

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

(51) Int Cl.7: H01P 3/12

23.10.2002 Patentblatt 2002/43

(21) Anmeldenummer: 01810375.4

(22) Anmeldetag: 17.04.2001

(84) Benannte Vertragsstaaten: AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE TR Benannte Erstreckungsstaaten: AL LT LV MK RO SI	• Lehmann, Josef 79761 Waldshut-Tiengen (DE) • Hoitink, Hendrik 5210 Windisch (CH) • Rhyner, Jakob 8006 Zürich (CH) • Rudolf, Paul 5234 Villigen (CH)
(71) Anmelder: ABB RESEARCH LTD. 8050 Zürich (CH)	
(72) Erfinder: • Sabbattini, Bruno 5430 Wettingen (CH)	(74) Vertreter: ABB Patent Attorneys c/o ABB Schweiz AG Brown Boveri Strasse 6 5400 Baden (CH)

(54) Datenübertragungssystem

(57) Das Datenübertragungsmedium des Datenübertragungssystems mit mindestens zwei Datenendgeräten (2, 3), welche jeweils mit einer Antenne (5) zum Senden und/ oder Empfangen von elektromagnetischen Wellen (6) verbunden sind, ist als Wellenleiter in der Form einer abgeschlossenen Rohrleitung (1) ausgebildet. Die Rohrleitung transportiert zumindest ab-

schnittsweise ein Fluid (4).

Bestehende, zu einem dichten Netz zusammenge-
schlossenen Rohrleitungen werden als Wellenleiter ge-
nutzt. Dank der Nutzung bestehender Infrastruktur kann
auf das Landschaftsbild negativ verändernde Eingriffe
und Bauten beim Verlegen und Unterhalten des Daten-
übertragungsmediums verzichtet werden.

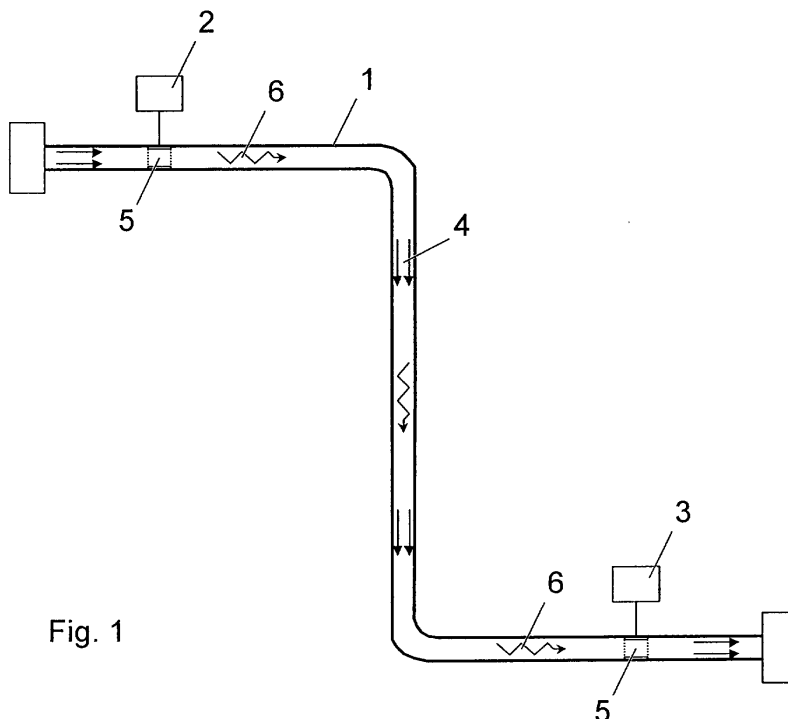


Fig. 1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Datenübertragung, insbesondere auf das Gebiet der Hochgeschwindigkeitsdatenübertragung. Sie betrifft ein Datenübertragungssystem gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Stand der Technik

[0002] Herkömmliche Hochgeschwindigkeitsdatenübertragungssysteme im Distanzbereich von bis zu einigen Kilometern sind als Draht- oder Faseroptikleitung, oder aber als Mikrowellen- resp. generell als Funksystem realisiert.

