



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**13.06.2001 Patentblatt 2001/24**

(51) Int Cl.7: **H01Q 13/20**

(21) Anmeldenummer: **99403001.3**

(22) Anmeldetag: **30.11.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(71) Anmelder: **ALCATEL  
75008 Paris (FR)**

(72) Erfinder: **Schulze-Buxloh, Karl  
41069 Mönchengladbach (DE)**

(74) Vertreter: **Döring, Roger, Dipl.-Ing.  
Patentanwalt,  
Weidenkamp 2  
30855 Langenhagen (DE)**

(54) **Abstrahlendes koaxiales Hochfrequenz-Kabel**

(57) Es wird ein abstrahlendes koaxiales Hochfrequenz-Kabel angegeben, das aus einem Innenleiter, einem denselben umgebenden Dielektrikum und einem über demselben angeordneten, zum Innenleiter konzentrischen, rohrförmigen Außenleiter besteht. Im Außenleiter sind voneinander getrennte Öffnungen in Abschnitten angebracht, die in Längsrichtung des Kabels lückenlos hintereinander angeordnet sind. Pro Abschnitt ist mindestens eine erste Öffnung vorhanden

und der Abstand zwischen den ersten Öffnungen zweier benachbarter Abschnitte ist gleich der halben Wellenlänge einer ersten zu übertragenden Hochfrequenz. Um durch ganzzahlige Vielfache gekennzeichnete Frequenzen störungsfrei übertragen zu können, ist pro Abschnitt mindestens eine zweite Öffnung im Außenleiter angebracht, deren Abstand von der ersten Öffnung gleich einem Viertel der Wellenlänge der zu übertragenden ersten Hochfrequenz ist.

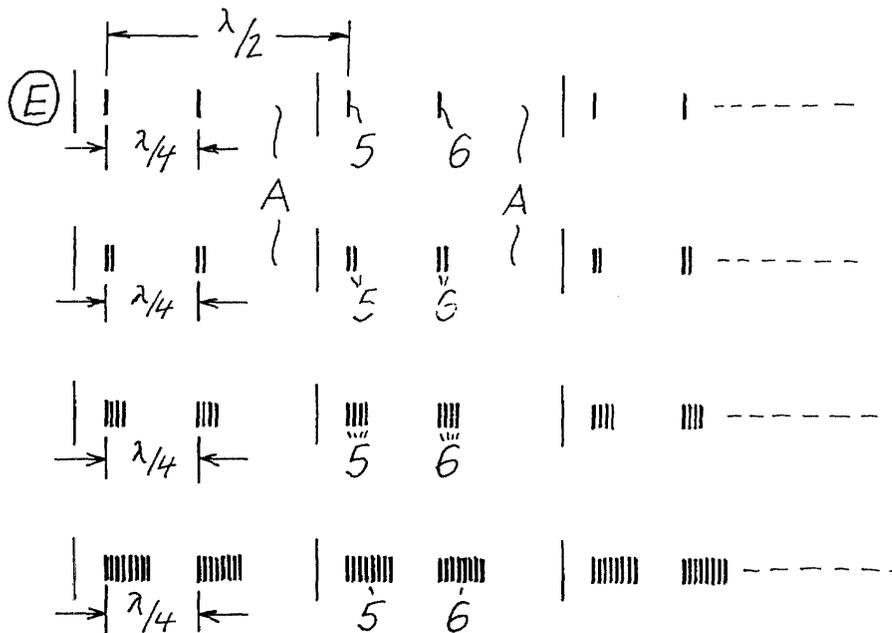


Fig. 3

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf ein abstrahlendes koaxiales Hochfrequenz-Kabel, bestehend aus einem Innenleiter, einem denselben umgebenden Dielektrikum und einem über demselben angeordneten, zum Innenleiter konzentrischen, rohrförmigen Außenleiter, bei welchem im Außenleiter voneinander getrennte Öffnungen in Abschnitten angebracht sind, die in Längsrichtung des Kabels lückenlos hintereinander angeordnet sind, bei welchem pro Abschnitt mindestens eine erste Öffnung vorhanden ist und bei welchem der Abstand zwischen den ersten Öffnungen zweier benachbarter Abschnitte gleich der halben Wellenlänge einer ersten zu übertragenden Hochfrequenz ist (DE 197 38 381 A1).

