



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
08.04.2009 Patentblatt 2009/15

(51) Int Cl.:
H01P 5/18 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07019368.5**

(22) Anmeldetag: **02.10.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR

(71) Anmelder: **Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG**
81671 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Evers, Christian**
85551 Heimstetten (DE)

- **Jünemann, Ralf, Dr.**
81735 München (DE)
- **Bayer, Alexander**
81739 München (DE)
- **Leipold, Markus**
84424 Isen (DE)

(74) Vertreter: **Körfer, Thomas et al**
Mitscherlich & Partner
Patent- und Rechtsanwälte
Sonnenstrasse 33
80331 München (DE)

(54) **Richtkoppler**

(57) Bei einem Richtkoppler mit zwei in einem flachen Raum (3) eines geschlossenen Metallgehäuses (1, 2) im Koppelbereich in Längsrichtung nebeneinander und im Abstand voneinander angeordneten gekoppelten Leitungen (4-7), deren Enden mit seitlich am Metallgehäuse (1, 2) angebrachten Anschlusstoren verbunden sind, bestehen diese gekoppelten Leitungen aus flache Blech-Bandleitern, die im Koppelbereich mit ihren Breitseiten einander zugewandt im Abstand nebeneinander

angeordnet sind und durch mehrere Stützelemente (13, 14) aus Isoliermaterial freitragend im Abstand von den gegenüberliegenden Innenwänden des flachen Metallgehäuse- raumes (3) in diesem gehalten sind. Dabei ist mindestens ein Bandleiter (9, 10) in Bezug auf den gegenüberliegenden Bandleiter so gebogen, dass der Abstand der Bandleiter (9, 10) im Koppelbereich beginnend vom Koppelbereichanfang (E1) etwa exponentiell bis zum Koppelbereichende (E2) zunimmt. Die Breite der beiden Bandleiter nimmt im Koppelbereich zu.

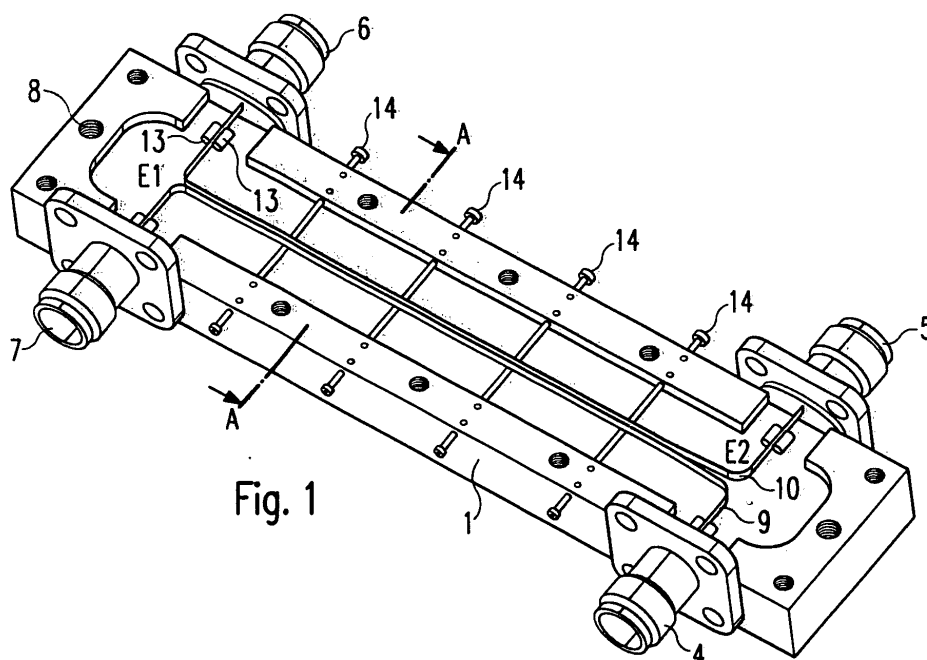


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Richtkoppler laut Oberbegriff des Hauptanspruches.

