

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 80100998.6

51 Int. Cl.³: **H 01 Q 21/24**

22 Anmeldetag: 28.02.80

30 Priorität: 14.03.79 DE 2910056

71 Anmelder: **KATHREIN-WERKE KG,**
Luitpoldstrasse 18 - 20 Postfach 260,
D-8200 Rosenheim 2 (DE)

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: 15.10.80
 Patentblatt 80/21

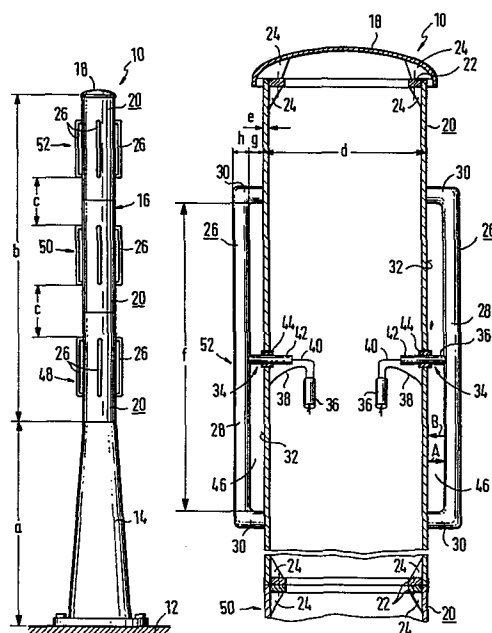
72 Erfinder: **Gschwendtner, Josef, Forstweg 7,**
D-8201 Prutting (DE)
 Erfinder: **Niedermayr, Johann, Brückenstrasse 11,**
D-8201 Kolbermoor (DE)

84 Benannte Vertragsstaaten: **BE CH FR GB IT LU NL SE**

74 Vertreter: **Weickmann, Heinrich, Dipl.-Ing Patentanwälte**
Dipl.Ing.H.Weickmann et al, Dipl.Phys.Dr.K.Fincke
Dipl.Ing.F.A.Weickmann Dipl.Chem.B.Huber,
Dr.-Ing.H.Liska Möhlstrasse 22, D-8000 München 86 (DE)

54 **Sende- und Empfangsantenne für elektromagnetische Strahlung horizontaler Polarisation.**

57 Am vertikalen, zylindrischen, elektrisch leitenden Antennenkörper (16) einer Sende- und Empfangsantenne (10) für elektromagnetische Strahlung horizontaler Polarisation, insbesondere im UKW-Bereich, sind längliche, elektrisch leitenden Bügelemente (26) vertikal angeordnet, um eine einfach aufgebaute, stabile Sende- und Empfangsantenne mit guter Sende- bzw. Empfangscharakteristik zu erhalten. Die Bügelemente (26) aus jeweils einem mit Abstand zum Antennenkörper (16) vertikal angeordneten Bügelmittekteil (28) und auf den Antennenkörper (16) zulaufenden Bügelendteilen (30) sind im Bereich ihrer Längsmittte mit einer Speisestelle (34) zur Erregung gegen den Antennenkörper (16) versehen.



EP 0 016 970 A1

- 1 -

Sende- und Empfangsantenne für elektromagnetische Strahlung horizontaler Polarisation

Die Erfindung bezieht sich auf eine Sende- und Empfangsantenne für elektromagnetische Strahlung horizontaler Polarisation einer Arbeitswellenlänge insbesondere im UKW-Bereich, mit einem vertikalen, zylindrischen Antennenkörper mit elektrisch leitender Mantelfläche. Eine bekannte Sende- und Empfangsantenne dieser Art ist die Rohrschlitzantenne. Diese besteht aus einem vertikalen Rohr mit mindestens einem in seiner Mitte gespeisten, ebenfalls vertikalen Schlitz. Um eine gute Richtcharakteristik zu erhalten wird die Rohrschlitzantenne mit mehreren in gleicher Höhe oder übereinander angeordneten Schlitzten dieser Art versehen. Da die Schlitzte mit etwa der gleichen Intensität in das Innere des Antennenrohrs strahlen wie nach außen, müssen die einzelnen Schlitzte im Rohrinne sorgfältig gegeneinander abgeschirmt werden, um störende Einstrahlung von einem Schlitz auf einen anderen durch das Rohrinne auszuschließen. Weiterhin nachteilig ist, daß die mechanische Festigkeit der Antenne durch die Schlitzte herabgesetzt ist.

