine geringe Entladungsfrequenz, typischerweise 1 bis 100 kHz, ausgewählt. Die Vorschubgeschwindigkeit der topfförmigen Elektrode 12 wird auf eine Geschwindigkeit von typischerweise 0,5 bis 5 Mikrometer pro Minute eingestellt. Diese Vorschubgeschwindigkeit wird während der funkenerosiven Bearbeitung innerhalb einer vorgegebenen Bandbreite aufgrund der gemessenen mittleren Spannung über dem Arbeitsspalt 23 und des mittleren Stroms, welcher durch die beiden Entladungsleitungen fließt, geregelt.

**[0045]** Der Profilierungsvorgang wird dann beendet, wenn die mittlere Spannung über dem Arbeitsspalt und/oder der mittlere Strom, welcher durch die Entladungsleitungen fließt, im Wesentlichen konstant bleiben, d.h. nicht mehr als 10% während einer Umdrehung der Schleifscheibe 2 beziehungsweise der Elektrode 12, variieren. Bei diesem Profilierungsvorgang wird ein absolut planer ringförmiger Schleifbelag 7 erhalten, welcher in einer senkrecht zur Schleifscheibenachse 3 stehenden Ebene liegt. Es wäre auch denkbar, die ringförmige Bearbeitungsfläche 32 der Elektrode kegelig anzuschrägen und die zentrale Achse 13 nicht parallel zur Schleifscheibenachse 3 auszurichten, man würde dann einen ringförmigen Schleifbelag 7 erhalten, der bezüglich der senkrecht zur Schleifscheibenachse 3 stehenden Ebene winklig wäre.

**[0046]** Der Profilierungsvorgang kann dadurch abgekürzt werden, indem die Schleifscheibe 2 mit dem entsprechenden Schleifbelag 7, 8 und die Elektrode 12 mit der entsprechenden Fläche aneinander angestellt werden, der Generator 17 bleibt ausgeschaltet. Die Schleifscheibe 2 und die Elektrode 12 sind rotierend angetrieben. Die Schleifscheibe 2, die üblicherweise in einem relativ genau profilierten Zustand angeliefert wird, richtet dadurch durch einen Schleifvorgang die Elektrode 12 ab. Der Profilierungsvorgang kann danach durch das vorgängig beschriebene Abrichtverfahren zu Ende geführt werden.

**[0047]** Mit diesem Abrichtverfahren besteht das Risiko, dass die Elektrode unnötigerweise zu stark abge-

schliffen wird. Um dies zu vermeiden, kann zur Durchführung des Abrichtvorgangs der Generator 17 eingeschaltet werden. Es wird eine mittlere Spannung angelegt. Danach werden Schleifscheibe 2 und Elektrode 12 gegeneinander verfahren, bis Schleifscheibe 2 und Elektrode 12 aneinander anstossen. Es entsteht eine Kurzschlussspannung. Die Vorschubbewegung der Schleifscheibe 2 beziehungsweise der Elektrode 12 wird gestoppt, es kann zugewartet werden, bis sich bei der funkenerosiven Entladung ein Gleichgewicht einstellt.

**[0048]** Zum Vorschärfen des ringförmigen Schleifbelags 7 der topfförmigen Schleifscheibe 2 werden eine Entladungsenergie von typischerweise 0,1 bis 5 mJ und eine Entladungsfrequenz von typischerweise 10 kHz bis 1 MHz ausgewählt. Die Vorschubbewegung der topfförmigen Elektrode 12 wird auf eine kleine Geschwindigkeit von typischerweise 0,1 bis 0,4 Mikrometer pro Minute gebracht. Die Vorschubgeschwindigkeit wird innerhalb einer bestimmten Bandbreite auf Grund der gemessenen Spannung über dem Arbeitsspalt 23 und des mittleren Stroms, welcher durch die Entladungsleitungen fließt, mittels eines Reglers in der Steuerung in optimaler Weise eingestellt. Der Vorschärfvorgang kann als beendet betrachtet werden, wenn eine Vorschubdistanz von 20 bis 50 Mikrometer erreicht ist, wobei diese Vorschubdistanz etwa dem Korndurchmesser entspricht. Dadurch werden thermisch belastete Körner eliminiert.

**[0049]** Zum Schärfen und Reinigen des ringförmigen Schleifbelags 7 der topfförmigen Schleifscheibe 2 während des Schleifvorgangs (inprocess) wird die Vorschubbewegung der topfförmigen Elektrode 12 auf eine Geschwindigkeit von maximal 0,4 Mikrometer pro Minute eingestellt. Dabei werden typischerweise Entladungsenergien von 0,1 bis 5 mJ und Entladungsfrequenzen von 10 kHz bis 1 MHz ausgewählt. Die Vorschubgeschwindigkeit wird innerhalb einer bestimmten Bandbreite auf Grund der gemessenen mittleren Spannung über dem Arbeitsspalt 23 und des mittleren Stroms, welcher durch die Entladungsleitungen fließt, mittels des Reglers in der Steuerung in optimaler Weise eingestellt.

