

PATENTAMT der DDR

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP H 02 N / 325 467 3

(22) 02.02.89

(44) 20.06.90

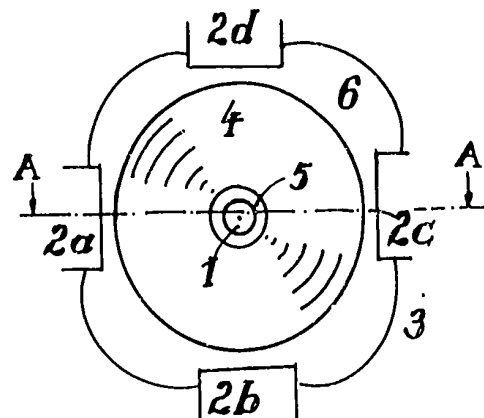
(71) Humboldt-Universität zu Berlin, Direktorat für Forschung, Unter den Linden 6, Berlin, 1086, DD

(72) Fuhr, Günter, Dr. sc. nat.; Gimsa, Jan, Dr. rer. nat.; Hagedorn, Rolf, Dr. sc. nat.; Glaser, Roland, Prof. Dr. habil. nat., DD

(54) Dielektrischer Motor mit einer oder mehreren Zentralelektroden

(55) dielektrischer Motor; Rotor; äußere Elektroden; innere Elektroden; miniaturisiert; elektrisches Feld; Schrittbetrieb; Rotation

(57) Die Erfindung betrifft einen dielektrischen Motor, dessen Rotor von einer oder mehreren Elektroden umgeben ist und der im Inneren eine Öffnung besitzt, in der sich eine oder mehrere Elektroden befinden, um die sich der Rotor bewegen kann. Mögliche Anwendungsgebiete sind in der Mikroelektronik sowie der Mikromechanik usw. gegeben. Die wesentlichen Merkmale der Erfindung bestehen darin, daß der Rotor wahlweise über die inneren Elektroden und/oder die ihn umgebenden Elektroden mit Hilfe elektrischer Felder angesteuert werden kann. Die Kombination unterschiedlicher dielektrischer Materialien bei entsprechender Geometrie des Rotors in Verbindung mit der Feldanregungsart erlaubt schrittweisen, diskontinuierlichen oder gleichförmigen Lauf des Rotors. Die inneren Elektroden führen zu einem höheren Drehmoment. Der Motor läßt sich bis auf wenige Mikrometer miniaturisieren. Fig. 1



A - A

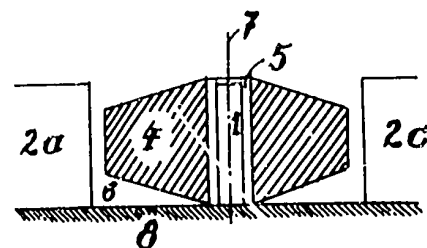


Fig. 1

Patentansprüche:

1. Dielektrischer Motor bestehend aus Elektroden und einem dielektrischen Rotor mit bekanntem Aufbau, **dadurch gekennzeichnet**, daß außerhalb des Rotors (4) eine oder mehrere Elektroden (2), im folgenden als äußere Elektroden bezeichnet, und innerhalb des Rotors (4) eine oder mehrere Elektroden (1), im folgenden als innere Elektroden bezeichnet, zur Rotationsachse (7) symmetrisch oder asymmetrisch angeordnet sind und sich der Rotor (4) relativ zu diesen Elektroden (1, 2) um eine Rotationsachse (7) bewegt und entweder über die inneren Elektroden (1) oder die äußeren Elektroden (2) oder beide mit Hilfe eines alternierenden oder alternierenden schrittweise veränderlichen oder kontinuierlich oder diskontinuierlich rotierenden elektrischen Feldes angetrieben wird.
2. Dielektrischer Motor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine oder mehrere äußere Elektroden (2) und/oder eine oder mehrere innere Elektroden (1) auf ein zeitlich konstantes oder alternierendes Potential gelegt werden.
3. Dielektrischer Motor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das zwischen den inneren Elektroden (1) und dem Rotor (4) befindliche Umgebungsmedium (5) und das zwischen den äußeren Elektroden (2) und dem Rotor (4) befindliche Umgebungsmedium (6) unterschiedlich sind.
4. Dielektrischer Motor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich in dem Rotor (4) radial Öffnungen befinden, die mit einem leitenden Material oder/und der Umgebungslösung (3) oder (5) ausgefüllt sind.
5. Dielektrischer Motor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die inneren Elektroden (1) und/oder die äußeren Elektroden (2) unabhängig oder teilweise untereinander elektrisch verbunden angesteuert werden.
6. Dielektrischer Motor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die äußere Elektrode (2) oder die innere Elektrode (1) als geschlossener oder offener Ring aufgebaut ist.
7. Dielektrischer Motor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Elektroden (1) und/oder (2) senkrecht und/oder parallel zur Rotationsachse (7) kammartig in das Profil des Rotors hineinragen.