Das Verlegen von neuen und der Unterhalt bestehender Draht- oder Faseroptikleitungen ist mit grossem Aufwand verbunden. Insbesondere in stark überbauten Gebieten verursacht das Verlegen einer neuen Leitung oftmals beinahe unlösbare Probleme. Nicht selten gilt es beispielsweise Strassen oder Eisenbahnschienen mit einer neuen Leitung zu kreuzen, was meistens zur Folge hat, dass diese für einige Stunden oder Tage gesperrt bleiben.

Für funkbasierte Datenübertragungssysteme sind an erhöhten Lagen oder in flacheren Gebieten auf entsprechend hohen Masten Antennen angebracht. Diese stören das Landschaftsbild und stossen wegen der Abstrahlung auf immer weniger Akzeptanz bei der Bevölkerung.

Rohrleitungen, sogenannte Pipelines, insbesondere zum Transportieren von gasförmigen Stoffen, bilden weltweit ein riesiges und weitvermaschtes Netz. In der Nähe von grösseren Ballungszentren ist die Dichte eines solchen Netzes sehr gross.

Aus US 5,994,984 ist ein System zur Benutzung von bestehenden Hohlleitungssystemen eines Gebäudes, insbesondere Lüftungsrohre, zur effizienten Übertragung von elektromagnetischen Wellen im Innern eines Gebäudes bekannt. Das System umfasst neben den Leitungen Antennen zum Einspeisen der elektromagnetischen Wellen in die Leitungen. Durch Öffnungen in den Lüftungsrohren gelangen die elektromagnetischen Wellen in verschiedene, durch Wände getrennte Räume im Innern des Gebäudes. Diese Öffnungen in den Lüftungsrohren hemmen die Ausbreitung der elektromagnetischen Wellen. Dadurch können keine grösseren Distanzen überwunden werden, ohne die Wellen immer wieder zu verstärken.

Kurze Darstellung der Erfindung

[0003] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Datenübertragungssystem zum Übertragen von Daten zwischen mindestens zwei Datenendgeräten über ein Datenübertragungsmedium gemäss dem Oberbegriff

des Patentanspruchs 1 zu schaffen, bei welchem das Datenübertragungsmedium ohne die oben erwähnten Probleme neu verlegt und unterhalten werden kann.

Die Aufgabe wird gemäss dem unabhängigen Anspruch 1 gelöst.

Der Kern der Erfindung besteht darin, dass das Datenübertragungsmedium des Datenübertragungssystems mit mindestens zwei Datenendgeräten, welche jeweils einen Modulator zum modulieren der Daten auf eine elektromagnetische Welle und/oder einen Demodulator zum demodulieren der Daten von einer elektromagnetischen Welle sowie eine Antenne zum Senden und/oder Empfangen von elektromagnetischen Wellen umfassen, als Wellenleiter in der Form einer abgeschlossenen, zumindest abschnittsweise ein Fluid transportierenden Rohrleitung ausgebildet ist.

Erfindungsgemäss werden die bestehenden, zu einem dichten Netz zusammengeschlossenen, nicht primär zur Datenübertragung vorgesehenen Rohrleitungen als Wellenleiter genutzt. Dank der Nutzung bestehender Infrastruktur kann auf das Landschaftsbild negativ verändernde Eingriffe und Bauten beim Verlegen und Unterhalten des Datenübertragungsmediums verzichtet werden.

Besonders geeignet als Datenübertragungsmedium sind geschlossene Rohrleitungen oder Rohrleitungssysteme mit einer metallenen Kapselung und/oder einer gutleitenden Beschichtung auf der Innenoberfläche. Dank der geringen Eindringtiefe und der hohen Leitfähigkeit in der abgeschlossenen Kapselung ist eine optimale Ausbreitung der elektromagnetischen Wellen bei geringen Verlusten gewährleistet. Zudem werden durch die abgeschlossene Kapselung resp. die Beschichtung externe Felder abgeschirmt, was einen sehr tiefen Störpegel zur Folge hat.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0004] Fig. 1 zeigt das erfindungsgemässe Datenübertragungssystem mit einer Rohrleitung.

Weg zur Ausführung der Erfindung

[0005] Eine mechanische Struktur, wie eine Rohrleitung oder Pipeline zum Transportieren von Fluiden, wird im erfindungsgemässen Datenübertragungssystem als Datenübertragungsmedium genutzt.