**[0050]** Während des Schleifens eines Werkstücks 9 können in bekannter Weise die Anpresskraft, mit welcher das Werkstück 9 gegen die Schleifscheibe 2 gepresst wird, und die Leistung des Elektromotors 4 für die Schleifscheibe gemessen werden. Im Besonderen werden die maximale Anpresskraft, die durchschnittliche Anpresskraft während dem Ausfunken und das Verhältnis der Leistung des Elektromotors zur Anpresskraft berechnet. Am Ende einer jeden Schleifoperation wird der Scheibenverschleiß auf bekannte Weise abgeschätzt. Aus diesen Messwerten, beziehungsweise aus den in einer Rechner- und Reglereinrichtung entsprechend aufbereiteten Daten, lässt sich in bekannter Weise der Schärfzustand des im Einsatz stehenden Schleifbelags 7, 8 der Schleifscheibe 2 quantifizieren.

**[0051]** Die Entladungsenergie und Entladungsfrequenz zum Schärfen und Reinigen werden vorteilhafterweise innerhalb einer bestimmten Bandbreite aufgrund

des Schärfezustands des im Einsatz stehenden Schleifbelags 7, 8 der Schleifscheibe 2 während den vorangehenden und abgeschlossenen Schleifoperationen, eingestellt.

**[0052]** Zum Nachschärfen des ringförmigen Schleifbelags 7 der topfförmigen Schleifscheibe 2 zwischen zwei Schleifoperationen wird die Vorschubbewegung der topfförmigen Elektrode 12 auf eine Geschwindigkeit von maximal 0,4 Mikrometer pro Minute eingestellt. Dabei werden typischerweise Entladungsenergien von 0,1 bis 5 mJ und Entladungsfrequenzen von 10 kHz bis 1 MHz ausgewählt. Die Vorschubgeschwindigkeit wird innerhalb einer bestimmten Bandbreite auf Grund der gemessenen mittleren Spannung über dem Arbeitsspalt 23 und des mittleren Stroms, welcher durch die Entladungsleitungen fließt, mittels des Reglers in der Steuerung in optimaler Weise eingestellt. Dieser Vorgang kann nach einer bestimmten Nachschärfzeit als abgeschlossen betrachtet werden.

**[0053]** Die Entladungsenergie, die Entladungsfrequenz und die Nachschärfzeit werden vorteilhafterweise innerhalb einer bestimmten Bandbreite aufgrund des Schärfezustands des im Einsatz stehenden Schleifbelags 7, 8 der Schleifscheibe 2 während den vorangehenden und abgeschlossenen Schleifoperationen, eingestellt.

**[0054]** Wie bereits erwähnt worden ist, gelten die vorgängig beschriebenen Werte zur Konditionierung einer topfförmigen Schleifscheibe mit einem Durchmesser von 400 mm, welche eine Belagsbreite von 10 mm hat und eine Körnung 25 Mikrometer aufweist. Bei grösseren Belagsbreiten müsste die Vorschubgeschwindigkeit entsprechend reduziert werden, abhängig vom abtragbaren Volumen pro Zeiteinheit. Bei anderer Körnung gelten entsprechend andere Vorschubdistanzen.

**[0055]** Wie aus den Figuren 3 und 4 ersichtlich ist, kann der Schlitten 14, auf welchem die Vorrichtung zum Konditionieren 11 angeordnet sind, auf einen senkrecht dazu stehenden weiteren Schlitten 33 aufgesetzt sein, sodass die topfförmige Elektrode 12 nicht nur in Richtung der zentralen Achse 13 auf die topfförmige Schleifscheibe 2 zubewegt werden kann, sondern auch quer dazu. Dadurch kann erreicht werden, dass auch ein mantelförmiger Schleifbelag 8 der topfförmigen Schleifscheibe 2 mit dieser Vorrichtung zum Konditionieren 11 bearbeitet werden kann.

**[0056]** Wie aus Fig. 4 ersichtlich ist, wird die topfförmige Elektrode 12 so verfahren, dass deren Mantelfläche 34 dem mantelförmigen Schleifbelag 8 benachbart ist. Der Arbeitsspalt 23 entsteht somit zwischen mantelförmigem Schleifbelag 8 und Mantelfläche 34 der topfförmigen Elektrode 12. Zum Konditionieren dieses mantelflächenförmigen Schleifbelags 8 wird der weitere Schlitten 33 quer zur zentralen Achse 13 der topfförmigen Elektrode 12 verfahren, die topfförmige Elektrode 12 wird aber während des Bearbeitungsvorgangs auch in Richtung der zentralen Achse 13 oszillierend bewegt, sodass die ganze Mantelfläche 34 gleichmässig beansprucht

wird.

**[0057]** Wie aus Fig. 5 ersichtlich ist, weist hier die topfförmige Elektrode 12, die in die Vorrichtung 11 zum Konditionieren der Schleifbeläge 7, 8 der topfförmigen Schleifscheibe 2 eingesetzt ist, die Form eines Kegelstumpfes auf. Die Vorrichtung 11 ist auf den Kreuzschlitten 14, 33 aufgesetzt. Zum Konditionieren des mantelflächenförmigen Schleifbelags 8, der bezüglich des ringförmigen Schleifbelags 7 einen Freiwinkel, welcher dem Kegelstumpfwinkel der Elektrode 12 entspricht, aufweist, wird die Mantelfläche 34 der topfförmigen Elektrode 12 durch entsprechendes Verfahren der beiden Schlitten 14 und 33 in den Bereich des mantelflächenförmigen Schleifbelags 8 gebracht, bis der gewünschte Arbeitsspalt 23 entsteht. Während des Konditioniervorgangs des mantelflächenförmigen Schleifbelags 8 der topfförmigen Schleifscheibe 2 rotiert die Elektrode 12 um die Achse 13, gleichzeitig werden die beiden Schlitten 14, 33 derart verfahren, dass die Elektrode eine überlagerte Bewegung in Richtung des Freiwinkels, dargestellt durch Pfeil 37, ausführt und in dieser Richtung oszillierend bewegt wird, wodurch auch hier die Mantelfläche 34 der Elektrode 12 gleichmässig beansprucht wird.

