



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 42 050 A1** 2005.04.07

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 42 050.9**

(22) Anmeldetag: **11.09.2003**

(43) Offenlegungstag: **07.04.2005**

(51) Int Cl.7: **H02K 1/27**

**H02K 3/32, H02K 7/14, F04D 13/06**

(71) Anmelder:

**BSH Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH,  
81739 München, DE**

(72) Erfinder:

**Kalavsky, Michal, Kosice, SK; Filippis, Pietro De,  
Varazze, IT**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

**FR 27 69 424 A1**

**GB 23 23 217 A**

**EP 10 65 777 A1**

**EP 08 44 722 A1**

**JP 08-0 47 190 A**

**JP 2002-2 72 032 A**

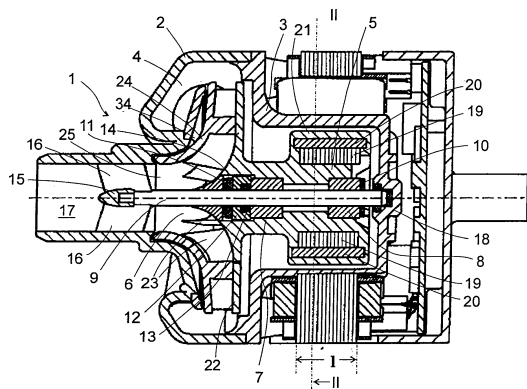
**JP 2001-0 25 193 A**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Elektrische Maschine und diese verwendende Pumpe**

(57) Zusammenfassung: Bei einer elektrischen Maschine mit einem permanentmagnetischen Rotor (5) und einem mit stromführenden Wicklungen versehenen Stator (27) ist der Rotor (5) in Umfangsrichtung mit wenigstens sechs Permanentmagneten (20) bestückt, deren Außenflächen, bezogen auf die radiale Richtung des Rotors (5), eben sind. In einer von der elektrischen Maschine angetriebenen Pumpe (1) verläuft ein Spalt (34) zwischen einer Wand (3) der Pumpenkammer (4) und einem darin montierten Flügelrad (6). Ein Mündungsbereich, in dem der Spalt (34) auf einen Einlasskanal (17) der Pumpenkammer (4) mündet, verläuft radial auf den Einlasskanal (17) zu und axial in Richtung der Strömung im Einlasskanal (17).



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine elektrische Maschine und deren Anwendung in einer Pumpe, insbesondere einer Wasserpumpe für ein Haushaltsgerät. Die elektrische Maschine ist vom Typ mit einem permanentmagnetischen Rotor und einem mit Strom führenden Wicklungen versehenen Stator. Eine solche Maschine arbeitet, indem die Wicklungen in einem vorgegebenen zeitlichen Muster so mit Strom beauftragt werden, dass sie am Ort des Rotors ein rotierendes Magnetfeld erzeugen, in dem der Rotor sich auszurichten versucht und so eine Welle antreibt, oder indem der über die Welle von außen angetriebene Rotor ein rotierendes Magnetfeld erzeugt, das in den Wicklungen des Stators oszillierende Ströme induziert.

**[0002]** Um im Luftspalt zwischen Rotor und Stator einen möglichst hohen magnetischen Fluss zu erzeugen, ist man bestrebt, diesen Luftspalt möglichst eng zu machen. Die hierfür üblicherweise verwendeten Magneten mit kreisförmigen Außenflächen sind jedoch aufwendig herzustellen und dementsprechend kostspielig.

## Aufgabenstellung

**[0003]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, eine elektrische Maschine anzugeben, die ohne nennenswerte Abstriche an der Leistungsfähigkeit preiswerter realisierbar ist als eine elektrische Maschine herkömmlicher Bauart mit vergleichbaren Abmessungen oder vergleichbarem Gewicht.

**[0004]** Die Aufgabe wird dadurch gelöst, dass bei einer elektrischen Maschine mit einem permanentmagnetischen Rotor und einem mit Strom führenden Wicklungen versehenen Stator der Rotor in Umfangsrichtung mit wenigstens sechs Permanentmagneten mit ebenen Außenflächen, bezogen auf die radiale Richtung des Rotors, bestückt ist.

