

(12) Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 282 111 A5

4(51) H 01 N 2/00
H 01 L 21/306
H 02 P 7/00

PATENTAMT der DDR

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) AP H 01 N / 324 960 2

(22) 10.01.89

(44) 29.08.90

(71) siehe (73)

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

(73) Humboldt-Universität zu Berlin, Direktorat für Forschung, Postfach 1297, Unter den Linden 6, Berlin, 1086, DD

(54) Dielektrischer Motor

(55) Motor; dielektrisch; inhomogen; miniaturisiert; Sektor; Scheibe; Schale; elektrisches Feld; Mikromechanik

(57) Die Erfindung betrifft Motoren, deren Drehmoment nicht über magnetische Felder sondern über dielektrische Kräfte erzeugt wird. Anwendungsgebiete sind die Mikroelektronik und Mikromechanik. Die Rotoren bestehen aus mehreren Dielektrika, die sektor- oder scheibenförmig angeordnet sind oder sich gegenseitig partiell oder vollständig umhüllen. Diese Motoren lassen sich bis zu einer Größe von wenigen μm miniaturisieren. Sie sind ausgezeichnet durch langsame bis mittlere Drehgeschwindigkeiten, kurze Anlaufphase (ms-Bereich und darunter), extrem niedrigen Stromverbrauch, einfache Konstruktion, hohe Laufkonstanz und sind nahezu wartungsfrei. Die Rotationskennlinie (Rotation als Funktion der Feldfrequenz) kann in weiten Bereichen durch Variation der Rotordielektrika frei gewählt werden. Fig. 1

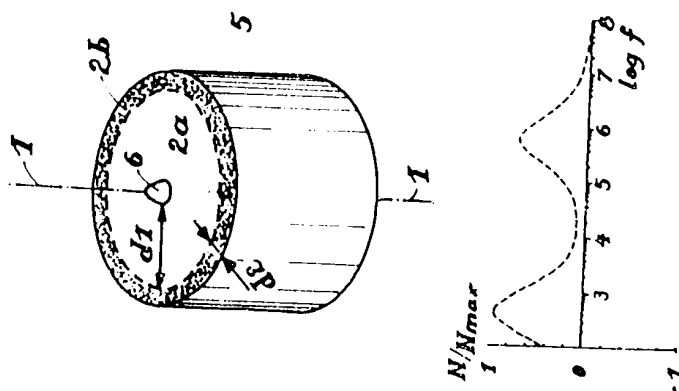


Fig. 1

Patentansprüche

1. Dielektrischer Motor bestehend aus einem dielektrischen Rotor in einem flüssigen oder gasförmigen Umgebungsmedium und Elektroden, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Rotor in eine oder mehrere Richtungen kontinuierliche Übergänge zwischen verschiedenen dielektrischen Materialien aufweist und/oder kompartimentiert ist, wobei die Dielektrika radial zur Rotationsachse (1) in symmetrischen oder asymmetrischen Schichten (2) oder radial zur Rotationsachse (1) in symmetrischen oder asymmetrischen dielektrischen Sektoren (3) oder axial zur Rotationsachse (1) in symmetrischen oder asymmetrischen Schichten (4) angeordnet sind und das zwischen den Schichten (2) und (4) und den Sektoren (3) elektrisch leitende Zonen angeordnet werden können oder sich ein Vakuum befindet.
2. Dielektrischer Motor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die dielektrischen Schichten (2) und (4) und/oder Sektoren (3) in Kombination zur Rotationsachse (1) angeordnet sind.
3. Dielektrischer Motor nach Anspruch 1 und Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Dielektrika einander oder die elektrisch leitenden Schichten partiell oder vollständig bedecken.
4. Dielektrischer Motor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß in den radialen Schichten (1), Sektoren (3) und axialen Schichten (4) homogene oder inhomogene Dielektrika angeordnet sind.
5. Dielektrischer Motor nach Anspruch 1-4, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Rotor ein oder mehrere optisch oder für andere elektromagnetische Wellen durchlässige Dielektrika angeordnet sind.
6. Dielektrischer Motor nach Anspruch 1-5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Rotor aus einem oder mehreren deformierbaren Dielektrika aufgebaut ist.

