



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 489 934 A1**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG
veröffentlicht nach Art. 158 Abs. 3
EPÜ

21 Anmeldenummer: **91921023.7**

51 Int. Cl.⁵: **H01Q 13/18**

22 Anmeldetag: **13.06.91**

86 Internationale Anmeldenummer:
PCT/SU91/00117

87 Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 91/20108 (26.12.91 91/52)

30 Priorität: **13.06.90 SU 4857338**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.06.92 Patentblatt 92/25

84 Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

71 Anmelder: **NAUCHNO-ISSLEDOVATELSKY
INSTITUT PO IZMERITELNOI TEKHNIKE
ul. Vitebskaya, 4
Chelyabinsk, 454080(SU)**

72 Erfinder: **ANDRONOV, Boris Mikhailovich
ul. Engelsa, 97-150
Chelyabinsk, 454092(SU)**
Erfinder: **BORODIN, Jury Fedorovich
ul. Entuziastov, 18b-34
Chelyabinsk, 454080(SU)**
Erfinder: **VOITOVICH, Nikolai Ivanovich
ul. Entuziastov, 13a-48
Chelyabinsk, 454080(SU)**
Erfinder: **VORONOI, Vitaly Nikolaevich
ul. Engelsa, 97-41 Chelyabinsk,
454080(RU)**
Erfinder: **KATSENELENBAUM, Boris
Zakharovich
ul. Baikalskaya, 23-60
Moscow, 107207(SU)**
Erfinder: **KORSHUNOVA, Evgenia Nikolaevna
pr. Mira, 13-182
Moskovskaya obl., Fryazino, 141120(SU)**

Erfinder: **KOCHESHEV, Viktor Nikolaevich
ul. Entuziastov, 18b-2
Chelyabinsk, 454080(SU)**

Erfinder: **PANGONIS, Ljudas Iozovich
ul. Baikalskaya, 23-89
Moscow, 107207(SU)**

Erfinder: **PEREYASLAVETS, Mikhail
Leonidovich**

**ul. Lenina, 47-401
Moskovskaya obl., Fryazino, 141120(SU)**

Erfinder: **RASIN, Arkady Motelevich
ul. Smirnykh, 13-6**

Chelyabinsk, 454092(SU)

Erfinder: **REPIN, Nikolai Nikolaevich
Komsomolsky pr., 37-161**

Chelyabinsk, 454112(SU)

Erfinder: **SIVOV, Alexei Nikolaevich
ul. Vokzalnaya, 19-147**

Moskovskaya obl., Fryazino, 141120(SU)

Erfinder: **CHUPRIN, Andrei Dmitrievich
ul. Lenina, 47-106**

Moskovskaya obl., Fryazino, 141120(SU)

Erfinder: **SHATROV, Alexandr Dmitrievich
ul. Vokzalnaya, 19-66**

Moskovskaya obl., Fryazino, 141120(SU)

74 Vertreter: **Ebbinghaus, Dieter et al
Patentanwälte v. Fünner, Ebbinghaus, Finck
Mariahilfplatz 2 & 3
W-8000 München 90(DE)**

EP 0 489 934 A1

54 Flächenantenne.

57 Die Flächenantenne ist in Form einer Mehrschichtstrukturausgeführt, die durch voneinander

durch Isolierstoffzwischenlagen (7,8) getrennte Abschirmschicht (1) aus leitendem Material, Schicht (2) mit einer Streifen-Speiseschaltung und Strahlungsschicht (4) in Form einer Platte mit Schlitzstrahlern (5, 6), die mit den jeweiligen Streifen (3) der Speiseschaltung elektromagnetisch gekoppelt sind, gebildet ist. Die Antenne enthält ein Gitter (9) von Hohlraumzellen (10) und eine darauf angeordnete, für den Empfangswellenbereich teildurchlässige Schicht (11). Die Oberfläche des Gitters (9) ist aus leitendem Material hergestellt, und das Gitter (9) ist auf einer Platte einer Strahlungsschicht (4) unter Bildung eines Hohlraumresonators durch jede seiner Zellen (10) angeordnet, in dem mindestens ein Schlitzstrahler (5 bzw. 6) untergebracht ist. Die Länge und die Breite jeder Zelle (10) überschreitet die mittlere Wellenlänge (λ), während sich deren Höhe von der halben Wellenlänge (λ) um eine Grösse von ca. 0,02 bis 0,07 der Wellenlänge (λ) unterscheidet. Die Antenne enthält einen Übergang (14), der mit der Abschirmschicht (1) und den Streifen (3) der Speiseschaltung verbunden ist.

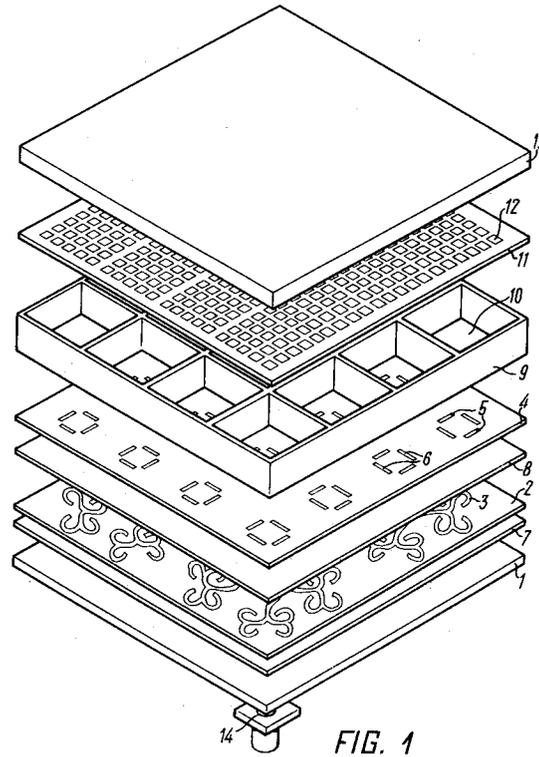


FIG. 1

Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf die Antennentechnik und betrifft insbesondere eine Flächenantenne.

Zugrundeliegender Stand der Technik

Zum Signalempfang von den Satelliten im 12-GHz-Bereich ist eine Antenne mit einem hohen Verstärkungsfaktor erforderlich. Derartiger Forderung genügen herkömmliche Spiegelantennen. Die Spiegelantennen sind aber recht umfangreich, ihre Betriebsdaten verschlechtern sich unter Einwirken von Regen, Schnee und Wind. Wegen einer grossen Segelfläche der Spiegelantenne, durch die hohe Windlasten bedingt sind, muss der Mast oder irgendeine andere Befestigung zum Antennenbau recht steif und also recht umfangreich und schwer sein. Die Aussenansicht der Spiegelantenne stimmt mit der von Wohn- und öffentlichen Gebäuden nicht überein. Diese Faktoren machten die Entwicklung von Flächenantennen notwendig.

Die Flächenantennen haben eine geringere Masse, Segelfläche hängen in kleinerem Masse von den Witterungsverhältnissen ab. Die ästhetische Übereinstimmung der Flächenantennen mit der Aussenansicht der Wohn- und öffentlichen Gebäude gestattet es, die ersteren an den Wänden der Gebäude anzuordnen. Da die Flächenantennen es erlauben, dem Signalempfang von einem Satelliten durch Fensterglas zu verwirklichen, so können sie unmittelbar in den Wohnungen aufgestellt werden.

Es ist ein flaches Antennengitter bekannt, das sich aus einer Abschirmschicht in Form einer Platte aus leitendem Material und aus einer über der erstgenannten angeordneten Strahlungsschicht, die gedruckte Hohlraumstrahler und eine Speiseschaltung aus leitendem Material enthält, sowie einer Isolierleinlage zwischen diesen Schichten (Marata Takao Ohmaru Kenji "A flat panel antenna with two-layer structure for satellite broadcasting reception", NHK Lab. Note - 1989 - N 374, p. 1-12) zusammensetzt. Der gedruckte Hohlraumstrahler in quadratischer Form weist einen galvanischen Kontakt mit Streifen der Speiseschaltung auf. Um sekundäre Beugungsmaxima im Richtdiagramm zu eliminieren, liegen die Strahler voneinander in einem $0,7$ bis $0,9\lambda$ betragenden Abstand, wobei λ die Wellenlänge ist.

Derartiges Antennengitter weist aber hohe Verluste auf, die durch

- unmittelbare Strahlung der Leiter der Speiseschaltung,
- Strahlung infolge einer Wellenbeugung an T-Verzweigungen, Impedanztransformatoren und Krümmern einer Mikrostreifenleitung,

- Streuung der Oberflächenwelle, die sich längs der Grenze Isoliersubstrat-Luft fortpflanzt, an Schichtinhomogenitäten und Antennenkanten,
- 5 - Wärmeverluste im Dielektrikum der Schicht und der Einlage der Mikrostreifenleitung,
- Wärmeverluste in den Streifen und der Abschirmung der Mikrostreifenleitung bedingt sind.

