



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 668 919 A5

⑤① Int. Cl.4: B 01 F 13/08
F 04 D 13/04

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑳ Gesuchsnummer: 2204/84

⑦③ Inhaber:
Dieter Alex Rufer, Emmenbrücke

㉔ Anmeldungsdatum: 07.05.1984

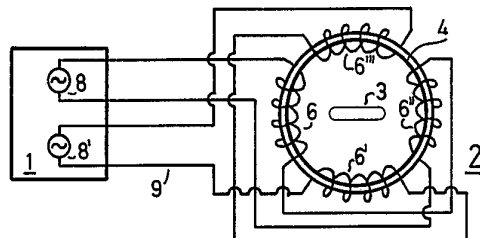
㉔ Patent erteilt: 15.02.1989

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 15.02.1989

⑦② Erfinder:
Rufer, Dieter Alex, Emmenbrücke

⑤④ **Gerät zum Rühren oder Pumpen eines Mediums.**

⑤⑦ Zum Rühren oder Pumpen wird ein in einem Gefäss oder in einem Rohr drehbar gelagerter und geeignet geformter magnetischer Rotor (3), der in direktem Kontakt mit dem zu rührenden oder zu pumpenden Medium steht, durch ein drehendes Magnetfeld einer elektromagnetischen Antriebsvorrichtung (2) angetrieben. Das drehende Magnetfeld wird durch mehrere von phasenverschobenen Wechselströmen (8, 8') angesteuerte Spulensegmente (6, 6', 6'') erzeugt, welche auf einem ringförmigen Kern (4) aus ferromagnetischem Material angebracht sind. Bei geeigneter Anordnung und Ansteuerung der Spulensegmente ergibt sich für den in der Nähe der Ringachse angeordneten Rotor eine sehr gleichmässige Drehung, da mit der erfindungsmässigen Konstruktion auf diskrete ferromagnetische Pole verzichtet werden kann. Dank dem ringförmigen Aufbau des Kerns kann auch in einem Gefäss mit einem zentralen unteren Auslass gerührt werden. Die elektromagnetische Antriebsvorrichtung (2) mit Kern und Bewicklung, die nur durch ein Zuleitungskabel mit der Speiseeinrichtung (1) verbunden zu sein braucht, kann kompakt, dicht und chemisch resistent gebaut werden.



PATENTANSPRÜCHE

1. Gerät zum Rühren oder Pumpen eines Mediums mit einer Speiseeinrichtung (1), einer elektromagnetischen Antriebsvorrichtung (2) und einem ganz oder teilweise im Medium befindlichen, frei drehbaren magnetischen Rotor (3), der beim Drehen eine rührende oder pumpende Wirkung ausübt, dadurch gekennzeichnet, dass die Speiseeinrichtung (1) phasenverschobene Wechselströme liefert und damit die elektromagnetische Antriebsvorrichtung (2) erregt, welche einen ringförmigen Kern (4) aus ferromagnetischem Material aufweist, der mit mindestens zwei feststehenden Magnetpulensegmenten (5, 5', 5'') in der Art eines Ringkerns bewickelt ist, wodurch die elektromagnetische Antriebsvorrichtung ein Drehmagnetfeld erzeugt, welches den Rotor (3) in Drehung versetzt.

2. Gerät zum Rühren oder Pumpen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der ringförmige Kern (4) keine diskreten ferromagnetischen Pole aufweist.

3. Gerät zum Rühren oder Pumpen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Speiseeinrichtung (1) mindestens zwei phasenverschobene Wechselströme liefert.

4. Gerät zum Rühren oder Pumpen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die elektromagnetische Antriebsvorrichtung (2) vier Spulensegmente (6, 6', 6'', 6''') in im wesentlichen symmetrischer Anordnung aufweist, welche paarweise zusammengeschaltet sind und dass sie von zwei phasenverschobenen Wechselströmen (8, 8') angesteuert werden.

5. Gerät zum Rühren und Pumpen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die elektromagnetische Antriebsvorrichtung (2) aus mindestens zwei Teilen (19 und 19') besteht und sich öffnen lässt, wobei jeder Teil nur ganze Magnetpulensegmente enthält.

