

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **82106108.2**

51 Int. Cl.³: **H 01 Q 21/26**

22 Anmeldetag: **08.07.82**

30 Priorität: **22.07.81 DE 3128952**

71 Anmelder: **International Standard Electric Corporation, 320 Park Avenue, New York New York 10022 (US)**

84 Benannte Vertragsstaaten: **FR GB NL**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: **26.01.83**
Patentblatt 83/4

71 Anmelder: **Standard Elektrik Lorenz Aktiengesellschaft, Hellmuth-Hirth-Strasse 42, D-7000 Stuttgart 40 (DE)**

84 Benannte Vertragsstaaten: **DE**

72 Erfinder: **Würth, Hugo, Schauchertstrasse 33, D-7251 Hemmingen (DE)**
 Erfinder: **Greving, Gerhard, Dr., Habichthöhe 74, D-7101 Untergruppenbach (DE)**

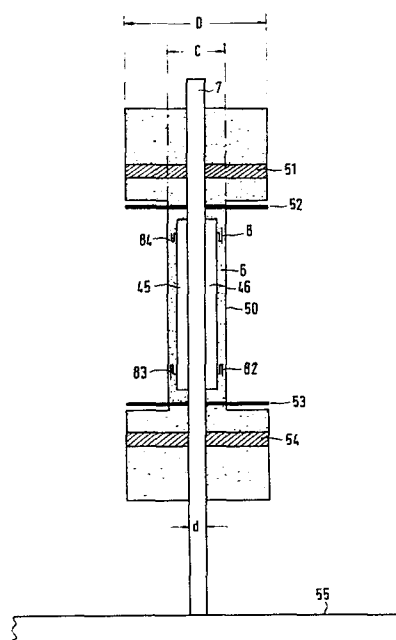
84 Benannte Vertragsstaaten: **DE FR GB NL**

74 Vertreter: **Graf, Georg H., Dipl.-Ing. et al, c/o Standard Elektrik Lorenz AG Patent- und Lizenzwesen Postfach 300 929 Kurze Strasse 8, D-7000 Stuttgart 30 (DE)**

54 **Antenne für ein Drehfunkfeuer.**

57 Die Antenne für ein Drehfunkfeuer besteht aus zwei kreuzförmig angeordneten Schlitzantennen (50) und oberhalb und unterhalb der Schlitzantennen waagrecht angeordneten Alford-Rahmenantennen (51, 54). Zwischen den Schlitzantennen (50) und den Alford-Rahmenantennen (51, 54) sind waagrecht angeordnete Bleche (52, 53) vorgesehen. Alle Einzelantennen und die Bleche werden von einem mit einem Gegengewicht (55) verbundenen Rohr (7) gehalten, das in der Symmetrieachse der Antenne angeordnet ist. Die Schlitzantennen werden so gespeist, daß sich ein umlaufendes Doppelkreisdiagramm ergibt.

Die Antenne ist für ein VOR (VOR = VHF Omnidirectional Radio Range) geeignet.



Antenne für ein Drehfunkfeuer

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer Antenne für ein Drehfunkfeuer. Eine solche Antenne ist aus der DE-PS 1 902 884 bekannt.

Die Drehfunkfeuer, wie z.B. das bekannte VOR (VOR = VHF Omnidirectional Radio Range, beschrieben in dem Buch "Funksysteme für Ortung und Navigation" von E. Kramar, Verlag Berliner Union GmbH Stuttgart, 1973, Seiten 131 - 139), senden ein richtungsabhängiges Signal aus, das in einem Flugzeug mit Hilfe eines geeigneten Empfängers zur Bestimmung seines Azimutwertes ausgewertet wird. Das richtungsabhängige Signal wird bei einem VOR durch Rotation eines limaçonförmigen Strahlungsdiagramms, das durch Überlagerung eines kreisförmigen mit einem doppelkreisförmigen Strahlungsdiagramm gebildet wird, erzeugt.

Zur Erzeugung des rotierenden Doppelkreisdiagrammes werden beispielsweise zwei orthogonale Antennen, die jeweils ein doppelkreisförmiges Strahlungsdiagramm haben, wie in dem Buch von E. Kramar beschrieben, über ein Gonio-meter gespeist.