[0002] Richtkoppler dieser Art sind beispielsweise aus Meinke/Grundlach, Taschenbuch der Hochfrequenztechnik, 5. Auflage, Seiten L29 bis L34, bekannt. Eine ideale Trennung der vor- und rücklaufenden Wellen ist dabei nur mit Richtkopplern möglich, die eine Ausbreitung von TEM-Wellen ermöglichen. Dies ist bisher nur mit Richtkopplern in Koaxialleitungstechnik möglich. Richtkoppler in Mikrostreifenleitungs- oder Koplanarleitungstechnik ermöglichen keine Ausbreitung von reinen TEM-Wellen. Richtkoppler in Koaxialleitungstechnik sind jedoch im Aufbau relativ aufwendig. Die bezüglich Aufbau einfacheren Richtkoppler in Mikrostreifenleitungs- oder Koplanarleitungstechnik besitzen dagegen den Nachteil, dass sie keine reine TEM-Wellenausbreitung ermöglichen und daher die für die Funktion eines Richtkopplers so wichtigen Phasenkonstanten des Even- und Odd-Modes nicht identisch sind.

[0003] Es ist Aufgabe der Erfindung, einen Richtkoppler zu schaffen, bei dem eine reine TEM-Wellenausbreitung möglich ist und der trotzdem eine kompakte und preiswerte Herstellung ermöglicht und der vor allem extrem breitbandig ist.

[0004] Diese Aufgabe wird ausgehend von einem Richtkoppler laut Oberbegriff des Anspruchs 1 durch dessen kennzeichnende Merkmale gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0005] Ein erfindungsgemäßer Richtkoppler kann sehr einfach und preiswert hergestellt werden. Er ist extrem dämpfungsarm und es ist vor allem eine extrem große Bandbreite beispielsweise zwischen 1 GHz und 70 GHz erreichbar.

[0006] Die Erfindung wird im folgenden anhand schematischer Zeichnungen an Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Fig. 1 zeigt perspektivisch in Draufsicht einen erfindungsgemäßen Richtkoppler mit abgenommenen Gehäusedeckel;

Fig. 2 zeigt einen Schnitt längs der Linie A-A in Fig. 1 in Vergrößerung;

Fig. 3 zeigt die Draufsicht auf einen der beiden flachen Blech-Bandleiter und zwar bezüglich der Breite etwa um den Faktor 5 skaliert und

Fig. 4 zeigt in perspektivischer Draufsicht ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Richtkopplers mit einem integrierten massiven Testport und einem geraden durchgehenden und nur einem gebogenen Bandleiter.

[0007] Fig. 1 zeigt in perspektivischer Draufsicht einen erfindungsgemäßen Richtkoppler mit einem flachen Metallgehäuse 1 mit abgenommenem Deckel 2. In der Oberfläche dieses Metallgehäuses 1 ist ein flacher Raum 3 ausgefräst, in den seitlichen zu den Stirnseiten des Metallgehäuses hin offene Anschlussabschnitte münden. Gegenüber diesen Anschlussabschnitten sind an den seitlichen Stirnflächen des Metallgehäuses 1 außen jeweils Koaxialstecker-Kupplungen 4 - 7 befestigt, deren Innenleiter in Anschlussabschnitte des flachen Raums 3 des Metallgehäuses ragen. Dieser flache Metallgehäuseraum 3 ist gemäß Fig. 2 von oben mittels eines flachen Deckels 2 geschlossen und über nicht dargestellte Schrauben (Löcher 8) hochfrequenzdicht mit dem Gehäuse 1 verschraubt. Die vier Koaxialleitungs-Kupplungen 4 bis 7 bilden jeweils die vier Hochfrequenzttore des Richtkopplers.