6. Gerät zum Rühren oder Pumpen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die elektromagnetische Antriebsvorrichtung (2) durch eine Beschichtung oder Umhüllung geschützt ist und dass die elektromagnetische Antriebsvorrichtung (2) auch im Medium selber eingesetzt werden kann.

7. Gerät zum Rühren oder Pumpen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Speiseeinrichtung (1) eine programmierte Speisefolge abgibt, welche Veränderungen der Frequenz, der Amplitude oder des Drehsinns aufweisen kann und wobei die Parameter des Programms wählbar sein können.

8. Gerät zum Rühren oder Pumpen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass auf mindestens einer Seite des Rotors (3') ein Lager (20, 21) zur Aufnahme von axialen Kräften angebracht ist, welches von elastischen Elementen (22) im Innern eines Gefässes oder Rohres (23) fixiert ist.

9. Gerät zum Rühren oder Pumpen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die elektromagnetische Antriebsvorrichtung (2) zusätzlich mit einer Heiz- oder Kühleinrichtung (14) versehen ist.

BESCHREIBUNG

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Gerät zum Rühren oder Pumpen eines Mediums, wobei ein in einem Gefäss oder Rohr frei drehbarer und geeignet geformter magnetischer Rotor von einem drehenden Magnetfeld angetrieben wird.

Durch Rühren werden Flüssigkeits- oder Gasteilchen in zirkulierende Bewegung versetzt, wodurch vor allem Konzentrations- und Temperaturunterschiede rascher ausgeglichen werden. Rühren beschleunigt den Lösevorgang von

Feststoffen und Gasen, wie auch den Stofftransport bei Extraktionen und hat bei der Durchführung von chemischen Reaktionen eine sehr grosse Bedeutung: Durch ungenügendes Rühren kann die Produktzusammensetzung und die Ausbeute verschlechtert werden oder es können sich sogar Explosionen ereignen.

Beim Pumpen erhält die Flüssigkeit oder das Gas vor allem eine gerichtete lineare Bewegung, was meist zum Transport des Mediums von einem Gefäss in ein anderes Gefäss ausgenützt wird. In einigen Fällen, so z. B. beim Schlaufenreaktor in der chemischen Technik, werden Pumpen auch eingesetzt, um die beim Rühren erwähnten Effekte zu erreichen, in dem das Medium vom Ausgang der Pumpe wieder zum Eingang zurückgeführt wird.

Schon lange ist deshalb ein universelles Gerät gesucht, welches das zu behandelnde Medium in universelle Bewegung versetzen kann, so, dass mittels geeignet geformter Rotoren verschiedene Funktionen ausgeführt werden können wie Rühren und Pumpen, bzw. weitere Funktionen wie z. B. Begasen des Mediums. Weiter ist es wichtig, diese Bewegung des Mediums in verschiedenen Gefässformen bzw. an beliebigen Stellen einer chemischen Apparatur einsetzen zu können, d. h. also eine universelle Anwendbarkeit zu erreichen.

Rührer, bei denen ein permanentmagnetischer Rührkörper von einem drehenden Magnetfeld angetrieben wird, sind vor allem in chemischen Laboratorien, wo nur kleine Flüssigkeitsmengen gerührt werden müssen, weit verbreitet. Bei den bisher üblichen Rührern dieser Art wird das drehende Magnetfeld durch Rotation eines auf der Achse eines Elektromotors zentriert befestigten Permanentmagneten erzeugt.

Bei diesen herkömmlichen Antriebsgeräten wirkt sich das Vorhandensein von mechanisch bewegten Teilen vor allem im Dauerbetrieb, wo nicht eine ständige Überwachung stattfinden kann, nachteilig auf die Betriebssicherheit aus. Diese Geräte sind im allgemeinen aus konstruktiven Gründen voluminös und schwer, was für den Einsatz bei empfindlichen und komplizierten Glasapparaturen und für die Anwendung bei engen Platzverhältnissen, wie sie etwa in optischen Messgeräten vorkommen, nachteilig ist. Die Regelung der Drehzahl des antreibenden Motors ist aufwendig, wie auch die Konstruktion eines wasserdichten und korrosionsfesten Gerätes zum Einsatz in thermostatierten Bädern. Zudem ist die Anwendung der herkömmlichen Geräte zum Rühren in Gefässen mit einem zentralen unteren Auslass höchstens durch exzentrische Anordnung möglich, was die Rührkraft stark herabsetzt.