Bei den genannten Drehfunkfeuern ist es aus Signalauswertungsgründen wichtig, daß die vertikal polarisierten

H. Würth 2-1

Strahlungskomponenten möglichst gering sind. Wird die aus der DE-PS 19 02 884 bekannte Antenne bei einem VOR verwendet, dann muß zur Kompensation der Vertikal-komponenten ein Polarisationskäfig vorgesehen werden.

Aufgabe

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Antenne für ein Drehfunkfeuer anzugeben, bei dem der Anteil der Vertikal-komponenten der abgestrahlten Signale möglichst gering ist.

Lösung

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt mit den im Anspruch 1 angegebenen Mitteln. Vorteilhafte Weiterbildungen sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Vorteile

Der Anteil der Vertikalkomponenten der abgestrahlten Signale ist sehr gering. Der Schweigekegel - das ist der Winkelbereich (bezogen auf die Senkrechte über dem Drehfunkfeuer), in dem die vom Flugzeug empfangenen Signale nicht ausgewertet werden dürfen - ist relativ klein (ca. $\pm 30^\circ$). Es ist kein Polarisationskäfig notwendig.

Sm/U

20.07.1981

./.

H. Würth 2-1

Beschreibung

Die Erfindung wird anhand der Zeichnungen beispielsweise näher erläutert. Es zeigt:

- Fig. 1 eine Schlitzantenne,
- Fig. 2 die idealisierten Strahlungsdiagramme einer Schlitzantenne in horizontaler und vertikaler Richtung,
- Fig. 3 zwei senkrecht zueinander angeordnete Schlitzantennen,
- Fig. 4 eine Schlitzantenne mit induktiven Endbelastungen und Standrohr, und
- Fig. 5 einen Querschnitt durch die Antenne in der Ebene eines Schlitzstrahlers.

In der Fig. 1 ist eine einzelne Schlitzantenne dargestellt. Sie besteht aus einem Schlitz 2 mit der Länge L und der Breite b in einem Blech 1 mit der Länge H und der Breite C . Die Längsachse des Schlitzes liegt auf der Längssymmetrieachse des Blechs. Die Abstände des Schlitzes vom Rand des Blechs sind in der Längsrichtung l und in der Querrichtung B . Eine solche Schlitzantenne ist an sich aus dem Buch "Taschenbuch der Hochfrequenztechnik" von Meinke/Gundlach,

Sm/U

20.07.1981

./.

H. Würth 2-1

Springer-Verlag, Berlin, 1968, Seite 608 bekannt.

Ist die Schlitzantenne in Bezug auf die Erdoberfläche senkrecht angeordnet, dann ist ihr Strahlungsdiagramm in der Horizontalebene doppelkreisförmig (Fig. 2a). Ihr idealisiertes Strahlungsdiagramm in der Vertikalebene hat den in Fig. 2b angegebenen Verlauf.

Zur Erzeugung eines doppelkreisförmigen Strahlungsdiagramms in der Horizontalebene wird eine erste Schlitzantenne mit einer zweiten Schlitzantenne so kombiniert, daß sie sich räumlich durchdringen, daß sie einen Winkel von 90° miteinander bilden und daß sie ein in Bezug auf die Längsachsen der Schlitzantennen symmetrisches Gebilde ergeben (es ergibt sich in der Draufsicht ein gleichschenkliges Kreuz).

Die Länge der Schlitzes ist ungefähr gleich der halben Betriebswellenlänge. Um eine Fein Anpassung an die Sendefrequenz zu ermöglichen, sind in den beiden Endbereichen des Schlitzes 12 (Fig. 4) in dem Blech 6 weitere kleine Schlitzes 8, 81, 82, 83 vorgesehen (Das Rohr 7 ist hier zunächst als nicht vorhanden zu denken). Bei dem Ausführungsbeispiel haben diese kleinen Schlitzes jeweils die Form eines "U", dessen Schenkel parallel zur Längsachse des Schlitzes 12 verlaufen. Jeweils ein Schenkel dieser kleinen Schlitzes ist senkrecht zur Längsachse des Schlitzes 12 zu diesem Schlitz 12 weitergeführt. Die kleinen Schlitzes 8, 81, 82, 83 sind induktive Endbelastungen. Ihre Größe

Sm/U

20.07.1981

./.