Hierzu 4 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Anwendungsgebiete der Erfindung sind z. B. die Mikroelektronik, in der miniaturisierte dielektrische Motoren als mikromechanische Antriebs-, Steuer-, Schalt- und Sensorsysteme Anwendung finden können. Sie können jedoch auch als Miniaturmotor auf Gebieten wie der Mikrochirurgie, Chemie und Gentechnik genutzt werden.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Dielektrische Motoren sind seit langem bekannt, wurden jedoch auf Grund gravierender Nachteile (sehr geringes Drehmoment, nicht festgelegter Drehsinn) praktisch nicht genutzt. Ihre theoretische Beschreibung geht auf Heinrich Hertz zurück (Hertz, Wied. Ann. 13 [1881] 266).

Es handelt sich dabei um Motoren, deren Rotor aus einem Dielektrikum besteht und zwischen 2 oder mehreren Elektroden gelagert ist. Die Elektroden werden mit konstanten Spannungen angesteuert. Die Drehung der Rotoren erfolgt entweder nach mechanischem Andrehen oder über Hilfelektroden, die z. B. eine Strömung der Umgebungslösung des Rotors induzieren, über die der Rotor angedreht wird (QUINCKE, Wied. Ann. 59 [1896] 417; SECKER and SCIALOM, J. Appl. Physics 39 [1968] 277; SECKER and BELMONT, J. Phys. D: Appl. Phys. 3 [1970] 216). Der Rotor ist in der Regel von einem gasförmigen oder flüssigen Medium umgeben oder befindet sich im Vakuum (QUINCKE, Wied. Ann. 59 [1896] 417).

Der Nachteil dieser Motoren besteht, neben der nicht festgelegten Drehrichtung und den notwendigen Hilfsvorrichtungen beim Start, in der schwierigen Regelung der Rotationsgeschwindigkeit, da diese vom Quadrat der Feldstärke abhängt. In jüngster Zeit wurde die extreme Miniaturisierbarkeit dieses Motortyps als Vorteil erkannt und mikromechanische Bauteile in Chipform entwickelt (GEO 10 [1988] 188; US-Patent Nr. 4,740,410), dabei kamen rotierende elektrische Felder, produziert über Mehrelektrodensysteme, zur Anwendung, so daß Startvorrichtungen entfallen können.

Rotierende elektrische Felder werden seit 1982 zur Untersuchung von biologischen Objekten wie Zellen verwendet (ARNOLD und ZIMMERMANN, Z. Naturforsch. 37c [1982] 908), sind jedoch auch bei herkömmlichen Motoren nach dem magnetischen Induktionsprinzip gebräuchlich.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung ist die kostengünstige Entwicklung eines verbesserten dielektrischen Miniaturmotors, der erweiterte Anwendungsmöglichkeiten und ein höheres Drehmoment besitzt.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung besteht in der Entwicklung eines dielektrischen Motors mit beeinflussbarer Rotationskennlinie und höherem Drehmoment, der über Rotationszustände verfügt, die einfach und exakt zu regeln sind und der in miniaturisierter Form universell eingesetzt werden kann.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst, indem außerhalb und innerhalb des dielektrischen Rotors eine oder mehrere Elektroden angeordnet werden, relativ zu denen der Rotor sich bewegen kann. Verwendet man beispielsweise einen hohlzylinderartigen dielektrischen Rotor, bei dem über innere und äußere Elektroden jeweils ein Drehfeld erzeugt wird, so kann das aus der Überlagerung resultierende Feld in Abhängigkeit vom Elektrodenabstand im Vergleich zu bekannten Varianten dielektrischer Motoren zu einer Vervielfachung des Drehmomentes genutzt werden.

Erfindungsgemäß besteht die Möglichkeit, entweder innerhalb oder außerhalb eine ringförmige Elektrode zu verwenden und entweder über die inneren Elektroden oder die äußeren Elektroden oder beide das Drehfeld einzuspeisen. Der dielektrische Aufbau und die Geometrie des Rotors in Verbindung mit der Elektrodenzahl, -anordnung und -ansteuerung entscheiden über kontinuierlichen oder diskontinuierlichen Lauf des Rotors.