**[0058]** Mit der Ausgestaltung der Vorrichtung 11 gemäss Fig. 6 kann ebenfalls ein mantelflächenförmiger Schleifbelag 8 einer topfförmigen Schleifscheibe 2 konditioniert werden, der bezüglich des ringförmigen Schleifbelags 7 einen Freiwinkel aufweist. Die hier in die Vorrichtung 11 eingesetzte topfförmige Elektrode 12 weist eine zylindrische Aussenform auf. Der Schlitten 14 ist in bekannter Weise um eine senkrecht zu den Bewegungsrichtungen der beiden Schlitten 14, 33 stehenden Achse 36 schwenkbar und einstellbar. Zum Konditionieren des mantelflächenförmigen Schleifbelags 8 der Schleifscheibe 2 wird der Schlitten 14 bezüglich des Schlittens 33 um einen Winkel verschwenkt, der dem Freiwinkel entspricht. Durch Verfahren des Schlittens 33 wird der Arbeitsspalt 23 eingestellt, die topfförmige Elektrode 12 wird während des Bearbeitungsvorgangs auch in Richtung der zentralen Achse 13 oszillierend bewegt, sodass die ganze Mantelfläche 34 gleichmässig beansprucht wird.

**[0059]** Mit dieser erfindungsgemässen Vorrichtung und dem erfindungsgemässen Verfahren kann eine topfförmige Schleifscheibe in optimalster Weise konditioniert werden, die Schärf- und Reinigungsvorgänge können problemlos auch während des Schleifens von Werkstücken ausgeführt werden. Die Schleifscheibe weist immer einen optimalen Zustand auf, die Effizienz wird dadurch gesteigert.

## Patentansprüche

1. Schleifmaschine zum Schleifen eines Werkstücks (9), umfassend einen Maschinenrahmen, eine am Maschinenrahmen angebrachte und entlang Führungen verfahrbaren Lagereinrichtung (1), in wel-

- cher eine topfförmige Schleifscheibe (2) um eine Schleifscheibenachse (3) rotierend antreibbar und elektrisch isoliert gelagert ist, die aus elektrisch leitfähigem Material aufgebaut ist und einen ersten Schleifbereich mit einem ringförmigen Schleifbelag (7) und zweite Schleifbereiche mit mantelflächenförmigen Schleifbelägen (8) aufweist, jeweils bestehend aus einem elektrisch leitfähigen Bindungsmaterial und darin eingelagerten Schleifkörnern, welche Schleifscheibe (2) mit einem Generator (17) elektrisch verbunden ist, Mittel (10) zum Halten des zu schleifenden Werkstücks (9), eine Vorrichtung (11) zum Profilieren, Schärfen und Reinigen der Schleifbeläge (7, 8) der Schleifscheibe (2) mit mindestens einer verfahrbaren Elektrode (12), die ebenfalls mit dem Generator (17) elektrisch verbunden ist, und Mittel (21, 22) zum Zuführen eines Kühlschmiermittels zur Elektrode (12) und zum Werkstück (9), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (11) zum Profilieren, Schärfen und Reinigen aus einem einzigen als topfförmige Elektrode (12) ausgebildeten Werkzeug gebildet ist, welche mindestens mit einer ringförmigen Bearbeitungsfläche (32) ausgestattet ist, welche topfförmige Elektrode (12) rotierend um deren zentrale Achse (13) antreibbar auf einem Schlitten (14) gelagert ist, mittels welchem ein zwischen der jeweiligen Bearbeitungsfläche (32, 34) der topfförmigen Elektrode (12) und dem jeweiligen Schleifbelag (7, 8) bestehender Arbeitsspalt (23) einstellbar ist, in welchem bei Anlegen einer Zündspannung durch den Generator (17) eine funkenerosive Entladung auftritt.
2. Schleifmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Achse (13) der topfförmigen Elektrode (12) parallel zur Schleifscheibenachse (3) und senkrecht zur ringförmigen Bearbeitungsfläche (32) ausgerichtet ist.
  3. Schleifmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Achse (13) der topfförmigen Elektrode (12) elektrisch isoliert im Schlitten (14) gelagert ist, welcher Schlitten (14) über eine Linearführung an der Lagereinrichtung (1) gehalten und in Richtung der Achse (13) entlang der Linearführung gesteuert verschiebbar ist.
  4. Schleifmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schlitten als Kreuzschlitten (14, 33) ausgebildet ist, so dass die Elektrode (12) bezüglich der Schleifscheibe (2) im Wesentlichen axial und radial verfahrbar ist, und dass die Elektrode (12) mit einer weiteren, im Wesentlichen mantelflächenförmigen Bearbeitungsfläche (34) ausgestattet ist.
  5. Schleifmaschine nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mantelflächenförmige Bearbeitungsfläche (34) der Elektrode (12) zylinderförmig ausgebildet ist und dass die beiden als Kreuzschlitten ausgebildeten Schlitten (14, 33) um eine senkrecht dazu stehende Achse (36) gegeneinander verschwenkbar sind.
  6. Schleifmaschine nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mantelflächenförmige Bearbeitungsfläche (34) der Elektrode (12) kegelförmig ausgebildet ist.
  7. Schleifmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Generator (12) ein Funkengenerator mit kapazitiver Entladung ist, der auf der Lagereinrichtung (1) angeordnet ist.
  8. Schleifmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel zur Zuführung des Kühlschmiermittels aus an Zuführleitungen angebrachten Düsen (21, 22) bestehen, über welche Düsen (21, 22) das Kühlschmiermittel in den Arbeitsspalt (23) und zum Werkstück (9) zuleitbar ist.
  9. Schleifmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kühlschmiermittel ein Dielektrikum auf Ölbasis ist.
  10. Schleifmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Elektrode (12) aus Aluminium besteht.
  11. Schleifmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Steuerungseinrichtung zum Steuern und Regeln der Arbeitsabläufe vorgesehen ist.
  12. Verfahren zum Konditionieren einer topfförmigen Schleifscheibe (2) in einer Schleifmaschine mit einer Vorrichtung (11) zum Profilieren, Schärfen und Reinigen der Schleifbeläge (7, 8) der Schleifscheibe (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Konditionieren der Schleifbeläge (7, 8) der Schleifscheibe (2) in den Arbeitsspalt (23) ein Kühlschmiermittel zugeführt wird, über den Generator (17) über dem Arbeitsspalt (23) eine Zündspannung angelegt wird und die Elektrode (12) gegen die Schleifscheibe (2) hin mit einer Vorschubgeschwindigkeit verfahren wird, bis ein vorgegebener Grenzwert der mittleren Spannung, gemessen über dem Arbeitsspalt (23), und/oder des mittleren Stromflusses, gemessen durch die Entladungsleitungen (19, 20), durchschritten wird, dass dann die Zündspannung über dem Arbeitsspalt, die Entladungsenergie, die Entladungsfrequenz und die Vorschubgeschwindigkeit auf einen jeweils vorgegebenen Wert zum Profilieren, Schärfen oder Reinigen der Schleifscheibe (2) eingestellt werden und der entsprechende Vorgang durch funkenerosive