**[0005]** Der Verzicht auf die Krümmung der Außenflächen der Magneten erlaubt es, diese wesentlich preiswerter herzustellen als herkömmliche Magnete mit kreissegmentförmigen Außenflächen. Im Idealfall sind die Magneten der erfindungsgemäßen Maschine einfach quaderförmig.

**[0006]** Zwar wird mit der ebenen Außenfläche der Magneten ein im Mittel verbreiteter Luftspalt zwischen ihnen und den Polschuhen des Stators in Kauf genommen, doch ist diese Verbreiterung umso geringer, je größer die Zahl der am Rotor angeordneten Magneten ist, und kann bei einer Zahl von sechs Magneten in Kauf genommen werden.

**[0007]** Dies gilt insbesondere für Bauformen einer elektrischen Maschine, die ohnehin einen breiten

Luftspalt erfordern, insbesondere bei einer sogenannten Nassläufer-Maschine, das heißt einer Maschine, deren Rotor von einem Kühlmittel umspült ist. Die Wand einer Kammer einer solchen Maschine, die das Kühlmittel einschließt, erstreckt sich vorzugsweise durch den Luftspalt zwischen Stator und Rotor, um das Kühlmittel von stromführenden Leitungen am Stator fernzuhalten, so dass die Breite des Luftspaltes bei einer solchen Maschine ausreichend sein muss, um darin die Wand und eine Schicht des Kühlmittels mit einer für eine wirksame Kühlung ausreichenden Dicke unterzubringen.

**[0008]** Diese Wand muss einerseits fest sein, damit sie im Betrieb den Rotor nicht berührt, andererseits sollte sie aber möglichst dünn sein, damit der Luftspalt zwischen Stator und Rotor nicht breiter als unbedingt erforderlich gemacht werden muss. Um diese Anforderungen zu erfüllen, ist die Wand vorzugsweise in einem zwischen zwei Polschuhen des Stators gelegenen Bereich stärker als in einem einem Polschuh gegenüberliegenden Bereich.

**[0009]** Um die Permanentmagnete vor Korrosion durch das Kühlmittel oder anderen Umgebungseinflüssen zu schützen, sind sie vorzugsweise mit einem Kunststoffkörper, insbesondere von zylindrischer Form, umformt. Dessen Wandstärke trägt ebenfalls zu einer erforderlichen Mindestbreite des Luftspaltes bei.

**[0010]** Um eine schnelle und präzise Montage der Magnete am Rotor zu ermöglichen, sind vorzugsweise an der Umfangsfläche eines Kerns des Rotors Aussparungen gebildet, die die Magneten formschlüssig aufnehmen.

**[0011]** Die axiale Länge eines solchen, vorzugsweise geblechten, Rotorkerns sollte geringfügig kleiner als die der Magneten sein, um eine starke Induktion über den Luftspalt zu erreichen.

**[0012]** Um eine hohe Leistung der Maschine bei kompakter Bauform zu erzielen, sollte der im Rotor zur Verfügung stehende Platz für möglichst viel Magnetmasse genutzt werden, insbesondere sollte der Abstand zwischen in Umfangsrichtung benachbarten Kanten benachbarter Magnete nicht mehr als 30%, besser nicht mehr als 20% der Kantenlänge der Magnete in Umfangsrichtung betragen.

**[0013]** Bevorzugt sind Magnete hoher Koerzitivität, insbesondere aus NdFeB.

**[0014]** Um ein günstiges Verhältnis von Leistung zu Masse der Maschine zu erzielen, sollte das Verhältnis des Umfangs der Wicklungskerne – und damit einer auf diese zu wickelnden Drahtlänge bzw. -masse – zur Querschnittsfläche der Wickelkerne möglichst klein sein, insbesondere sollte die Ausdehnung der

Wicklungskerne in axiale Richtung nicht mehr als das Vierfache ihrer Ausdehnung in Umfangsrichtung betragen.

**[0015]** Um eine Maschine mit gutem Gleichlauf und geringer Geräuscentwicklung zu erhalten, stehen den sechs Magneten des Rotors vorzugsweise neun Phasen des Stators gegenüber. Diese sind jeweils periodisch abwechselnd mit drei verschiedenen Phasen beschaltet.