Aufgabe der Erfindung ist es demgegenüber eine einfach

aufgebaute, stabile Sende- und Empfangsantenne mit guter Sende- bzw. Empfangscharakteristik bereitzustellen.

5 Die Sende- und Empfangsantenne, mit der diese Aufgabe
erfindungsgemäß gelöst wird, ist gekennzeichnet durch
wenigstens ein elektrisch leitendes, an der Mantelflä-
che angebrachtes Bügelelement mit einem länglichen, mit
Abstand zur Mantelfläche vertikal angeordneten Bügel-
mittelteil und mit am Bügelmittelteil beidendig vorge-
10 sehenen, radial auf die Mantelfläche zulaufenden und in
elektrischem Kontakt mit der Mantelfläche stehenden Bü-
gelandteilen, wobei im Bereich der Längenmitte der Bü-
gelmittelteile je eine Speisestelle zur Erregung der
Bügelelemente gegen die Mantelfläche vorgesehen ist.

15 Da die Mantelfläche nicht geschlitzt ist, wird eine Ein-
strahlung in das Innere des Antennenkörpers von vorn-
herein verhindert. Damit entfallen aufwendige Entkopp-
lungsmaßnahmen. Der ungeschlitzte Antennenkörper ist
20 mechanisch sehr stabil und hält ohne besondere Maßnahmen
hohen Windlasten stand. Die Anordnung von mehreren Bü-
gelelementen in derselben Ebene wird bevorzugt entspre-
chend den Anforderungen an das gewünschte Azimutaldia-
gramm gewählt. Auch eine unsymmetrische Verteilung der
25 Bügelelemente über die Mantelfläche ist vorteilhaft
möglich. Eine entsprechende Verteilung der Schlitze ei-
ner Schlitzantenne ist wegen der damit verbundenen sta-
tischen Probleme kaum realisierbar.

30 Die Sende- und Empfangseigenschaften eines Bügelele-
ments sind besonders vorteilhaft, wenn die Sende- und
Empfangsantenne die in den Unteransprüchen 2 bis 6
aufgeführten erfindungsgemäßen Merkmale aufweist. Die
im Anspruch 6 aufgeführte Näherungsformel gilt für eine
35 Diagrammunrundheit von höchstens ± 2 dB.

Besonders einfach aufgebaute, stabile Bügelelemente erhält man dadurch, daß man die Bügelmittelteile einstückig mit den Bügelendteilen ausbildet.

- 5 Der beabsichtigten Verwendung entsprechend kann es vorteilhaft sein, zumindest die Bügelmittelteile hohl oder auch massiv auszubilden.

- 10 Einen besonders stabilen Antennenaufbau erhält man, wenn man die zur Befestigung am Antennenkörper ausgebildeten Bügelendteile in Umfangsrichtung des Antennenkörpers breiter ausbildet als die Bügelmittelteile. Die auf ein Bügelelement bei hohem Winddruck ausgeübten Kräfte, vor allem die in Umfangsrichtung wirkenden Kräfte, können
15 dann ohne weiteres auf den Antennenkörper abgeleitet werden.

- In den Unteransprüchen 8 bis 10 ist angegeben, wie man die Bügelelemente zueinander anordnet und speist, um
20 eine besonders günstige Richtcharakteristik der Antenne zu erhalten.

- Die Erfindung wird im folgenden an zwei Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen
25

- Fig. 1 eine Seitenansicht eines ersten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Sende- und Empfangsantenne;

- 30 Fig. 2 einen Detailschnitt der Anordnung in Fig. 1;

- Fig. 3 eine seitliche Teilansicht einer zweiten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Sende- und Empfangsantenne;

35

Fig. 4 einen Horizontalschnitt entlang der Linie IV-IV
in Fig. 3;

5 Fig. 5 ein Antennenanschlußschema für die Sende- und
Empfangsantennen der Fig. 1 bis 4.

Die erfindungsgemäße Sende- und Empfangsantenne zeichnet
sich durch besonders einfachen Aufbau, große Robust-
heit und vorteilhafte Sende- und Empfangseigenschaften
10 aus, die ähnlich der einer Rohrschlitzantenne sind.