[0008] Die eigentlichen gekoppelten Leitungen werden durch zwei flache Blech-Bandleiter 9 und 10 gebildet, die im Koppelbereich zwischen E1 und E2 mit ihren Breitseiten einander zugewandt im Abstand nebeneinander angeordnet sind.

[0009] Wie Fig. 2 zeigt, sind diese beiden Bandleiter 9 und 10 im Koppelbereich hochkant stehend mit ihren Breitseiten senkrecht zum Boden des Gehäuseraumes 3 und senkrecht zur Innenfläche des aufgesetzten Deckels 2 im Metallgehäuseraum 3 gehalten. An den Enden des Koppelbereichs E1-E2 sind diese flachen Blech-Bandleiter seitlich nach außen gebogen und an den Innenleiterenden der Koaxialleiter-Kupplungen 4 bis 7 befestigt. Diese flachen Bandleiter bestehen aus einem federnd nachgiebigem Blechmaterial, beispielsweise aus Kupferberyllium.

[0010] Fig. 3 zeigt die Draufsicht eines noch nicht abgeboenen Bandleiters. Die Breite ist hier zum besseren Verständnis etwa fünffach vergrößert. Die beiden Anschlussenden 11 und 12, die beim Zusammenbau abgeboenen werden, besitzen etwa die gleiche Breite. Der eigentliche Koppelabschnitt zwischen E1 und E2 besitzt allmählich zunehmende Breite. Am Anfang E1 des Koppelabschnittes ist die Breite verjüngt und nimmt nur allmählich bis zum Koppelbereichsende E2 wieder zu, bis die Breite des Anschlussendes 12 erreicht ist. Die Breite der Anschlussenden 11 und 12 und der jeweilige Abstand zum Boden des Gehäuseraumes 3 bzw. zur Innenfläche des Deckels 2 sind so gewählt, dass die Anschlussenden jeweils den gleichen Wellenwiderstand wie die anschließenden Koaxialleitungs-Kupplungen besitzen, im allgemeinen 50 Ohm. Die Zunahme der Breite der Bandleiter 9, 10, die in Fig. 3 abschnittsweise erfolgt, ist annähernd linear, sie kann natürlich auch kontinuierlich erfolgen.

[0011] Die beiden Bandleiter 9 und 10 sind gemäß Fig. 1 im Koppelbereich zwischen E1 und E2 in einem von E1 nach E2 etwa exponentiell zunehmenden Abstand voneinander angeordnet. Ihre Stirnseiten sind gemäß Fig. 2 in einem vorbestimmten Abstand gegenüber Deckel und Gehäuserauboden gehalten und bilden wiederum ein vorbestimmtes Wellenwiderstandssystem.

Dieser etwa exponentielle Verlauf des Abstandes zwischen den beiden Bandleitern beginnend mit der engsten Stelle am Anfang E1 des Koppelbereichs und der weitesten Stelle am Ende E2 des Koppelbereichs gewährleistet zusammen mit dem in Fig. 3 dargestellten Verlauf der Breite der Bandleiter 9, 10, dass das Produkt aus Z_{Even} und Z_{Odd} an jeder Stelle des Koppelsystems gleich dem Quadrat des Systemwellenwiderstandes, beispielsweise 50 Ohm, ist. Damit ist eine gute Anpassung und Isolation des Richtkopplers gewährleistet.

