

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 802 576 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

22.10.1997 Patentblatt 1997/43(51) Int Cl.⁶: **H01P 5/08**(21) Anmeldenummer: **97400752.8**(22) Anmeldetag: **01.04.1997**(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB IT LI(72) Erfinder: **Schneider, Martin, Dipl. Ing.**
30419 Hannover (DE)(30) Priorität: **20.04.1996 DE 19615854**(74) Vertreter: **Döring, Roger, Dipl.-Ing.**
Alcatel Alsthom,
Intellectual Property Department,
Kabelkamp 20
30179 Hannover (DE)(71) Anmelder: **ALCATEL ALSTHOM COMPAGNIE**
GENERALE D'ELECTRICITE
75008 Paris (FR)**(54) Kupplung für zwei elektromagnetische Hohlleiter mit unterschiedlichen Querschnittsformen**

(57) Es wird eine Kupplung für zwei elektromagnetische Hohlleiter mit unterschiedlichen Querschnittsformen angegeben, die in axialer Richtung hintereinander angeordnete Stufen (S1-S3) mit im wesentlichen rechteckigem Querschnitt und abgerundeten Ecken sowie unterschiedlicher lichter Weite aufweist. Die Abmessungen aller Stufen (S1-S3) sind gezielt so bemessen, daß

jeweils neben dem Grundwellentyp auch andere Wellentypen an sich ausbreitungsfähig sind. Aufgrund dieser Abmessungen der Kupplung (3) breiten sich nur die zur Signalführung bestimmten Wellentypen in den angeschlossenen Hohlleitern aus, während die nicht zur Signalführung vorgesehenen Wellentypen sich durch Überlagerung im wesentlichen auslöschen.

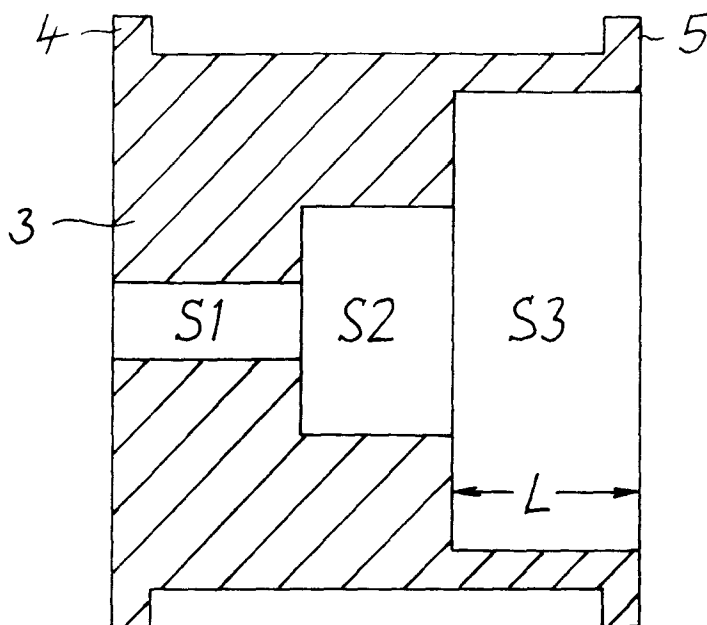


Fig. 2

EP 0 802 576 A1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Kupplung für zwei elektromagnetische Hohlleiter mit unterschiedlichen Querschnittsformen, die in axialer Richtung hintereinander angeordnete Stufen mit im wesentlichen rechteckigem Querschnitt und abgerundeten Ecken sowie unterschiedlicher lichter Weite aufweist, in welcher eine reflexionsarme Transmission der zur Signalführung bestimmten Wellentypen erfolgt (EP 0 145 292 A2).

Eine solche auch als "Übergang" bezeichnete Kupplung hat die Aufgabe, den signalführenden Wellentyp (Mode) eines Hohlleiters reflexionsfrei in den zur Signalführung bestimmten Wellentyp des anderen Hohlleiters zu überführen. Sie ist dann erforderlich, wenn die beiden zu verbindenden Hohlleiter unterschiedliche Querschnitte haben und eine direkte Verbindung zu große Reflexionen verursachen würde. Die Querschnitte der beiden Hohlleiter sind dabei grundsätzlich beliebig. Sie können beispielsweise elliptisch, rechteckig, quadratisch oder rund sein.