**[0016]** Eine bevorzugte Anwendung der elektrischen Maschine ist die als Motor einer Pumpe. In diesem Fall kann die den Rotor aufnehmende Kühlmittelkammer mit der Pumpenkammer kommunizierend ausgebildet sein, so dass ein von der Pumpe gepumptes Fluid gleichzeitig als Kühlmittel wirken kann.

**[0017]** Wenn der Rotor der Maschine, wie oben erläutert, mit einem Kunststoffkörper umformt ist, so kann dieser vorteilhaft einteilig mit einem Flügelrad der Pumpe ausgebildet sein.

**[0018]** Um den Wirkungsgrad der Pumpe beeinträchtigende Verwirbelungen zu vermeiden, ist bevorzugt, dass ein Spalt zwischen einer Wand der Pumpenkammer und dem Flügelrad, der auf einen Einlasskanal der Pumpenkammer mündet, in dem Mündungsbereich radial auf den Einlasskanal zu und axial in Richtung der Strömung im Einlasskanal verläuft, so dass eine Strömung durch diesen Spalt unter einem spitzen Winkel auf die Strömung im Einlasskanal trifft.

**[0019]** Zur Vermeidung von Verwirbelungen trägt auch bei, dass der Durchmesser einer an den Einlasskanal anschließenden Einlassöffnung des Flügelrades mit dem Innendurchmesser des Einlasskanals übereinstimmt.

**[0020]** Ein bevorzugtes Anwendungsgebiet der erfindungsgemäßen Pumpe sind wasserführende Haushaltsgeräte wie etwa Wasch- und Spülmaschinen.

#### Ausführungsbeispiel

**[0021]** Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren. Es zeigen:

**[0022]** Fig. 1 einen axialen Schnitt durch eine Pumpe mit integriertem Motor gemäß der Erfindung;

**[0023]** Fig. 2 einen radialen Schnitt durch Stator und Rotor der Pumpe;

**[0024]** Fig. 3 eine perspektivische Ansicht des Rotors;

**[0025]** Fig. 4 einen axialen Schnitt durch den Rotor;

**[0026]** Fig. 5 eine perspektivische Ansicht des Rotorkerns ohne Magnete;

**[0027]** Fig. 6 ein Detail des Rotorkerns aus Fig. 5; und

**[0028]** Fig. 7 ein vergrößertes Detail aus Fig. 1.

**[0029]** Gemäß der Fig. 1 setzt sich das Gehäuse der Pumpe **1** zusammen aus einer vorderen Gehäuseschale **2** und einem topfförmigen Schild **3**, die beide miteinander formschlüssig verbunden sind. Das Gehäuse der Pumpe **1** bildet eine einteilige Pumpenkammer **4**, die in ihrem Inneren einen Rotor **5** mit einem Flügelrad **6** aufnimmt.

**[0030]** Der Rotor **5** ist durch ein vorderes, dem Flügelrad **6** zugewandtes Gleitlager **7** und durch ein hinteres, dem Schild **3** zugewandtes Gleitlager **8** drehbar auf einer Achse **9** gelagert. Um eine axiale Bewegung des Rotors **5** auf der Achse **9** zu verhindern, ist der Rotor **5** an seinen beiden Enden durch je einen Klemmring **10**, **11** fixiert. Zur Reduzierung der axialen Bewegung des Rotors **5** ist ein Axiallager **12** vorgesehen, und zwischen dem Axiallager **12** und dem Gleitlager **7** ist ein O-Ring **13** gefasst, durch den das Gleitlager **7** gegenüber einem Flüssigkeitseintritt, insbesondere gegenüber einem Wassereintritt, abgedichtet und in radialer Richtung elastisch zentriert ist. Zwischen dem Axiallager **12** und dem Klemmring **11** ist ein Gummistoßdämpfer **14** eingefügt.

**[0031]** Die Achse **9** ist an ihrem vorderen, dem Flügelrad **6** zugewandten Ende in einem Sitz **15**, der durch Tragarme **16** in einem Einlasskanal **17** der vorderen Gehäuseschale **2** mittig gehalten ist, und an ihrem hinteren, dem Schild **3** zugewandten Ende in einem Sitz **18**, der in dem Schild **3** gebildet ist, drehfest gelagert.