Fig. 1 zeigt eine solche Rohrleitung 1, welche ein Fluid 4 in eine gegebene Richtung transportiert. Die Rohrleitung dient als Datenübertragungsmedium zum Übertragen von Daten zwischen zwei Datenendgeräten 2 und 3. Mittels einer ersten Antenne 5 werden die Daten vom ersten Datenengerät 2 ins Innere der Rohrleitung 1 als elektromagnetische Wellen 4 eingekoppelt. Dabei wird das Datensignal in einem Modulator aufbereitet und mit einem Hochfrequenzverstärker verstärkt. Die elektromagnetischen Wellen breiten sich im Innern der Rohrleitung 1 aus. Mittels einer zweiten Antenne 5 und einem

Hochfrequenzempfänger werden die Daten vom zweiten Datenendgerät 2 aus dem Innern der Rohrleitung entkoppelt und über einen Demodulator in das ursprüngliche Datensignal zurückgewandelt.

Das erfindungsgemässe Datenübertragungssystem funktioniert am besten mit elektrisch leitenden, abgeschlossen gekapselten Rohrleitungen, welche Fluide mit niedrigem dielektrischen Verlustfaktor transportieren. Als Fluide kommen beispielsweise Gase wie Erdgas oder Luft, isolierende Flüssigkeiten oder sogar Feststoffe in Frage. Mit Leitungswasser funktioniert das erfindungsgemässe Datenübertragungssystem allerdings nur sehr reduziert, da die Dämpfungsverluste aufgrund der erhöhten spezifischen Leitfähigkeit vom Leitungswasser zu hoch ausfallen um eine vernünftige Übertragungsreichweite zu erreichen.

Bei geschlossenen, elektrisch leitfähigen Rohrleitungen werden externe Felder nach innen stark abgeschirmt, wodurch der Störpegel sehr tief ist. Die Empfangssensitivität der Antennen kann somit sehr tief angesetzt werden, womit grosse Dämpfungen und somit grosse Distanzen überwunden werden können. Ebenso kann mit den abgeschlossenen, elektrisch leitenden Rohrleitungen eine grosse Leistung eingekoppelt werden, da die Abstrahlung aus der Rohrleitung heraus sehr klein ist. Auch dies führt zur Überwindung von grossen Dämpfungen und Distanzen.

Die Rohrleitungen weisen eine möglichst glatte Innenoberfläche auf (kleine elektrische Eindringtiefe), um eine optimale Ausbreitung der Mikrowellen zu erwirken. Gegebenenfalls kann die Innenoberfläche der Rohrleitungen entsprechend behandelt werden. Beispielsweise durch Aufbringen einer Beschichtung aus einem Material mit kleiner Eindringtiefe und hoher Leitfähigkeit wie etwa Aluminium oder Silber und/ oder durch Polieren. Eine solche Behandlung führt zu reduzierten Verlusten.

Reduziert funktioniert das erfindungsgemässe Datenübertragungssystem auch mit elektrisch nichtleitenden Rohrleitungen. Dabei werden unterschiedliche Dielektrizitätskonstanten von Rohr und transportiertem Fluid genutzt. Allerdings kann es bei solchen Rohrleitungen zu grossen Abstrahlungen kommen. Leitfähige Beschichtungen auf der Innenoberfläche der Rohrleitung leisten diesem Problem Abhilfe. Die Beschichtungen können dabei flächendeckend, oder an gegen Abstrahlung besonders empfindlichen Stellen aufgetragen werden.

Die Rohrleitungen haben einen runden Querschnitt. Dies ist jedoch für das Übertragen von elektromagnetischen Wellen nicht von grösster Bedeutung. Andere Querschnitte, insbesondere rechteckförmige können durchaus auch verwendet werden.

Der Bereich der möglichen Übertragungsfrequenzen ergibt sich aus den Dimensionen des Rohrleitungsquerschnitts. Je grösser der Durchmesser des Rohrleitungsquerschnitts, desto tiefer ist die untere Frequenzgrenze f_G (Grundmode), bei der die Datenübertragung noch

funktioniert. Für einen runden Querschnitt mit Durchmesser D ergibt sich als untere Frequenzgrenze

$$f_G = \frac{1.841 \cdot c}{\pi \cdot D} \sim \frac{1}{D},$$

wobei $c = 3 \cdot 10^8$ [m/s] (Lichtgeschwindigkeit).