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Anwendungsgebiet 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 Motors der im Vergleich zur bekannten Lösung erweiterte Anwendungsmöglichkeiten in der Mikroelektronik als integrales Bauelement und der Mikromechanik eröffnet.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Aufgabe besteht in der Entwicklung eines dielektrischen Motors mit beeinflussbarer Rotationskennlinie, der über konstante und variable Rotationszustände verfügt, die einfach und exakt zu regeln sind, sowie kostengünstig und universell eingesetzt werden kann. Die Anlaufzeit sollte im Millisekundenbereich und darunter liegen.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst, indem der Rotor in eine oder mehrere Richtungen kontinuierliche oder diskontinuierliche Übergänge zwischen verschiedenen dielektrischen Materialien aufweist bzw. kompartimentiert ist. Der Rotor kann aus symmetrischen oder asymmetrischen Sektoren bestehen, welche radial zur Rotationsachse angeordnet sind. Möglich ist auch eine Rotorkonfiguration bei der der Rotor aus symmetrischen oder asymmetrischen Schichten besteht, welche radial oder axial zur Rotationsachse angeordnet sind. Zwischen den Schichten und Sektoren können elektrische Leiter angeordnet werden.

Des weiteren sind zur Gestaltung des Aufbaus des dielektrischen Rotors Kombinationen von Sektoren und radialen sowie axialen Schichten möglich.

Die erfindungsgemäße Lösung ermöglicht auch eine Kombination von homogenen und inhomogenen Dielektrika, welche optisch transparent und/oder deformierbar sind.

Die Rotoren werden über zirkular polarisierte oder diskontinuierlich rotierende elektrische Felder angetrieben, die Rotationsrichtung ist determiniert.

Mit zunehmender Anzahl der Rotordielektrika wird das Rotationsspektrum (Rotation als Funktion der Kreisfrequenz des externen Feldes) des Rotors komplizierter und ist charakterisiert durch eine Vielzahl gut unterscheidbarer Zustände. Diese überraschenden Rotationsspektren sind von keinem anderen Motortyp bekannt.

Das Drehmoment des Rotors ist von seinem Radius unabhängig, d.h. kleine und große Rotoren drehen unter gleichen Bedingungen gleich schnell, woraus sich seine extreme Miniaturisierbarkeit ergibt. In miniaturisierter Form liegt die Anlaufzeit des Motors bei weniger als 1 ms bis zu wenigen μ s, was seine Vorteile für mikroelektronische Anwendungen belegt. Das hier beschriebene Prinzip unterscheidet sich grundlegend vom Induktionsfeldmotor, über die Wahl und Kombination der Rotordielektrika kann die Rotationskennlinie des Motors in weiten Bereichen frei gewählt werden.

Ausführungsbeispiele

Beispiel 1

Fig. 1: Rotor bestehend aus zwei schalenförmig angeordneten Dielektrika und eine mögliche Rotationskennlinie. Der Rotor (Fig. 1) besteht aus 2 Dielektrika 2a, 2b und ist von einer wenig leitfähigen Flüssigkeit 5 (Wasser, Alkohol usw.) umgeben. Über das Umgebungsmedium 5 wirkt das mittels mindestens 3 Elektroden erzeugte externe elektrische Feld. Der Rotor ist in bekannter Weise gelagert 6,1 bezeichnet die Rotationsachse. Die Kreisfrequenz (f) des Feldes und die Feldstärke (in der Regel 5 bis 100 kV/m) bestimmen die Rotationsgeschwindigkeit des Rotors. Die Kennlinie des Rotors (Rotation als Funktion der Kreisfrequenz des externen Feldes) kann über die Wahl und Kombination der Dielektrika des Rotors und die Umgebungslösung 5 festgelegt und verändert werden. Eine mögliche Rotationskennlinie ist in Fig. 1 angegeben. Jedes Dielektrikum läßt sich charakterisieren über die Relaxationszeit der jeweiligen Polarisationsladungen. In diese Zeit gehen die elektrischen Eigenschaften der jeweils benachbarten, von den Feldlinien geschnittenen Dielektrika ein. Zur Beschreibung des Parametersatzes der Kurve ist im folgenden die Dicke der Dielektrika und deren Relaxationszeit angegeben. Parameter zu Fig. 1:

d1 in m	d2 in m	Relaxationszeit in s^{-1}	
		t1	t2
$4,8 \times 10^{-6}$	2×10^{-7}	$1,6 \times 10^{-6}$	$2,3 \times 10^{-3}$

Beispiel 2

Fig. 2: Rotor bestehend aus dielektrischen Sektoren und eine mögliche Rotationskennlinie.