Es sind verschiedene Vorschläge bekannt geworden (z. B. in Patentschrift CH 501 429), um einige dieser Nachteile dadurch zu eliminieren, dass das drehende Magnetfeld durch feststehende Elektromagnete erzeugt wird.

Bei einigen dieser vorgeschlagenen Konstruktionen neigt aber der Rührkörper zu einem ungleichmässigen Lauf und zum Springen, selbst dann, wenn die Spulen nicht mit impulsförmigem Wechselstrom, sondern mit sinusförmigem Wechselstrom gespeist werden. Diese Erscheinungen setzen die maximal erreichbare Drehzahl und die Drehkraft herab, sie sind besonders bei wechselnden Lastverhältnissen, wie sie beim Ablauf von chemischen Reaktionen im Rührgut vorkommen können, für die Betriebssicherheit sehr nachteilig.

Eine weitere bekanntgewordene Konstruktion (Patentschrift CH 617 360 A5) versucht den unruhigen Lauf dadurch zu verhindern, dass auf der gedachten Drehachse des Rührkörpers und in dessen Nähe eine feststehende Platte aus weichmagnetischem Material, wie z. B. Mu-Metall, angebracht wird. Bei diesem Vorschlag werden aber wünschbare Eigenschaften auf Kosten der Wirksamkeit erzielt, da ja die weichmagnetische Platte den Permanentmagneten des Rührkörpers abschirmt. Zudem muss der Abstand zwischen der

weichmagnetischen Platte und dem Rührkörper klein gehalten werden, um eine deutliche Wirkung zu erzielen und die Konstruktion eignet sich nicht zum Rühren in einem Gefäß mit einem zentralen unteren Auslass.

Die Wirksamkeit der bisherigen Konstruktionen leidet oft auch darunter, dass die Elektromagnete nahe beieinander angeordnete Schenkel, Kerne oder Polschuhe aufweisen und dadurch ein wesentlicher Teil der magnetischen Feldlinien nicht zum gewünschten Wirkungsraum gelangt.

Die bisherigen Konstruktionen leiden also unter beschränkter Anwendbarkeit, unter schlechtem bzw. unregelmäßigem Lauf oder unter hohen magnetischen Verlusten, sie erfordern oft einen voluminösen, aufwendigen und kostspieligen Aufbau.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, diese bisherigen Nachteile zu überwinden und ein Gerät zum Rühren oder Pumpen eines Mediums zu schaffen, welches universell anwendbar ist, kompakt und kostengünstig hergestellt werden kann und einen hohen magnetischen Wirkungsgrad aufweist.

Diese Aufgabe ist erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass ein Gerät zum Rühren oder Pumpen eines Mediums mit einer Speiseeinrichtung, einer elektromagnetischen Antriebsvorrichtung und einem ganz oder teilweise im Medium befindlichen, frei drehbaren magnetischen Rotor, der beim Drehen eine rührende oder pumpende Wirkung ausübt, vorgesehen ist, wobei die Speiseeinrichtung phasenverschobene Wechselströme liefert und damit die elektromagnetische Antriebsvorrichtung erregt, welche einen ringförmigen Kern aus ferromagnetischem Material aufweist, der mit mindestens zwei feststehenden Magnetspulensegmenten in der Art eines Ringkerns bewickelt ist, wodurch die elektromagnetische Antriebsvorrichtung ein Drehmagnetfeld erzeugt, welches den Rotor in Drehung versetzt.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnungen beispielsweise erläutert. Dabei zeigen:

Figuren 1 und 2 das Prinzip einer ersten und einer zweiten Ausführungsform der Erfindung,

Figur 3 den Querschnitt eines gewickelten Kerns zusammen mit einem Gefäß mit unterem Auslass,

Figur 4 eine dritte Ausführungsform einer elektromagnetischen Antriebsvorrichtung, welche sich öffnen lässt,

Figur 5 den Längsschnitt einer weiteren Ausführungsform als Pumpe,

Figur 6 eine Variante der Lagerhalterung der Ausführungsform von Figur 5.