Die Elektroden sind von einem Medium (Flüssigkeit, Gas, Vakuum) umgeben, daß erfindungsgemäß im Raum zwischen den inneren Elektroden und dem Rotor und den äußeren Elektroden und dem Rotor unterschiedlich sein kann, wodurch die Rotationscharakteristik des Motors verändert wird und sich eine Vielzahl von Kombinationsmöglichkeiten ergeben.

Als Dielektrika kommen die in der Mikroelektronik gebräuchlichen Halbleiter und Isolatoren in Frage.

Das Rotationsspektrum des Motors (Rotation als Funktion der Kreisfrequenz des elektrischen Feldes) ist einstellbar und kann den Erfordernissen angepaßt werden.

Ausführungsbeispiele

Beispiel 1

Fig. 1: Dielektrischer Motor mit Zentralelektrode in Draufsicht und Seitenansicht

Der Motor besteht aus vier äußeren Elektroden 2a, 2b, 2c und 2d, zwischen denen sich ein dielektrischer Rotor 4 mit einer zentralen Bohrung 5 befindet, in der die innere Elektrode 1 feststehend angeordnet ist (Fig. 1). Der Rotor 4 ist von einem Medium 6 umgeben, das sich entweder auch im Raum 5 befindet oder zu diesem unterschiedlich ist. Das Medium 6 kann eine Flüssigkeit oder ein Gas sein. Die Elektrode 1 kann gleichzeitig als Führung des Rotors genutzt werden. Der Rotor 4 ist auf einem Substrat 8 (z. B. Glas) gelagert, die Elektroden sind über ein isolierendes Material 3 getrennt. Bei diskontinuierlicher Feldanregung (von Elektrode zu Elektrode springender Feldvektor) kann die innere Elektrode 1 auf ein frei wählbares Potential gelegt und damit das Drehmoment erhöht werden.

Beispiel 2

Fig. 2: Dielektrischer Motor mit mehreren inneren Elektroden und einer äußeren Ringelektrode in Draufsicht und Seitenansicht

Der Motor (Fig. 2) besteht aus einer äußeren Elektrode 2, einem dielektrischen Rotor 4, der die Form eines Hohlzylinders besitzt und vier inneren Elektroden 1a, 1b, 1c und 1d, die zueinander isoliert sind (Medium 9). Der Rotor kann sich um die Rotationsachse 7 bewegen. Der Raum zwischen dem Rotor und der äußeren Elektrode 2 ist mit dem Medium 6 gefüllt, der Raum zwischen den inneren Elektroden 1 und dem Rotor 4 mit dem Medium 5, wobei 5 und 6 in der Regel gleich sind. Die Lagerung erfolgt auf Glas 8. In diesem Fall wird der Motor über die inneren Elektroden 1 über ein kontinuierlich oder diskontinuierlich rotierendes Feld angetrieben. Es handelt sich um die inverse Variante zu Ausführungsbeispiel 1 mit ähnlichen Vorteilen.

Beispiel 3

Fig. 3: Dielektrischer Motor mit mehreren äußeren und inneren Elektroden in Draufsicht und Seitenansicht

Der Motor besteht aus zwei Elektrodengruppen, den äußeren Elektroden 2a, 2b, 2c und 2d und den inneren Elektroden 1a, 1b, 1c und 1d (Fig. 3). Der dielektrische Rotor 4 kann sich um die Rotationsachse 7 auf einem Substrat 8 gelagert drehen. Es gibt wieder ein Umgebungsmedium 5 und 6. Der Rotor kann über zwei zueinander phasenverschobene Drehfelder gleicher Frequenz, die über die äußeren 2 und inneren Elektroden 1 erzeugt werden, in kontinuierliche Rotation versetzt werden. Das Drehmoment kann gegenüber den vorherigen Varianten noch erhöht werden. Entsprechende Felder lassen sich erzeugen, indem z. B. die Elektroden 1a und 2b, 1b und 2a, 1c und 2d sowie 1d und 2c miteinander elektrisch verbunden werden und vier jeweils um 90°-phasenverschobene Sinusspannungen an die Elektrodenpaare angelegt werden.

