

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

0 361 487
A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 89118011.9

(51) Int. Cl.⁵: H04R 7/12 , H04R 7/02

(22) Anmeldetag: 28.09.89

(30) Priorität: 30.09.88 DE 3833238
17.11.88 DE 3838853

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
04.04.90 Patentblatt 90/14

(84) Benannte Vertragsstaaten:
ES GR

(71) Anmelder: ANT Nachrichtentechnik GmbH
Gerberstrasse 33
D-7150 Backnang(DE)

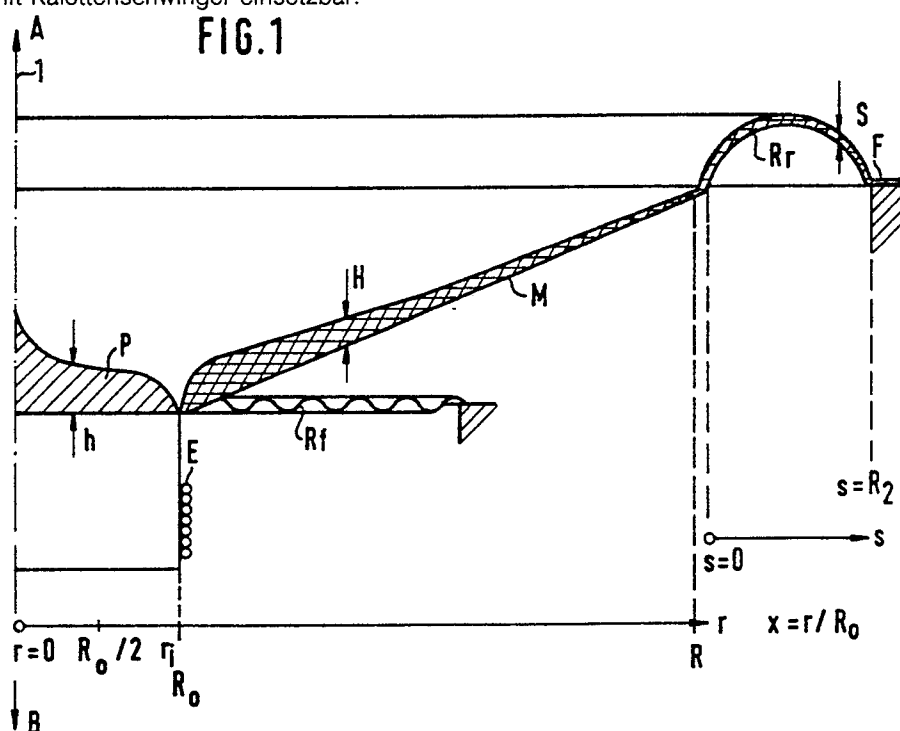
(72) Erfinder: Krüger, Helmut, Dipl.-Ing.
Lange Strasse 7a
D-3340 Wolfenbüttel(DE)

(54) Membransystem.

(57) Bei Schallwandlern soll Klirren durch Partialschwingungen der Membran verhindert werden.

Die in der Mitte geschlossene Membran (P) hat einen Verlauf ihrer Wandstärke (h), gemessen in Richtung ihrer Achse (1), der in einem mittleren Ringbereich zur Membranachse (1) hin ansteigt und von diesem Ringbereich ausgehend zur Membranmitte hin immer steiler ansteigt, während er zum Membranrand (R_0) immer steiler abfällt.

Das Membransystem ist insbesondere als Schallwandler mit Kalottenschwinger einsetzbar.



EP 0 361 487 A1

Membransystem

Die Erfindung betrifft ein Membransystem nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1. Ein solches System ist bekannt aus der US-PS 4,532,383. Außerdem sei hingewiesen auf die DE-PS 30 36 030, DE-OS 36 22 526 und die veröffentlichte internationale (PCT-) Anmeldung 87/00275.

Die Erfindung ist anwendbar für eine Membran oder ein Membranteil von Membransystemen für Schallwandler, insbesondere Lautsprecher aller Art, z.B. für Kalottenstrahler, für Druckkammersysteme, für ein Mittelteil eines Lautsprecherkonus oder einer -platte. Bei solchen Anwendungen führen unerwünschte Partialschwingungen zu Verzerrungen bei den abgestrahlten Schallschwingungen.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Membransystem anzugeben, bei welchem die Verzerrungen abgestrahlter Schallschwingungen gering sind gegenüber den Schwingungen seines Antriebes.