10 Es ist eine Antenne auf der Basis eines Hohlraumresonators bekannt, die ein Gehäuse mit einem Isolier-Füllstoff enthält, an welches ein Wellenleiter angeschlossen ist. An einer der Gehäusewände sind gleichmässig verteilte rechteckförmige Koppelöffnungen vorgesehen, die in Bezug auf ein innerhalb des Gehäuses erregtes Wellenfeld derart angeordnet sind, dass in diesen Koppelöffnungen Halbwellen gleicher Polarität (DE, A, 3530647) entstehen.

20 Zur Anpassung der Impedanz des Wellenleiters an das Gehäuse ragt er in das Gehäuse um einiges hinein. Darüber hinaus kann zwischen dem Wellenleiter und dem Gehäuse ein Wellentypfilter liegen, das von einer Seite die Form eines flachen Hohlkörpers aufweist, der unmittelbar in das Gehäuse übergeht. Die bekannte Antenne gestattet es aber nicht, einen vorgegebenen Betriebsfrequenzbereich zu realisieren, einen genügend kleinen Seitenzipfelpegel zu sichern, weist grosse Abmessungen in Richtung orthogonal zur strahlenden Antennenöffnung auf.

25 Es ist eine Flächenantenne zum Wellenempfang in UHF-Bereich Von einem geostationären Rundfunksatelliten (US, A, 4851855) bekannt, die ein System komplanarer gedruckter Flächenstrahler enthält, die zwischen zwei Schichten aus Kunstharz liegen. Eine der Flächen des Systems der Strahler stellt eine Antennenöffnung dar. Die Antenne enthält auch eine flache Speiseschaltung, die durch Streifen aus leitendem Material gebildet und zwischen den zwei Schichten aus Kunstharz angeordnet ist, sowie einen darunter liegenden Planschirm. Das System der Strahler und die Speiseschaltung, die Speiseschaltung und der Schirm sind voneinander durch Zwischenlagen abgetrennt.

30 Die Zwischenlagen sind in der genannten Antenne in Form eines Rahmens aus Metall, Kunstharz oder Holz ausgeführt. Das Speisernetz der Antenne stellt eine aufgehängte symmetrische Streifenleitung dar.

35 Durch Verwendung der Streifenleitung lassen sich in der bekannten Antenne Verluste vermeiden, die durch eine unmittelbare Strahlung der Leiter der Speiseschaltung, die Strahlung infolge einer Wellenbeugung an T-Verzweigungen, Impedanztransformatoren und an Mikrostreifenleitungskrümmern bedingt sind. Es sind auch Wärmeverluste im Dielektrikum der Streifenleitung verringert.

Die bekannte Antenne weist aber auch hohe Wärmeverluste im Innenleiter und der Abschirmung der Streifenleitung infolge einer grossen Ausdehnung der Streifen, einer grossen Anzahl von binären Leistungsteilern, Impedanztransformatoren, Leitungskrümmern auf.

Es ist eine Flächenantenne in Form einer Mehrschichtstruktur bekannt, die durch eine Abschirmschicht aus leitendem Material, eine Schicht mit einer Streifen-Speiseschaltung und eine Strahlungsschicht in Form einer Platte mit Schlitzstrahlern gebildet ist, die mit den jeweiligen Streifen der Speiseschaltung elektromagnetisch gekoppelt sind. Die genannten Schichten sind gegeneinander durch Isolierstoffzwischenlagen abgetrennt. Mit der Abschirmschicht und den Streifen der Speiseschaltung ist ein Übergang verbunden. Eine galvanische Kopplung der Leiter der Schichten mit der Speiseschaltung und den Schlitzstrahlern fehlt (Hirofumi Ishizaki "Square Antennas Edge Jinto BS Antenna Market" - JEI, 1990, Vol. 37, N 8, Folge N 432, pp. 63 bis 64).

Im Sendebetrieb arbeitet die Antenne folgenderweise.

Das Signal vom Sender wird auf den Eingang des Überganges gegeben und ferner über die Speiseschaltung den Schlitzstrahlern zugeführt. Die Schlitzlöcher werden durch das Feld einer elektromagnetischen Welle angeregt, die sich längs der Streifenleitung ausbreitet.

Die bekannte Antenne weist auch hohe Wärmeverluste in der Streifenleitung und der Abschirmung derselben infolge einer grossen Ausdehnung der Speiseleitung, einer grossen Anzahl von binären Leistungsteilern, Impedanztransformatoren, Leitungskrümmern, eines starken Leistungsabfalls längs der Leitung, der nicht geringer zu halten ist, auf.

Hauptsächlich tragen im 12-GHz-Bereich zur Wellendämpfung längs der Streifenleitung mit einem guten Dielektrikum als Füllstoff der Leitung Wärmeverluste in den Leitern - im Streifen und der Abschirmung der Leitung - bei.

Die Leitungsverluste nehmen mit der Verschlechterung der Anpassung im Speisernetz zu, während die Anpassung im wesentlichen von der Anzahl der Schlitzstrahler abhängt, weil mit der Zunahme der Anzahl derselben im Antennengitter die Anzahl der binären Leistungsteiler, Impedanztransformatoren, Leitungskrümmern vergrössert wird. So weist beispielsweise ein $2^M = 256$ Strahler zählendes Gitter eine Zahl $M = 9$ binäre Leistungsteilungen in einer Antenne mit einer Linearpolarisation und $M + 1 = 10$ Teiler auf dem Wege vom Antenneneingang bis zum Strahler einer Zirkularpolarisation auf. Im Zusammenhang mit einer hohen Dichte der Strahler im Gitter werden die Leitungskrümmern rechteckförmig ausgeführt.

Eine grosse Anzahl der Elemente der Speiseleitung im Gitter, scharfe Knicke der Streifenleitung verschlechtern die Leitungsanpassung und bewirken infolgedessen eine Erhöhung von Antennenverlusten.

Offenbarung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Flächenantenne mit derartiger konstruktiver Ausföhrung zu schaffen, die es gestattet, einen hohen Richtfaktor im Empfangswellenbereich bei einer Verringerung von Verlusten in der Speiseschaltung der Antenne durch Verkleinerung der Anzahl von Schlitzstrahlern auf dem Wege der Verwendung von Resonatoren mit einer teildurchlässigen Fläche zu gewährleisten.

Die gestellte Aufgabe wird dadurch gelöst, dass die Flächenantenne in Form einer Mehrschichtstruktur, die durch voneinander durch Isolierstoffzwischenlagen abgetrennte Abschirmschicht aus leitendem Material, Schicht mit einer Streifen-Speiseschaltung und Strahlungsschicht in Form einer Platte mit Schlitzstrahlern, die mit den jeweiligen Streifen der Speiseschaltung elektromagnetisch gekoppelt sind, gebildet ist und einen mit der Abschirmschicht und den Streifen der Speiseschaltung verbundenen Übergang enthält, gemäss der Erfindung zusätzlich ein Gitter mit Hohlraumraumzellen und eine darüber angeordnete, für den Empfangswellenbereich teildurchlässige Schicht enthält, wobei die Gitterfläche aus leitendem Material ausgeführt und das Gitter auf einer Strahlungsschichtplatte unter Bildung eines Hohlraumresonators durch jede seiner Zellen angeordnet ist, in dem mindestens ein Schlitzstrahler angeordnet ist, wobei die Breite und Länge jeder Zelle die mittlere Wellenlänge überschreitet und deren Höhe von der halben mittleren Wellenlänge um eine Grösse von ca. 0,02 bis 0,07 der Wellenlänge abweicht.

Die Einföhrung des Resonatorgitters in die Flächenantenne erlaubt es, die Anzahl der Schlitzstrahler unter Beibehaltung des Richtfaktors der Flächenantenne durch Transformation des Feldes des Strahlers im Feld der Eigenschwingung des Resonators wesentlich zu verkleinern, wodurch die Möglichkeit der Erscheinung sekundärer Beugungsmaxima im Richtdiagramm ausgeschlossen wird. Die Verringerung der Anzahl der Strahler gestattet es, die Speiseschaltung zu vereinfachen und die Verluste in dieser geringer zu halten.

Es ist zweckmässig, dass die teildurchlässige Schicht in Form einer Platte aus leitendem Material mit Koppelöffnungen hergestellt ist, wobei die Gitterhöhe unterhalb einer halben mittleren Wellenlänge liegen muss.

Die Benutzung der Platte aus leitendem Material mit den Koppelöffnungen als teildurchlässige

Schicht gestattet es, diese Schicht durch Stanzen zu erzeugen.