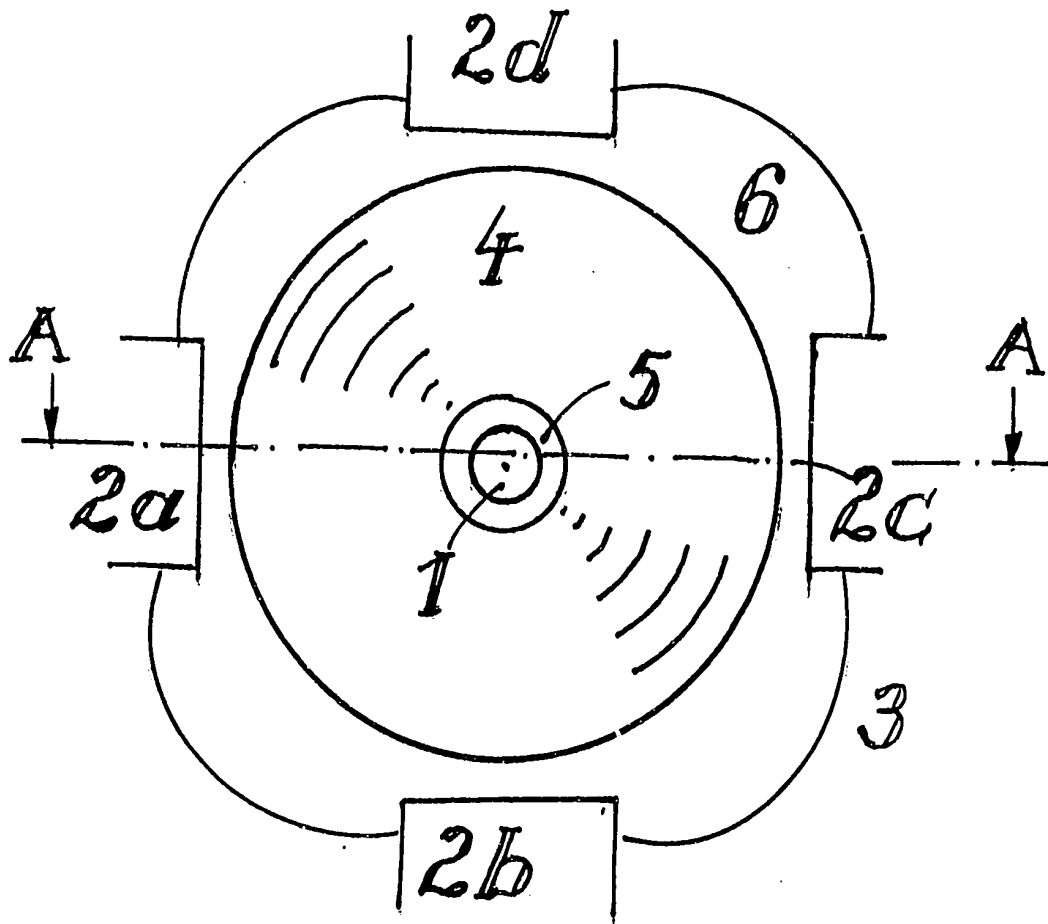
Es ergeben sich eine Vielzahl von Kombinationsmöglichkeiten, von denen nur eine erwähnt werden soll.

Setzt man den dielektrischen Rotor 4 aus mehreren Sektoren verschiedener Dielektrizitätskonstanten und/oder elektrischer Leitfähigkeit zusammen, so kann über die Wahl der Ansteuerung der inneren und äußeren Elektroden ein Wechsel von kontinuierlichem Lauf des Rotors und Schrittbetrieb erzwungen werden. Gleichzeitig kann die Rotationscharakteristik des Rotors verändert werden.

Beispiel 4

Fig.4: Dielektrischer Motor als Flüssigkeits- oder Gaspumpe mit kammartigen Elektroden in Draufsicht und Seitenansicht

Der Motor besteht aus einem Rotor 4 und acht kammartig in den Rotor 4 eingreifenden Elektroden 2a–2h (Fig.4). Der dielektrische Rotor dreht um die Achse 7. Im Rotor 4 und den Elektroden 2 befinden sich Bohrungen B. Über ein rotierendes elektrisches Feld wird der Rotor in Drehung versetzt. Der Motor arbeitet nach dem Verdichterprinzip, so daß eine Strömung F der Umgebungslösung 6 (Flüssigkeit oder Gas) erzeugt wird und der Motor als Pumpe genutzt werden kann. Das Drehmoment kann über die zusätzliche Verwendung von Zentralelektroden erhöht werden.