**[0032]** Der Rotor **5** enthält einen geblechten Rotorkern **19**, der Permanentmagnete **20** trägt und anhand der Fig. 3 bis 6 genauer beschrieben wird. Der Rotorkern **19** und die Magnete **20** sind mit einem Mantel **21** aus Kunststoffmaterial fluiddicht umformt, der einteilig mit dem Flügelrad **6** ausgebildet ist. Das Flügelrad **6** ist in an sich bekannter Weise einteilig aufgebaut aus einem im wesentlichen in einer radialen Ebene verlaufenden Basisflansch **22**, von dem sich in axialer und radialer Richtung erstreckende Schaufeln **23** ausgehen, die wiederum einen Deckflansch **24** tragen. Der Deckflansch **24** hat eine einem abgeschnittenen Rotationshyperboloid ähnliche Form mit einer in Verlängerung des Einlasskanals **17** angeordneten Einlassöffnung **25**.

**[0033]** Fig. 2 zeigt einen Schnitt durch den Motor der Pumpe **1** entlang der Linie II – II aus Fig. 1. Man

erkennt von innen nach außen die Achse **9**, den Rotorkern **19** mit den darauf montierten sechs Magneten **20**, den die Magnete **20** zylinderförmig umgebenden Mantel **21**, einen wassergefüllten Spalt **26**, den Schild **3** und den Stator **27**. Der Stator **27** hat einen äußeren Rahmen, von dem sich radial nach innen neun Wickelkerne **28** erstrecken, die an ihren Enden zu Polschuhen **29** verbreitert sind. Eine Drahtwicklung, die an jedem der Wickelkerne **28** vorhanden ist, ist nur an dreien von ihnen symbolisch dargestellt. Diese drei Wickelkerne, die in einem Winkelabstand von 120 Grad zueinander stehen, sind mit einer gleichen Phase eines von einem elektronischen Wechselrichter gelieferten dreiphasigen Versorgungsstroms geschaltet, dessen andere Phasen die nicht dargestellten Wicklungen der anderen Wickelkerne versorgen.

**[0034]** Die Breite  $b$  der Wickelkerne **28** in Umfangsrichtung beträgt wenigstens ein Viertel ihrer axialen Länge  $l$ , das heißt der Querschnitt der Wickelkerne **28** ist vergleichsweise kompakt. Dadurch wird ein günstiges Verhältnis von gewickelter Drahtlänge beziehungsweise -masse zur Querschnittsfläche der Wickelkerne **28** erzielt, und außerdem können die Wicklungen schnell hergestellt werden, da nur ein vergleichsweise geringer axialer Hub eines den Wicklungsdraht liefernden, beim Wickeln um die Wicklungskerne herumlaufenden Führungswerkzeugs erforderlich ist.

**[0035]** Die im Schnitt der **Fig. 2** zylindrische Wand des Schildes **3** ist in Abschnitte unterschiedlicher Wandstärke unterteilt. Abschnitte **30**, die jeweils einem Polschuh **29** gegenüberliegen, haben eine geringe Wandstärke, während in einem Zwischenraum zwischen zwei Polschuhen **29** Abschnitte **31** durch nach außen gerichtete Rippen verstärkt sind, um dem Schild **3** die erforderliche mechanische Festigkeit zu verleihen. So kann die Stärke der Abschnitte **30** kleiner gewählt werden als die Wandstärke, die bei einer Wand von gleichmäßiger Stärke erforderlich wäre, und die Breite des Luftspaltes zwischen den Polschuhen und dem Rotor kann vergleichsweise gering gehalten werden.

**[0036]** Die Breite des Spaltes **26** ist geringfügig größer als die Maschenbreite eines nicht dargestellten, dem Einlass der Pumpe **1** vorgeschalteten Partikelfilters. Bei einer typischen Anwendung der Pumpe **1** als Spülwasserpumpe in einer Geschirrspülmaschine kann die Maschenbreite eines als Partikelfilter dienenden Siebes zum Beispiel einen Millimeter betragen, in diesem Fall sollte die Breite des Spaltes **26** ca. 1,1 Millimeter betragen, damit Partikel, die das Sieb passiert haben, nicht zwischen dem Schild **3** und dem Kunststoffmantel **21** des Rotors **5** stecken bleiben und so den Motor blockieren können.