Diese Aufgabe wird gelöst durch das Membransystem mit den Merkmalen des Patentanspruches 1. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die Erfindung beruht auf Berechnungen und Versuchen, die ergeben haben, daß mit der gefundenen Bemessungsvorschrift gute mechanische Eigenschaften einer Membran mit der Folge erzielt werden können, daß störende Partialschwingungen weitgehend vermieden werden. Um solche Partialschwingungen einzudämmen, muß bei der Membran von innen nach außen ein bestimmter Verlauf der Biegesteifigkeit und des Flächenträgheitsmomentes eingehalten oder angenähert werden.

Vorzugsweise wird dabei auf versteifende Streben oder Fachwerke verzichtet und statt dessen eine bevorzugt massive Gestalt gewählt, zu der allerdings auch geschäumte Varianten zu rechnen sind.

An der im Patentanspruch 1 genannten Befestigungszone am Rand für die Befestigung des Antriebes der Membran kann auch ein Randring vorgesehen sein, welchen die Membran an ihrem Rand aufweist und der seinerseits ortsfest eingespannt ist, damit eine Führung der Membran in Axialrichtung gewährleistet ist. Es kann sich bei der Befestigungszone aber auch um die Zone handeln, wo die Membran mit einer Konusmembran eines Lautsprechers verbunden ist, wobei die Membran den Innenrand oder das Zentrum der Konusmembran überdeckt oder überbrückt.

Auch bei der Ausführungsform, bei welcher die Membran das Zentrum einer Konusmembran coaxial überbrückt, kann sich die Befestigungszone, wo die Membran mit der Konusmembran verbunden ist, und der Antrieb beim selben Radialkoordinatenwert befinden.

Anhand der Zeichnungen werden Ausführungsbeispiele der Erfindung erläutert.

Figur 1 zeigt eine Hälfte eines Schnittes entlang eines Durchmessers eines Membransystems für einen Lautsprecher,

Figur 2 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines Lautsprechers im Schnitt,

Figur 3 stellt eine Hälfte eines Schnittes eines weiteren Membransystems im Prinzip dar.

Figur 1 zeigt eine Hälfte eines Radialschnittes durch eine Konusmembran M, die an ihrem inneren Rand mit einer Radialführung R_i (nicht zwingend) und einem elektromagnetischen Antrieb E versehen ist, der in Richtung der Membranachse 1 wirkt. Die Konusmembran ist biegesteif, ringförmig, rotations-symmetrisch und konisch. Der Antrieb ist zugleich Membran- und Konusmembranantrieb.

Die in Richtung der Membranachse 1 gemessene Wandstärke H der Konusmembran M verändert sich in Abhängigkeit von einer Radialkoordinate r, die im Zentrum der Membran P mit dem Wert $r = 0$ beginnt, am inneren Rand den Wert $r = r_i$ aufweist und am äußeren Rand der Konusmembran ihren Maximalwert $r = R$ erreicht. Dort geht die Konusmembran M in einen Randring R_r über, der biegeelastisch und ringförmig ist sowie die Gestalt einer Sicke aufweist. (Es kann auch ein Randring mit mehreren Sicken zur Anwendung gelangen). Die ebenfalls in Richtung der Membranachse 1 gemessene Wandstärke S des Randringes verringert sich in Richtung einer Abstandskoordinate s von $s = 0$ ausgehend bis zum Außenrand. Der Randring R_r weist an seinem Außenrand einen ringförmigen Fortsatz F auf, der zur Einspannung des Randringes und damit indirekt auch der Membran M dient.

Innerhalb des inneren Randes der Konusmembran M befindet sich nun eingeklebt eine rotations-symmetrische, biegesteife Membran P, die als Kalottenschwinger und als Staubschutz für den Antrieb E dient. Die Wandstärke h dieser Membran P verändert sich in Abhängigkeit von der Radialkoordinate r die in der Membranachse 1 mit dem Wert $r = 0$ beginnt und für die Membran P bis zu dem Grenzwert $r = R_0$ am Plattenrand läuft.