Das Ausführungsbeispiel in Figur 1 zeigt eine Speiseeinrichtung 1, welche drei je 120° zueinander phasenverschobene Wechselströme 7, 7', 7'' liefert und welche über eine Zuleitung 9 auf drei Magnetspulensegmente 5, 5', 5'' der elektromagnetischen Antriebsvorrichtung geführt werden. Ein ringförmiger Kern 4 aus weichmagnetischem Material ist in der Art eines Ringkerns mit diesen Magnetspulensegmenten bewickelt. Durch Erregung der Spulensegmente mittels der phasenverschobenen Wechselströme entsteht in der Umgebung der Achse des ringförmigen Kerns ein drehendes Magnetfeld, welches einen frei drehbaren magnetischen Rotor 3, hier in Form eines permanentmagnetischen Rührkörpers, in Drehung versetzt. Weichmagnetische Ringkerne sind handelsübliche Produkte und werden, mit einer anderen Beschaltung der Wicklung oder der Wicklungen, in streufeldarmen Drosseln, Übertragern und Transformatoren verwendet.

Figur 2 zeigt schematisch eine besonders einfache und wirkungsvolle Ausführungsform mit vier Magnetspulensegmenten 6, 6', 6'', 6''', welche aber mit nur zwei um zirka 90° phasenverschobenen Wechselströmen 8, 8' angesteuert werden. Der ringförmige Kern hat, wie auch bei der ersten Aus-

führungsform von Figur 1, keine diskreten ferromagnetischen Pole. Die vier Wicklungen sind möglichst symmetrisch auf dem Kern 4 angeordnet und das Kernmaterial hat weichmagnetische Eigenschaften und möglichst feldstärkenunabhängige Permeabilität. Es ergibt sich dann bei Ansteuerung mit sinusförmigen, 90° phasenverschobenen Wechselströmen ein sehr gleichmässiges Drehmagnetfeld. Da der sich in der Nähe der Achse des ringförmigen Kerns befindliche Rührkörper bzw. Rotor 3 nicht an diskreten ferromagnetischen Polen hängenbleiben kann, wird er in gleichmässige Drehung versetzt. Diese Gleichmässigkeit der Drehung ist für eine gute Übertragung der Rührkraft und für eine hohe maximale Drehzahl sehr wesentlich.

Figur 3 zeigt einen Querschnitt durch den bewickelten Kern dieser zweiten Ausführungsform. Der Rührkörper bzw. Rotor 3 befindet sich mit der zu rührenden Flüssigkeit bzw. Medium 12 in einem Gefäß 11. Dieses Gefäß kann auch mit einem zentralen unteren Auslass 13 ausgerüstet sein, der z. B. mit einem Hahnen 15 verschlossen ist. Solche Gefässe werden in chemischen Laboratorien vielfach gebraucht. Die Speiseeinrichtung 1, welche die Wechselströme liefert, ist mit einem mehradrigen Kabel als Zuleitung 9 mit der Bewicklung des Kerns verbunden. Die Wicklungen der Magnetspulensegmente 6, 6', 6'', 6''' und der Kern 4 sind mit geeigneten Kunststoffmassen, wie z. B. Epoxharz, imprägniert und beschichtet 10. Dadurch wird dieser Teil des Gerätes z. B. auch zur Anwendung in einem Wasserbad geeignet. Je nach Medium und Anwendung können verschiedene geeignete Beschichtungen, Schutzschichten oder Umhüllungen angebracht werden zum Schutze gegen Korrosion oder Funktionsbeeinträchtigung.