**[0037]** Die **Fig. 3** und **4** zeigen jeweils eine perspektivische Ansicht beziehungsweise einen axialen Schnitt des Rotorkerns **19** mit den daran montierten Magneten **20**. Der Rotorkern **19** ist durch ein Blechpaket gebildet, dessen axiale Länge geringfügig kleiner ist als die der Magneten **20**. Die quaderförmigen Magneten **20** aus NdFeB sind auf den ein gleichseitiges Sechseck bildenden Außenflächen des Rotorkerns **19** angeordnet. Typische Abmessungen der Magnete **20** für eine Anwendung in einer Geschirrspülmaschine sind eine Dicke von ca. 2,5 Millimeter, eine axiale Länge von ca. 18 Millimeter (bei einer Länge des Rotorkerns von ca. 15 Millimeter) und eine Kantenlänge in Umfangsrichtung von ca. 8 Millimeter. Um eine gute Raumausnutzung und damit eine kompakte Bauweise zu erreichen, sollte der Abstand zwischen den Kanten benachbarter Magnete **20** auf nicht mehr als zwei bis 2,5 Millimeter begrenzt sein. Ein gewisser Mindestabstand ist aber bei der hier betrachteten Ausgestaltung erforderlich, um eine einfache und dennoch exakte Montage der Magnete **20** zu ermöglichen. Wie nämlich die perspektivische Ansicht des Rotorkerns **19** in **Fig. 5** und insbesondere der Detailschnitt durch eine Ecke des Rotorkerns in **Fig. 6** zeigt, sind an den Außenseiten des Rotorkerns **19** flache Aussparungen **32** gebildet, in die die Magnete **20** formschlüssig, jeweils die seitlichen Flanken **33** der Aussparung **32** berührend, eingefügt werden. So können die Magnete **20** am Rotorkern **19** schnell und ohne individuelles Maßnehmen montiert werden und dabei ein gut ausgewuchteter, leise und gleichmäßig laufender Rotor erhalten werden.

**[0038]** **Fig. 7** ist eine Detailvergrößerung der **Fig. 1**, die eine weitere, vom Aufbau des Motors unabhängige Besonderheit der erfindungsgemäßen Pumpe zeigt. Wie man in **Fig. 1** erkennt, erstreckt sich zwischen der vorderen Gehäuseschale **2** der Pumpe **1** und dem Deckflansch **24** des Flügelrades **6** ein schmaler, von der gepumpten Flüssigkeit durchspülter Spalt **34**. Da der Druck der Flüssigkeit im Auslassbereich der Pumpe, radial außerhalb des Flügelrades **6**, größer als im Einlasskanal **17** ist, strömt durch diesen Spalt **34** Flüssigkeit vom Auslassbereich zum Einlasskanal **17** zurück. Der in **Fig. 7** gezeigte Mündungsbereich **35** des Spaltes **34** erstreckt sich in radialer Richtung auf den Einlasskanal **17** zu und gleichzeitig in Richtung der Strömung durch den Einlasskanal **17**, so dass die durch den Spalt **34** fließende Strömung sich mit der Strömung im Einlasskanal unter einem spitzen Winkel  $\alpha$ , bei minimaler Turbulenzausbildung vereinigt.

**[0039]** Der Einlasskanal **17** der vorderen Gehäuseschale **2** bildet an dem Mündungsbereich **35** eine Ausweitung aus, in die die Spitze des Deckflansches **24** eingreift, so dass zwischen dem Durchmesser des Einlasskanals **17** und dem der Einlassöffnung **25** des Deckflansches **24** kein Unterschied besteht. So werden den Wirkungsgrad der Pumpe beeinträchtigende Turbulenzen im Eingangsbereich der Pumpe wirk-

sam unterdrückt.

### Patentansprüche

1. Elektrische Maschine mit einem permanentmagnetischen Rotor (5) und einem mit stromführenden Wicklungen versehenen Stator (27), **dadurch gekennzeichnet**, dass der Rotor (5) in Umfangsrichtung mit wenigstens sechs Permanentmagneten (20) mit ebenen Außenflächen, bezogen auf die radiale Richtung des Rotors (5), bestückt ist.

2. Elektrische Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Magneten (20) quaderförmig sind.

3. Elektrische Maschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Magneten (20) in Aussparungen (32) an der Umfangsfläche eines Kerns (19) des Rotors (5) eingefügt sind.