H. Würth 2-1

ist durch Kurzschlußstege 41, 42, 43, 44, die in die U-förmigen Schlitzte einsetzbar sind, einstellbar. Dadurch ist auf eine dem Fachmann an sich bekannte Weise eine Anpassung der Schlitzantenne an die Sendefrequenz möglich.

Die Speisung der Schlitzantennen erfolgt über ein Koaxialkabel 11. Die Leiter des Koaxialkabels sind über ein Symmetrierglied 40 mit den Längsseiten des Schlitzes 12 verbunden. Zwischen den beiden Anschlußpunkten ist eine Phasendifferenz von 180° vorhanden. Die Darstellung in der Fig. 4 ist lediglich schematisch.

Werden die beiden Schlitzantennen 3, 4 (Fig. 3) mit dem Signal

$$U_3 = U_0 \cdot \cos \omega t \cdot \cos \Omega t$$

bzw. mit dem Signal

$$U_4 = U_0 \cdot \sin \omega t \cdot \cos \Omega t$$

gespeist, wobei $\Omega/2\pi$ gleich der Frequenz der Träger-schwingung des abzustrahlenden Signals ist, dann entsteht ein rotierendes Doppelkreisdiagramm, das mit der Winkelgeschwindigkeit ω rotiert.

Einen kleinen Schweigekegel erhält man auf vorteilhafte Weise dann, wenn die Abmessungen einer Schlitzantenne bestimmte Voraussetzungen erfüllen. Es müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

H. Würth 2-1

- der Abstand l des Schlitzes vom Blechrand in der Längsrichtung muß größer als oder gleich einem Fünftel der Betriebswellenlänge sein,
- der Abstand l muß sehr viel größer als der Abstand B sein.

Für ein praktisches Ausführungsbeispiel sind die Größen wie folgt gewählt:

$$C = 0,36 \text{ m}$$

$$L = 1,31 \text{ m}$$

$$b = 0,04 \text{ m}$$

$$B = 0,16 \text{ m}$$

$$l = 0,6 \text{ m}$$

$$H = 2,51 \text{ m}$$

Zur Erzeugung des kreisförmigen Strahlungsdiagramms, das beim VOR zusätzlich zu dem umlaufenden Doppelkreisdigramm notwendig ist, sind oberhalb und unterhalb der Schlitzes der beiden Schlitzantennen Alford-Rahmenantennen vorgesehen.

In der Fig. 5 ist ein schematischer Querschnitt durch die komplette Antenne in der Ebene einer Schlitzantenne 50 dargestellt. Die beiden Alford-Rahmenantennen 51, 54 sind in Bezug auf die Schlitzantenne so angeordnet, daß die kreuzförmig angeordneten Schlitzantennen und die beiden Alford-Rahmenantennen näherungsweise ein gemeinsames Phasenzentrum haben. Das gemeinsame Phasenzentrum muß nicht notwendigerweise mit dem geometrischen Schwerpunkt oder dem Speisepunkt der Antenne übereinstimmen.

H. Würth 2-1

Das gemeinsame Phasenzentrum ist Voraussetzung dafür, daß die Elevationsphasendiagramme der Einzelantennen 3,4,51 + 54 übereinstimmen können.

Durch den azimuthal unsymmetrischen Aufbau der Alford-Rahmenantennen werden die Vertikaldiagramme der kreuzförmig angeordneten Schlitzantennen gestört. Um diese Störung zu beseitigen, sind in vorteilhafter Weise zwischen die Alford-Rahmenantennen 51, 54 und die Schlitze der Schlitzantennen in waagrechten Ebenen kreisförmige, elektrisch leitende Flächen, z. B. Metallbleche 52, 53 vorgesehen. Die Schlitzantennen verkoppeln mit den kreisförmigen Blechen stärker als mit den Alford-Rahmenantennen, und somit haben die kreisförmigen Bleche auf die Schlitzantennen einen symmetrierenden Feldeffekt. Dadurch erhält man eine gute Kongruenz der Vertikaldiagramme. Bei einer Blechbreite $C = 0,36$ m (Fig. 1) einer Schlitzantenne wird der Durchmesser eines kreisförmigen Bleches zu $0,74$ m gewählt. Dies ist auch der Durchmesser einer Alford-Rahmenantenne.