Figur 4 zeigt eine weitere Ausführungsform, wobei die elektromagnetische Antriebsvorrichtung 2 aus zwei Teilen 19 und 19' besteht, welche sich um ein an einer Halterung 18 befindliches Gelenk 16 öffnen lassen. Durch die Möglichkeit des Öffnens der Antriebsvorrichtung wird die Installation in vielen Fällen erleichtert. In Figur 4 ist der Ring in der zum Gebrauch geschlossenen Form gezeigt, die beiden Ringteile werden durch eine Schliessvorrichtung 17 zusammengehalten, welche beispielsweise aus zwei Haftmagneten oder aus einem Riegel bestehen kann. Der Kern und die Bewicklung sind auch hier korrosionsfest imprägniert und beschichtet und durch die Zuleitung 9 mit der Speiseeinrichtung 1 verbunden.

Figur 5 zeigt den Längsschnitt einer weiteren, als Pumpe dienenden Ausführungsform der Erfindung. Hier umgibt der bewickelte und beschichtete Kern 4 ein Rohr 23, welches das Medium in der durch den Pfeil A angegebenen Richtung führt. Ein speziell geformter magnetischer Rotor 3' im Innern des Rohres entfaltet dabei durch die Wirkung von Flügeln beim Drehen eine pumpende Wirkung. Zwei Lagerelemente 20 des Rotors werden dabei von den Lagerhalterungen 21 aufgenommen. Letztere sind durch elastische Einspannelemente 22 im Innern des Rohres fixiert.

Die Erfindung kann auch zur Erhöhung der Stoffaustauschgeschwindigkeit beim Begasen von Flüssigkeiten oder beim Extrahieren nutzbringend angewendet werden. Dabei wird der magnetische Rotor 3', als geeigneter Begasungs- oder Extraktionskörper ausgebildet, vorzugsweise mit senkrechter Achse, durch ein erfindungsmässig erzeugtes Drehmagnetfeld angetrieben. Der Rotor kann dabei beispielsweise durch ein oder zwei der in den Figuren 5 oder 6 gezeigten Lagerhalterungen 21 gestützt werden.

Die zwei um 90° phasenverschobenen Wechselspannungen der Speiseeinrichtung zur Ansteuerung eines ringförmigen Kerns mit vier Wicklungen können beispielsweise mit einem handelsüblichen integrierten Funktionsgenerator, zusammen mit anderen elektronischen Bauelementen, syntheti-

siert werden. Der Sinus-Ausgang ist die eine Phase. Mit vier Analog-Rechenschaltungen und einem vierfach Analog-Multiplexer wird aus dem Signal des Dreieck-Ausgangs eine 90° phasenverschobene Dreiecksspannung erzeugt. Ein geeigneter Dreieck-Sinus-Wandler liefert daraus die zweite Phase. Die Wechselspannungen können auch digital erzeugt und mit einem DA-Wandler in ein analoges Signal umgewandelt werden.

Oft ist es nötig, beim Starten die Drehzahl an der Speiseeinrichtung langsam auf den gewünschten Wert zu steigern, damit der Rotor nicht aus dem Takt fällt. Bei einer fünften Ausführungsform der Erfindung wird dieser Startvorgang durch Schalterbetätigung automatisch ausgeführt. Die entsprechende elektrische Schaltung wird besonders einfach, wenn ein spannungsgesteuerter Oszillator als frequenzgebendes Element verwendet wird. Die mittlere Anstiegsgeschwindigkeit der Frequenz kann dann als Parameter beispielsweise an einem variablen Widerstand, über den ein Kondensator aufgeladen wird, gewählt werden. Bei digitaler Erzeugung der Wechselspannungen lässt sich die Startautomatik softwaremässig verwirklichen durch ein Speiseprogramm für den Ablauf der Speiseströme und damit der Bewegung des Rotors. Manchmal wird beim Rühren die Umkehr der Rührrichtung nach einer gewissen Zeit oder auch nur ein Rütteln des Rührkörpers gewünscht. Auch diese Ausführungsformen lassen sich unschwer verwirklichen.

Als weitere vorteilhafte Ausführungsform kann die Antriebsvorrichtung 2 zusätzlich mit einer Heiz- oder Kühleinrichtung kombiniert werden. In Figur 3 ist der bewickelte ringförmige Kern in eine Heizkalotte 14 eingebaut, eine vor allem zum Destillieren und Durchführen von chemischen Reaktionen in Rundkolben geeignete Version.