Eine erste, mit 10 bezeichnete Ausführungsform der An-
tenne ist in den Fig. 1 und 2 dargestellt. Die Antenne
10 besteht aus einem am Untergrund 12 befestigten, nach
oben leicht spitzkegelig zulaufenden Antennenfuß 14,
15 auf den ein vertikaler, zylindrischer Antennenkörper 16
mit Deckel 18 aufgesetzt ist. Der Antennenkörper 16 be-
steht aus drei übereinander angeordneten Rohrteilen 20,
von denen eines in Fig. 2 im Detail gezeigt ist.

20 Das metallische Rohrteil 20 ist beidendig mit ange-
schweißtem Flansch 22 zur Befestigung des nächsten
Rohrteils 20 oder des Deckels 18 versehen. Versteifungs-
rippen 24 zwischen Flansch 22 und Rohrteil 20 sorgen für
25 gute Stabilität. Auch der haubenförmige Deckel 18 ist
mit Versteifungsrippen 26 ausgebildet.

An jedem Rohrteil 20 sind vier Bügelelemente 26 in
gleicher Höhe angebracht. Jedes Bügelelement 26 be-
steht aus einem länglichen, geraden Bügelmittelteil 28
30 und in gleicher Richtung rechtwinklig vom Bügelmittel-
teil 28 abstehenden Bügelendteilen 30. Das Bügelmittel-
teil 28 ist parallel zur Rohrteilachse, d. h. vertikal
angeordnet; die Bügelendteile 30 laufen radial auf die
35 Mantelfläche 32 des Rohrteils 20 zu und berühren diese

unter Bildung eines elektrischen Kontakts. Zur Erregung des elektrisch leitenden Bügelements 26 gegenüber der ebenfalls elektrisch leitenden Mantelfläche 32 ist in der Längenmitte des Bügelmittelteils 28 eine Speisestelle 34 vorgesehen, die an eine symbolisch dargestellte zweipolige Speiseleitung 36 angeschlossen ist. Ein Pol der Speiseleitung 36 ist über eine Leitung 38 direkt mit dem Rohrteil 20 verbunden; der andere Pol ist über eine Leitung 40 mit einer das Rohrteil 20 radial durchsetzenden Durchführung 42 verbunden, die zum Bügelmittelteil 28 führt und dieses an die Speiseleitung 36 anschließt. Eine Isolierhülse 44 isoliert die Durchführung 42 gegen das Rohrteil 20. Die Darstellung des Anschlusses der Speiseleitung 36 in Fig. 2 ist rein schematisch; der Anschluß einer solchen Speiseleitung an Antennenelemente ist jedoch bekannt.

Wird das Bügelement 26 durch Einspeisung von Antennenspannung gegen die Mantelfläche 32 erregt, so entsteht ein elektrisches Wechselfeld, dessen elektrischer Polarisationsvektor in der vom Bügelement 26 umschlossenen Schlitzfläche 46 abwechselnd im wesentlichen radial nach außen (Pfeil A in Fig. 2) und radial nach innen (Pfeil B) gerichtet ist. Das abgestrahlte elektromagnetische Feld ist daher in zur Antennenkörperachse radiale Richtung, d. h. horizontal polarisiert. Da bei einer Rohrschlitzantenne die elektrischen Feldlinien ebenfalls quer zum Schlitz verlaufen, sind die Sende- und Empfangscharakteristiken beider Antennen ähnlich.

Die Bügelemente 26 der in den Fig. 1 und 2 gezeigten ersten Ausführungsform 10 der Antenne werden von Metallrohren mit rundem oder rechteckigem Querschnitt gebildet, deren Enden entsprechend abgebogen sind. Es können jedoch auch massive Bügel eingesetzt werden.

Ebenso können Bügelelemente aus nichtleitendem Material eingesetzt werden, deren Oberfläche mit einer elektrisch leitenden Schicht überzogen ist.