Entladung ausgeführt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Profilieren der Schleifscheibe (2) eine Entladungsenergie von etwa 10 bis 100 mJ und eine Entladungsfrequenz von etwa 1 bis 100 kHz ausgewählt wird.
14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Profilierungsvorgang ausgeführt wird, bis die mittlere Spannung, gemessen über dem Arbeitsspalt (23), und/oder der mittlere Stromfluss, gemessen durch die Entladungsleitungen, im Wesentlichen konstant ist.
15. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Vorschärfen der Schleifscheibe (2) eine Entladungsenergie von etwa 0,1 bis 5 mJ und eine Entladungsfrequenz von etwa 10 kHz bis 1 MHz ausgewählt wird.
16. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Schärfen und Reinigen der Schleifscheibe (2) eine Entladungsenergie von etwa 0,1 bis 5 mJ und eine Entladungsfrequenz von etwa 10 kHz bis 1 MHz ausgewählt wird und dass das Schärfen und Reinigen der Schleifscheibe (2) während dem Bearbeiten eines Werkstücks (9) durchgeführt wird.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** während des Bearbeitungsvorgangs der Schleifscheibe (2) durch die Elektrode (12) die Vorschubgeschwindigkeit durch einen in der Steuerung angeordneten Regler innerhalb einer wählbaren Bandbreite aufgrund der mittleren Spannung, gemessen über dem Arbeitsspalt (23) und des mittleren Stromflusses, gemessen durch die Entladungsleitungen, eingestellt wird.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Entladungsenergie und die Entladungsfrequenz während dem Schärfen und Reinigen der Schleifscheibe (2) durch einen in der Steuerung angeordneten Optimierungsalgorithmus innerhalb einer wählbaren Bandbreite aufgrund der maximalen Anpresskraft, der durchschnittlichen Anpresskraft während dem Ausfunken, dem Verhältnis der Leistung des Antriebsmotors zur Anpresskraft und dem Scheibenverschleiss, gemessen während den vorangehenden und abgeschlossenen Schleifoperationen, eingestellt wird.
19. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Nachschärfen der Schleifscheibe (2) zwischen zwei Schleifoperationen eine Entladungsenergie von etwa 0,1 bis 5 mJ und eine Entladungsfrequenz von etwa 10 kHz bis 1 MHz aus-

gewählt wird, und dass diese Nachschärfoperation während einer wählbaren Nachschärfzeit ausgeführt wird.

- 5 20. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Entladungsenergie und die Entladungsfrequenz während dem Nachschärfen der Schleifscheibe (2), wie auch die Nachschärfzeit, durch einen in der Steuerung angeordneten Optimierungsalgorithmus innerhalb einer wählbaren Bandbreite aufgrund der maximalen Anpresskraft, der durchschnittlichen Anpresskraft während dem Ausfunken, dem Verhältnis der Leistung des Antriebsmotors zur Anpresskraft und dem Scheibenverschleiss, gemessen während den vorangehenden und abgeschlossenen Schleifoperationen, eingestellt wird.