**[0002]** Abstrahlende koaxiale Hochfrequenz-Kabel - im folgenden kurz „AHF-Kabel“ genannt -, wirken wegen der durch die im folgenden als „Schlitze“ bezeichneten Öffnungen im Außenleiter nach außen dringenden elektromagnetischen Energie praktisch als Antennen, die eine Kommunikation zwischen relativ zueinander beweglichen Empfängern und Sendern ermöglichen. Ein wesentliches Einsatzgebiet von AHF-Kabeln ist die Signalübertragung in Tunnelstrecken zwischen Sende- und Empfangseinrichtungen und vorzugsweise schienengebundenen Fahrzeugen. Die AHF-Kabel sollen auch über große Längen einen störungsfreien Betrieb ermöglichen. Sie sollen daher eine geringe Dämpfung der zu übertragenden Signale sicherstellen und möglichst keine Reflexionsstellen aufweisen. Die Dämpfung ist dabei die Summe aus der durch das AHF-Kabel selbst bestimmten Kabeldämpfung und der durch die Abstrahlung von HF-Energie entstehenden Koppeldämpfung.

**[0003]** Damit die Empfangsfeldstärke für einen entlang des AHF-Kabels bewegten Empfänger zumindest in etwa konstant gehalten werden kann, wird beispielsweise bei dem aus der DE 41 06 890 A1 bekannten AHF-Kabel eine Kompensation des Einflusses der Kabeldämpfung durch eine spezielle Konfiguration von Schlitzen im Außenleiter des AHF-Kabels vorgenommen. Die Anzahl der Schlitze längs des AHF-Kabels nimmt dabei von der Einspeisestelle der HF aus nach einer vorgegebenen Regel zu. Bei dem AHF-Kabel nach der EP 0 643 438 A1 hat der Außenleiter hintereinander angebrachte Abschnitte mit Schlitzen unterschiedlicher Anzahl. Die resultierende Größe der durch die Schlitze gebildeten Öffnungen wird dadurch mit zunehmender Entfernung von der Einspeisestelle der HF größer. Das ermöglicht eine größere Übertragungslänge des HF-Kabels.

**[0004]** Das bekannte AHF-Kabel nach der eingangs erwähnten DE 197 38 381 A1 ist unter Beibehaltung einer großen Übertragungslänge auch für höhere Frequenzen geeignet. Bei diesem AHF-Kabel werden Schlitze unterschiedlicher Größe im Außenleiter angebracht, so daß die elektrisch wirksame Größe der durch die Schlitze gebildeten Öffnungen mit zunehmender

Entfernung von der Einspeisestelle der HF weiter vergrößert werden kann.

**[0005]** Bei allen geschilderten AHF-Kabeln mit kompensierter Kabeldämpfung führt die vergrößerte Übertragungslänge zu einer erhöhten Flexibilität in der Abstimmung der jeweiligen Eigenschaften des Übertragungssystems. Durch den Einsatz solcher AHF-Kabel werden weniger Verstärker bzw. Einspeisestellen im Verlauf der Kabelstrecke benötigt. Anordnung und Größe der Schlitze im Außenleiter sind bei diesen AHF-Kabeln in Abhängigkeit von der Wellenlänge der zu übertragenden HF- der ersten zu übertragenden HF - bemessen. Wenn über ein solches AHF-Kabel auch Frequenzen übertragen werden, die ein ganzzahliges Vielfaches der ersten HF sind, kann es durch Interferenzen zu Störungen bei der Übertragung kommen. Das gilt insbesondere für Frequenzen, deren Bereiche sich um den Faktor "2" unterscheiden.

**[0006]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das eingangs geschilderte AHF-Kabel so weiterzubilden, daß es auch für Frequenzen verwendbar ist, die sich um ganzzahlige Vielfache - insbesondere um den Faktor "2" - unterscheiden.

**[0007]** Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß pro Abschnitt mindestens ein zweiter Schlitz im Außenleiter angebracht ist, dessen Abstand vom ersten Schlitz gleich einem Viertel der Wellenlänge der zu übertragenden ersten HF ist.

**[0008]** Durch die Anbringung der zusätzlichen Schlitze pro Abschnitt des Außenleiters des AHF-Kabels, und zwar jeweils im Abstand  $\lambda/4$  vom ersten Schlitz, kann dasselbe in einem weiten Frequenzbereich störungsfrei eingesetzt werden. Das gilt besonders auch für Frequenzen, die ein ganzzahliges Vielfaches der Frequenz sind, für welche das AHF-Kabel an sich ausgelegt ist. Das AHF-Kabel ist dadurch beispielsweise sowohl für das D-Netz im Bereich 900 MHz (890 - 960 MHz) als auch für das E-Netz im Bereich 1800 MHz (1715 - 1880 MHz) verwendbar. Diese beiden Frequenzbereiche unterscheiden sich um den Faktor "2".