Der anspruchsmässige Umfang der Erfindung ist nicht auf die hier beschriebenen Beispiele begrenzt. So können bei-

4

spielsweise praktisch nützliche Geräte auch mit anderen als den beschriebenen Phasenverschiebungen, Kurvenformen oder Anordnungen der Spulen auf dem ringförmigen Kern gebaut werden. Die Spulensegmente in den Figuren 1 und 2 sind symbolische Darstellungen und machen keine Angaben über die Anzahl der Windungen pro Spulensegment. Die Windungszahlen der Magnetspulen ergeben sich aus der benötigten magnetischen Durchflutung und der Stromstärkeamplitude der Speiseeinrichtung. Der ringförmige ferromagnetische Kern kann aus massivem oder, zur Verminderung von Wirbelströmen, unterteiltem Material gefertigt sein. Die Segmentierung des Kerns kann zur kostengünstigen Herstellung der elektromagnetischen Antriebsvorrichtung beitragen.

Es gab schon früher einen Vorschlag (Patentschrift CH 612 855 A5) für eine Anordnung von feststehenden Magnetspulen, welche es gestatten würde, z. B. in einem Gefäss mit einem zentralen unteren Auslass zu rühren. Dabei wurden einzelne Spulen mit ihren Kernen im Innern eines Ringes radial angeordnet. Der Ring diente bei diesem Vorschlag nur als magnetisches Joch und nicht als Spulenkern. Die wesentliche Verbesserung durch die vorliegende Erfindung ist die Verwendung eines ringförmigen Kerns, womit auf diskrete ferromagnetische Pole verzichtet werden kann. Obschon diskrete ferromagnetische Pole im allgemeinen schädlich und daher nicht wünschenswert sind, schliesst die vorliegende Erfindung die zusätzliche Anwendung solcher Pole in einem speziellen Bedarfsfall nicht aus.

Die in der vorstehenden Beschreibung, in den Zeichnungen sowie in den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln, als auch in geeigneten Kombinationen für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausführungsformen wesentlich sein.