5 Die in den Fig. 3 und 4 gezeigte zweite Antennenausführungsform 110 unterscheidet sich von der ersten Ausführungsform 10 lediglich in der Gestaltung der Bügelelemente. Bauteile der zweiten Ausführungsform 110, die denen der ersten Ausführungsform 10 entsprechen, sind mit
10 denselben Bezugsziffern, jeweils vermehrt um die Zahl 100, versehen. Die Bügelendteile 130 und das Bügelmittelteil 128 sind hier jeweils eigene Teilstücke, die entweder bei der Befestigung des Bügelelements 126 am Rohrteil 120 oder bei einer Vormontage des Bügelelements 126
15 zusammengefügt werden. Dies bringt den Vorteil, daß man die Bügelendteile 130 derart ausformen kann, daß sie eine stabile Befestigung des Bügelelements 126 am Rohrteil 120 gewährleisten, bei geringen Gesamtherstellungskosten für die Bügelelemente 126. Fig. 4 ist zu entnehmen, daß die annähernd trapezförmigen Bügelendteile 130 mit ihrer großen Basis 129 am Rohrteil 120 anliegen.
20 Die Basis 129 ist breiter als das Bügelmittelteil 128. Die Bügelmittelteile 128 können ohne besondere Schwierigkeiten ausreichend exakt gerade hergestellt werden.

25 Um gute Rundstrahlcharakteristik und hohe Abstrahlleistung zu erzielen, werden zwölf Bügelelemente 26 bzw. 126 auf den Antennenkörper 16 bzw. 116, wie in den Fig. 1 und 3 gezeigt, verteilt. Jeweils vier der Bügelemente 26, 126 sind in gleicher Höhe angebracht und
30 werden als Gruppe bezeichnet. Die Antennengruppen in Fig. 1 sind von unten nach oben mit den Bezugsziffern 48, 50 und 52 versehen. Die Bügelelemente 26 innerhalb einer Gruppe sind gleichmäßig auf den Umfang des Rohrteils 20 verteilt angeordnet. Ein Bügelelement 26 einer
35

Gruppe fluchtet mit jeweils einem Bügelelement 26 der anderen beiden Gruppen.

Die Sende- und Empfangsantennen 10, 110 sind für den
5 UKW-Bereich von 87,5 bis 108 Megahertz vorgesehen. Die
im folgenden zu behandelnden, in den Fig. 1 und 2 ein-
gezeichneten Abmessungen der Antenne 10 sind an diesen
Frequenzbereich angepaßt. Die Abmessungen werden größ-
tenteils auf eine Arbeitswellenlänge λ von ca. 300 cm
10 bezogen.

Die Höhe a des Antennenfußes 14 beträgt etwa 20 m; die
Länge b des Antennenkörpers 16 beträgt etwa 10 m. Der
lichte, vertikale Abstand c der Bügelelemente 26 auf-
15 einanderfolgender Gruppen ist mit 330 cm etwa das 1,1-
fache der Wellenlänge λ . Der Außendurchmesser d eines
Rohrteils 20 ist mit 150 cm etwa das 0,5-fache der Wel-
lenlänge λ , bei einer Wandstärke e von etwa 15 mm. Die
Schlitzfläche 46 ist durch die beiden folgenden Größen
20 festgelegt: durch den lichten Abstand f der Bügelend-
teile 30 und durch den lichten Abstand g des Bügelmit-
telteils 28 von der Mantelfläche 32. Der Abstand g ist
das 0,04-fache des Abstands f. Der Abstand f beträgt
mit 2800 mm etwa das 0,9-fache der Wellenlänge λ . Der
25 Durchmesser h des Bügelmittelteils 28 entspricht dem
0,8-fachen des Abstands g.