4. Elektrische Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Permanentmagneten (20) an einem Rotorkern (19) montiert sind, dessen Länge (l) in axialer Richtung des Rotors (5) kleiner als die der Magneten (20) ist.

5. Elektrische Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand zwischen in Umfangsrichtung benachbarten Kanten benachbarter Magnete (20) nicht mehr als 30%, vorzugsweise nicht mehr als 20% der Kantenlänge der Magnete (20) in Umfangsrichtung beträgt.

6. Elektrische Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Magnete (20) aus NdFeB bestehen.

7. Elektrische Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausdehnung von Wicklungskernen (28) des Stators (27), um die die Wicklungen gewickelt sind, in axialer Richtung nicht mehr als das Vierfache ihrer Ausdehnung in Umfangsrichtung beträgt.

8. Elektrische Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Stator (27) neun Wicklungen aufweist.

9. Elektrische Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor (5) in einer ein Kühlmittel enthaltenden Kammer (4) aufgenommen ist, deren Wand (3) sich durch einen Luftspalt zwischen Stator (27) und Rotor (5) erstreckt.

10. Elektrische Maschine nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Wand (3) in einem

zwischen zwei Polschuhen (29) des Stators (27) gelegenen Bereich (31) stärker als in einem einem Polschuh (29) gegenüberliegenden Bereich (30) ist.

11. Elektrische Maschine nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Magnete (20) des Rotors (5) mit einem Kunststoffkörper (21), vorzugsweise von zylindrischer Form, umformt sind.

12. Pumpe mit einer elektrischen Maschine nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die das Kühlmittel enthaltende Kammer (4) mit einer Pumpenkammer (4) der Pumpe (1) kommuniziert.

13. Pumpe nach Anspruch 12 mit einer Maschine nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass ein Flügelrad (6) der Pumpe (1) einteilig mit dem Kunststoffkörper (21) ausgebildet ist.

14. Pumpe, insbesondere nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass ein Spalt (34) zwischen einer Wand (3) der Pumpenkammer (4) und dem Flügelrad (6), der auf einen Einlasskanal (17) der Pumpenkammer (4) mündet, in dem Mündungsbereich (35) radial auf den Einlasskanal (17) zu und axial in Richtung der Strömung im Einlasskanal (17) verläuft.

15. Pumpe nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser einer an den Einlasskanal (17) anschließenden Einlassöffnung (25) des Flügelrades (6) mit dem Innendurchmesser des Einlasskanals (17) übereinstimmt.

16. Pumpe nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass sie für ein wasserführendes Haushaltsgerät ausgelegt ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