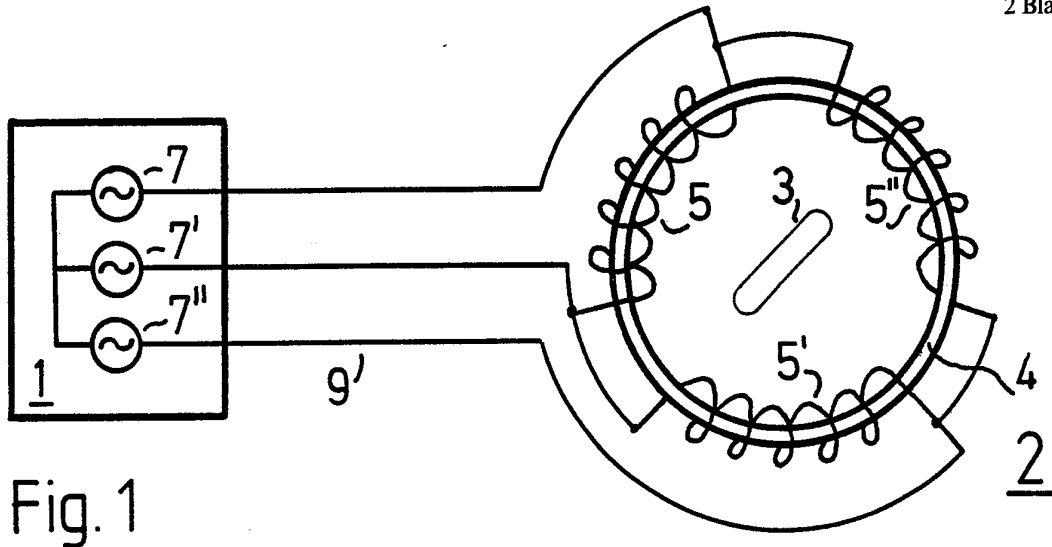


Fig. 1

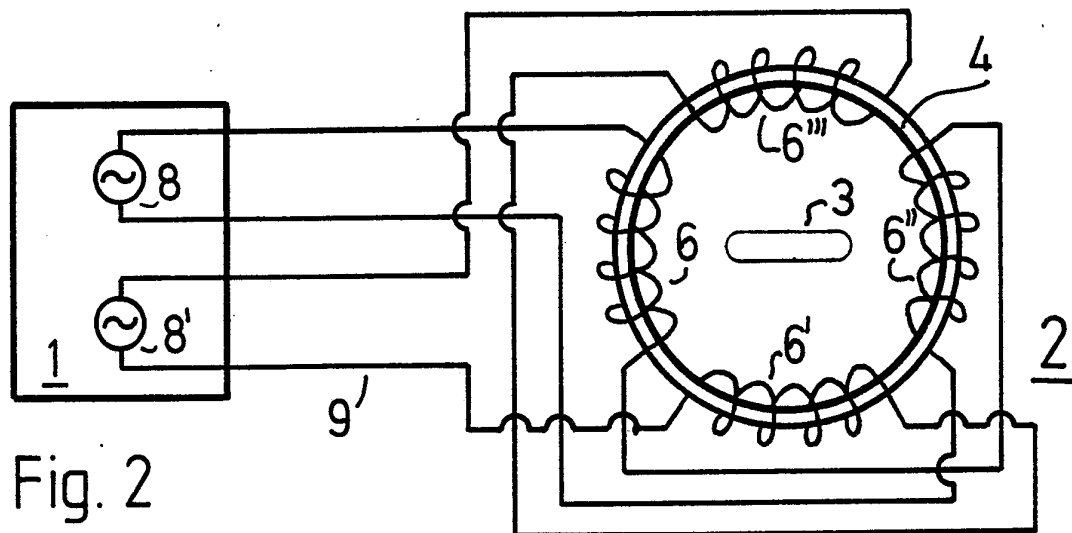


Fig. 2

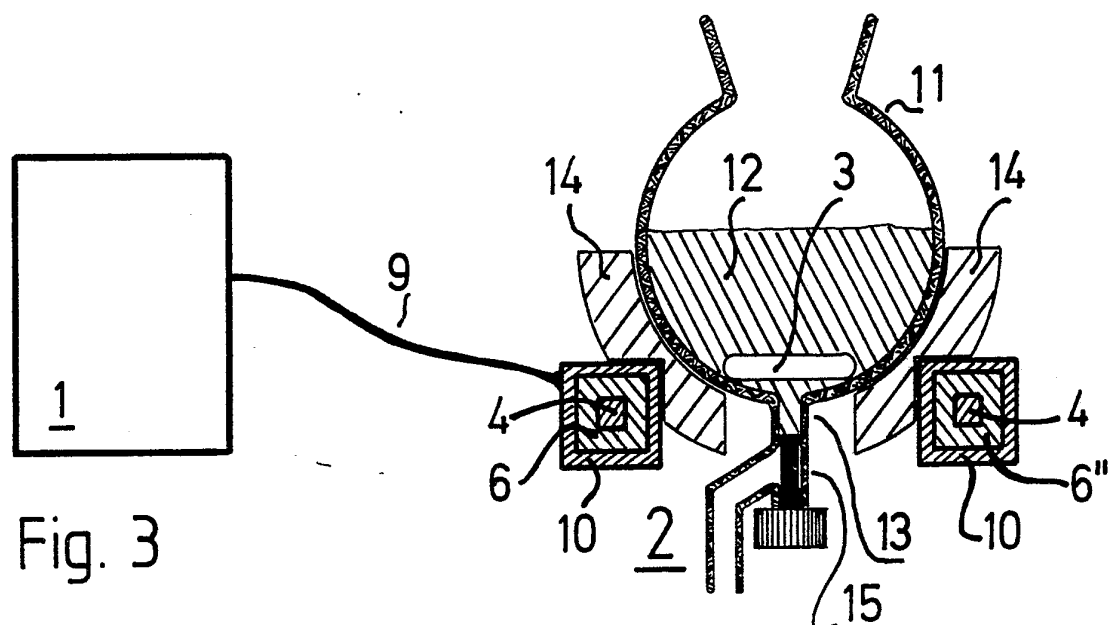