[0006] Nach oben ist der Frequenzbereich hauptsächlich durch die Rauheit der inneren Oberfläche der Rohrleitung beschränkt, welche über die frequenzabhängige Eindringtiefe die Ausbreitungscharakteristik beeinflusst.

[0007] Für eine runde Rohrleitung mit einem Durchmesser von 0.25 m ergibt sich eine untere Frequenzgrenze von ca. 700 MHz. Nach oben hin kann mit einer Frequenz von bis zu einigen GHz gearbeitet werden. Daraus ergibt sich eine nutzbare Bandbreite zwischen einigen hundert MHz und mehreren GHz. Die erreichbare Datenrate beträgt somit einige hundert Mb/s bis zu einigen Gb/s, womit das erfindungsgemässe Datenübertragungssystem die Anforderungen heutiger Hochgeschwindigkeitsdatenübertragungssysteme erfüllt.

Die überwindbaren Datenübertragungsdistanzen können bis zu einigen Kilometern betragen.

Vorteilhaft ist der Einsatz von zirkular polarisierten Antennen, da diese eine Ausrichtung der Antenne im Innern der Rohrleitung überflüssig machen und zudem eine sehr breitbandige Charakteristik aufweisen. Wegen ihrem relativ aufwendigen mechanischen Aufbau eignen sich zirkular polarisierte Antennen insbesondere im Bereich von Endflanschen von Rohrleitungen.

Linear oder elliptisch polarisierte Antennen haben den Vorteil, dass sie mechanisch kleiner sind. Dafür ist die Ausbreitungsebene vorgegeben, was eine Ausrichtung der Antennen voraussetzt, um eine möglichst optimale Übertragung zu erreichen.

Durch das Kombinieren mehrerer linear oder elliptisch polarisierter Antennen und unter Verwendung von mehreren redundanten Empfängern kann eine Auswertung auf ein maximales Signal gemacht werden. Dadurch kann auf ein allfällig nötiges Ausrichten verzichtet werden. Beim Einsatz beispielsweise einer in ihrer eigentlichen Charakteristik recht schmalbandigen (10% der Frequenz) Dipolantenne, wird in Kombination mit der Rohrleitung durch Anregung höherer Ausbreitungsmodi eine grössere Bandbreite (mehr als 30% der oberen Frequenzgrenze) nutzbar.

Durch die Kombination mehrerer linear polarisierter Antennen mit versetzter Phasensteuerung kann eine zirkulare Charakteristik erreicht werden, ohne dass eine Ausrichtung nötig ist. Zudem wird keine Redundanz im Empfänger benötigt, dafür bleibt die nutzbare Bandbreite in einem engen Rahmen beschränkt.

Patchantennen (flache Blechstücke, mit Dielektrikum isoliert im Innern der Rohrleitung angebracht) ergeben vor allem im Hinblick auf mechanische Montierbarkeit sehr grosse Vorteile, da sie fast keine Volumen bean-

spruchen. Auch Patchantennen haben schmalbandigen Charakter, können aber in Kombination mit der Rohrleitung ebenfalls mehrere Modi anregen und somit breitbandiger genutzt werden.

Besonders vorteilhaft ist die Anwendung von Patchantennen mit nicht orthogonaler Strahlcharakteristik. Diese Antenne ist als ein leitender Flachring ausgebildet, welcher isoliert am Innenrand der Rohrleitung angebracht ist. Dieser Ring wird als zu einem Kreis gekrümmtes offenes Band mit kleinerem Durchmesser als der der Pipeline vorkonfektioniert und kann mittels eines Molches eingeführt und expandiert werden.

Die äusserst flach auf der Innenwand der Rohrleitung aufliegenden Patchantennen haben zudem den grossen Vorteil, dass ein durch die Rohrleitung geführter Reinigungsoder Unterhaltsmolch problemlos an ihnen vorbeikommt.

Anstelle einer Antenne kann das Signal durch einen von aussen isoliert durch eine allenfalls abgedichtete Durchführung in das Innere der Rohrleitung geführten, zu einer ins Innere ragenden Schlaufe längs der Ausbreitungsrichtung geformten und am Ende der Schlaufe die Rohrleitung kontaktierenden Draht direkt eingekoppelt werden.