**[0009]** Ausführungsbeispiele des Erfindungsgegenstandes sind in den Zeichnungen dargestellt.

**[0010]** Es zeigen:

**[0011]** Fig. 1 in schematischer Darstellung ein koaxiales AHF-Kabel.

**[0012]** Fig. 2 ein prinzipielles, an sich bekanntes Schema für die Anordnung von Schlitzen im Außenleiter eines AHF-Kabels.

**[0013]** Fig. 3 eine Darstellung einer Anordnung von Schlitzen im Außenleiter eines AHF-Kabels nach der Erfindung.

**[0014]** Fig. 1 zeigt ein AHF-Kabel, das beispielsweise zur Signalübertragung zwischen stationären und mobilen Einheiten in einem Bahntunnel verlegt sein kann. Es hat einen Innenleiter 1, ein Dielektrikum 2 und einen rohrförmigen, den Innenleiter 1 konzentrisch umgebenden Außenleiter 3. Der Außenleiter 3 ist beispielsweise als längseinlaufendes Metallband so um das Dielektri-

kum 3 herumgelegt, daß die Bandkanten einander überlappen. Sie können beispielweise durch Kleben, Löten oder Schweißen miteinander verbunden sein. Die Bandkanten können aber auch ohne Überlappung miteinander verschweißt sein. Als äußerer mechanischer Schutz dient ein Mantel 4 aus Kunststoff, der auch flammwidrig sein kann.

**[0015]** Innenleiter 1 und Außenleiter 3 bestehen vorzugsweise aus Kupfer. Das Dielektrikum 2 kann in üblicher Technik ausgeführt sein. Es kann sich also um ein Voll-dielektrikum, das auch geschäumt sein kann, oder um ein Hohlraumdielektrikum mit einer Wendel oder mit Scheiben handeln. Für das Dielektrikum 2 werden vorzugsweise Materialien mit einem kleinen dielektrischen Verlustfaktor eingesetzt, beispielsweise Polyethylen. Der Mantel 4 kann beispielweise aus Polyethylen oder Polyvinylchlorid bestehen.

**[0016]** Im Außenleiter 3 sind Schlitze 5 angebracht, deren Länge in Umfangsrichtung im dargestellten Ausführungsbeispiel größer als ihre axiale Breite ist. Der Außenleiter 3 hat eine Vielzahl von Abschnitten A, die in Längsrichtung des AHF-Kabels lückenlos hintereinander liegen. Es sind jeweils mehrere Abschnitte A mit gleicher Anzahl von Schlitzen 5 direkt hintereinander angeordnet. Wegen der Schlitze 5 kann außerhalb des AHF-Kabels mittels einer geeigneten Antenne HF-Energie empfangen werden. Es kann in der entgegengesetzten Übertragungsrichtung auch HF-Energie in das AHF-Kabel eingekoppelt werden.

**[0017]** Damit das Empfangssignal entlang der gesamten Länge des AHF-Kabels einen i. w. unveränderten Pegel hat, nimmt die Anzahl der Schlitze 5 pro Längeneinheit mit zunehmender Entfernung von der Einspeisestelle E der HF-Energie zu, so wie es schematisch in Fig. 2 für jeweils nur einen Abschnitt A dargestellt ist. Eine Längeneinheit des AHF-Kabels umfaßt jeweils alle Abschnitte A mit gleicher Anzahl von Schlitzen 5. Die axiale Länge der Abschnitte A hängt von der Frequenz der in das AHF-Kabel eingespeisten HF-Energie ab. Je höher die Frequenz ist, desto kürzer sind die Abschnitte A. In allen Anwendungsfällen sollen die prinzipielle Ausführung und Anordnung der Schlitze 5 aber gleich sein. Die Anzahl der Schlitze 5 pro Abschnitt A wird jeweils dann erhöht, wenn der Pegel des Empfangssignals einen vorgegebenen Wert erreicht bzw. unterschritten hat. Dadurch kann die Dämpfung zwischen dem AHF-Kabel und einer außerhalb desselben befindlichen bzw. bewegten Antenne mit großer Genauigkeit bei einem vorgegebenen Wert gehalten werden. Ein solches AHF-Kabel ist beispielsweise in der eingangs erwähnten DE 197 38 381 A1 beschrieben.