Bei $r = R_0$ sind die Konusmembran M und die Membran P miteinander in nicht näher dargestellter Weise verklebt. Die Klebestelle wird Befestigungszone genannt. Ihre radiale Ausdehnung ist in der schematischen Figur 1 als vernachlässigbar klein angenommen worden. Die Membran P und die Konusmembran M können auch einstückig hergestellt sein. Dann weichen die Verläufe der Wandstärken h und H in der Umgebung des Radialkoordinatenwertes $r = R_0$ ($x = r/R_0 = 1$) von den

aufgrund theoretischer Überlegungen errechenbaren Werten in der Praxis ab; denn theoretisch ist die Wandstärke bei $r = R_0$ verschwindend klein, was natürlich in der Praxis nicht realisierbar ist.

Die Membran P, angetrieben durch den Antrieb E in Gestalt einer Schwingspule, wirkt als Kolben-
 5 schwinger. Ihre Wandstärke h nimmt in einem mittleren Ringbereich um $R_0/2$ herum mit sinkenden Werten der Radialkoordinate r zu. Der Minimalwert der Wandstärke h wird bei $r = R_0$ erreicht und der Maximalwert bei (oder in der Praxis nahe) $r = 0$.
 10 Ausgehend vom mittleren Ringbereich fällt die Wandstärke h - immer gemessen in Achsrichtung - in Richtung zum Membranrand ($r = R$) zunehmend steiler ab, während sie in Richtung zur Membrannachse 1 zunehmend steiler zunimmt. Die Wandstärke h folgt mit zulässigen Toleranzen von $\pm 5\%$ bevorzugt der Beziehung $h = c \cdot (1-x^2)^m \cdot x^n$ mit
 15 $x = r/R_0$, c = Konstante, $m = 0,1 \dots 0,4$, $n = -0,05 \dots -0,2$ (bevorzugt: $m = 0,2$, $n = -0,1$). Zwischen dem Maximum und dem Minimum verläuft die Wandstärke h selbst, aber auch deren Zu- bzw. deren Abnahme (also der Differentialquotient dh/dr) stetig oder wenigstens stückweise angenähert stetig (quasistetig). Dies trifft jedenfalls in einem Bereich zu, der sich von $r = 0,05 R_0$ bis an die Befestigungszone um $r = R_0$ erstreckt; denn die Befestigungszone am Rand muß aus den oben angegebenen Gründen unter Umständen bei Aus-
 20 sagen über den Wandstärkeverlauf ausgenommen werden, und ähnliches gilt für einen kleinen Mittenbereich um die Membrannachse 1 herum, wo die Wandstärke theoretisch unendlich groß sein müßte, was aber in der Praxis nicht möglich ist.

Der Betrag der Konstanten c und damit der Mittelwert der Wandstärke der Membran, wird in bekannter Weise entweder aufgrund von Erfahrungswerten mit Sicherheitszuschlägen oder aufgrund von Berechnungen oder Versuchen festgelegt. Dabei ist die Festigkeit des gewählten Materials zu berücksichtigen und auch dessen Dichte (spezifisches Gewicht), denn von den bewegten Massen hängt die untere Grenzfrequenz eines Schallwandlers ab. An sich würde man die Wandstärke gerne möglichst klein wählen, muß aber mit Rücksicht auf die Gefahr von Ermüdungsbrüchen und auf die Gefahr von Klirrscheinungen (z.B. aufgrund von Membranverformungen) Mindestwandstärken einhalten. Die Wandstärke muß also in Übereinstimmung mit der bisherigen Praxis so gewählt sein, daß bei der maximalen Auslenkung (die abhängig ist von der vorgegebenen maximalen Belastbarkeit des Schallwandlers) der Membran weder Ermüdungsbrüche noch unzulässiges Klirren auftreten.

Die Membran besteht bevorzugt aus homogenem oder geschäumtem Material mit glatter Oberfläche; wenn ein höherer Aufwand und damit höhe-

rer Preis zugelassen ist, werden Sandwich-Formen bevorzugt.