20

25

30

35

40

45

50

55

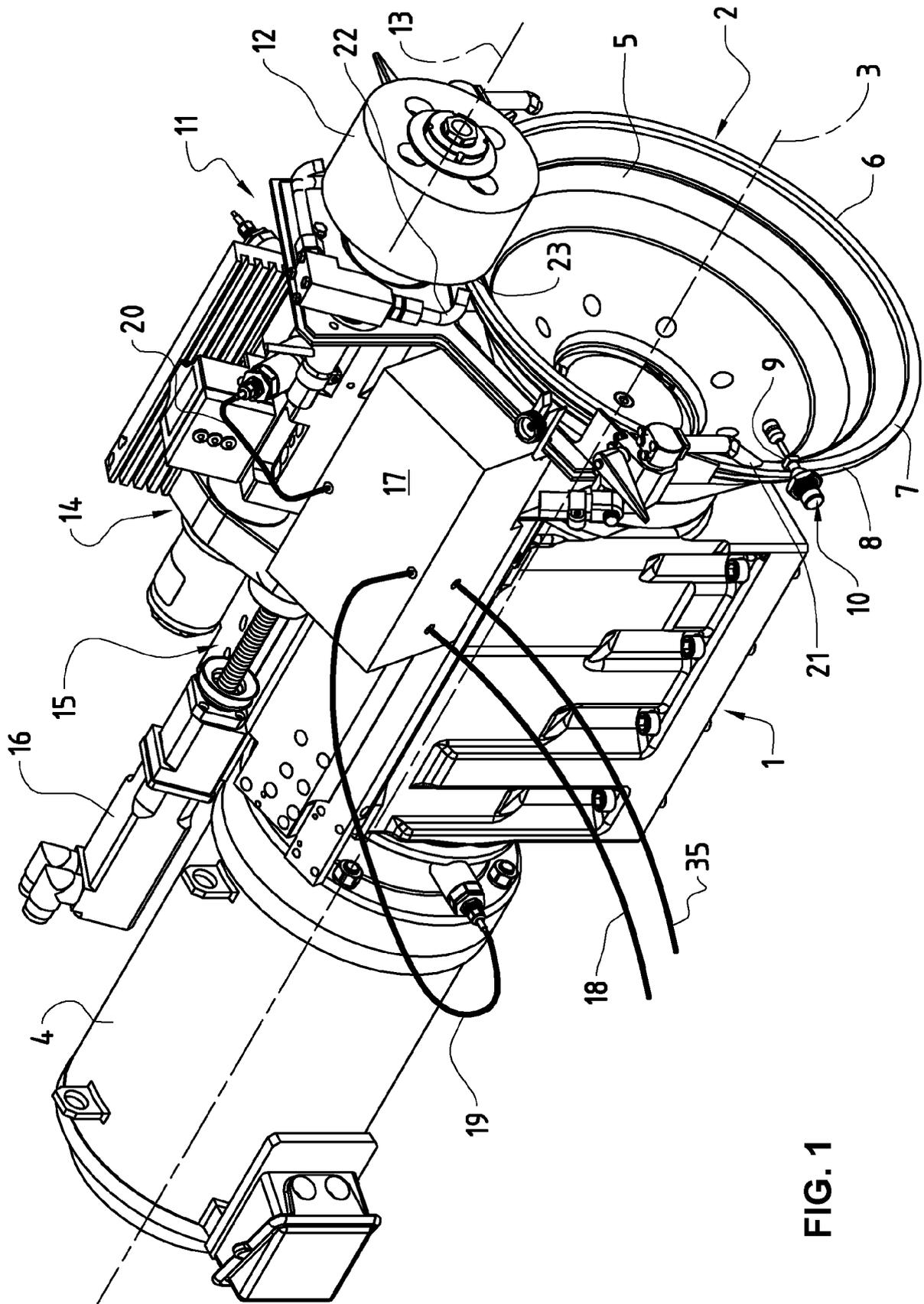


FIG. 1

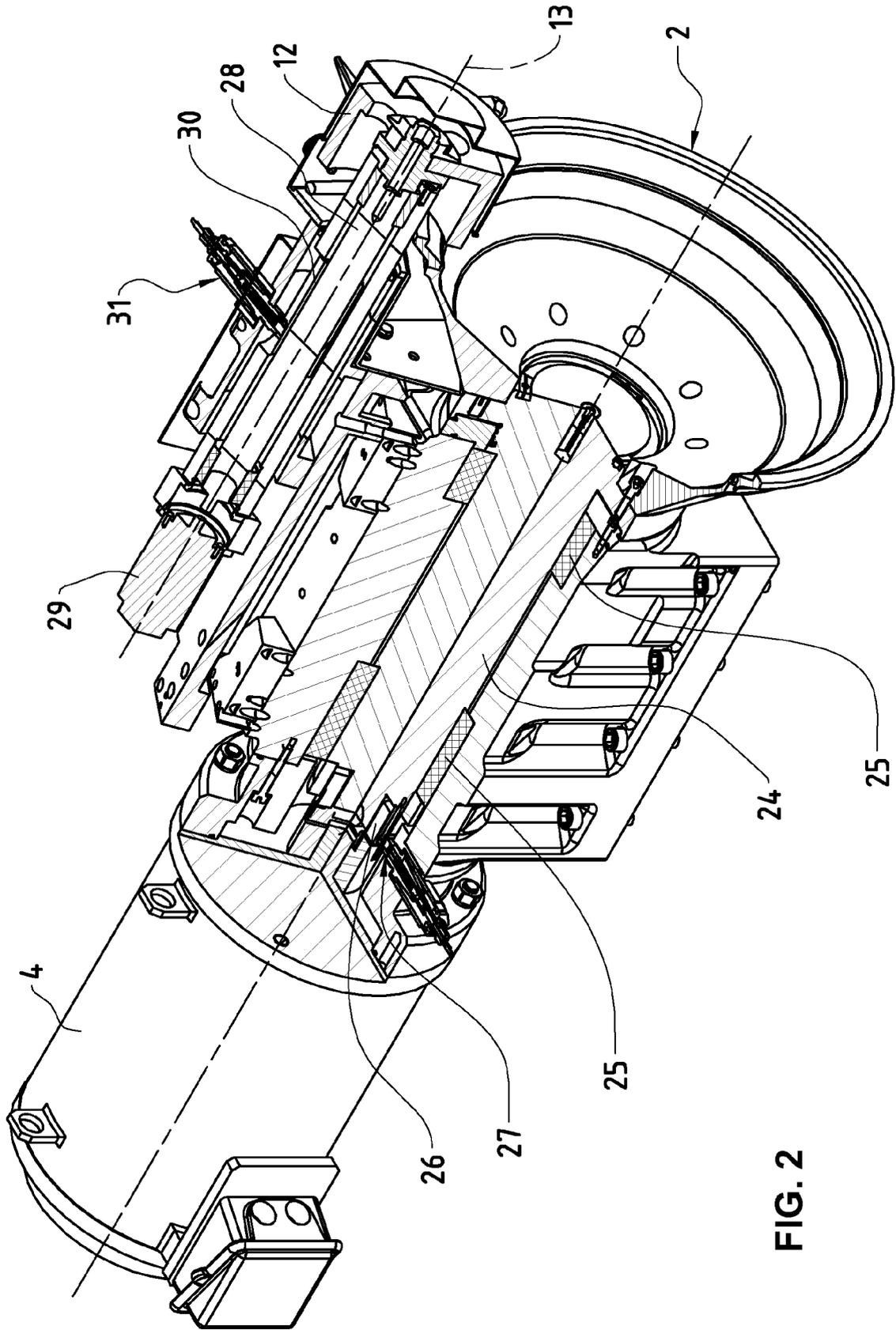


FIG. 2

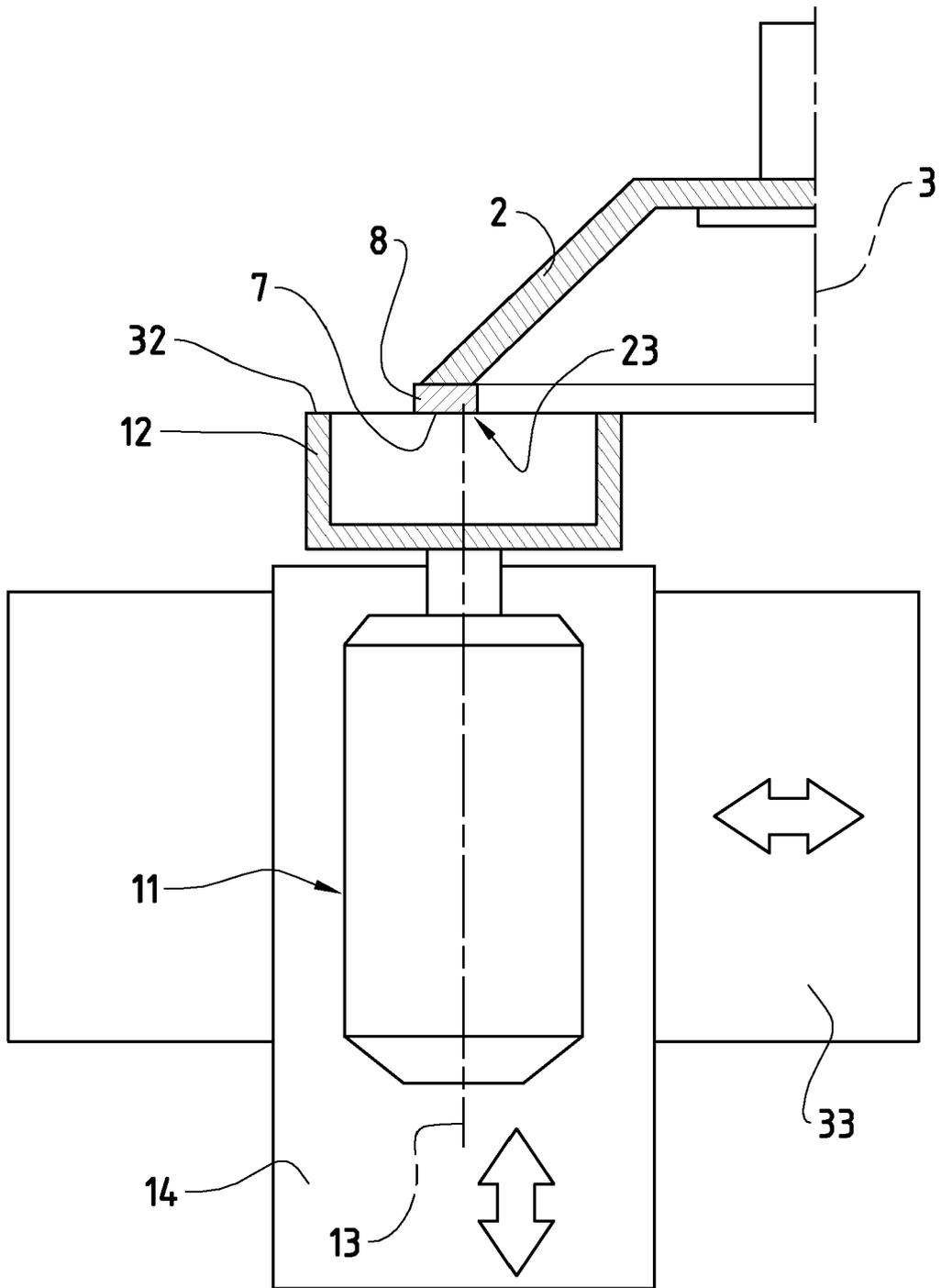


FIG. 3

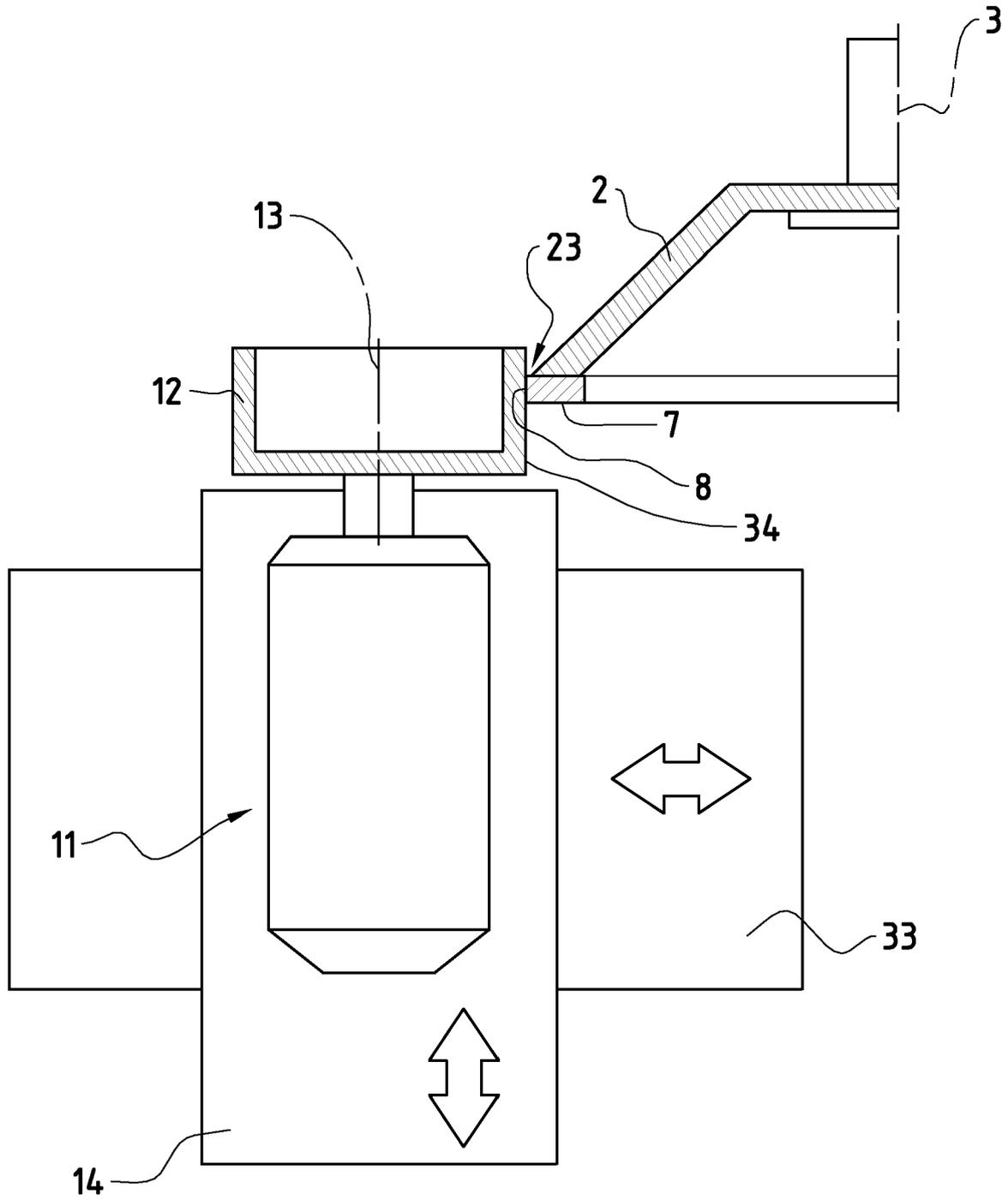


FIG. 4

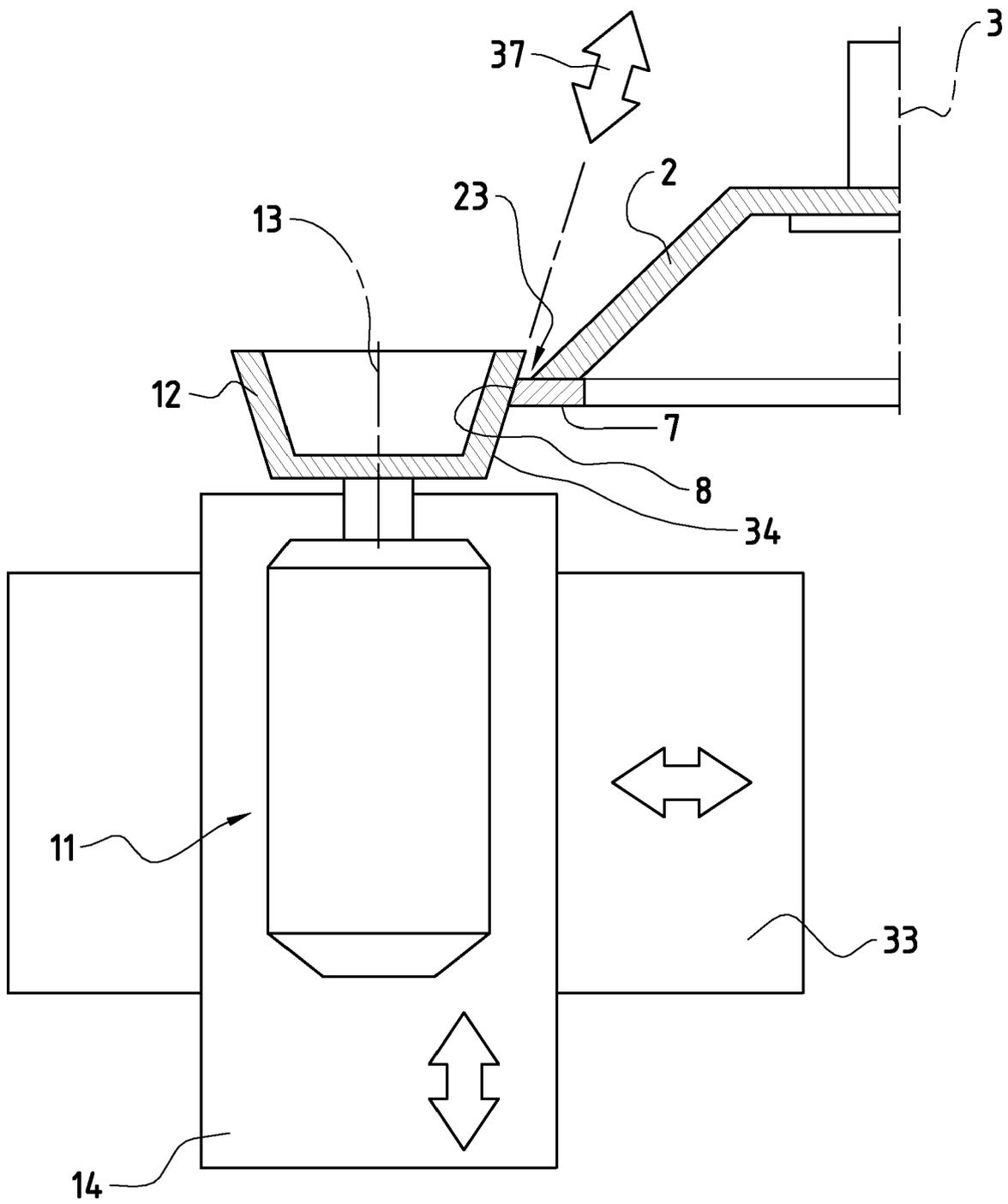


FIG. 5





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 1 470 894 A (AGATHON AG MASCHF [CH]) 