Es ist auch zweckmässig, dass die teildurchlässige Schicht in Form einer Isolierfolie mit darauf beiderseits angebrachten elektrisch isolierten Metallplatten ausgeführt ist, wobei die Gitterhöhe oberhalb einer halben mittleren Wellenlänge liegen muss.

Die Anwendung der Isolierfolie mit den Metallplatten gestattet es, die teildurchlässige Schicht mit Hilfe einer Drucktechnik herzustellen.

Zweckmässig ist es auch, dass die Flächenantenne in der Weise hergestellt ist, dass die Breite und Länge jeder Zelle $\geq 4 \lambda$ ist, wobei λ die Wellenlänge ist, während die Anzahl der Schlitzstrahler in jeder Zelle gleich zwei ist und sie parallel zu einer Wand der Zelle in Abständen von dieser liegen, die jeweils $1/4$ und $3/4$ der Länge der zu den Schlitz orthogonalen Wand ausmachen.

Die Benutzung von zwei im Resonator in der genannten Weise angeordneten Schlitzstrahler gestattet es, den Betriebsfrequenzbereich der Antenne zu erweitern, denn derartige Anordnung schliesst die Erregung der nächsten Störschwingung im Resonator und eine ihr entsprechende Verzerrung des Richtdiagramms aus.

Es ist auch zweckmässig, dass die Flächenantenne derartig ausgeführt ist, dass in jeder Gitterzelle zusätzlich zwei Schlitzstrahler ausgeführt sind, die parallel zueinander und orthogonal zu den Haupt-Schlitzstrahlern in Abständen liegen, die $1/4$ bzw. $3/4$ der Länge der zu den Schlitz orthogonalen Wand betragen, wobei sich die Längen der jedem Paar der orthogonal angeordneten Strahler entsprechenden Streifen voneinander um $1/4 \lambda$ unterscheiden sollen.

Die Verwendung von vier Schlitzstrahlern im Resonator, die in der genannten Weise angeordnet und gespeist werden, ermöglicht die Wellenausstrahlung oder den Wellenempfang mit einer Zirkularpolarisation des Feldes im Betriebsfrequenzbereich.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Die vorliegende Erfindung wird nachstehend an deren konkreten Ausführungsbeispielen anhand der beigelegten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine dreidimensionale Ansicht der Hauptteile einer auseinandergenommenen erfindungsgemässen Flächenantenne;

Fig. 2 eine erfindungsgemässe Ausführungsform einer teildurchlässigen Schicht;

Fig. 3 eine Anordnung von erfindungsgemässen Schlitzstrahlern auf einer Strahlungsschichtplatte;

Fig. 4 eine grafische Darstellung eines zweidimensionalen Verteilungsgesetzes für eine tangen-

te Komponente der Stärke eines elektrischen Feldes anhand der Messangaben bei einem Abstand $4/5 \lambda$ von der Antennenapertur;

Fig. 5 ein experimentelles Richtdiagramm der ersten Ausführungsform der Antenne in der Ebene eines Vektors E;

Fig. 6 ein experimentelles Richtdiagramm der ersten Ausführungsform der Antenne in der Ebene eines Vektors H;

Fig. 7 eine grafische Darstellung der Abhängigkeit des Verstärkungsfaktors der ersten Ausführungsform der Antenne von der Frequenz;

Fig. 8 ein experimentelles Richtdiagramm der zweiten Ausführungsform der Antenne in der Ebene des Vektors E;

Fig. 9 ein experimentelles Richtdiagramm der zweiten Ausführungsform der Antenne in der Ebene des Vektors H;

Fig. 10 eine grafische Darstellung der Frequenzabhängigkeit des Antennenverstärkungsfaktors in der zweiten Ausführungsform.

Beste Ausführungsform der Erfindung

Die Antenne enthält eine Abschirmschicht 1 (Fig. 1), eine Schicht 2 mit Streifen 3 einer Speiseschaltung aus leitendem Material, eine Strahlungsschicht 4, die eine leitende Platte mit einem System von Schlitzstrahlern 5, 6, Zwischenlagen 7 und 8, ein Gitter 9 mit Hohlraumzellen 10, eine teildurchlässige Schicht 11 mit Koppelöffnungen 12, eine Verkleidung 13, nötigenfalls einen Koaxial-Streifen- oder einen Streifen-Wellenleiter-Übergang 14 beinhaltet.

Die Abschirmschicht 1 wird aus Aluminium, Kupfer, Silber oder anderem Material mit hoher elektrischer Leitfähigkeit ausgeführt. Zum Korrosionsschutz der leitenden Abschirmschicht 1 kann deren Fläche mit einer 5 bis 20 μm dicken Dielektrikumschicht überzogen werden.

Die Schicht 2 wird in Form einer Dreiplattenkonstruktion hergestellt, die einen Korrosionsschutz für die Leiter der Speiseschaltung gewährleistet.

Die Schicht 4 wird auch in Form einer Dreiplattenkonstruktion erzeugt, wobei die Oberseite der leitenden Platte mit dem System der Schlitzstrahler 5, 6 mit einer Kunststoffolie nach den Anlöten oder Ankleben der Platte am Gitter 9 überzogen wird.

Die Zwischenlagen 7, 8 werden aus Schaumpolystyrol oder einem anderen Dielektrikum mit einem geringen dielektrischen Verlustfaktor hergestellt.

Das Gitter 9 und die teildurchlässige Schicht 11 werden aus einem gut leitenden Material in der Art von Aluminium, Kupfer, Silber oder einem nach dem elektrischen Leitvermögen ähnlichen Material hergestellt. Das Gitter 9 wird entweder aus Dielektrikum mit einem darauf aufgebracht Metallüber-

zug oder aus einem gut leitenden Material hergestellt.

Die Schicht 11 wird in Form einer Metallplatte erzeugt, die durch runde oder quadratische Öffnungen 12 abgelocht ist. In der anderen Ausführungsform wird die Schicht 11 (Fig. 2) in Form einer Isolierfolie mit auf deren beiden Seiten angebrachten elektrisch isolierten Metallplatten 15 hergestellt.

Die leitende Platte der Schicht 4, das Gitter 9 und die Schicht 11 werden nach dem Zusammenbau der Antenne miteinander nach der gesamten Berührungslinie galvanisch kontaktiert. Die galvanische Kopplung wird entweder durch Löten oder Ankleben mittels eines leitenden Klebstoffes erreicht.

Die leitende Platte der Schicht 4 bildet samt den Zellen 10 des Gitters 9 und der Schicht 11 $n \times m$ Hohlraumresonatoren mit einer teildurchlässigen Oberfläche, wo n und m die Zahlen der Resonatoren in Richtung der Achsen x und y eines rechtwinkligen Koordinatensystems in der Ebene der Antennenöffnung bedeuten. Die Länge und die Breite der Zellen 10 werden in der Grössenordnung von einigen Wellenlängen in Abhängigkeit vom vorgegebenen Betriebsfrequenzbereich, beispielsweise von $4 \lambda \times 4 \lambda$, gewählt. Die Höhe des Gitters 9 wird aus der Forderung gewählt, dass die Summe der Höhe des Gitters 9 und der halben Dicke der Schicht 11 von der halben Wellenlänge um eine Grösse abweicht, die proportional zur Quadratwurzel aus dem relativen Frequenzbereich ist, beispielsweise um eine Grösse von 0,02 bis 0,07 der Wellenlänge. Die Wahl der Zahl $n \times m$ der Resonatoren wird aus der Bedingung der Sicherung eines vorgegebenen Antennenverstärkungsfaktors verwirklicht.

Im Sendebetrieb arbeitet die erfindungsgemässe Flächenantenne wie folgt.

Das Signal vom Sender (in Fig. nicht gezeigt) wird auf den Eingang des Koaxial-Streifen-Überganges 14 (Fig. 1) gegeben und im weiteren über die Streifen 3 der Speiseschaltung den Schlitzstrahlern 5, 6 zugeführt.

Die Schlitze werden durch das Feld der elektromagnetischen Welle erregt, die sich längs der Streifenleitung ausbreitet. Ferner erfolgt eine Erregung der Hohlraumresonatoren durch die Schlitze, worauf die elektromagnetische Energie durch die Schicht 11 ausgestrahlt wird.

Die Feldstruktur im Resonator mit einer teildurchlässigen Wand strebt mit steigender Güte asymptotisch der Feldstruktur im geschlossenen Resonator zu.