In Fig. 5 ist stark vereinfacht dargestellt, wie die
zwölf Bügelelemente 26, 126 an einen Antennenhauptan-
30 schluß 60 angeschlossen sind. Der Antennenhauptanschluß
60 ist über eine Leitung 62 mit einem Hauptverteiler 64
verbunden, von dem aus drei Leitungen 66, 68 und 70 zu
drei Gruppenverteilern 72, 74 und 76 führen. Der Grup-
penverteiler 72 versorgt die vier Bügelelemente 26, 126
35 der untersten Gruppe 48, 148, der Gruppenverteiler 74
die der mittleren Gruppe 50, 150 und der Gruppenvertei-

- ler 76 die der oberen Gruppe 52, 152. Hierzu ist jedes
Bügelelement 26, 126 mit jeweils einer Leitung 36 mit
dem entsprechenden Gruppenverteiler verbunden. Zur An-
passung und Einstellung einer gewünschten Phasenver-
5 schiebung ist in jeder Leitung 36 eine Transformations-
einrichtung 78 mit einstellbaren Impedanzen eingeschalt-
tet. Es können auch abstimmbare Koaxialleitungen einge-
setzt werden.
- 10 Durch Einstellung bestimmter Phasendifferenzen zwischen
den Bügelementen 26, 126 lassen sich unterschiedliche
Abstrahlcharakteristiken erzielen. Eine Antenne 10, 110
mit gleichmäßiger Rundumabstrahlung erhält man, wenn
man die Bügelemente 26, 126 einer Gruppe mit derarti-
15 gen Phasendifferenzen speist, daß man eine Rotation des
elektrischen Feldvektors des gesamten Strahlungsfeldes
in der horizontalen Ebene erhält. Zweckmäßig ist es da-
bei, die miteinander fluchtenden Bügelemente 26, 126
verschiedener Gruppen gleichphasig zu speisen.

20

- 1 -

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Sende- und Empfangsantenne für elektromagnetische Strahlung horizontaler Polarisierung einer Arbeitswellenlänge insbesondere im UKW-Bereich, mit einem vertikalen, zylindrischen Antennenkörper mit elektrisch leitender Mantelfläche, g e k e n n z e i c h n e t
5 durch wenigstens ein elektrisch leitendes, an der Mantelfläche (32) angebrachtes Bugelement (26, 126) mit einem länglichen, mit Abstand zur Mantelfläche (32) vertikal angeordneten Bügelmittelteil (28, 128) und mit am
10 Bügelmittelteil (28, 128) beidseitig vorgesehenen, radial auf die Mantelfläche (32) zulaufenden und in elektrischem Kontakt mit der Mantelfläche (32) stehenden Bügelendteilen (30, 130), wobei im Bereich der Längsmitte der Bügelmittelteile (28, 128) je eine Speisestelle (34)
15 zur Erregung der Bugelemente (26, 126) gegen die Mantelfläche (32) vorgesehen ist.

2. Sende- und Empfangsantenne nach Anspruch 1, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß der lichte Abstand (f) der Bügelendteile (30, 130) eines Bugelements (26, 126) das 0,1- bis 2-fache, besser das 0,4- bis 1,5-fache, am besten etwa das 1-fache der Arbeitswellenlänge (λ) beträgt.
20

3. Sende- und Empfangsantenne nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der lichte Abstand (g) der Bügelmitteleile (28, 128) von der Mantelfläche (32) das 0,01- bis 0,25-fache, besser das
5 0,02- bis 0,125-fache, am besten etwa das 0,04-fache der Arbeitswellenlänge (λ) beträgt.

4. Sende- und Empfangsantenne nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser (h) der Bügelmitteleile (28, 128) das 0,005- bis
10 0,25-fache, besser das 0,01- bis 0,1-fache, am besten etwa das 0,05-fache der Arbeitswellenlänge (λ) beträgt.

5. Sende- und Empfangsantenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung eines Rundstrahldiagramms mindestens zwei Bügelelemente (26, 126) vorgesehen
15 sind und daß diese Bügelelemente (26, 126) vorzugsweise um 90° azimuthal zueinander versetzt auf der Mantelfläche (32) angeordnet sind.
20

6. Sende- und Empfangsantenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung eines Rundstrahldiagramms
25 gleichmäßig um den Mastumfang verteilt in Abhängigkeit vom Mastdurchmesser (d) eine Mindestzahl N von Bügelelementen (26, 126) vorgesehen ist, die durch die Formel

$$30 \quad N = \text{int } \left\lfloor 0,7 \left(\frac{\pi \cdot d}{\lambda} \right)^{\sqrt{2}} + 3,77 \right\rfloor; \text{ für } 0,1\lambda < d < 1,67\lambda$$

bestimmt ist, in der bedeutet

d: Mastdurchmesser in $\overline{m}$

λ : Arbeitswellenlänge in $\overline{m}$

35 $\text{int } \overline{A}$: größte ganze Zahl, die kleiner oder gleich dem Ausdruck A ist.