A - A

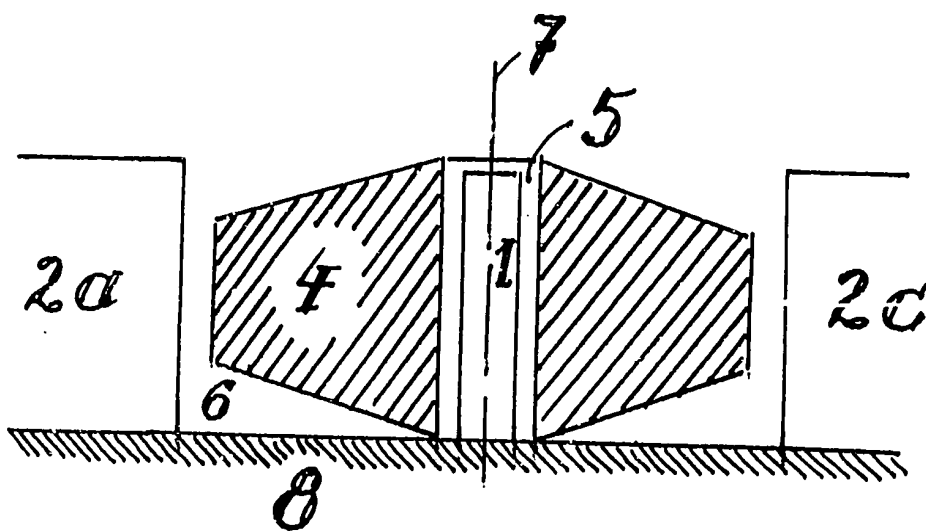
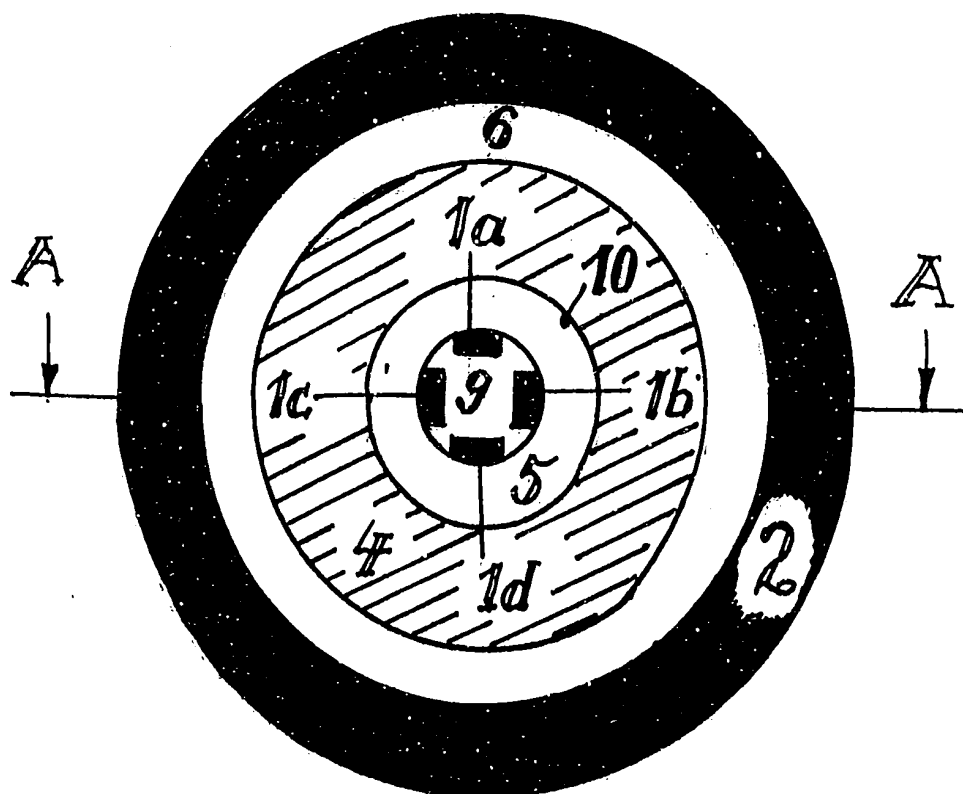