Bezugszeichenliste

[0008]

- | | |
|------|--------------------------------------|
| 1 | Datenübertragungsmedium, Rohrleitung |
| 2, 3 | Datenendgeräte |
| 4 | Fluid |
| 5 | Antenne |
| 6 | Elektromagnetische Wellen |

Patentansprüche

1. Datenübertragungssystem zum Übertragen von Daten über grosse Distanzen, insbesondere über mehrere Kilometer, zwischen mindestens zwei Datenendgeräten über ein Datenübertragungsmedium mit

- mindestens zwei Datenendgeräten (2, 3), und
- einem Datenübertragungsmedium (1),

wobei

- das Datenübertragungsmedium (1) einen Wellenleiter zum Übertragen von elektromagnetischen Wellen (6) umfasst, und

- die Datenengeräte (2, 3) einen Modulator zum modulieren der Daten auf eine elektromagnetische Welle und/ oder einen Demodulator zum demodulieren der Daten von einer elektromagnetischen Welle umfassen sowie mit einer Antenne (5) zum Senden und/ oder Empfangen von elektromagnetischen Wellen verbunden sind,

dadurch gekennzeichnet, dass

- der Wellenleiter als eine abgeschlossene, zumindest abschnittsweise ein Fluid (4) führende Rohrleitung (1) ausgebildet ist.

2. Datenübertragungssystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die Rohrleitung (1) eine metallene Kapselung aufweist.

3. Datenübertragungssystem nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die Rohrleitung (1) auf der Innenoberfläche eine Beschichtung aufweist.

4. Datenübertragungssystem nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die Beschichtung ein Material mit einer gegenüber dem Material der Rohrleitung höheren Leitfähigkeit enthält.

5. Datenübertragungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die Innenoberfläche der Rohrleitung (1) resp. die Beschichtung poliert ist.

6. Datenübertragungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die Antennen (5) zirkular polarisierte Antenne sind.

7. Datenübertragungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die Antennen (5) linear oder elliptisch polarisierte Antenne sind.

8. Datenübertragungssystem nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- ein Datenendgerät (2) mit mehreren linear oder elliptisch polarisierten, phasenversetzt angesteuerten Antennen verbunden ist.

9. Datenübertragungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die Antennen (5) als flache, von der Innenoberfläche der Rohrleitung (1) resp. von der Beschichtung isoliert angeordnete Patchantennen ausgebildet sind.

5

10. Datenübertragungssystem nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass**

10

- die Patchantennen in der Form leitender Flachringe ausgebildet und isoliert auf der Innenoberfläche des Wellenleiters angebracht sind.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