Die Schlitze der Strahler 5, 6 (Fig. 1) erregen im Resonator eine Grundschiwingung, die annähernd durch die Beziehungen

$$E_x = \cos \frac{\pi x}{a} \cdot \sin \frac{\pi z}{a} \cdot \sin \omega t \quad (1)$$

$$E_y = \cos \frac{\pi x}{a} \cdot \sin \frac{\pi z}{a} \cdot \cos \omega t \quad (2)$$

beschrieben wird, worin

- 5 ω die Kreisfrequenz der Schwingungen im Resonator,
 - l die Seitenlänge des Resonators,
 - a die Resonatorhöhe
- bedeuten.

10 Die Amplituden der höheren Schwingungen sind klein gegen die Amplitude der Grundschiwingung infolge der Filtereigenschaften des Resonators.

15 Im Ergebnis des Durchganges der Welle durch die Schicht 11 wird in der Antennenöffnung eine Feldverteilung nach dem Gesetz

$$\vec{E} = i \cos \frac{\pi y}{a} \cdot \sin \omega t + j \cos \frac{\pi x}{a} \cdot \cos \omega t, \quad (3)$$

20 $i(\vec{y})$ - Einheitsvektor in Richtung der Achse $x(y)$, erzeugt.

Bei der vorliegenden Feldverteilung in der Öffnung formiert die Antenne ein Richtdiagramm mit einem Strahlungsmaximum in Normalenrichtung zur Öffnung, während das Strahlungsfeld eine Zirkularpolarisation aufweist.

Die zusätzliche Einführung des Gitters 9 und der Schicht 11 in die Antenne gestattet es, die Schlitzstrahler 5, 6 im Gitter in viel grösseren Abständen anzuordnen. Die Analyse der Ergebnisse der zahlenmässigen Untersuchungen zeigt bei Benutzung einer strengen Lösung der elektrodynamischen Aufgabe der Erregung einer Resonatorantenne, dass bei der Arbeit im 5%-Frequenzband die Schlitze der Strahler 5, 6 auf der leitenden Platte der Schicht 4 voneinander in der Ebene \vec{H} in einem Abstand von 4λ liegen können. Anhand der Ergebnisse der experimentellen Untersuchungen ist festgestellt worden, dass der Abstand zwischen den zwei Schlitzen in der Ebene \vec{E} eine ca. doppelte Wellenlänge betragen kann. Das Versuchsmuster mit einer Linearpolarisation des Strahlungsfeldes, das ein 5%-Frequenzband bei der Seitenlänge der Zelle 10 von $4 \lambda \times 4 \lambda$ und bei $n = m = 1$ ermöglicht, weist zwei Schlitze auf, die in der Ebene des Vektors \vec{E} liegen.

Es muss betont werden, dass ungeachtet dessen, dass die Schlitze auf der Platte der Schicht 4 mit einer Steigung von ca. 2λ angeordnet sind, das erfindungsgemässe Antennengitter nichtsdestoweniger keine sekundären Beugungsmaxima aufweist. Die Sache ist die, dass die zusätzliche Einführung des Gitters 9 und der Schicht 11 die Antenne in Form eines Gitters diskreter Strahler in eine Aperturantenne verwandelt, in deren Öffnung die Feldstärke in Richtung einer Koordinate konstant ist und sich in Richtung der anderen in Grenzen jedes Resonators nach dem Kosinusetz

ändert. Die genannte-Feldverteilung in der Antennenöffnung sichert eine Unterdrückung sekundärer Interferenzmaxima, die bei grösseren Abständen im Gitter auftreten würden.

Dank den grösseren Abständen zwischen den Schlitzstrahlern 5, 6 im Gitter wird die Speiseschaltung der Antenne vereinfacht:

- die Länge der Leiter der Speiseschaltung wird kleiner;
- die Anzahl der sekundären Leistungsteiler in der Speiseschaltung nimmt ab, und demzufolge verringert sich die Anzahl der Impedanztransformatoren und der Speiseleitungs-krümmen;
- im Zusammenhang mit einer kleineren Dichte der Schaltungselemente werden die Leistungsteiler nicht in Form von rechtwinkligen Winkelstücken, sondern in Form von allmählichen Leitungskrümmern an den Verzweigungsstellen ausgeführt;
- die Streifenleitung wird mit breiten Streifen 3 ausgeführt.

Bei Benutzung der breiteren Streifen 3 in der Streifenleitung nimmt der Wert der Längsdämpfung der Welle in der Leitung ab. Die Verringerung der Anzahl der Schaltungselemente, die Anwendung der allmählichen Übergänge gestatten es, eine bessere Anpassung in der Schaltung zu erzielen, was die Leitungsverluste reduziert, die auf mehrfache Wellenreflexionen von den Inhomogenitäten der Schaltung zurückzuführen sind. Die Verringerung der Leitungslänge in der Speiseschaltung vermindert die Leitungsverluste.

Darüber hinaus setzt die Wahl der breiten Streifen 3 für die Speiseleitung die Forderungen an die Herstellungsgenauigkeit für die Leitung herab.

Infolge der Verwendung der Resonatoren weist die erfindungsgemässe Antenne eine höhere Frequenzselektivität gegenüber den bekannten flachen Antennengittern auf, als deren Strahlungselemente Schlitz-, Mikrostreifenleitungen mit Krümmern, Dipole, Mikrostreifen-Strahler, Hornstrahler dienen. Im Zusammenhang damit werden die Störeinflüsse beim Signalempfang vom Satelliten für eine direkte Fernsehendung ausserhalb des Arbeitsfrequenzbandes verringert.

Die vorgeschlagene Antenne bietet im Vergleich zu den zur Zeit verwendeten Spiegelantennen für Systeme zur direkten Fernsehendung einen Vorteil in Bezug auf eine konstruktive und ästhetische Übereinstimmung mit der Inneneinrichtung der Wohnungen, mit der Aussenansicht der Wohn- und der öffentlichen Gebäude, hat eine wesentlich kleinere Abmessung in Wellenstrahlerrichtung.

Nachstehend sind Beispiele angeführt, die die Realisierungsmöglichkeit für die vorliegende Erfindung bestätigen.

In der ersten Ausführungsform der Flächenantenne, die der Zahl 1×1 der Zellen 10 im Gitter 9 entspricht, weist die Platte der Schicht 4 zwei Reihen der je zwei Strahler 5 und 6 in jeder Reihe orthogonal angeordneten Schlitz-, wie dies in Fig. 3 gezeigt ist, auf. Die Innenmasse der Zelle 10 des Gitters 9 sind 95×95 mm gleich. Die Schlitz- liegen in Punkten mit den Koordinaten A (-47,5; 0); B (47,5; 0); C (0; 47,5); D (0; -47,5). Die Wandhöhe des Gitters 9 beträgt 11,7 mm.

Die Schicht 11 ist durch Ablochen einer 1 mm dicken Kupferplatte unter Bildung quadratischer Öffnungen 12 der Abmessungen $7,5 \times 7,5$ mm ausgeführt. Der Lochabstand beträgt in Richtung der beiden Koordinaten 11,5 mm.

Die Speiseschaltung ist auf der Basis einer symmetrischen Streifenleitung ausgeführt. Die Breite des Streifens 3 beträgt 3,8 mm, die Dicke 0,018 mm. Die Höhe der Streifenleitung macht 3 mm aus. Die Zwischenlagen 7 und 8 sind aus Schaumpolystyrol hergestellt.

Den Daten der Messungen mit Hilfe eines Wellenleiters zufolge ist die Dielektrizitätskonstante des Schaumpolystyrols gleich 1,13 und sein dielektrischer Verlustfaktor gleich $5 \cdot 10^{-5}$. Die Speiseschaltung ist in der Weise aufgebaut, dass die magnetischen Flüsse in den Schlitzstrahlern 5, 6 jeder Reihe in Phase liegen und gegen die Flüsse der orthogonalen Reihe um 90° phasenverschoben sind. Das Signal erreicht die Antenne durch den Streifen-Koaxial-Übergang 14.

In Fig. 4 sind graphische Darstellungen angeführt, die das gemessene Verteilungsgesetz für eine tangente Komponente der Stärke des elektrischen Feldes \vec{E} in der Antennenapertur veranschaulichen. Die Messungen sind in einem Abstand von $4/5 \lambda$ zur Antennenapertur auf einer Frequenz von 11,7 GHz durchgeführt.

Die experimentellen Richtdiagramme in der Ebene des Vektors \vec{E} und in der Ebene des Vektors \vec{H} sind in Fig. 5 bzw. 6 gezeigt.

Die Abhängigkeit des Antennenverstärkungsfaktors K von der Frequenz F ist den experimentell ermittelten Messdaten zufolge angegeben.