27. Oktober 2004 (2004-10-27) * Spalten 24-27; Anspruch 3; Abbildungen * -----	1-20	INV. B24B3/34 B24B53/00
A	DE 40 33 137 C1 (WENDT GMBH, 4005 MEERBUSCH, DE) 14. November 1991 (1991-11-14) * Spalte 3, Zeile 67 - Spalte 4, Zeile 41; Abbildungen 2a,2b,3 * -----	1,12	
D,A	US 4 710 603 A (OBARA HARUKI [JP]) 1. Dezember 1987 (1987-12-01) * das ganze Dokument * -----		
			RECHERCHIERTER SACHGEBIETE (IPC)
			B24B B25H
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>15. Mai 2008</b>	Prüfer <b>Gelder, Klaus</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1  
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 07 12 3579

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

15-05-2008

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1470894 A	27-10-2004	AT 333966 T	15-08-2006
DE 4033137 C1	14-11-1991	EP 0481348 A2	22-04-1992
		JP 5131365 A	28-05-1993
		US 5194126 A	16-03-1993
US 4710603 A	01-12-1987	DE 3577668 D1	21-06-1990
		EP 0174372 A1	19-03-1986
		JP 1688235 C	11-08-1992
		JP 3055251 B	22-08-1991
		JP 60180718 A	14-09-1985
		WO 8503894 A1	12-09-1985

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- US 4710603 A [0039]