In herkömmlicher Technik ist es bekannt, Hohlleiter unterschiedlicher Querschnittsform mittels einer Kupplung zu verbinden, die von einem Ende zum anderen kontinuierlich von einer Querschnittsform in die andere übergeht (DE-AS 14 91 901). Derartige Kupplungen haben gute elektrische Eigenschaften. Sie sind jedoch nur mit großem Aufwand herstellbar. Außerdem sind sie sehr lang, weil ihre Länge gleich einem Vielfachen der Hohlleiterwellenlänge sein muß.

Eine abgestufte Kupplung nach der eingangs erwähnten EP 0 145 292 A2 baut kürzer. Der Einsatz dieser bekannten Kupplung mit sprungförmiger Änderung der Querschnittsgeometrie beschränkt sich ausdrücklich auf Frequenzbereiche, bei denen sowohl in den beiden zu verbindenden Hohlleitern als auch in der Kupplung selbst jeweils nur die entsprechende Grundwelle ausbreitungsfähig sein darf. Die Querschnitte der einzelnen Stufen der Kupplung werden jeweils so gewählt, daß andere Wellentypen nicht ausbreitungsfähig sind. Diese bekannte Kupplung ist daher auf den einmodigen Betrieb beschränkt. Sie dient ausschließlich zur Transmission der jeweiligen Grundmoden der zu verbindenden Hohlleiter. Es wird außerdem vorausgesetzt, daß sich die einzelnen Stufen von einem Ende der Kupplung zum anderen gleichsinnig aufweiten bzw. verengen, damit sich die Grenzfrequenz des Grundmodes innerhalb der Kupplung monoton ändert. Schließlich ist die Kupplung nur für die Verbindung eines rechteckigen mit einem elliptischen Hohlleiter vorgesehen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die eingangs geschilderte Vorrichtung so weiterzubilden, daß sie bei einfachem Aufbau ohne Einschränkungen für die Verbindung beliebiger Hohlleiter und für beliebige signalführende Wellentypen verwendet werden kann.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung dadurch gelöst,

- daß die Abmessungen aller Stufen gezielt so bemessen sind, daß jeweils neben dem Grundwellentyp auch andere Wellentypen an sich ausbreitungsfähig sind und
- daß aufgrund dieser Abmessungen der Kupplung sich nur die zur Signalführung bestimmten Wellentypen in den angeschlossenen Hohlleitern ausbreiten, während die nicht zur Signalführung vorgesehenen Wellentypen sich durch Überlagerung im wesentlichen auslöschen.

"Ausbreitungsfähig" im Sinne der Erfindung bedeutet, daß sich aufgrund der Bemessung der Kupplung grundsätzlich alle möglichen Wellentypen ausbreiten könnten bzw. dürfen. Es sind im Gegensatz zur eingangs beschriebenen, bekannten Kupplung keine Maßnahmen getroffen, um die Ausbreitungsfähigkeit irgendwelcher Wellentypen zu verhindern.

Die bei dieser Vorrichtung eingesetzte Kupplung ist einfach aufgebaut und einfach herstellbar. Sie kann aus einem Teil gefertigt werden, in das die einzelnen Stufen beispielsweise eingefräst werden. Dabei wird der Durchmesser des Fräsers zweckmäßig und bewußt so gewählt, daß die Radien der abgerundeten Ecken bei der Bemessung der Stufen mit berücksichtigt sind. Die Kupplung ist geeignet, Hohlleiter mit stark unterschiedlichen Querschnitten bei minimalem Leistungsverlust miteinander zu verbinden. Sie ist auf keine bestimmte Querschnittsform der zu verbindenden Hohlleiter beschränkt. Die zur Signalführung vorgesehenen Wellentypen in den zu verbindenden Hohlleitern können sowohl vom Grundwellentyp sein als auch einem höheren Wellentyp entsprechen. Es besteht auch die Möglichkeit, daß in einem Hohlleiter der Grundwellentyp und in dem anderen Hohlleiter ein höherer Wellentyp zur Signalführung verwendet wird. Die Kupplung sorgt dabei für die Transformation der Wellentypen in beiden Übertragungsrichtungen.