[0012] Die beiden flachen Blech-Bandleiter 9 und 10 werden im flachen Raum 3 in den vorgegebenen Abständen gegenüber Metallgehäuse 1 und Deckel 2 über Stützelemente aus Isoliermaterial gehalten. Im gezeigten Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 sind die vom Koppelbereich E1-E2 jeweils seitlich nach außen gebogenen Anschlüssen 11, 12 jeweils über kleine Kunststoffrollen 13 gehalten, die am Metallgehäuse 1 beispielsweise angeklebt sind und die beidseitig an den Breitseiten der Bandleiter 9, 10 anliegen und vorzugsweise ebenfalls mit den Bandleitern verklebt sind. Im eigentlichen Koppelbereich E1-E2 sind diese Bandleiter 9, 10 über Stößel 14 aus Isoliermaterial gehalten, die längs der Bandleiter im Abstand verteilt sind und in Bohrungen der Längs-

stirnseiten des Metallgehäuses 1 geführt sind. Diese Stößel 14 liegen mit ihren inneren Enden an den nach außen gewandten Breitseiten der Bandleiter 9, 10 an.

[0013] Durch Axialverschieben dieser Stößel kann der Abstand zwischen den Bandleitern exakt eingestellt werden. Die Enden der Stößel sind vorzugsweise wiederum an den Breitseiten der Bandleiter angeklebt, bei entsprechender Vorspannung der federnd nachgiebigen Bandleiter genügt ggf. auch nur das Anlegen der Enden an den Bandleitern zur Stabilisierung. Bei dem dargestellten Aufbau sind die Tore 4 und 5 sowie die Tore 6 und 7 miteinander verkoppelt und die sich diagonal gegenüberliegenden Tore 4 und 6 sowie 5 und 7 sind bei Abschluss der jeweils anderen Tore voneinander isoliert.

[0014] Über diese Kunststoffrollen 13 und Stößel 14 werden die Bandleiter 9, 10 in ihrer vorbestimmten Stellung innerhalb des Metallgehäuseraumes 3 fixiert und es wird eine gute mechanische Stabilität erreicht. Eventuelle elektrische Einflüsse dieser Kunststoffteile, beispielsweise der Stößel 14, können durch entsprechende kleine Einschnürungen an den Rändern der Bandleiter 9, 10 kompensiert werden.

[0015] Fig. 4 zeigt eine andere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Richtkopplers und zwar ist hier nur einer der Bandleiter gebogen und der andere Bandleiter ist gerade ausgeführt. Am schmalen Stirnende des Metallgehäuses 1 ist ein robuster Testport 20 angebracht, dessen Innenleiter mit dem geraden Bandleiter verbunden ist. Das gegenüberliegende Ende des geraden Bandleiters ist mit einer Koaxialleitungskupplung verbunden, die am gegenüberliegenden stirnseitigen Ende des Metallgehäuses angebracht ist. Der übrige Aufbau und die Halterung der Bandleiter im Gehäuseraum ist wie bei Fig. 1.

[0016] Fig. 4 zeigt zusätzliche Ferritstrukturen 21, die zur Absorbierung von höheren Moden längs des Koppelbereiches an den Längs Stirnwänden des Metallgehäuseraumes angebracht sind. Damit kann der Richtkoppler auch noch betrieben werden, wenn theoretisch bei den gewählten Abmessungen schon höhere Wellenmoden ausbreitungsfähig sind.

[0017] Die erfindungsgemäße Richtkoppleranordnung eignet sich besonders gut auch zur unmittelbaren Integration in eine bestehende Baugruppe, beispielsweise eine Eichleitung. Außerdem können in den Richtkoppler zusätzliche Abschlusswiderstände integriert werden, wenn nur in einer Richtung ein Signal ausgekoppelt werden soll. Auch die Integration eines Dämpfungsgliedes an einem oder mehreren Anschlusstoren ist möglich. Solche Abschlusswiderstände bzw. Dämpfungsglieder können beispielsweise unmittelbar in die Anschlüssen 11, 12 der Bandleiter 9, 10 integriert werden.