**[0018]** Wie bereits erwähnt, liegt im Außenleiter 3 des AHF-Kabels eine große Anzahl von Abschnitten A mit gleicher Schlitzzahl nebeneinander. Deren Anzahl wird erst vergrößert, wenn die Pegel der übertragenen Signale einen vorgegebenen, minimalen Wert erreicht hat. So weist das AHF-Kabel beispielsweise 590 Abschnitte A mit nur einem Schlitz 5 auf. Die Schlitze 5

haben einen Abstand voneinander, welcher der halben Wellenlänge der zu übertragenden HF entspricht ( $\lambda/2$ ). Es folgen dann beispielsweise 530 Abschnitte A mit jeweils zwei Schlitzen 5, 440 Abschnitte A mit jeweils vier Schlitzen 5 und 320 Abschnitte A mit acht Schlitzen 5. Ein solches AHF-Kabel ist beispielsweise 320 m lang. Es kann störungsfrei und mit gutem Wirkungsgrad für einen bestimmten Frequenzbereich eingesetzt werden - der ersten HF - für welche auch der Abstand der jeweils ersten Schlitze der Abschnitte A voneinander festgelegt ist.

**[0019]** Bei dem AHF-Kabel nach der Erfindung ist nun gemäß Fig. 3 in jedem Abschnitt A ein zusätzlicher Schlitz 6 bzw. eine Gruppe von Schlitzen 6 angebracht, der bzw. die vom bereits vorhandenen Schlitz 5 bzw. jeweils ersten Schlitz 5 einen Abstand hat, welcher einem Viertel der Wellenlänge der ersten HF entspricht ( $\lambda/4$ ). In den Abschnitten A mit nur einem Schlitz 5 ist jeweils nur ein weiterer Schlitz 6 im Abstand  $\lambda/4$  angebracht. Die Abschnitte A mit zwei Schlitzen 5 haben zwei zusätzliche Schlitze 6, von denen der erste einen Abstand von  $\lambda/4$  zum ersten Schlitz 5 hat. Die Abschnitte A mit vier und acht Schlitzen 5 sind analog dazu mit zusätzlichen Schlitzen 6 versehen.

**[0020]** Ein solches AHF-Kabel ist störungsfrei und mit gutem Wirkungsgrad auch für Frequenzen einsetzbar, die ganzzahlige Vielfache der ersten HF sind, nach der die Abstände  $\lambda/2$  und  $\lambda/4$  festgelegt sind. In einem solchen AHF-Kabel sind beispielsweise 565 Abschnitte A mit jeweils zwei Schlitzen, 541 Abschnitte A mit jeweils vier Schlitzen, 506 Abschnitte A mit jeweils acht Schlitzen und 441 Abschnitte A mit jeweils sechzehn Schlitzen hintereinander angeordnet. Das AHF-Kabel ist beispielsweise 350 m lang.

### Patentansprüche

1. Abstrahlendes koaxiales Hochfrequenz-Kabel, bestehend aus einem Innenleiter, einem denselben umgebenden Dielektrikum und einem über demselben angeordneten, zum Innenleiter konzentrischen, rohrförmigen Außenleiter, bei welchem im Außenleiter voneinander getrennte Öffnungen in Abschnitten angebracht sind, die in Längsrichtung des Kabels lückenlos hintereinander angeordnet sind, bei welchem pro Abschnitt mindestens eine erste Öffnung vorhanden ist und bei welchem der Abstand zwischen den ersten Öffnungen zweier benachbarter Abschnitte gleich der halben Wellenlänge einer ersten zu übertragenden Hochfrequenz ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß pro Abschnitt (A) mindestens eine zweite Öffnung (6) im Außenleiter (3) angebracht ist, deren Abstand von der ersten Öffnung (5) gleich einem Viertel der Wellenlänge der zu übertragenden ersten Hochfrequenz ist.