Die Kupplung kann insbesondere auch für Hohlleiter eingesetzt werden, in denen mehrere Moden ausbreitungsfähig sind. So kann die Kupplung mit Vorteil zum Verbinden von Hohlleitern eingesetzt werden, die in sogenannten übermodierten und damit sehr verlustarmen Frequenzbereichen eingesetzt werden. Die Kupplung erlaubt auch die Verbindung eines im einmodigen Frequenzbereich betriebenen und deshalb vergleichsweise kleinen Hohlleiters mit einem übermodierten Hohlleiter, bei dem mehrere Moden ausbreitungsfähig sind und der deshalb einen vergleichsweise großen Querschnitt hat.

Bei dieser Kupplung werden die elektromagnetischen Eigenschaften derselben in ihrer Gesamtheit erfaßt. Deren Kenntnis wird zur Herstellung der Kupplung eingesetzt. Dabei werden die an den Diskontinuitäten innerhalb der Kupplung (Stufen) und an den Verbindungsstellen zu den angeschlossenen Hohlleitern auftretenden Verkopplungen der jeweiligen Wellentypen voll berücksichtigt. Um die Verkopplungen aller Wellen-

typen zu bestimmen, müssen die Wellentypen aller beteiligten Stufen der Kupplung und auch die der zu verbindenden Hohlleiter bekannt sein. Insbesondere ist also die Kenntnis der Feldverteilung der Eigenmoden von Rechteckhohlleitern mit verrundeten Ecken erforderlich. Hierzu zählen sowohl ausbreitungsfähige Wellentypen, die zum Wirkleistungstransport beitragen, als auch Wellentypen, die nicht ausbreitungsfähig sind, da die Betriebsfrequenz unterhalb der jeweiligen Grenzfrequenz der Wellentypen liegt. Derartige Moden transportieren keine Wirkleistung, speichern aber induktive und kapazitive Blindenergie und sind insbesondere zur Beschreibung der Streufelder erforderlich, die sich direkt an den Sprungstellen ausbilden und das Verhalten des signalführenden Wellentyps beeinflussen.

Die Kupplung kann auch zur gezielten Anregung mehrerer Wellentypen verwendet werden, um mit deren Überlagerung beispielsweise Antennen zu speisen, die spezielle Richtcharakteristiken aufweisen sollen.

Ausführungsbeispiele des Erfindungsgegenstandes sind in den Zeichnungen dargestellt.

Es zeigen:

Fig. 1 in schematischer Darstellung eine Verbindungsstelle zwischen zwei Hohlleitern mit einer Kupplung nach der Erfindung.

Fig. 2 einen Querschnitt durch die Kupplung in vergrößerter Darstellung.

Fig. 3 bis 5 Stirnansichten von unterschiedlich ausgeführten Kupplungen.

Fig. 6 ein Diagramm für den Reflexionsfaktor über der Frequenz.

Zwei elektromagnetische Hohlleiter 1 und 2 sind durch eine Kupplung 3 reflexionsarm miteinander verbunden. Die Hohlleiter 1 und 2 haben stark unterschiedliche Abmessungen. Der Hohlleiter 1 hat beispielsweise einen rechteckigen Querschnitt, während der Hohlleiter 2 beispielsweise elliptisch ist, mit einer wesentlich größeren lichten Querschnittsfläche als der Hohlleiter 1.

Die Kupplung 3 weist in ihrem lichten Querschnitt drei Stufen S1, S2 und S3 auf. Die lichten Abmessungen der Stufen S1 bis S3 können sich gemäß Fig. 3 von einem Ende der Kupplung 3 zu ihrem anderen Ende gleichsinnig ändern, so daß am einen Ende der kleinere Hohlleiter 1 und am anderen Ende der größere Hohlleiter 2 reflexionsarm angeschlossen werden können. Die Stufen S1 bis S3 können einander gemäß Fig. 4 auch überlappen. Die durch die Stufen S1 bis S3 gegebene sprunghafte Änderung der Grenzfrequenz der zur Signalführung vorgesehenen Wellentypen kann dann von einem Ende der Kupplung fallen und wieder ansteigen bzw. umgekehrt. Ob es zu derartigen Überlappungen kommt, hängt vom Betriebsfrequenzbereich und der jeweiligen Querschnittsform und -größe der zu verbindenden Hohlleiter ab und wird im jeweiligen Anwendungsfall entschieden. Auf jeden Fall ist der Anschluß der zu verbindenden Hohlleiter eindeutig und darf nicht vertauscht werden, da die Kupplung in axialer Richtung unsymmetrisch ist. Die Achsen der einzelnen Stufen S1

bis S3 können gemäß Fig. 5 auch um eine Strecke V gegeneinander versetzt sein, und zwar sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung.