7. Sende- und Empfangsantenne nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest die Bügelmitteleile (28, 128) massiv ausgebildet sind.

5

8. Sende- und Empfangsantenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch mindestens eine Gruppe (48, 50, 52; 148, 150, 152) von jeweils in gleicher Höhe an der Mantelfläche (32) angebrachten Bügelementen (26; 126).

10

9. Sende- und Empfangsantenne nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Gruppe (48, 50, 52; 148, 150, 152) von vier auf den Antennenkörperumfang gleichmäßig verteilten Bügelementen (26; 126) gebildet ist.

15

10. Sende- und Empfangsantenne nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Bügelemente (26, 126) einer Gruppe (48, 50, 52; 148, 150, 152) derart mit unterschiedlichen Phasen gespeist sind, daß ein Rundstrahldiagramm entsteht.

20

FIG. 3

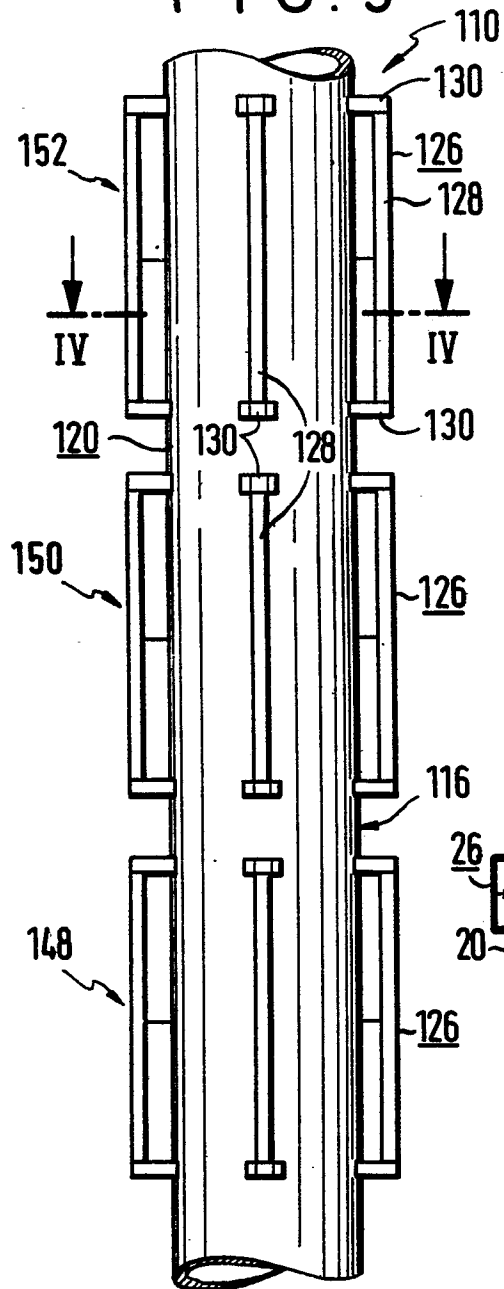


FIG. 5

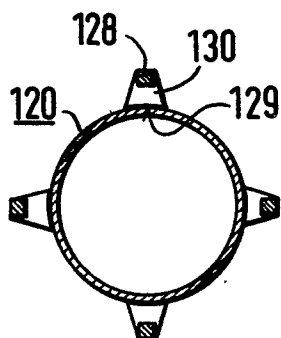
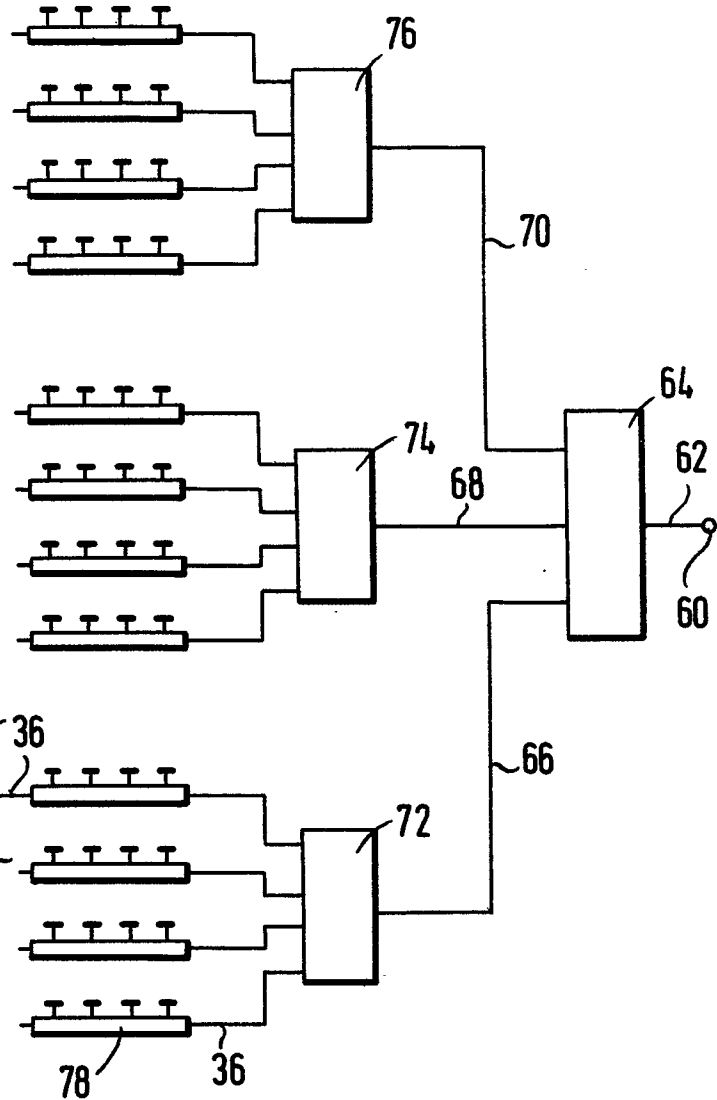


FIG. 4



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0016970
Nummer der Anmeldung

EP 80 10 0998.6

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
	<u>US - A - 3 932 874</u> (O. McDONALD WOODWARD) * Spalte 2, Zeile 40 und ff.; Fig. 1 bis 9 *	1-5,7	H 01 Q 21/24
	<u>US - A - 3 564 554</u> (J. SCHULLER) * Fig. 1 und 2 *	1	