In der zweiten Ausführungsform der Flächenantenne weist das Aluminiumgitter 9 4×4 Zellen 10 auf. Die Innenmasse der Zellen 10 sind 95×95 mm gleich. Die Wandhöhe des Gitters 9 beträgt 11,7 mm. Auf der Platte der Schicht 4 sind zwei Systeme der orthogonal angeordneten Schlitzstrahler 5 und 6 untergebracht. In jedem System sind die Schlitz- in vier Reihen zu acht einander parallele Schlitz- der Strahler 5 oder 6 in der Reihe angeordnet.

Die Schicht 11 ist aus einem Aluminiumblech von 1 mm Dicke durch dessen Ablochen unter Bildung quadratischer Öffnungen 12 der Abmessungen $7,5 \times 7,5$ mm hergestellt. Das Gitter 9, die

Schicht 11 und die leitende Platte der Schicht 4 bilden in der Gesamtheit sechzehn Hohlraumresonatoren mit einer teildurchlässigen-Oberfläche. Die Anordnung der Schlitze auf der Oberfläche jedes Resonators ist identisch mit der Anordnung der Schlitze in der ersten Antenne. Die Streifenleitung der Speiseschaltung weist im Querschnitt die gleichen Abmessungen wie auch die Leitung der ersten Antenne auf. Das Signal erreicht die Antenne durch einen Streifen-Wellenleiter-Übergang 14. Die Antennenverkleidung 13 ist aus Schaumpolystyrol mit einer Dichte von $0,6 \text{ g/cm}^3$ ausgeführt. Die Aussenabmessungen der Antenne (ohne Berücksichtigung der Abmessungen des Koaxial-Streifen-Überganges) betragen $400 \times 400 \times 24 \text{ mm}$. Das Antennengewicht ist $2,7 \text{ kg}$ gleich.

Die experimentellen Richtdiagramme der zweiten Antenne in der Ebene der Vektoren \vec{E} und \vec{H} sind in Fig. 8 bzw. 9 dargestellt.

Die Abhängigkeit des Verstärkungsfaktors K der zweiten Antenne von der Frequenz F ist anhand der Messdaten in Fig. 10 angegeben.

Der Elliptizitätsfaktor ist am Maximum des Richtdiagramms im Frequenzbereich von $11,7$ bis $12,2 \text{ GHz}$ nicht schlechter als 1 dB .

Industrielle Anwendung

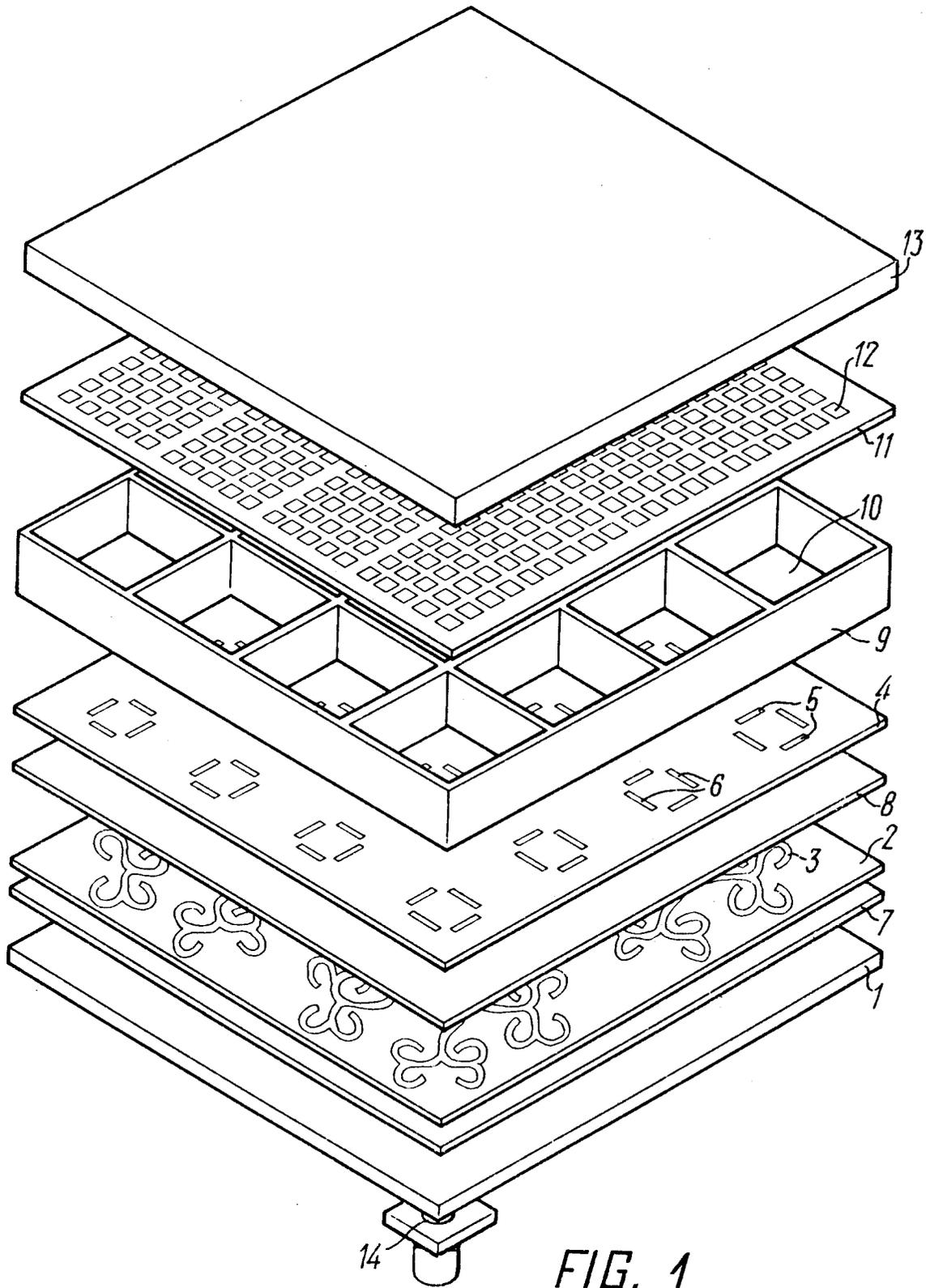
Die Erfindung kann mit Erfolg in Systemen zur Satelliten- und Bodenverbindung, in Satellitenfernsehsystemen, insbesondere als Antenne zum direkten Signalempfang im Satellitenfernsehen im 12-GHz -Bereich, angewendet werden.

Patentansprüche

1. Flächenantenne in Form einer Mehrschichtstruktur, die durch gegeneinander durch Isolierzwischenstofflagen (7, 8) abgetrennte Abschirmschicht (1) aus leitendem Material, Schicht (2) mit einer Streifen-Speiseschaltung und Strahlungsschicht (4) in Form einer Platte mit Schlitzstrahlern (5, 6), die mit den jeweiligen Streifen (3) der Speiseschaltung elektromagnetisch-gekoppelt sind, gebildet ist und einen mit der Abschirmschicht (1) und den Streifen (3) der Speiseschaltung verbundenen Übergang (14) enthält, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie zusätzlich ein Gitter (9) mit Hohlraumzellen (10) und eine darauf angeordnete, für den Empfangswellenbereich teildurchlässige Schicht (11) enthält, wobei die Fläche des Gitters (9) aus leitendem Material ausgeführt und das Gitter (9) auf einer Platte mit einer Strahlungsschicht (4) unter Bildung eines Hohlraumresonators durch jede seiner Zellen (10) angeordnet ist, in dem mindestens ein Schlitzstrahler (5,6) angeordnet ist, wobei die

Breite und die Länge jeder Zelle (10) die mittlere Wellenlänge (λ) überschreitet und deren Höhe von der halben mittleren Wellenlänge (λ) um eine Grösse von ca. $0,02$ bis $0,07$ der Wellenlänge (λ) abweicht.

2. Flächenantenne nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die teildurchlässige Schicht (11) in Form einer Platte aus leitendem Material mit Koppelöffnungen (12) hergestellt ist, wobei die Höhe des Gitters (9) unterhalb einer halben mittleren Wellenlänge (λ) liegt.
3. Flächenantenne nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die teildurchlässige Schicht (11) in Form einer Isolierfolie mit darauf beiderseits angebrachten elektrisch isolierten Metallplatten (15) ausgeführt ist, wobei die Höhe des Gitters (9) oberhalb einer halben mittleren Wellenlänge (λ) liegt.
4. Flächenantenne nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Breite und die Länge jeder Zelle (10) $\geq 4 \lambda$ ist, wobei λ die Wellenlänge ist, während die Anzahl der Schlitzstrahler (5) in jeder Zelle (10) gleich zwei ist und sie parallel zu einer Wand der Zelle (10) in Abständen von dieser liegen, die jeweils $1/4$ und $3/4$ der Länge der-zu den Schlitzen der Strahler (5) orthogonalen Wand ausmachen.
5. Flächenantenne nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass in jeder Zelle (10) des Gitters (9) zusätzlich zwei Schlitzstrahler (6) ausgeführt sind, die parallel zueinander und orthogonal zu den Haupt-Schlitzstrahlern (5) in Abständen liegen, die $1/4$ bzw. $3/4$ der Länge der zu den Schlitzen der Strahler (6) orthogonalen Wand betragen, wobei sich die Längen der jedem Paar der orthogonal angeordneten Schlitzstrahler (5, 6) entsprechenden Streifen (3) voneinander um $1/4$ der Wellenlänge (λ) unterscheiden.