Die Kupplung 3 ist einteilig ausgeführt. Sie ist über Flansche 4 und 5 an die Hohlleiter 1 und 2 anschließbar. Die Stufen S1 bis S3 können beispielsweise mittels eines Fräsers hergestellt werden. Jede der Stufen S1 bis S3 hat dann einen i. w. rechteckigen lichten Querschnitt mit abgerundeten Ecken. Der Radius der Ecken wird vom Durchmesser des eingesetzten Fräsers bestimmt. Begrenzt wird er nur durch die Höhe und die Breite der einzelnen Stufen.

Höhe H, Breite B und die axiale Länge L der Stufen S1 bis S3 sowie der Radius R ihrer abgerundeten Ecken werden so bemessen, daß außer dem signalführenden Wellentyp alle anderen Wellentypen so bedämpft werden, daß sie sich nicht in den Hohlleitern 1 und 2 ausbreiten und daß dem signalführenden Wellentyp durch die Verkopplungen mit anderen Wellentypen vernachlässigbar wenig Energie entzogen wird. Die Bedämpfung der unerwünschten Wellentypen erfolgt durch eine gegenphasige Überlagerung der an den Diskontinuitäten verursachten Mehrfachreflexionen und -transmissionen dieser nicht zur Signalführung vorgesehenen Wellentypen. Grundsätzlich sind in allen drei Stufen S1 bis S3 mehrere Wellentypen entsprechend obiger Erläuterung im zu übertragenden Frequenzbereich "ausbreitungsfähig".

Die Festlegung grundlegender mechanischer Eigenschaften der Kupplung 3 kann nach Maßgabe des zu übertragenden Frequenzbereichs und der geforderten Anpassung der signalführenden Wellentypen nach Erfahrungswerten durchgeführt werden. Dieses bezieht sich i. w. auf die Anzahl der erforderlichen Stufen der Kupplung 3, die Wahl der jeweiligen Verrundungen und auf die Möglichkeit der Überlappung einzelner Stufen der Kupplung 3 oder der äußeren Stufen der Kupplung 3 mit den angeschlossenen Hohlleitern 1 und 2.

Zur Bestimmung der optimalen lichten Abmessungen und der optimalen Breite der Stufen S1 bis S3 kann mit Einsatz eines Digitalrechners eine feldtheoretische Analyse durchgeführt werden, welche die elektromagnetischen Verkopplungen aller Wellentypen und insbesondere deren Auswirkungen auf das Reflexions- und Transmissionsverhalten der signalführenden Wellentypen der angeschlossenen Hohlleiter 1 und 2 vollständig erfaßt. Diese Analyse kann z. B. mit Hilfe der sogenannten gegenseitigen Orthogonalreihenentwicklung erfolgen. Durch die Forderung nach einer Stetigkeit der tangentialen elektrischen und magnetischen Felder an jeder Diskontinuität der Kupplung 3 werden bei dieser Methode die Verkopplungen der Wellentypen berechnet, und zwar unter Berücksichtigung aller erforderlichen Eigenmoden eines rechteckigen Hohlleiters mit abgerundeten Ecken. Die Anwendung der Orthogonalreihenentwicklung erlaubt die Berechnung von Streumatrizen der einzelnen Stufen der Kupplung 3 und damit eine mathematische Erfassung sämtlicher elektromagnetischer Ei-

enschaften derselben. Durch die Kenntnis der Streumatrizen an den Sprungstellen (Stufen) ist eine exakte Berechnung und Optimierung der Kupplung 3 möglich.

Mit Kenntnis der Verkopplungen der Wellentypen in der Kupplung ist durch gezielte Variation der mechanischen Parameter - Höhe H, Breite B, Länge L, Verrundungsradius R, Versatz V der Stufen S1 bis S3 in der transversalen Ebene - eine Optimierung der elektrischen Eigenschaften der Kupplung 3 möglich. Die Anzahl der erforderlichen Stufen der Kupplung 3 richtet sich hauptsächlich nach den Querschnitten der zu verbindenden Hohlleiter, nach der geforderten Frequenzbandbreite und nach den elektromagnetischen Anforderungen innerhalb des gewählten Frequenzbereichs. Das bezieht sich beispielsweise auf den Reflexions- und Transmissionsfaktor der signalführenden Wellentypen.