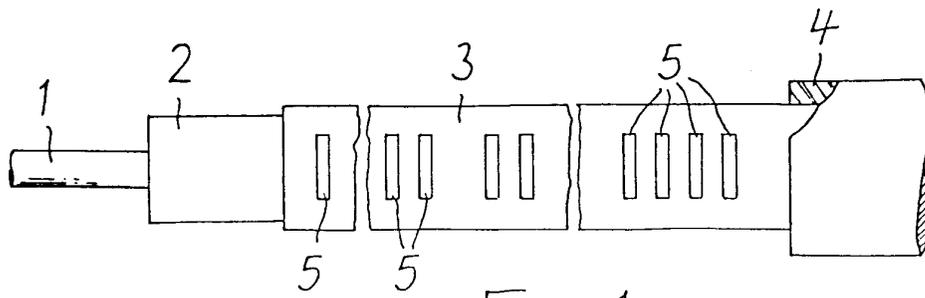


Fig. 1

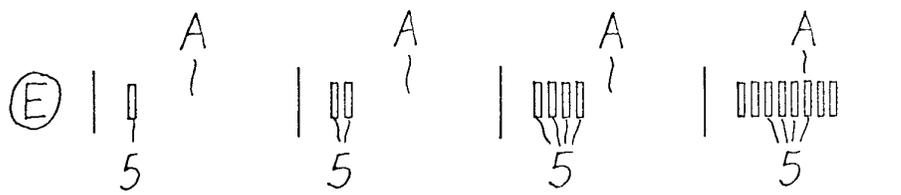


Fig. 2

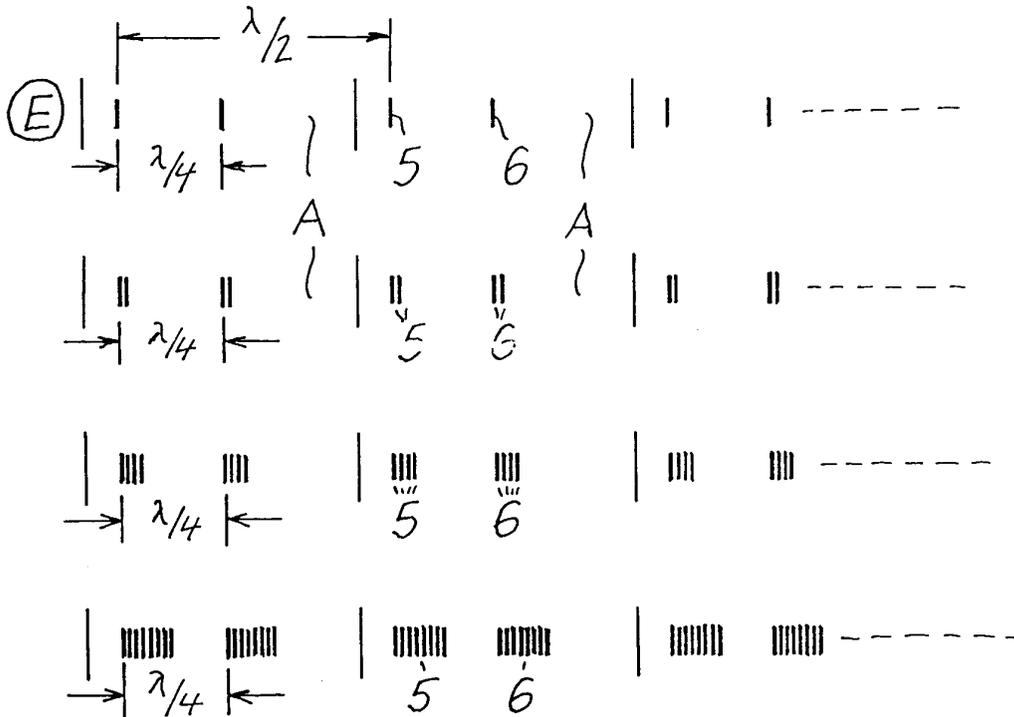


Fig. 3



Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 99 40 3001

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	EP 0 902 499 A (ALCATEL) 17. März 1999 (1999-03-17) * Spalte 4, Zeile 47 - Spalte 5, Zeile 17; Abbildung 4 *	1	H01Q13/20
D	& DE 197 38 381 A ---		
A	US 5 276 413 A (SCHULZE-BUXLOH) 4. Januar 1994 (1994-01-04) * Spalte 4, Zeile 49 - Spalte 5, Zeile 11; Abbildungen 2,8,9 * -----	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>DEN HAAG</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>19. April 2000</b>	Prüfer <b>Angrabeit, F</b>
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			
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) <b>H01Q</b>

EPO FORM 1503 03/82 (P04/C03)

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

EP 99 40 3001

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

19-04-2000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0902499 A	17-03-1999	DE 19738381 A	04-03-1999
		CN 1210376 A	10-03-1999
		JP 11136026 A	21-05-1999
		NO 984022 A	04-03-1999
-----			
US 5276413 A	04-01-1994	DE 4106890 A	10-09-1992
		AT 117840 T	15-02-1995
		CA 2062245 A,C	06-09-1992
		DE 59201244 D	09-03-1995
		EP 0502337 A	09-09-1992
		FI 920955 A	06-09-1992
		JP 6045821 A	18-02-1994
		TR 26740 A	15-05-1995
-----			

EPO FORM P0461

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