Der Rotor besteht aus 6 Sektoren 3a, 3b, 3c, 3d, 3e sowie 3f und ist von einer wenig leitfähigen Flüssigkeit 5 (Wasser, Alkohole usw.) umgeben. Die elektrischen Eigenschaften des Rotors und seiner Umgebung bestimmen die Rotationskennlinie. Die Drehung des Rotors kann über ein rotierendes elektrisches Feld schleiferlos von außen induziert werden. Das Drehmoment kann über die Feldstärke oder die Kreisfrequenz des Feldes beeinflusst werden. Die Rotationskennlinien können über die Kombination der Sektordielektrika festgelegt und verändert werden. Eine mögliche Kennlinie ist in Fig. 2 angegeben.

Die Sektorbreiten b1 bis b6 (Fig. 2) sind im Beispiel in Anteilen des Rotorumfangs (U) wie folgt verteilt:

$$\begin{aligned} b1 &= b4 = 0,15 \\ b2 &= b5 = 0,15 \\ b3 &= b6 = 0,2 \end{aligned}$$

Die Relaxationszeiten der Dielektrika zu Fig. 2 liegen bei:

$$\begin{aligned} t1 &= t4 = 10^{-3} s^{-1} \\ t2 &= t5 = 10^{-5} s^{-1} \\ t3 &= t6 = 10^{-4} s^{-1} \end{aligned}$$

Beispiel 3

Fig. 3: Rotor bestehend aus axial angeordneten dielektrischen Scheiben und eine mögliche Rotationskennlinie

Der Rotor (Fig. 3) besteht aus 3 axial angeordneten dielektrischen Schichten 4a, 4b und 4c. Eine mögliche Kennlinie ist in Fig. 3 angegeben. Ihr liegt der folgende Parametersatz zugrunde.