Der schematisch im Schnitt in Figur 2 gezeigte Lautsprecher weist einen permanentmagnetischen Ringmagneten 2 mit weichmagnetischem Kern 3 und mit einer Polplatte 4 auf. Im Luftspalt des damit gebildeten magnetischen Kreises befindet sich ein Membranantrieb E' an einem Hohlzylinder Z, der durch eine Radialführung Rf geführt ist und über den eine Konusmembran M angetrieben ist. Dabei handelt es sich um eine sogenannte Nawi-Membran (nicht abwickelbare Membran) die von der Konusform (Figur 1) abweicht, aber dennoch ein der Figur 1 entsprechendes Wandstärkeprofil aufweist. Die Konusmembranform ähnelt einem Exponentialtrichter.

Bei dieser Gelegenheit sei darauf verwiesen, daß die Vorschriften für die Ausführungsformen der Erfindung mit Membran auch auf andere Membran-Grundformen anwendbar sind, z.B. auf glockenförmig gewölbte.

Bei dem Beispiel nach Figur 2 fällt die Radialkoordinate für den Membranantrieb E' nicht mit der Radialkoordinate für den Rand der Membran P zusammen. Betrachtet man allerdings nur die Membran P, so wird diese tatsächlich an ihrem Rand von der Konusmembran M unmittelbar angetrieben, die Konusmembran ist also "Antrieb" für die Membran.

Die Konusmembran M geht an ihrem Außenrand über in einen Randring R, dessen Fortsatz F an einem Lautsprecherkorb 5 befestigt ist, der seinerseits mit der Polplatte 4 verbunden ist. Für den Randring gilt das im Zusammenhang mit Figur 1 Gesagte.

Figur 3 zeigt einen Querschnitt einer anderen Membran P', wobei der Verlauf der Wandstärke h aber wieder derselbe wie in Figur 1 ist. In der Mitte ist die Membran mit einem Gewicht belastet, bestehend aus einem stabförmigen Verbindungsglied G und einem daran befestigten Körper K, der wiederum mit einer Zentriermembran Z verbunden ist, welche am Rand in einem ortsfesten Lager L gelagert ist. Die durch das Verbindungsglied G, den Körper K und teilweise auch durch die Zentriermembran Z gebildete Masse bildet einen Ersatz für diejenige Masse, welche die Membran P dadurch in der Mitte nicht aufweist, daß die Wandstärke h hier nicht gegen Unendlich geht, wie es eigentlich entsprechend der Formel $h = c \cdot (1-x^2)^m \cdot x^n$ der Fall sein müßte.

Ansprüche

1 Membransystem mit in der Mitte geschlossener rotationssymmetrischer Membran eines Schallwandlers, die nahe ihrem Rand über eine

ringförmige Befestigungszone für einen Antrieb angetrieben ist und in einem mittleren Ringbereich zwischen Membranrand (R_0) und -achse (1) einen Verlauf der in Richtung der Membranachse (1) gemessenen Wandstärke (h) aufweist, der zur Membranachse (1) hin ansteigt, wobei der Verlauf zwischen der Befestigungszone am Membranrand (R_0) und einem Mittenbereich, der sich mit einem Durchmesser von weniger als 5 % des Membrandurchmessers um die Membranachse (1) erstreckt, stetig oder quasistetig ist und von dem mittleren Ringbereich ausgehend bis zur Befestigungszone am Membranrand (R_0) hin zunehmend steiler abfällt dadurch gekennzeichnet, daß der Verlauf vom mittleren Ringbereich ausgehend zum Mittenbereich hin zunehmend steiler ansteigt.

2. Membransystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in einem ringförmigen Bereich von 20% bis 70% des Membranradius (R_0) ein Wendepunkt (W) des Wandstärkeverlaufes liegt.

3. Membransystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Wendepunkt (W) in einem Bereich von 30 % bis 60 % des Membranradius (R_0) liegt.

4. Membransystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (P) bei 5 % ihres Membranradius (R_0) ungefähr doppelt so dick oder dicker ist als bei 95 % des Membranradius (R_0).

5. Membransystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß am Mittenbereich ein Gewicht (G, K, Z) angeordnet ist, das aus einem anderen Material besteht als die Membran (P).

6. Membransystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein Verbindungsglied (G) zwischen dem Mittenbereich und einer Zentriermembran (Z) Teil des Gewichtes ist.

7. Membransystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Wandstärkeverlauf innerhalb eines Wertebereiches von $x = 5\%$ bis $x = 90\%$ der Beziehung $h = c \cdot (1-x^2)^m \cdot x^n$

folgt, wobei x die auf den Membranradius (R_0) normierte Radialkoordinate ist, die senkrecht auf der Membranachse (1) steht, c eine Konstante, h die in Richtung der Membranachse (1) gemessene Wandstärke und $m = 0,1 \dots 0,4$, $n = -0,05 \dots -0,2$ ist und Toleranzabweichungen von $\pm 5\%$ zugelassen sind.

8. Membransystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß $m = 0,2$ und $n = -0,1$ ist.

9. Membransystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Materialdichte und oder der Elastizitätsmodul des Membranmaterials unabhängig von der Radialkoordinate (r), die senkrecht auf der Membranachse (1) steht, soweit konstant ist, wie es mit üblichen

Herstellungsmethoden erzielt wird.

10. Membransystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Materialdichte von einem Kernbereich ausgehend in beide Axialrichtungen (A, B) zunimmt.

11. Membransystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran aus homogenem oder quasihomogenem, insbesondere geschäumtem Material besteht.

12. Membransystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (P) nur bezüglich ihrer Umhüllenden rotationssymmetrisch ist und aus einem geschäumten oder als Fachwerk oder wabenförmig gebildeten Kern zwischen zwei festeren Deckschichten besteht.

13. Membransystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (P) den achsnahen Bereich einer ringförmigen zweiten Membran (M) überbrückt, welche den Antrieb für die erstgenannte Membran (P) bildet.