Beispiel

Es wurde eine Kupplung zwischen einem rechteckigen Hohlleiter mit einem Querschnitt von 10,67 mm x 4,32 mm und einem elliptischen Hohlleiter hergestellt, dessen Hauptachsen mit 25,0 mm bzw. 15,3 mm bemessen sind. Die Querschnittsfläche des rechteckigen Hohlleiters ist um den Faktor 6,5 kleiner als die des elliptischen Hohlleiters. Die Kupplung hat drei Stufen, die achsensymmetrisch zueinander angeordnet sind. Aufgabe der Kupplung ist die reflexionsarme Anpassung der Grundmoden H_{10} des rechteckigen Hohlleiters und H_{cell} des elliptischen Hohlleiters im Frequenzbereich 17,7 GHz bis 19,7 GHz. In Fig. 4 sind der gemessene (ausgezogene Linie) und der berechnete (gestrichelte Linie) Reflexionsfaktor im Frequenzbereich von 17,0 bis 20,0 GHz dargestellt. Der Reflexionsfaktor liegt bei < -34dB. Obwohl ab 17 GHz bereits 6 Moden im elliptischen Hohlleiter prinzipiell ausbreitungsfähig sind, wird die Energie nur zwischen den Grundmoden ausgetauscht.

Patentansprüche

1. Kupplung für zwei elektromagnetische Hohlleiter mit unterschiedlichen Querschnittsformen, die in axialer Richtung hintereinander angeordnete Stufen mit im wesentlichen rechteckigem Querschnitt und abgerundeten Ecken sowie unterschiedlicher lichter Weite aufweist, in welcher eine reflexionsarme Transmission der zur Signalführung bestimmten Wellentypen erfolgt, dadurch gekennzeichnet,

- daß die Abmessungen aller Stufen (S1-S3) gezielt so bemessen sind, daß jeweils neben dem Grundwellentyp auch andere Wellentypen an sich ausbreitungsfähig sind und
- daß aufgrund dieser Abmessungen der Kupplung (3) sich nur die zur Signalführung bestimmten Wellentypen in den angeschlosse-

nen Hohlleitern ausbreiten, während die nicht zur Signalführung vorgesehenen Wellentypen sich durch Überlagerung im wesentlichen auslöschen.