Patentansprüche

1. Richtkoppler mit zwei in einem flachen Gehäuseraum (3) eines geschlossenen Gehäuses (1, 2) im Koppelbereich in Längsrichtung nebeneinander und im Abstand voneinander angeordneten gekoppelten Leitungen, deren Enden mit seitlich am Gehäuse angebrachten Anschlusstoren (4 - 7) verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die gekoppelten Leitungen als flache Blech-Bandleiter (9, 10) ausgebildet sind, die im Koppelbereich (E1-E2) mit ihren Breitseiten einander zugewandt im Abstand nebeneinander angeordnet sind und durch mehrere Stützelemente (13, 14) aus Isoliermaterial freitragend im Abstand von den gegenüberliegenden Innenwänden des flachen Gehäuseraumes (3) in diesem gehalten sind.
2. Richtkoppler nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bandleiter (9, 10) im Koppelbereich hochkant stehend mit ihren Breitseiten senkrecht zum Boden und Deckel des flachen Metallgehäuseraumes (3) in diesem gehalten sind.
3. Richtkoppler nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Bandleiter (9, 10) in Bezug auf den gegenüberliegenden Bandleiter so gebogen ist, dass der Abstand der Bandleiter im Koppelbereich (E1-E2) beginnend vom Koppelbereichanfang (E1) etwa exponentiell bis zum Koppelbereichende (E2) zunimmt.
4. Richtkoppler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Breite der beiden Bandleiter (9, 10) an den

Anschlussenden (11, 12) jeweils gleich groß ist und im Koppelbereich beginnend mit einer gegenüber der

Anschlussenden-Breite geringeren Breite am Koppelbereichsanfang (E1) bis zur Anschlussenden-Breite am Koppelbereichsende (E2) zunimmt. 5

5. Richtkoppler nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, 10
dass die Bandleiter (9, 10) aus einem federnd nachgiebigem Blech, insbesondere Kupferberyllium bestehen.
6. Richtkoppler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 15
dadurch gekennzeichnet,
dass die Bandleiter (9, 10) an den Anschlussenden (11, 12) über am Metallgehäuse (1) befestigte Isoliermaterial-Körper (13) gehalten sind. 20
7. Richtkoppler nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Bandleiter (9, 10) im Koppelbereich (E1 bis E2) durch mehrere in den Längsstirnwänden des Metallgehäuses geführte Stößel (14) aus Isoliermaterial gehalten sind. 25
8. Richtkoppler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 30
dadurch gekennzeichnet,
dass die Längsstirnwände des Metallgehäuseraumes mit Ferritmaterial belegt sind. 35
9. Richtkoppler nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Bandleiter (9, 10) am Anfang und Ende des Koppelbereiches jeweils nach außen abgebogen und mit den Innenleitern von seitlich am Metallgehäuse (1) befestigten Koaxialleitungs-Kupplungen (4 - 7, 20) verbunden sind. 40
10. Richtkoppler nach einem der vorgehenden Ansprüche, 45
dadurch gekennzeichnet,
dass an mindestens einem Anschlussende von mindestens einem der beiden Bandleiter (9, 10) in den Bandleiter ein Abschlusswiderstand und/oder ein Dämpfungsglied integriert ist. 50