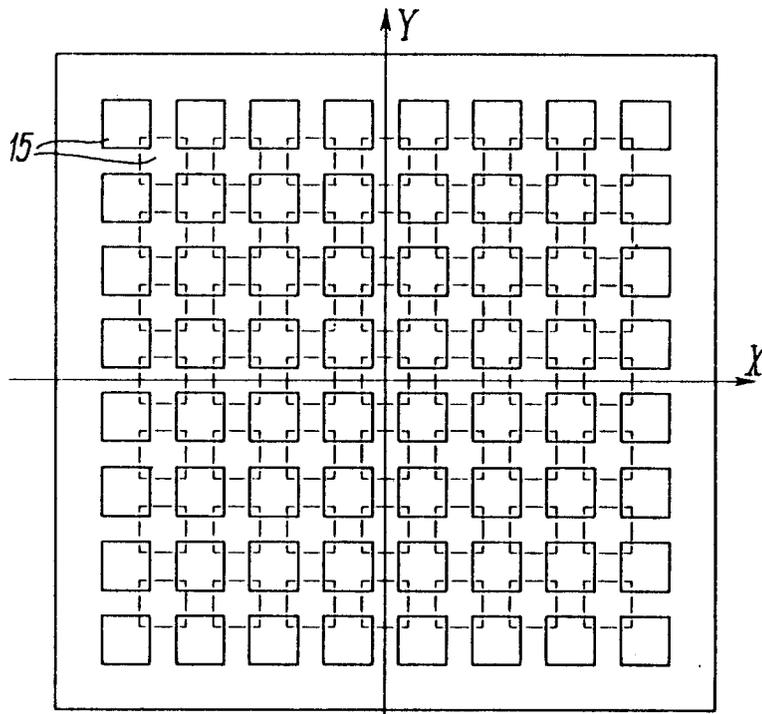


FIG. 2

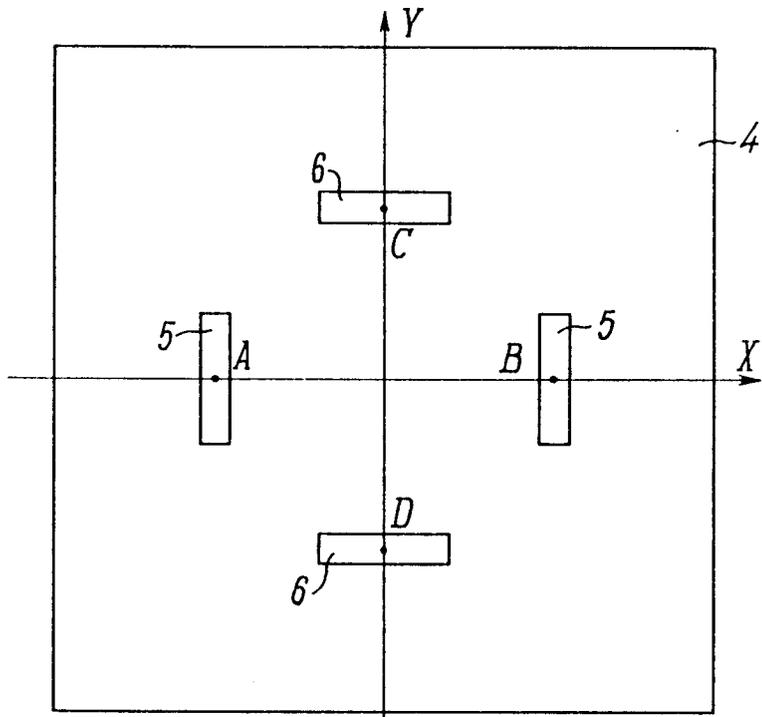


FIG. 3

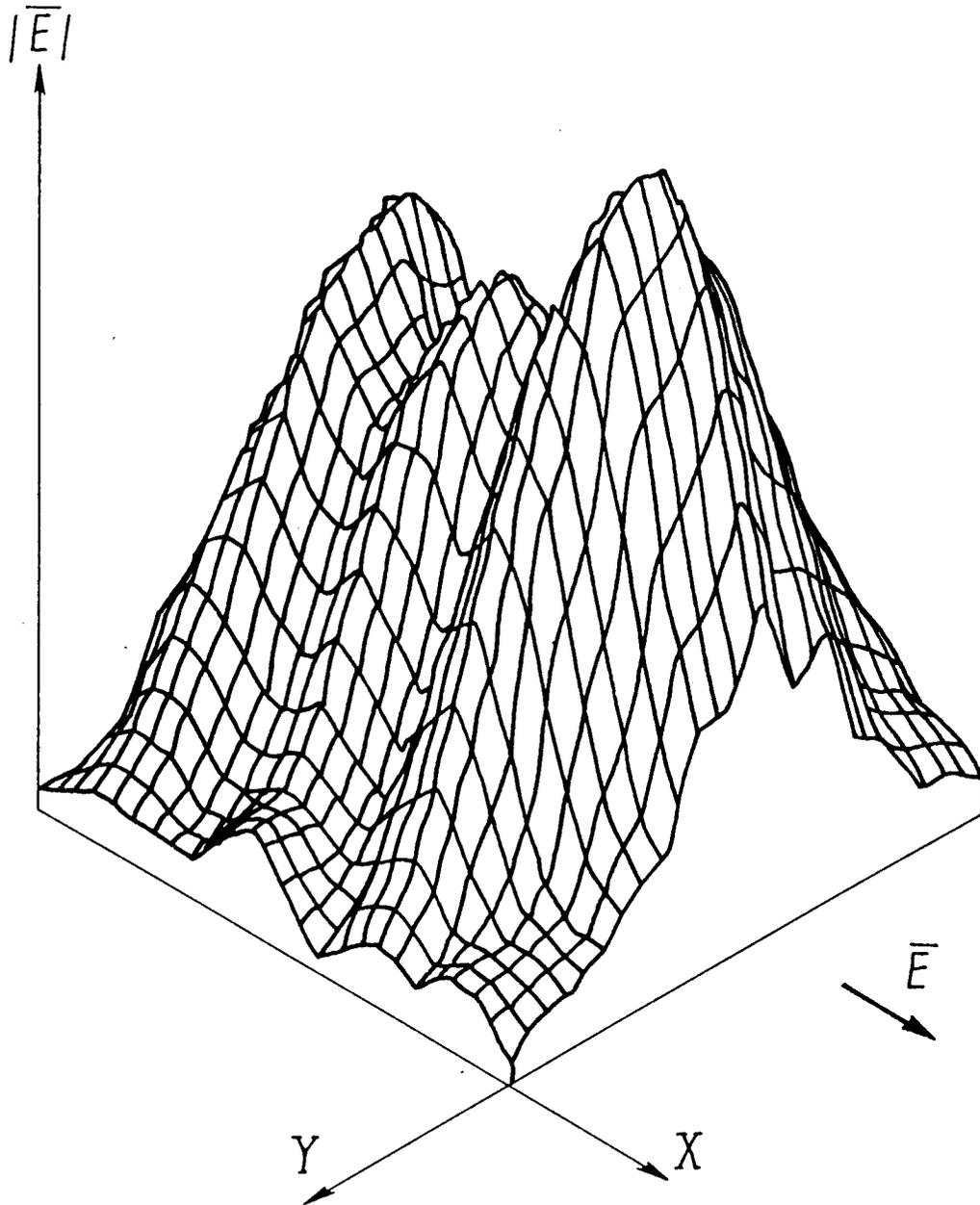