Um, insbesondere bei hohen Elevationswinkeln, eine verbesserte Unterdrückung der störenden Vertikalkomponenten zu erzielen, werden die Bleche 6 der Schlitzantennen oberhalb und unterhalb der elektrisch leitenden Platten 52, 53 von der Breite C auf die Breite D verbreitert. Die Breite D ist ungefähr gleich dem Durchmesser der Bleche 52, 53.

Sm/U

20.07.1981

./.

H. Würth 2-1

Die Alford-Rahmenantennen 51, 54, die kreisförmigen Bleche 52, 54 und die Schlitzantennen werden von einem Rohr 7 gehalten, das mit einem kreisförmigen Gegengewicht 55 verbunden ist. Der Durchmesser des Gegengewichts ist 6 m. Bei einer geeigneten Wahl der Höhe der Antenne über dem Gegengewicht und des Gegengewichts über der Erdoberfläche kann man die Kongruenz von Amplituden- und Phasenverhalten in der Elevationsrichtung optimieren.

Das Rohr verläuft durch die Symmetrieachse der kreuzförmig angeordneten Schlitzantennen und der Alford-Rahmenantennen und hat, wenn sein Durchmesser hinreichend klein ist, auf die Strahlungsdiagramme keinen wesentlichen Einfluß.

Die wirksame Schlitzbreite b (Fig.1) setzt sich in diesem Fall zusammen aus den Spalten 45,46 zwischen dem Rohr 7, das den Durchmesser d hat, und der Platte 6. Diese Spalte haben jeweils eine Breite von $b/2$. Der Schlitz mit der Breite b wird also gebildet durch zwei wirksame Teilschlitze, die jeweils die Breite $b/2$ haben. Die Breite C des in Fig. 1 schematisch dargestellten Schlitzstrahlers wird dann
$$C = B + \frac{b}{2} + d + \frac{b}{2} + B = 2B + b + d.$$
 Wählt man für L, B, b, l und H die auf Seite 6 angegebenen Werte, dann wird mit $d = 0,15$ m C gleich $0,51$ m.

Die Speiseleitungen für die Schlitzantennen und der Alford-Rahmenantennen werden durch das Rohr 7 geführt.

Sm/U

20.07.1981

Patentansprüche

1. Antenne für ein Drehfunkfeuer mit mehreren Einzelantennen, von denen mindestens eine ein in der Horizontalebene kreisförmiges Strahlungsdiagramm und mindestens zwei ein in der Horizontalebene doppelkreisförmiges Strahlungsdiagramme aufweisen, dadurch gekennzeichnet, daß die Einzelantennen (Fig. 1; Fig. 3: 3,4) mit den doppelkreisförmigen Strahlungsdiagrammen Schlitzantennen sind, die gebildet werden durch einen Schlitz (2) in einer elektrisch leitenden Fläche (1), wobei der Abstand (1) eines Schlitzendes vom Rand der elektrisch leitenden Fläche in der Längsrichtung des Schlitzes wesentlich größer als der Abstand (B) des Schlitzes vom Rand der elektrisch leitenden Fläche in der Querrichtung des Schlitzes ist, und daß die beiden Schlitzantennen (3,4) so angeordnet sind, daß sie sich rechtwinklig räumlich durchdringen und die Längsachsen der Schlitzes auf einer Geraden (5) liegen.
2. Antenne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich der beiden Enden des Schlitzes (12) einer Schlitzantenne zur Anpassung an die Frequenz der abzustrahlenden Signale in der als Blech ausgebildeten elektrisch leitenden Fläche (6) weitere kleine Schlitzes

H. Würth 2-1

(8, 82, 83, 84), die in den Schlitz (12) der Schlitzantenne münden, vorgesehen sind, deren elektrisch wirksame Länge durch die Lage von Kurzschlußstegen (41, 42, 43, 44) in den kleinen Schlitzten bestimmt ist.

3. Antenne nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß oberhalb und unterhalb der Schlitz (12) der beiden Schlitzantennen (50) weitere Einzelantennen (51, 54), deren Strahlungsdiagramme kreisförmig sind, vorgesehen sind.
4. Antenne nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Schlitzten (12) der beiden Schlitzantennen (50) und den oberen und unteren Einzelantennen (51, 54) waagrecht angeordnete weitere elektrisch leitende Flächen (52, 53) vorgesehen sind.
5. Antenne nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Breite (C) der elektrisch leitenden Fläche (6) einer Schlitzantenne zumindest in einem Teil der Bereiche zwischen den weiteren elektrisch leitenden Flächen (52, 53) und dem jeweiligen Ende der Schlitzantenne angenähert gleich dem Durchmesser der weiteren Einzelantennen (51, 54), deren Strahlungsdiagramme kreisförmig sind, ist.