2. Kupplung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Stufen (S1-S3) einander überlappen.

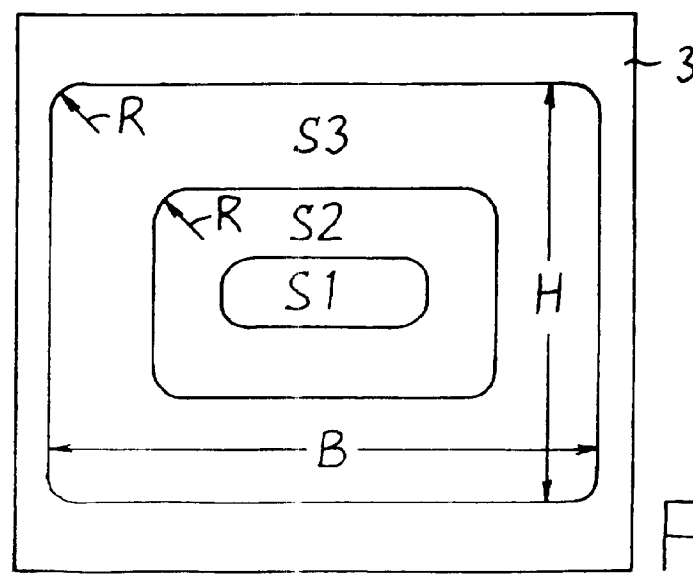
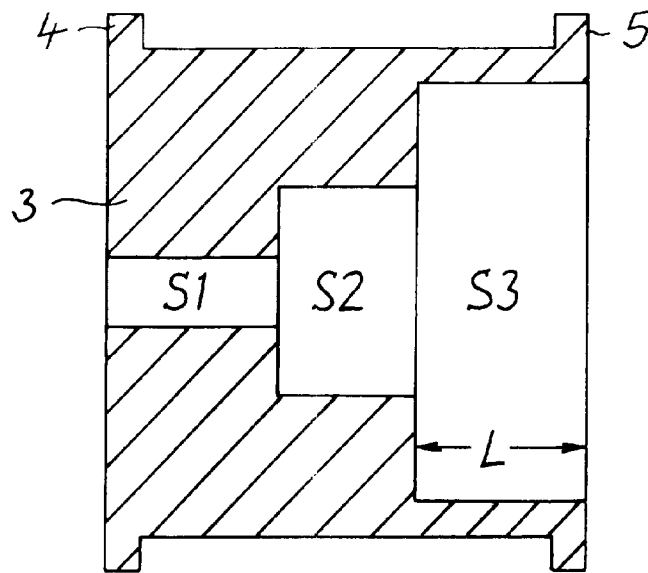
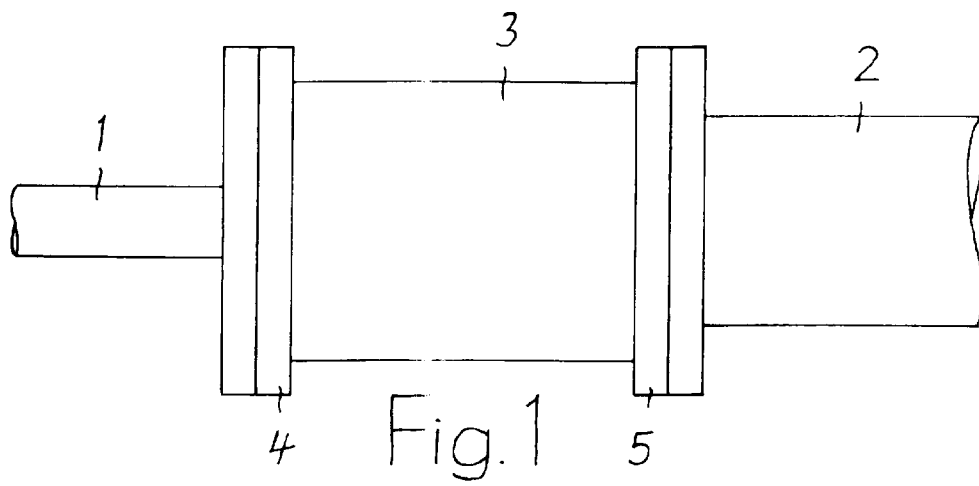
3. Verfahren zur Herstellung einer Kupplung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß alle Stufen (S1-S3) in Abhängigkeit vom zu übertragenden Frequenzband und von dem jeweils gewünschten Wellentyp mit der Höhe (H) und der Breite (B) des lichten Querschnitts sowie der axialen Länge (L) und dem Radius (R) der abgerundeten Ecken sowie dem möglichen Versatz (V) ihrer Achsen gegeneinander als Parameter bemessen werden.