$$H1 = H2 = H3$$

$$t1 = 10^{-3} \text{ s}^{-1}$$

$$t2 = 10^{-6} \text{ s}^{-1}$$

$$t3 = 10^{-7} \text{ s}^{-1}$$

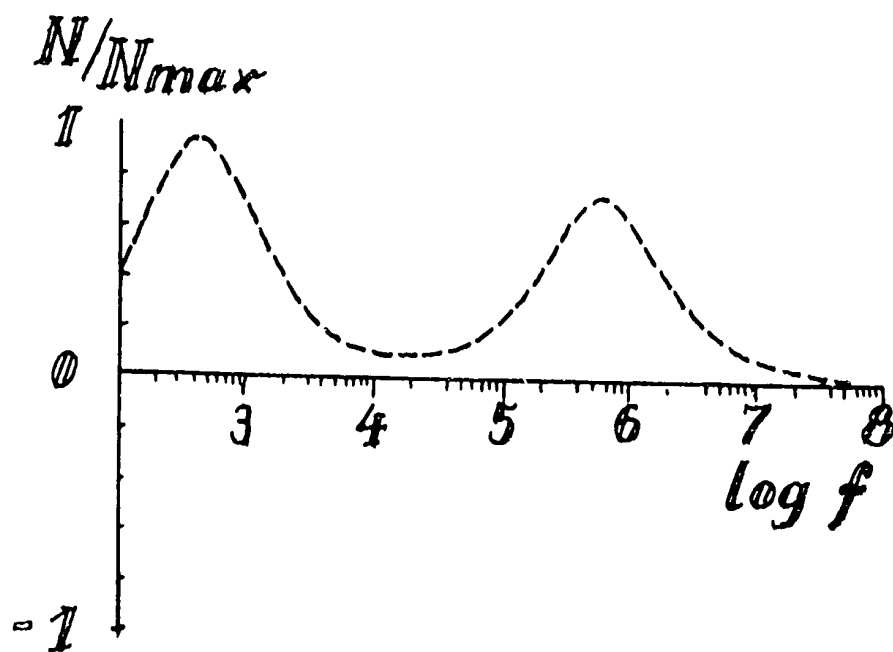
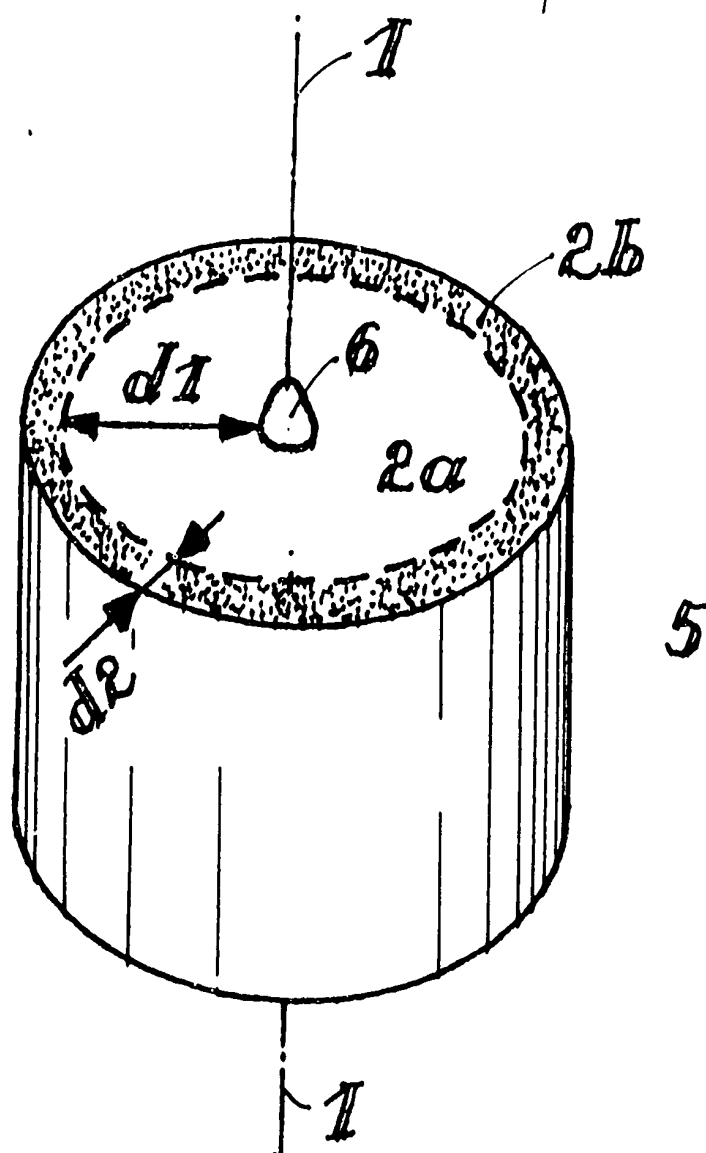