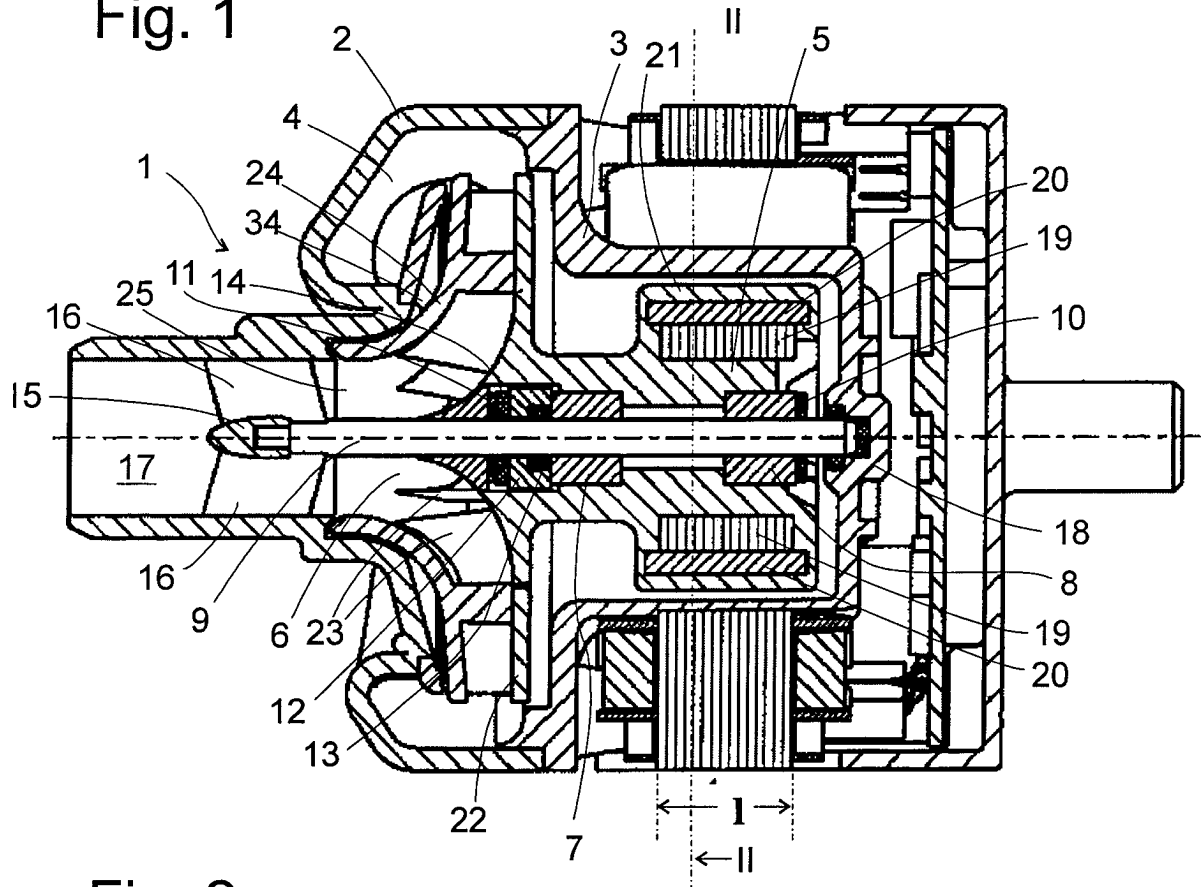


Fig. 2

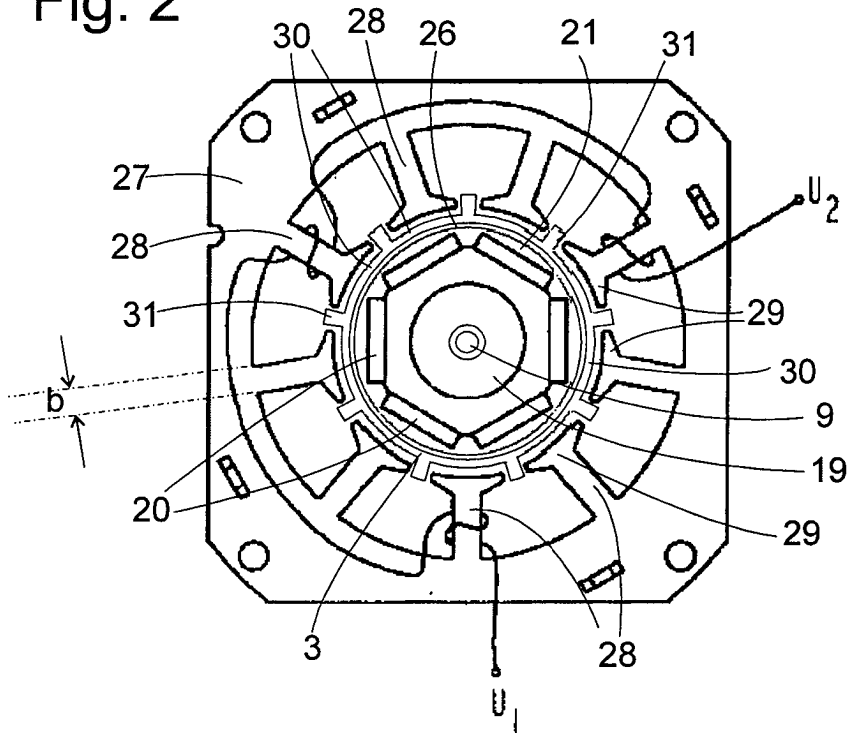


Fig. 3

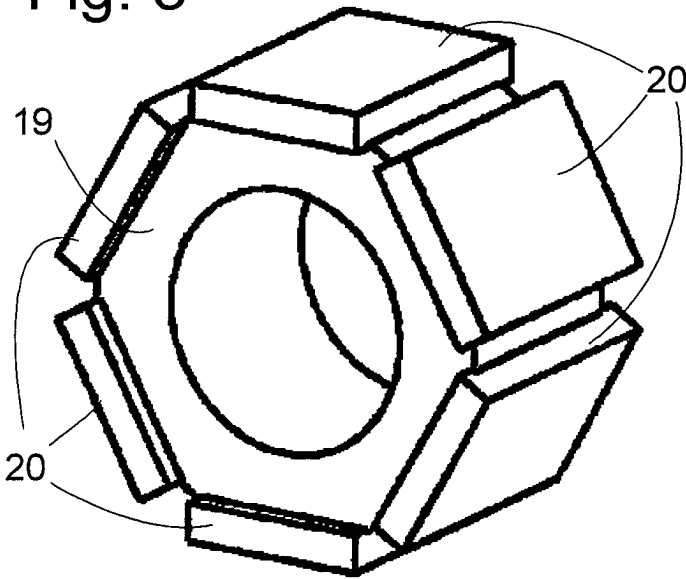


Fig. 4