Sm/U

20.07.1981

./.

H. Würth 2-1

6. Antenne nach Anspruch 1 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß durch die Symmetrieachse der Antenne ein Rohr (7), dessen Durchmesser kleiner als die Schlitzbreite (b, Fig. 1) ist, geführt ist, und daß die Speiseleitungen für die Einzelantennen (6, 51, 54) durch dieses Rohr geführt werden.
7. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand (1) eines Schlitzendes vom Rand der elektrisch leitenden Fläche (6) in der Längsrichtung des Schlitzes größer oder gleich einem Fünftel der Betriebswellenlänge ist.

Sm/U

20.07.1981

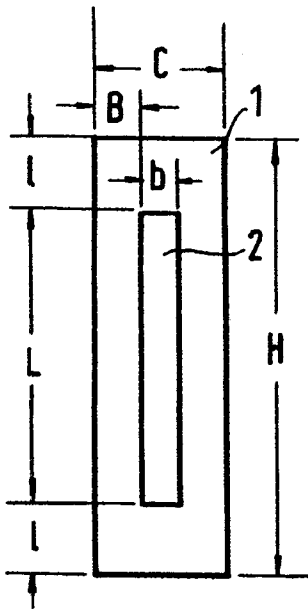


Fig. 1

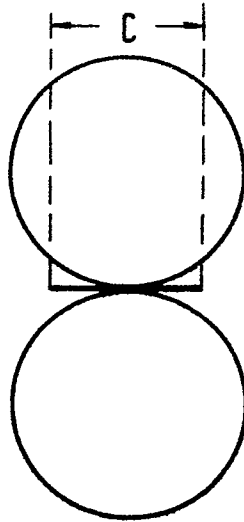


Fig. 2a

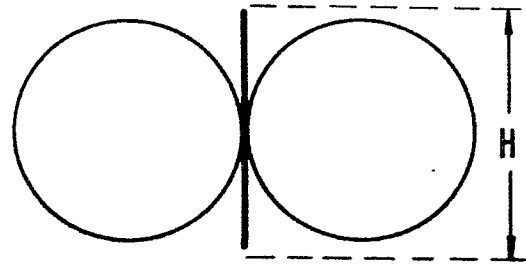


Fig. 2b

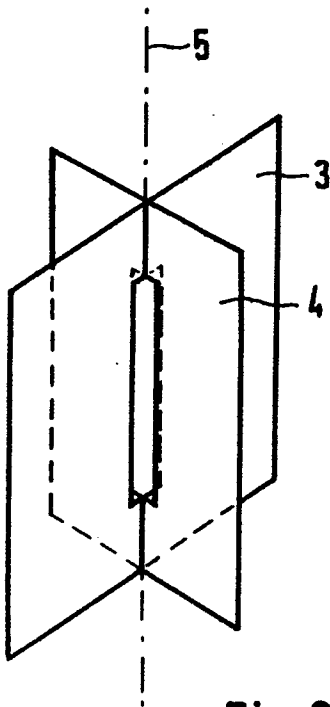


Fig. 3

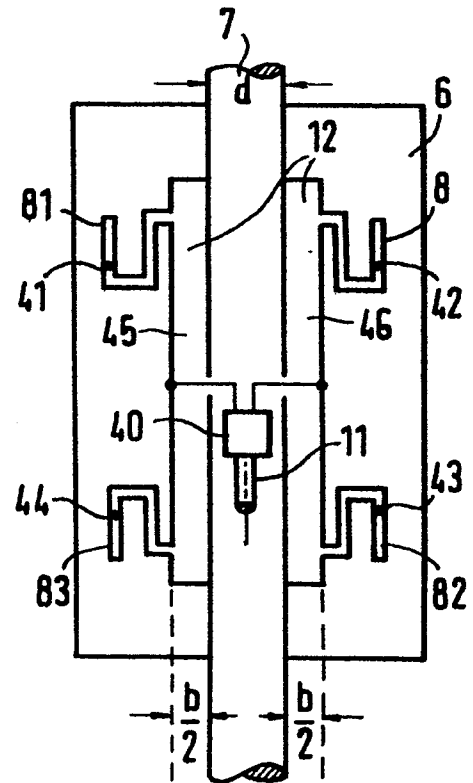


Fig. 4

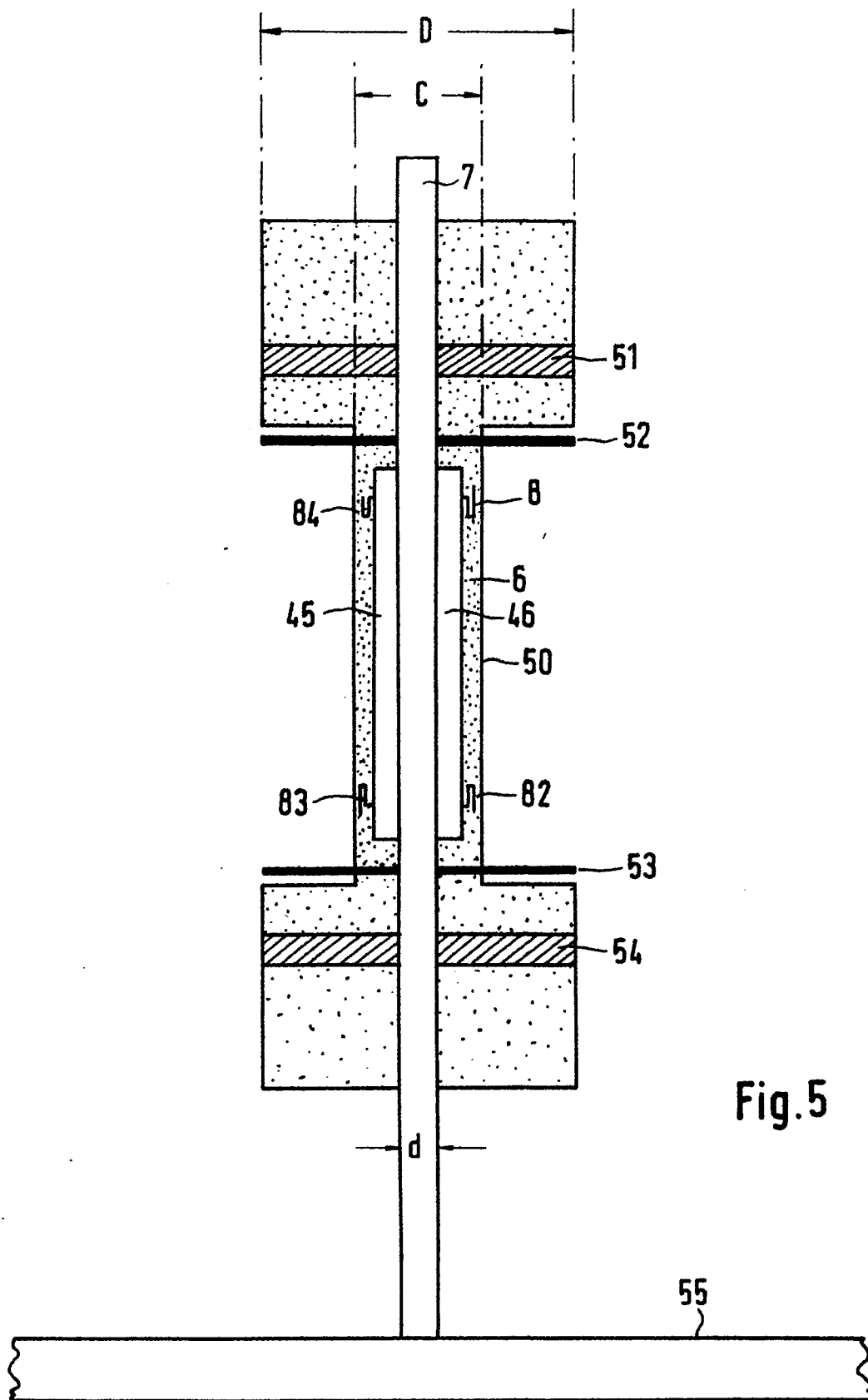


Fig.5