Fig. 1

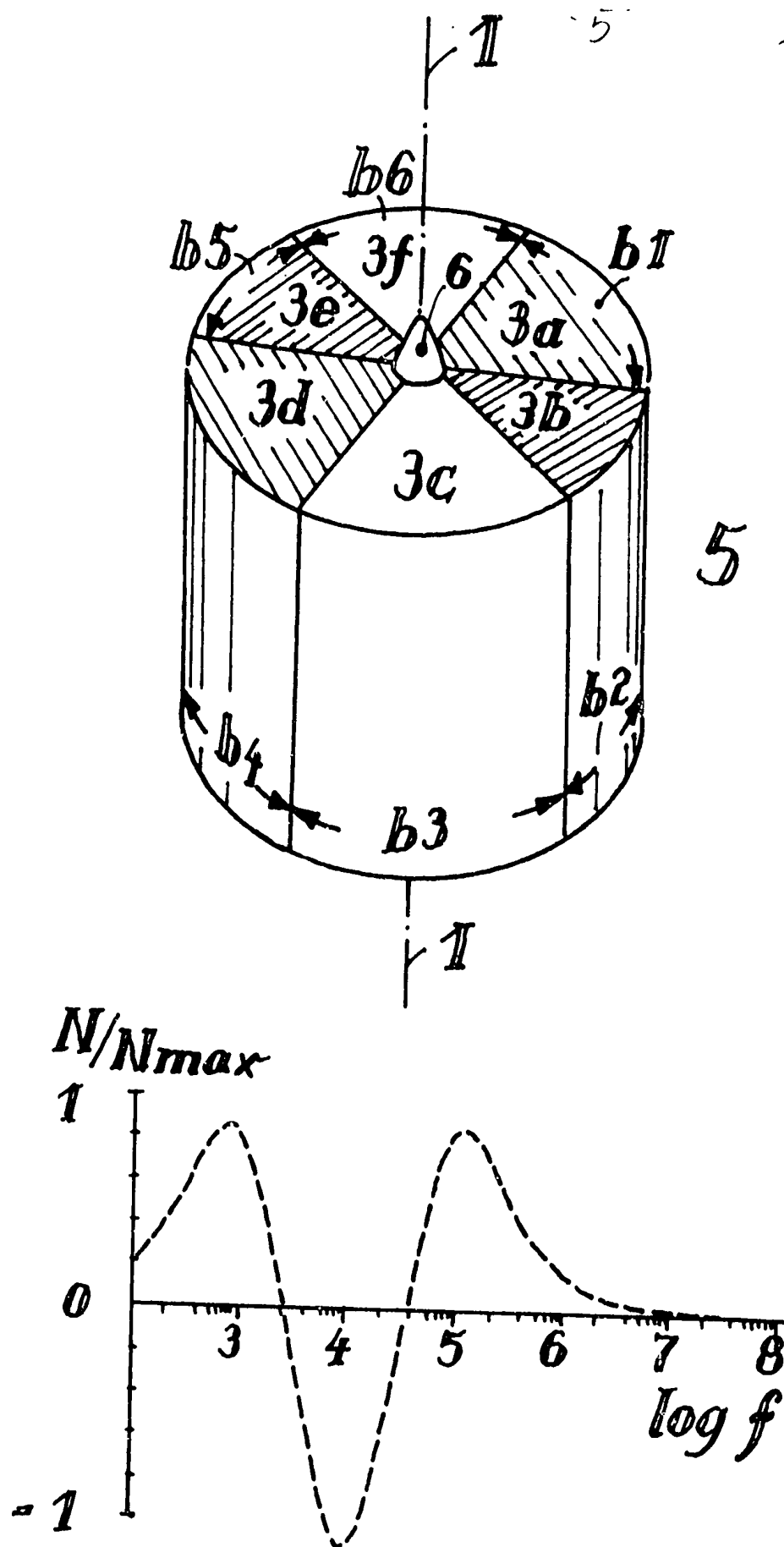


Fig. 2