	<u>DE - B - 1 160 513</u> (SIEMENS & HALSKE) * Spalte 2, Zeile 40 und ff.; Fig. 1 *	8,9	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.)
	<u>US - A - 3 987 450</u> (H.E. GRIFFITH) * Spalte 2, Zeile 7 und ff.*	2	H 01 Q 21/00
A	<u>DE - A - 2 139 257</u> (SIEMENS) * Fig. 1 und 2 *		
A	<u>DE - A - 2 026 984</u> (LICENTIA PATENT- VERWALTUNGS-GMBH) * Fig. 1 bis 3 *		
P	<u>GB - A - 2 017 415</u> (TNO NEDERLANDSE ORGANISATIE VOOR TOEGEPAST-NATUUR- WETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK) * Fig. 1 *		KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE
A	<u>US - A - 3 665 479</u> (R.M. SILLIMAN) * Fig. 1 bis 7 *	./..	X: von besonderer Bedeutung A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: kollidierende Anmeldung D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus andern Gründen angeführtes Dokument &: Mitglied der gleichen Patent- familie, übereinstimmendes Dokument
☒ Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
Berlin	19-06-1980	BREUSING	



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0016970
Nummer der Anmeldung

EP 80 10 0998.6

- Seite 2 -

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
A	<u>US - A - 3 299 429</u> (TH. J. McMULLIN) * Fig. 1 bis 15 * --		
A	<u>DD - A - 24 692</u> (W. PLÄTTNER) * Fig. 1 bis 4 * ----		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.)