Fig. 3

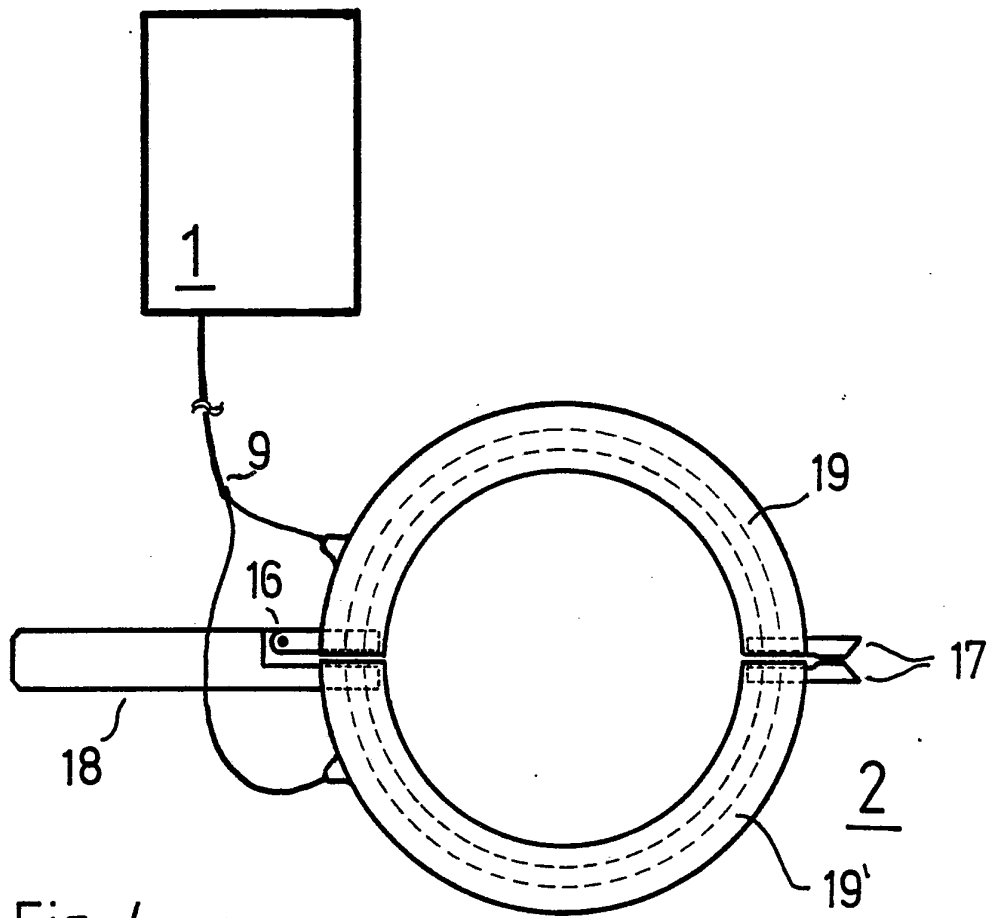


Fig. 4

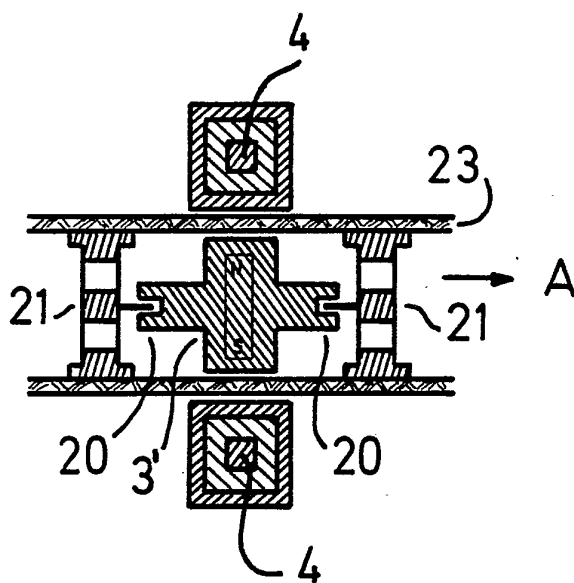


Fig. 5



Fig. 6