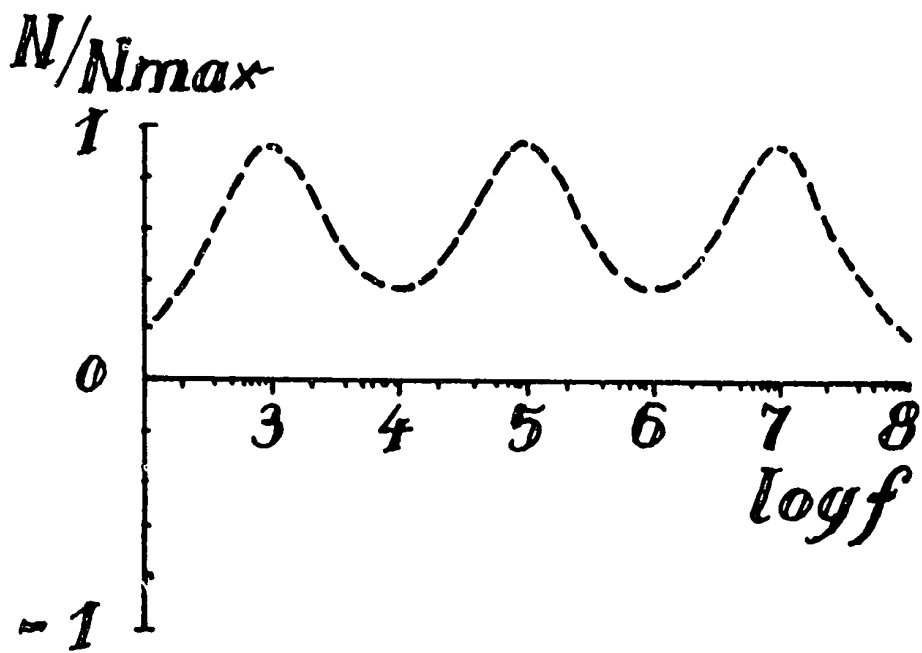
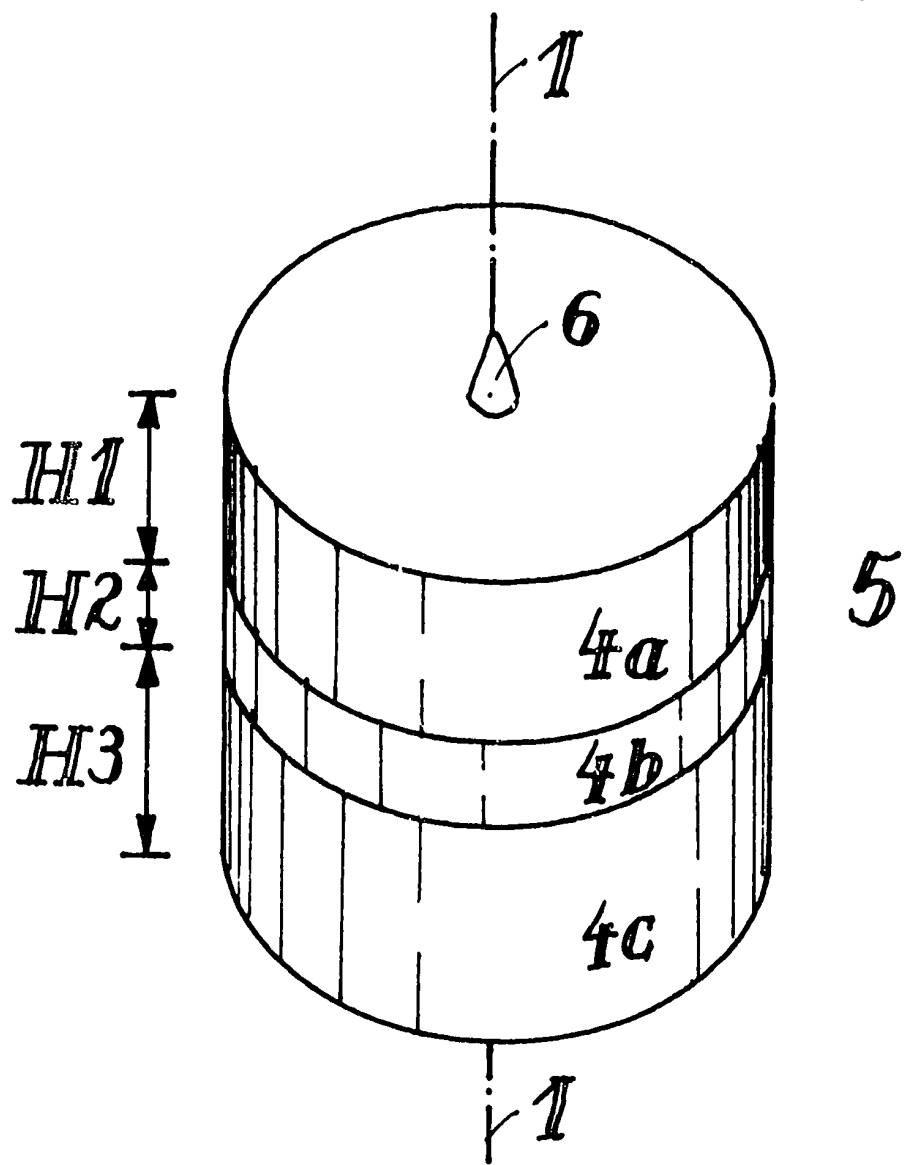