FIG. 4

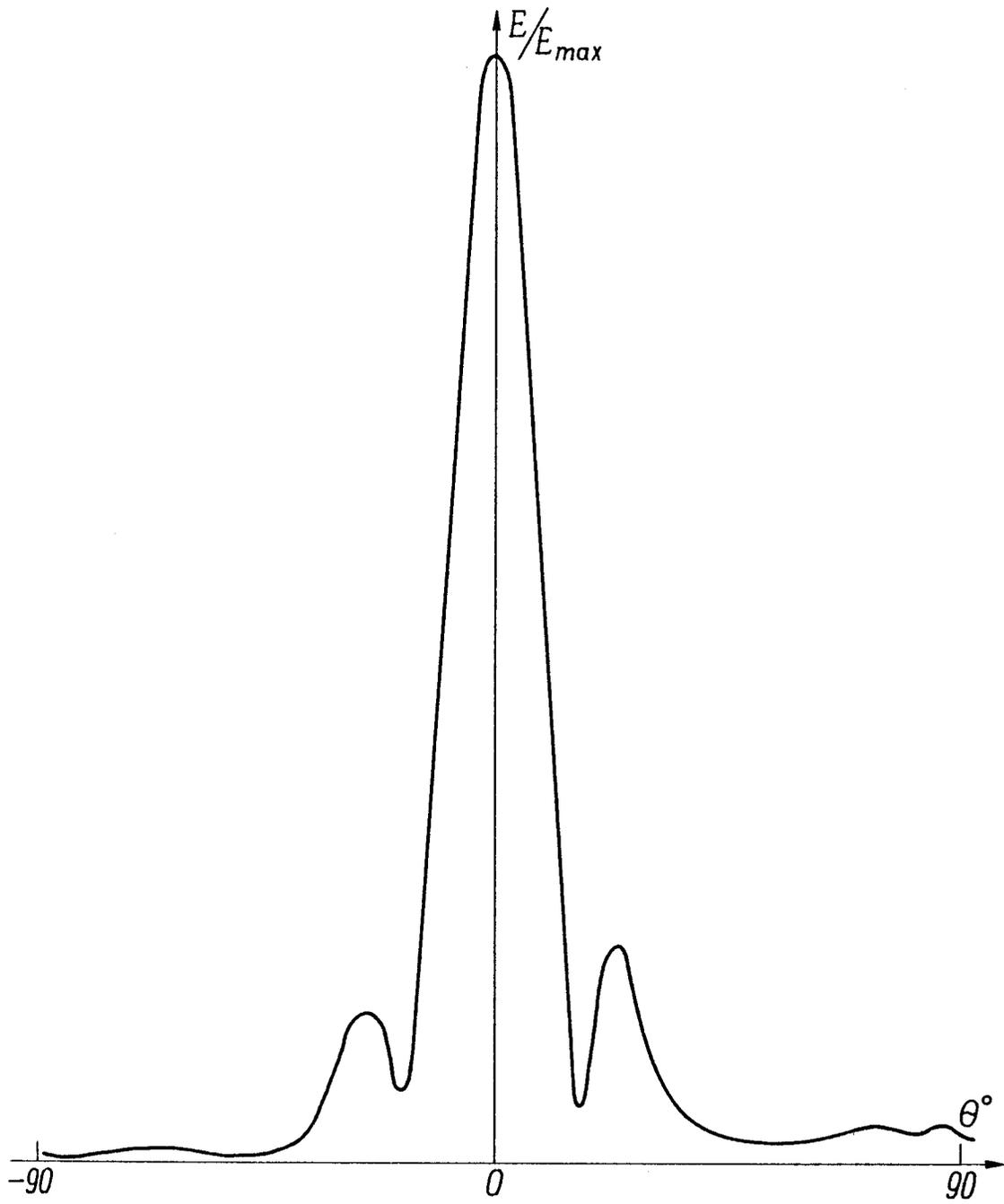


FIG. 5

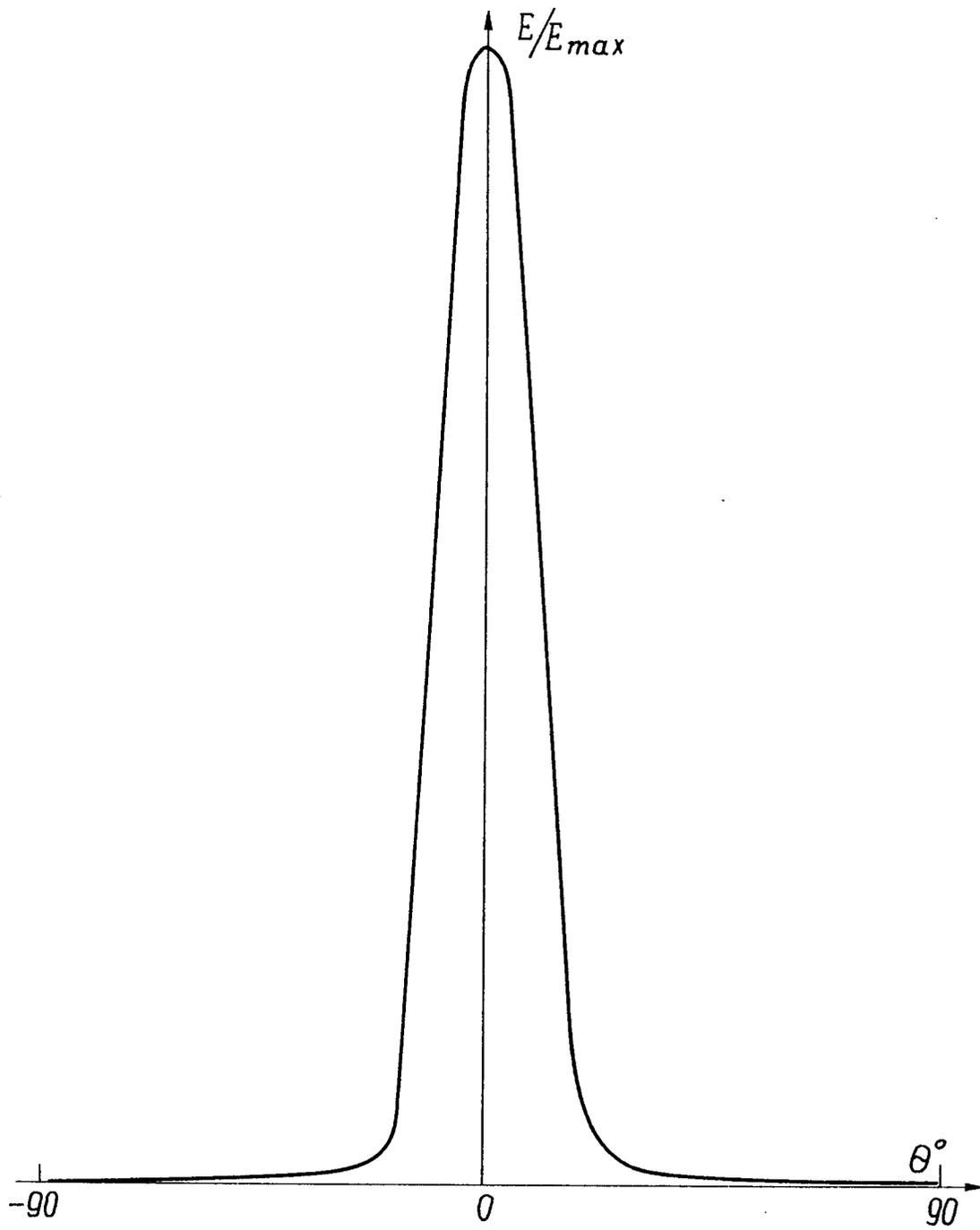


FIG. 6