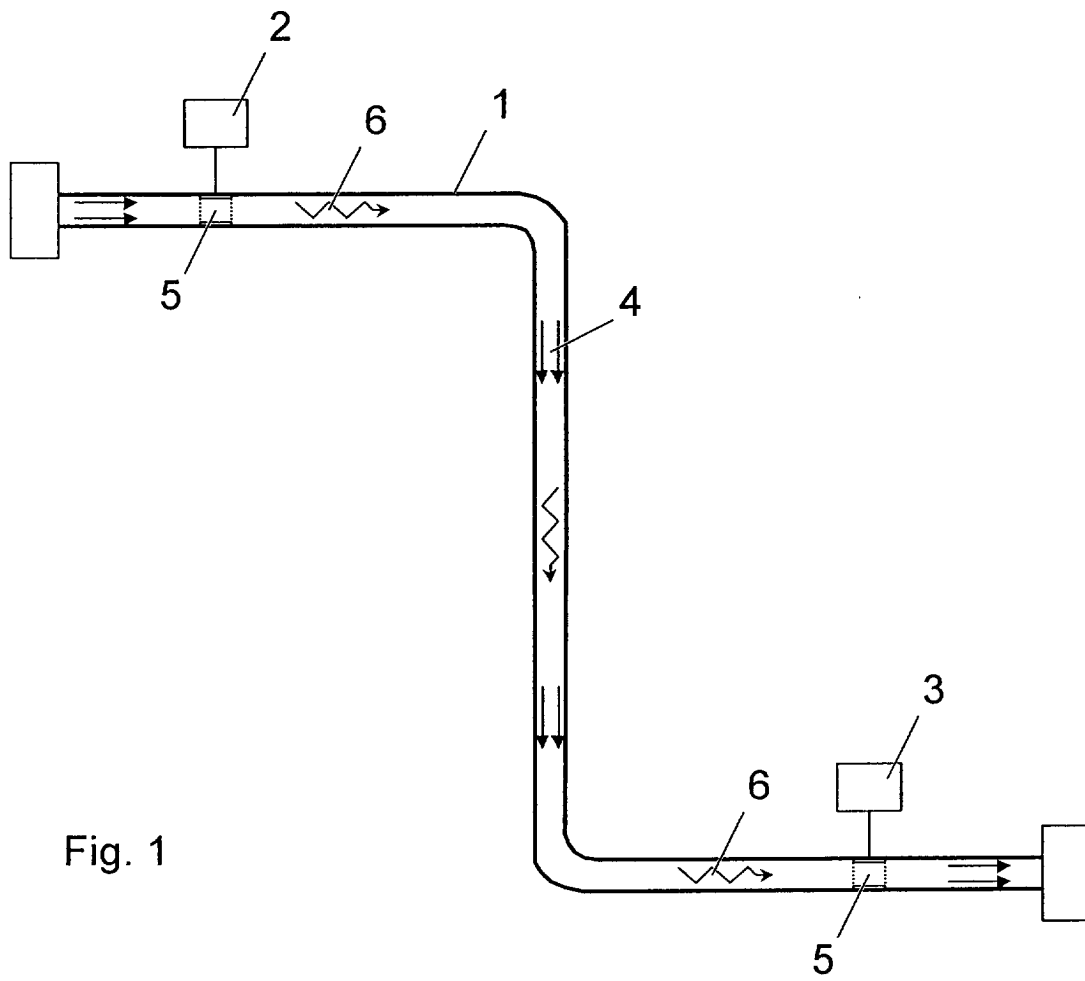


Fig. 1



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 01 81 0375

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	FR 768 505 A (CORTESE) 7. August 1934 (1934-08-07) * das ganze Dokument *	1-4, 6, 7	H01P3/12
Y	----	8-10	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 283 (M-1613), 30. Mai 1994 (1994-05-30) & JP 06 050592 A (DAIKIN IND LTD), 22. Februar 1994 (1994-02-22) * Zusammenfassung * * Abbildung *	1, 2	
A	----	3-7	
D, X	US 5 994 984 A (DIEHL CHRISTOPHER P ET AL) 30. November 1999 (1999-11-30) * das ganze Dokument *	1, 2	
A	----	3-7	
X	US 5 831 549 A (GEARHART MARVIN) 3. November 1998 (1998-11-03) * Spalte 5, Zeile 21 - Spalte 9, Zeile 39 * * Abbildungen 1, 2 * * Zusammenfassung *	1, 2	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) H01P G01V
A	----	3-5	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 10, 30. November 1995 (1995-11-30) & JP 07 177066 A (TOKYO GAS CO LTD), 14. Juli 1995 (1995-07-14) * Zusammenfassung * * Abbildung *	1	
Y	GB 2 235 340 A (FUNAI ELECTRIC ENGINEERING CO) 27. Februar 1991 (1991-02-27) * Abbildungen 1, 2 * * Zusammenfassung *	8	
-/--			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 17. Dezember 2001	
		Prüfer von Walter, S-U	
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 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			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 01 81 0375

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
Y	FR 2 462 787 A (THOMSON CSF) 13. Februar 1981 (1981-02-13) * Seite 4, Zeile 20 - Seite 6, Zeile 32 * * Abbildungen 4,5,6A,6B * -----	9,10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 17. Dezember 2001	
		Prüfer von Walter, S-U	
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 Patendokument, 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			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 01 81 0375

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.

17-12-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
FR 768505	A	07-08-1934	KEINE		
JP 06050592	A	22-02-1994	KEINE		
US 5994984	A	30-11-1999	US	5977851 A	02-11-1999
			AU	1456599 A	07-06-1999
			EP	1031171 A1	30-08-2000
			WO	9926310 A1	27-05-1999
US 5831549	A	03-11-1998	KEINE		
JP 07177066	A	14-07-1995	KEINE		
GB 2235340	A	27-02-1991	KEINE		
FR 2462787	A	13-02-1981	FR	2462787 A1	13-02-1981

EPO FORM P0461

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