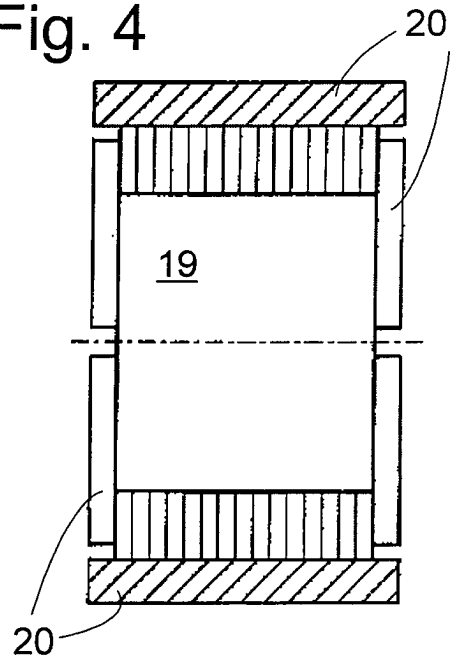


Fig. 5

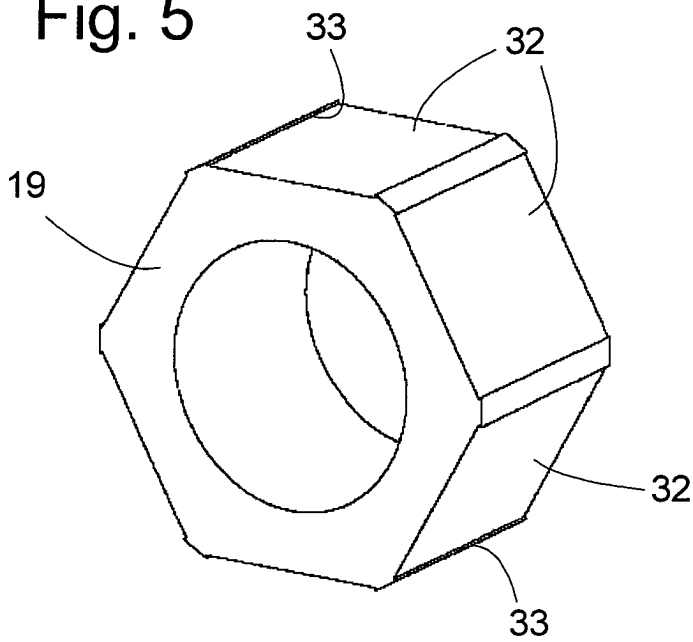


Fig. 6

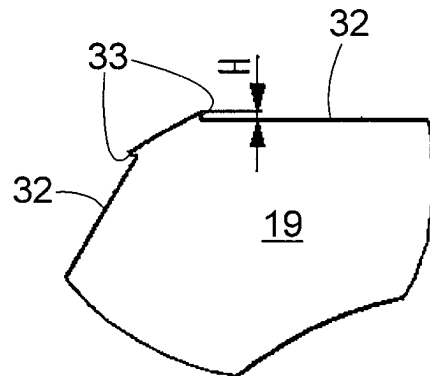


Fig. 7