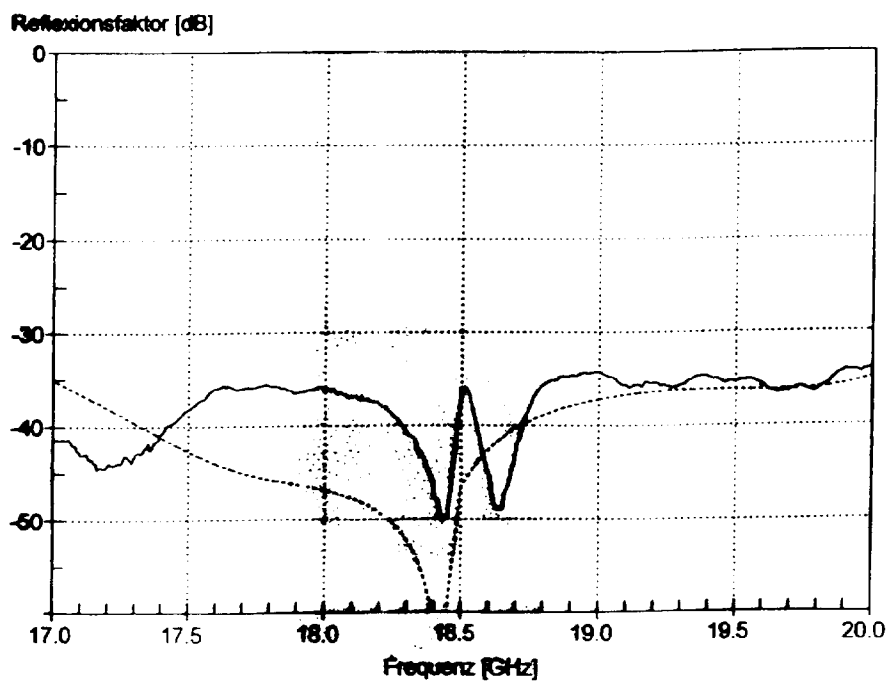
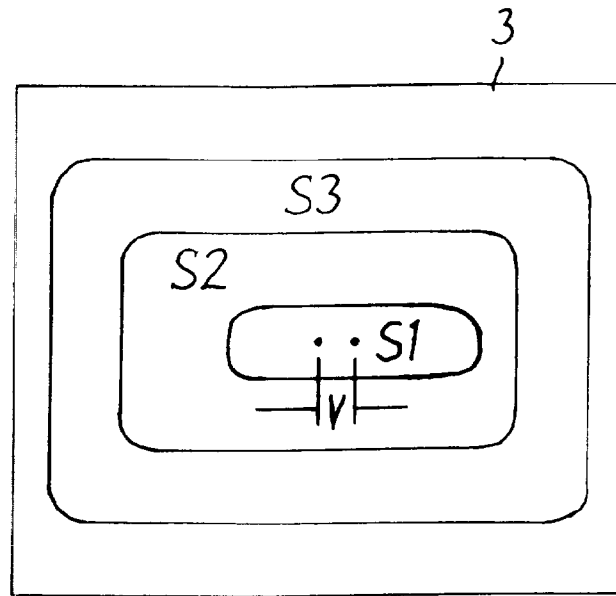
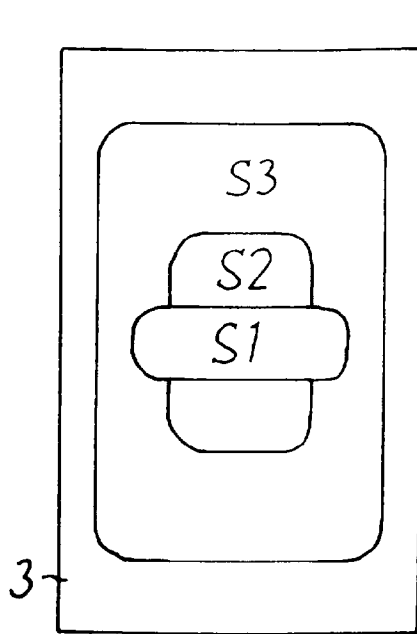
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die unterschiedlichen Stufen (S1-S3) der Kupplung (3) durch Einsatz eines Fräsers erzeugt werden.

5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kupplung (3) in Gußtechnik hergestellt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kupplung (3) durch galvanische Abscheidung hergestellt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß durch die Bemessung der Stufen (S1-S3) der Kupplung (3) die zur Signalführung vorgesehenen Wellentypen einander im gewünschten Sinne in Phasenlage und Amplitude überlagern.







Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 97 40 0752

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	GB 842 344 A (STANDARD TELEPHONES AND CABLES LTD) * Seite 1, Zeile 67 - Seite 2, Zeile 79 * * Seite 3, Zeile 79 - Zeile 93; Abbildung 1 *	1-3,7	H01P5/08
Y	---	4-6	
Y	US 3 686 589 A (SPINNER ET AL.) * Spalte 1, Zeile 47 - Spalte 2, Zeile 63; Abbildung 2 *	4	
Y	---	5	
Y	US 3 818 383 A (WILLIS) * Spalte 2, Zeile 32 - Zeile 37; Abbildungen 1-4 *	6	
A	---	1-3	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
D,A	US 3 019 399 A (LANCIANI) * das ganze Dokument *	1-3	H01P
A	---	1-3	
A	EP 0 145 292 A (ANDREW CORPORATION) * Seite 2, Zeile 29 - Seite 3, Zeile 29; Abbildungen 1-5 *	1-3	
A	---	1-3	
A	GB 850 992 A (STANDARD TELEPHONES AND CABLES LTD) * das ganze Dokument *	1-3	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
DEN HAAG		18.Juli 1997	
Prüfer		Den Otter, A	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		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 andern Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer andern Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 01.82 (P04C03)