55

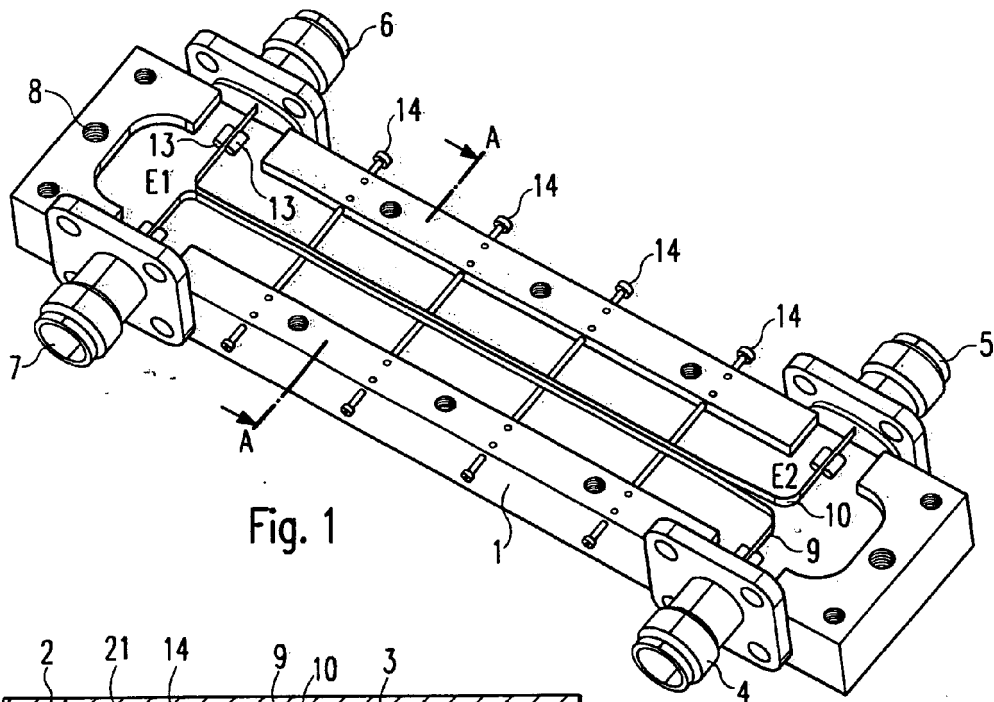


Fig. 1

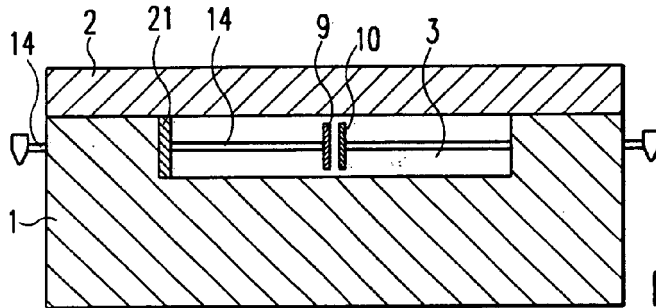


Fig. 2

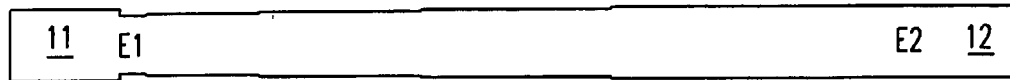


Fig. 3

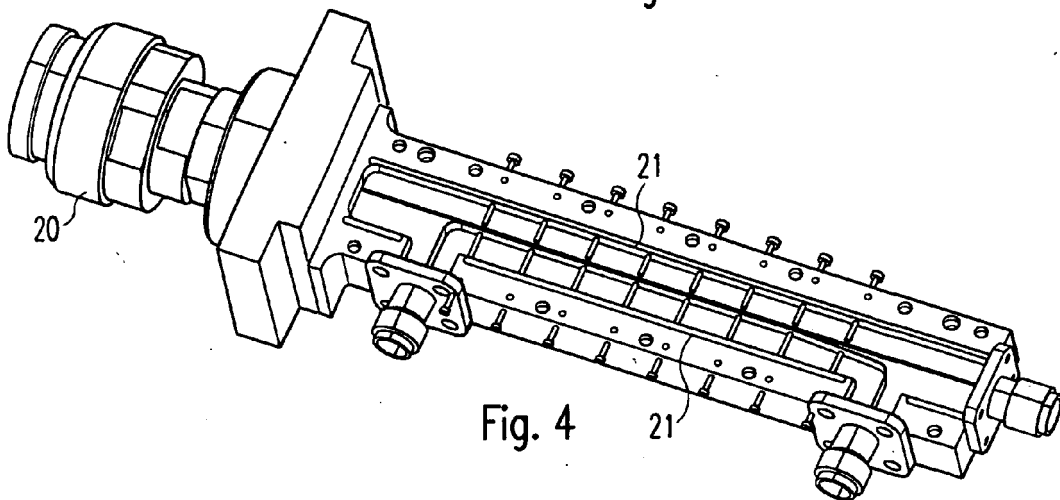


Fig. 4



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 07 01 9368

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 36 17 359 C1 (SPINNER GEORG DR-ING) 1. Oktober 1987 (1987-10-01) * das ganze Dokument *	1,6,7,9	INV. H01P5/18
Y	-----	3-5,8,10	
Y	US 4 952 916 A (TAPLIN LAEL B [US]) 28. August 1990 (1990-08-28) * Spalte 3, Zeilen 44-62 * * Spalte 4, Zeile 43 - Spalte 6, Zeile 13; Abbildungen 1-3 *	3,4	
Y	-----	5	
Y	GB 849 490 A (GEN ELECTRIC CO LTD) 28. September 1960 (1960-09-28) * Seite 2, Zeilen 87-96; Abbildung 2 *	8	
Y	-----	10	
Y	US 3 390 356 A (RYALS AUBER G ET AL) 25. Juni 1968 (1968-06-25) * Spalte 3, Zeilen 8-20; Abbildungen 1,2 *	10	
Y	-----	1	
X	DE 10 86 307 B (SIEMENS AG) 4. August 1960 (1960-08-04) * Spalte 3, Zeilen 21-28; Abbildung *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) H01P
X	-----	1,2	
X	GB 1 168 811 A (KOEPEINICK FUNKWERK VEB [DE]) 29. Oktober 1969 (1969-10-29) * Seite 3, Zeilen 6-35; Abbildungen 1,2 *	1,2	
X	-----	1	
X	US 2 934 719 A (KYHL ROBERT L) 26. April 1960 (1960-04-26) * Spalte 3, Zeilen 40-59 * * Spalte 4, Zeilen 49-53; Abbildungen 7,13 *	1	
X	-----	1	
X	US 4 349 793 A (SPINNER GEORG) 14. September 1982 (1982-09-14) * Spalte 2, Zeile 43 - Spalte 3, Zeile 51; Abbildungen 1-3 *	1	
	-----	-/--	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 4. Januar 2008	Prüfer Den Otter, Adrianus