Fig. 1



A - A

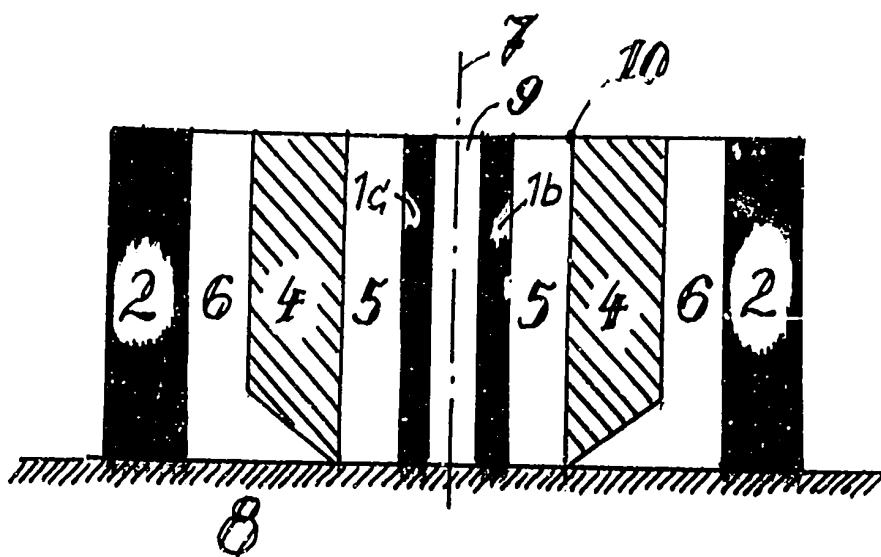
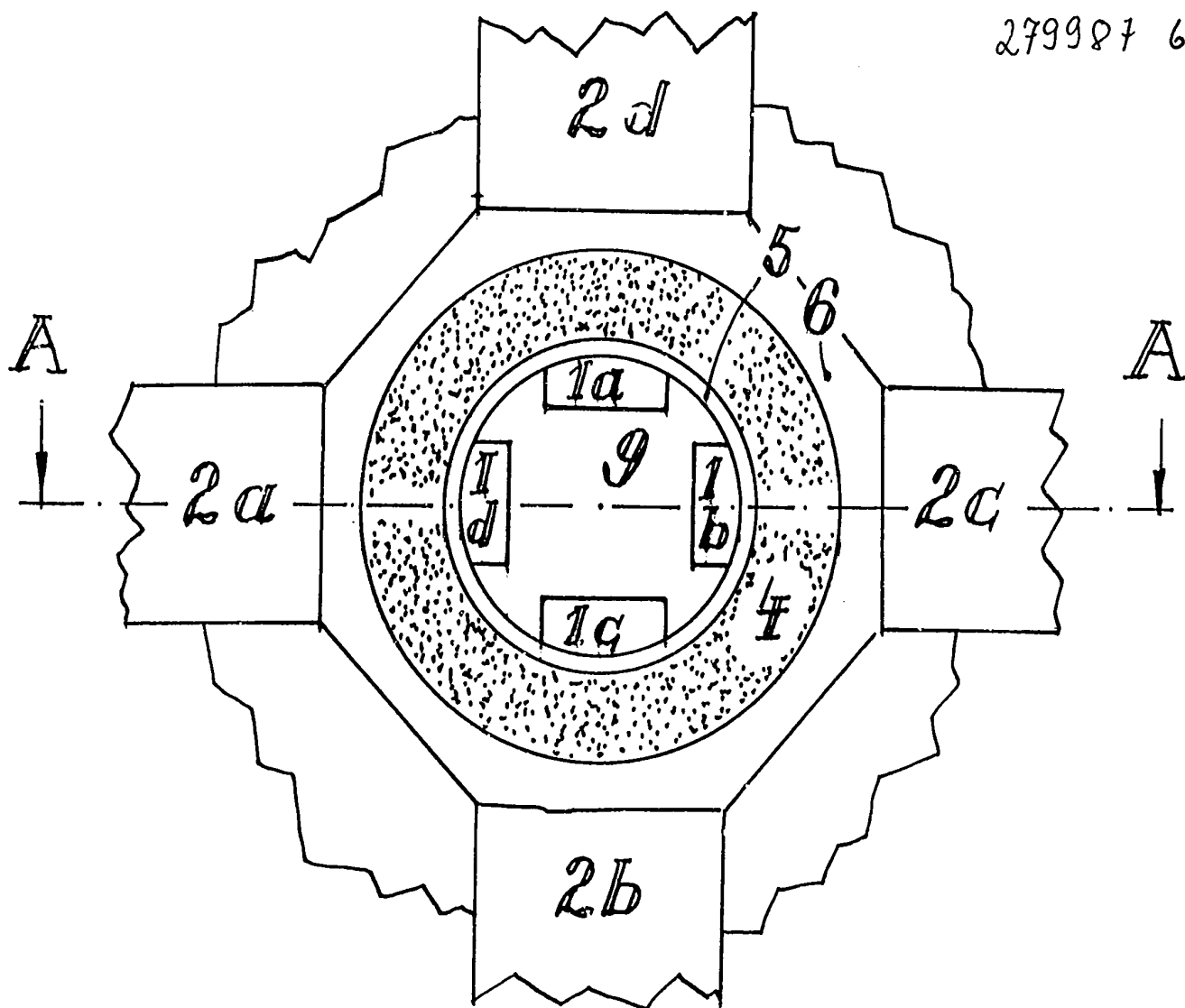