Fig. 3

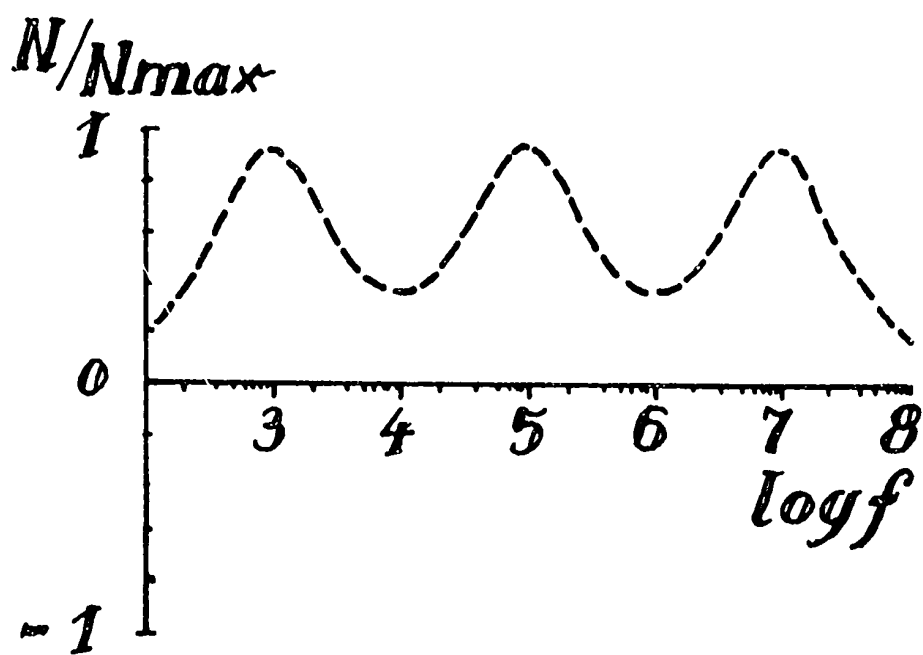
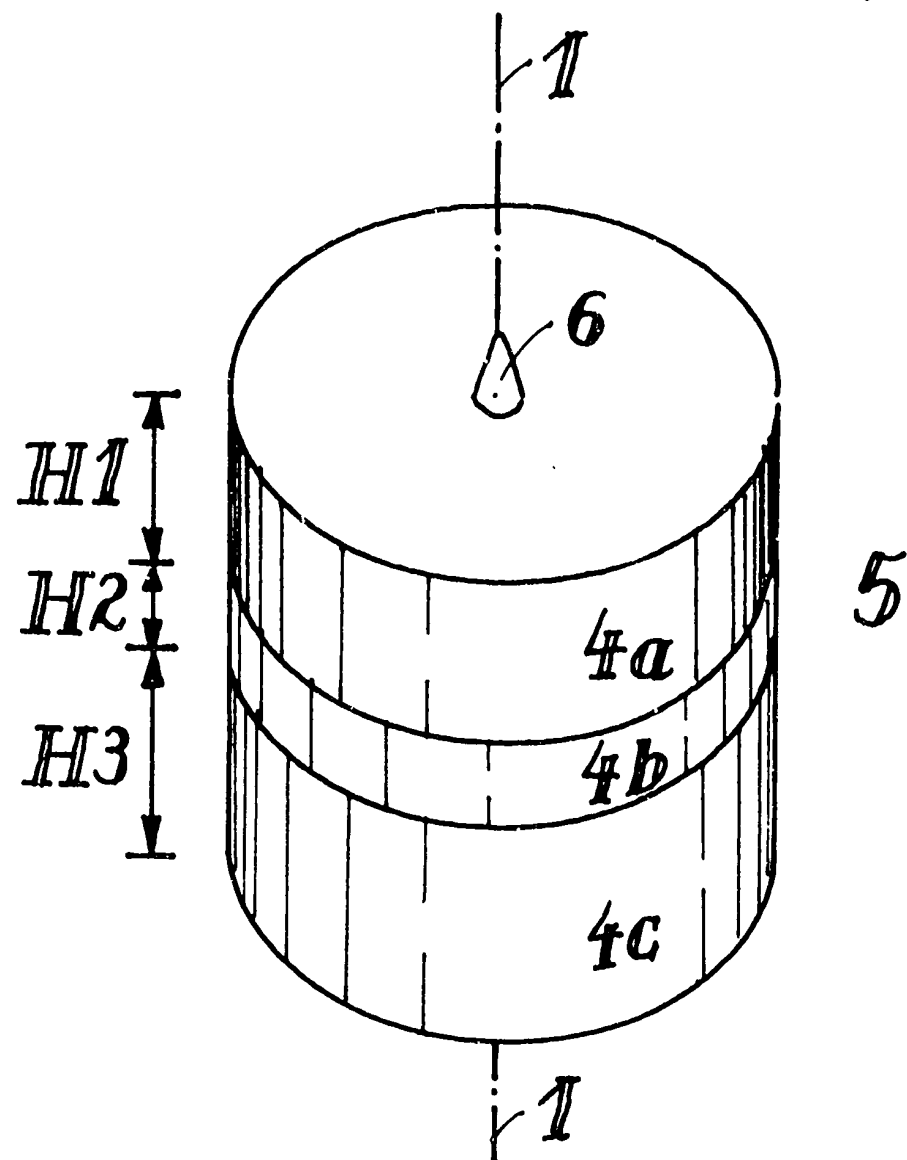


Fig. 3