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE 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		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

4
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 07 01 9368

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 3 237 130 A (COHN SEYMOUR B) 22. Februar 1966 (1966-02-22) * Spalte 3, Zeilen 49-54 * * Spalte 5, Zeilen 43-45 * * Spalte 7, Zeilen 31-60; Abbildungen 9-11 *	1	
X	DE 945 706 C (TELEFUNKEN GMBH) 12. Juli 1956 (1956-07-12) * das ganze Dokument *	1	
X	DE 23 26 810 A1 (SPINNER GMBH ELEKTROTECH) 19. Dezember 1974 (1974-12-19) * das ganze Dokument *	1,6,7,9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 4. Januar 2008	Prüfer Den Otter, Adrianus
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		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 anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

4
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 07 01 9368

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

04-01-2008

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3617359 C1	01-10-1987	FR 2599191 A1	27-11-1987
		GB 2190797 A	25-11-1987
		IT 1203953 B	23-02-1989
		US 4754241 A	28-06-1988
US 4952916 A	28-08-1990	KEINE	
GB 849490 A	28-09-1960	KEINE	
US 3390356 A	25-06-1968	KEINE	
DE 1086307 B	04-08-1960	KEINE	
GB 1168811 A	29-10-1969	KEINE	
US 2934719 A	26-04-1960	FR 1167071 A	20-11-1958
US 4349793 A	14-09-1982	DE 2946989 A1	27-05-1981
		FR 2470453 A2	29-05-1981
US 3237130 A	22-02-1966	KEINE	
DE 945706 C	12-07-1956	KEINE	
DE 2326810 A1	19-12-1974	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82