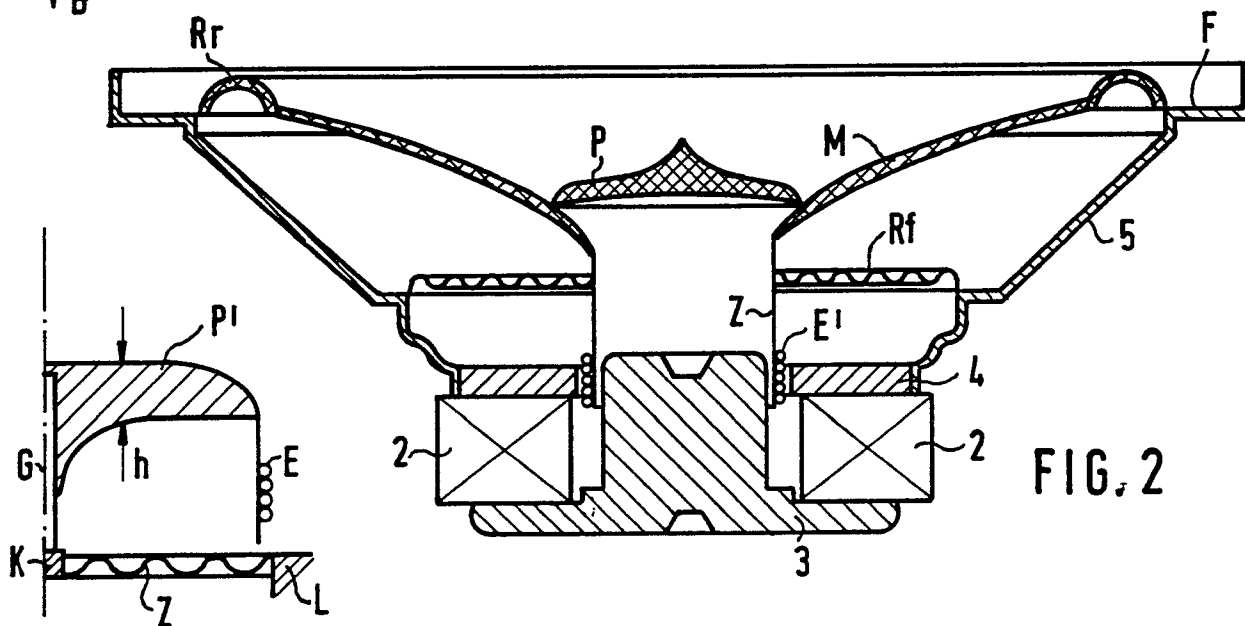
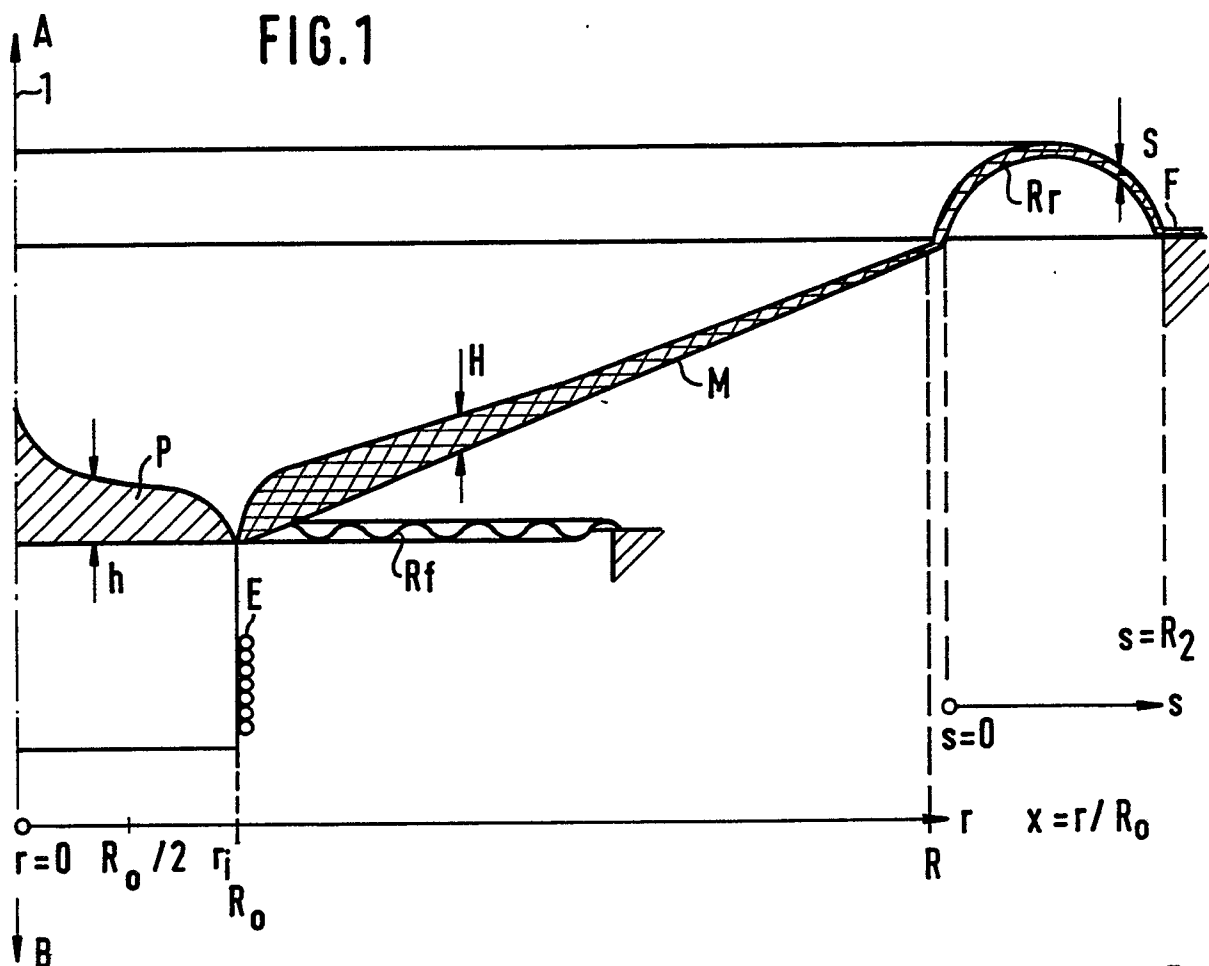


FIG. 3



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 89 11 8011

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
Y	WO-A-8 800 423 (ANT NACHRICHTENTECHNIK) * Insgesamt * & DE-A-3 622 526 (Kat. Y,D)	1	H 04 R 7/12 H 04 R 7/02
A	---	2-13	
Y	US-A-3 862 376 (WHITE) * Zusammenfassung; Figuren 1,10 *	1	
A	DE-A-1 088 099 (ISOPHON-WERKE GmbH) * Figuren; Spalte 2, Zeilen 30-35 *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			H 04 R
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 15-12-1989	Prüfer GASTALDI G. L.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			