Fig. 2



A - A

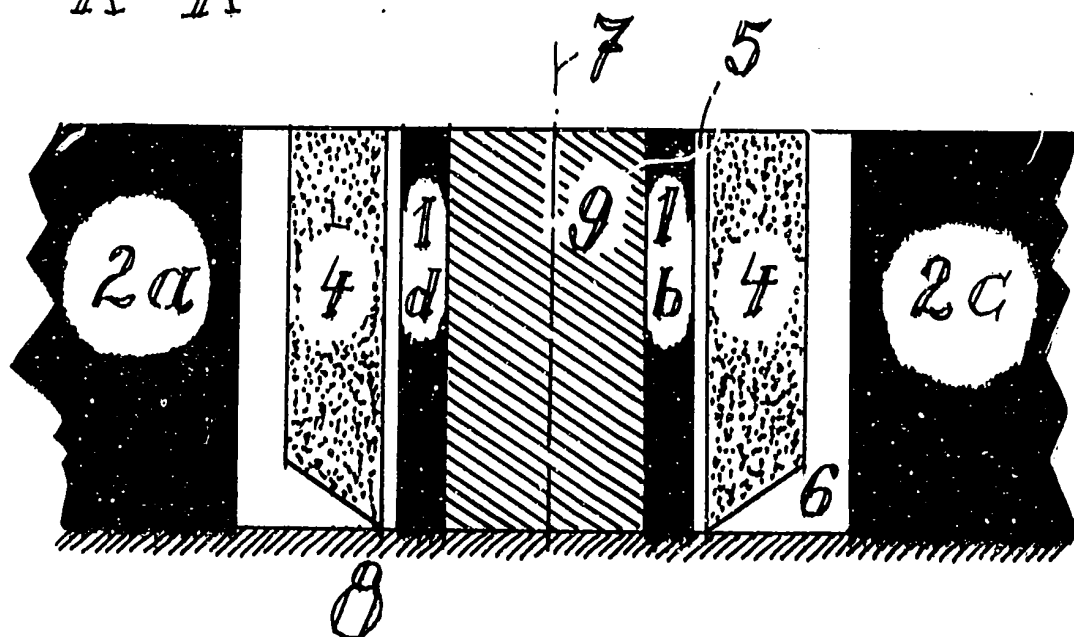
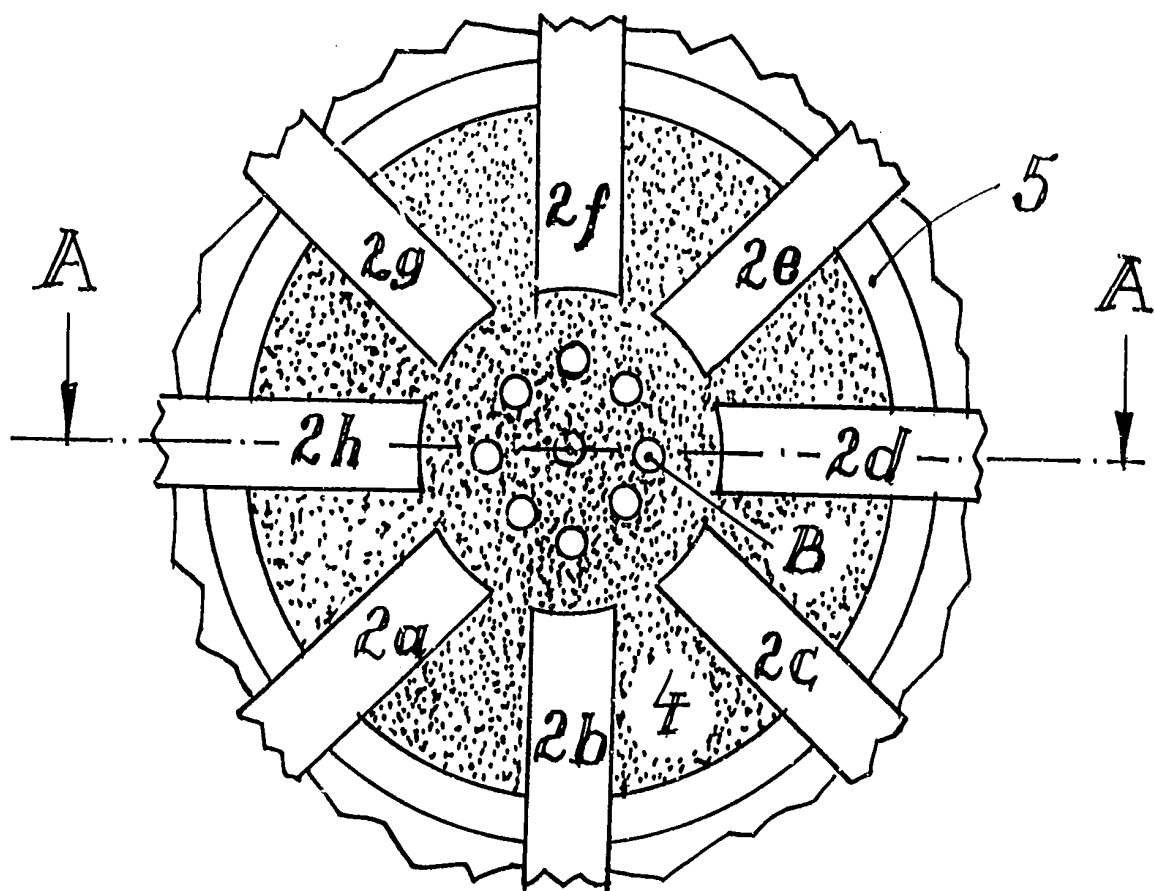


Fig. 3.



A - A

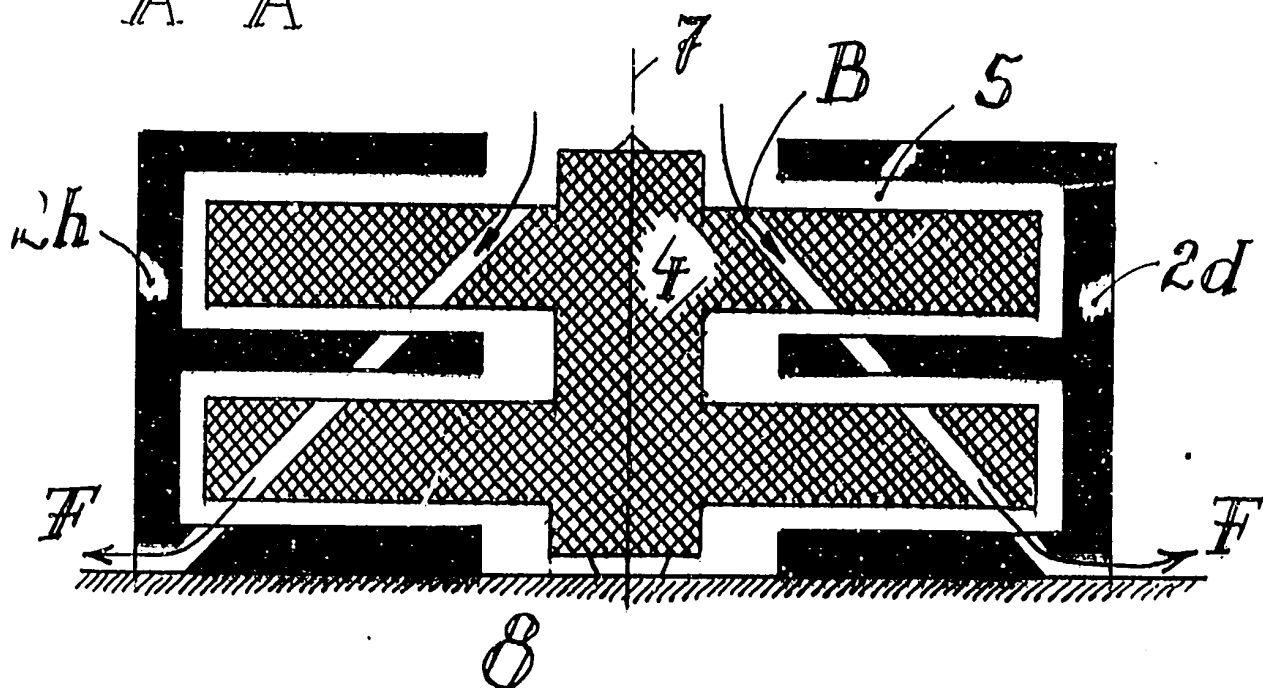


Fig. 4