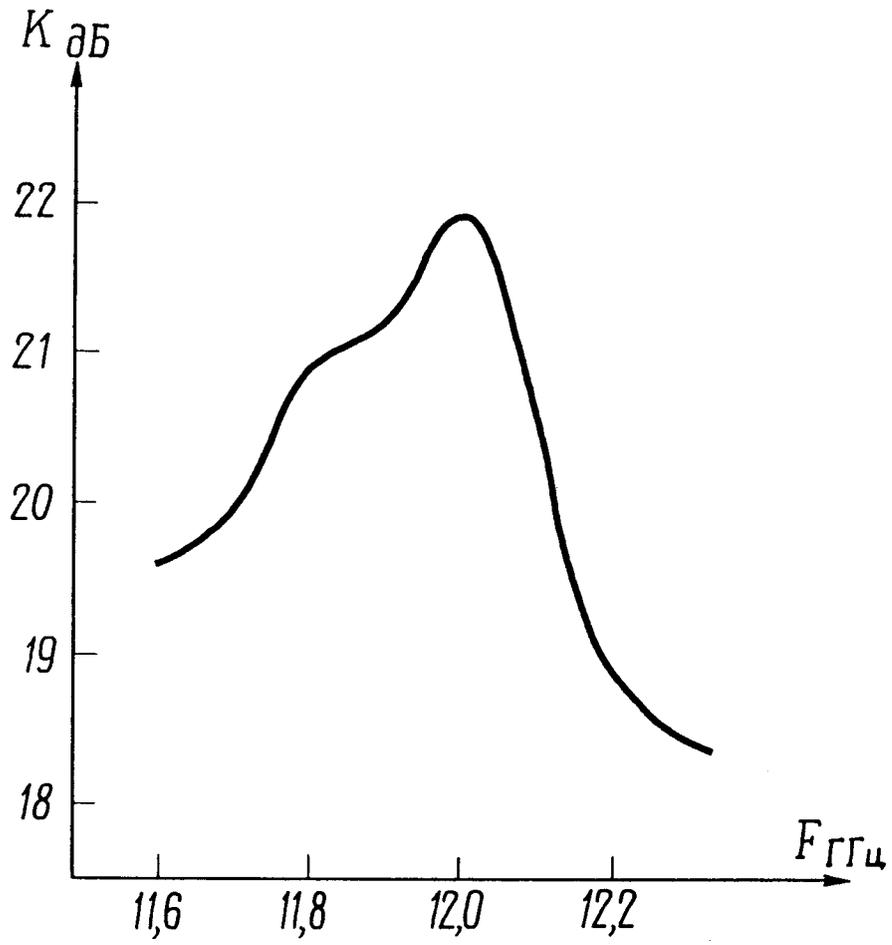


FIG. 7

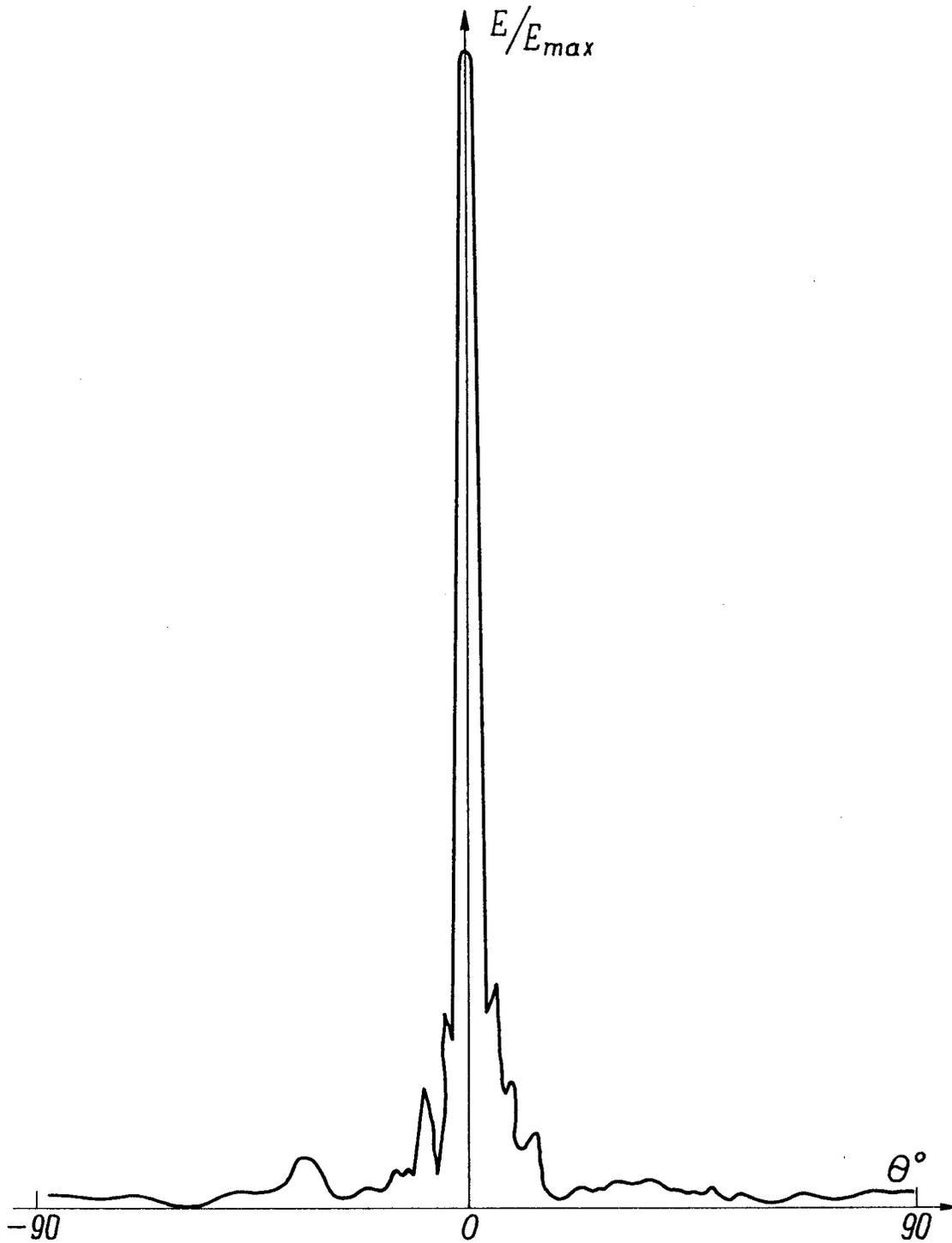


FIG. 8

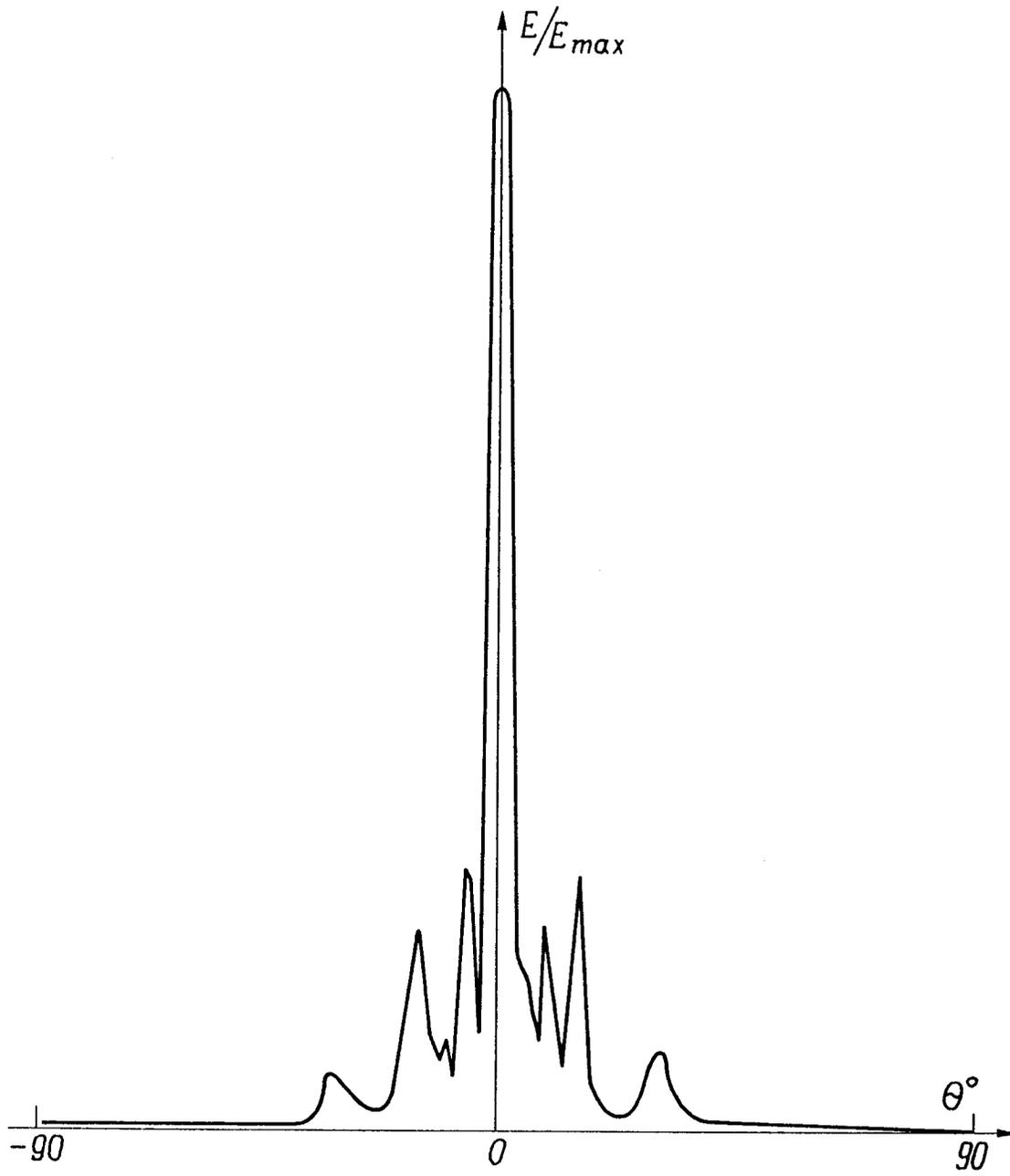


FIG. 9

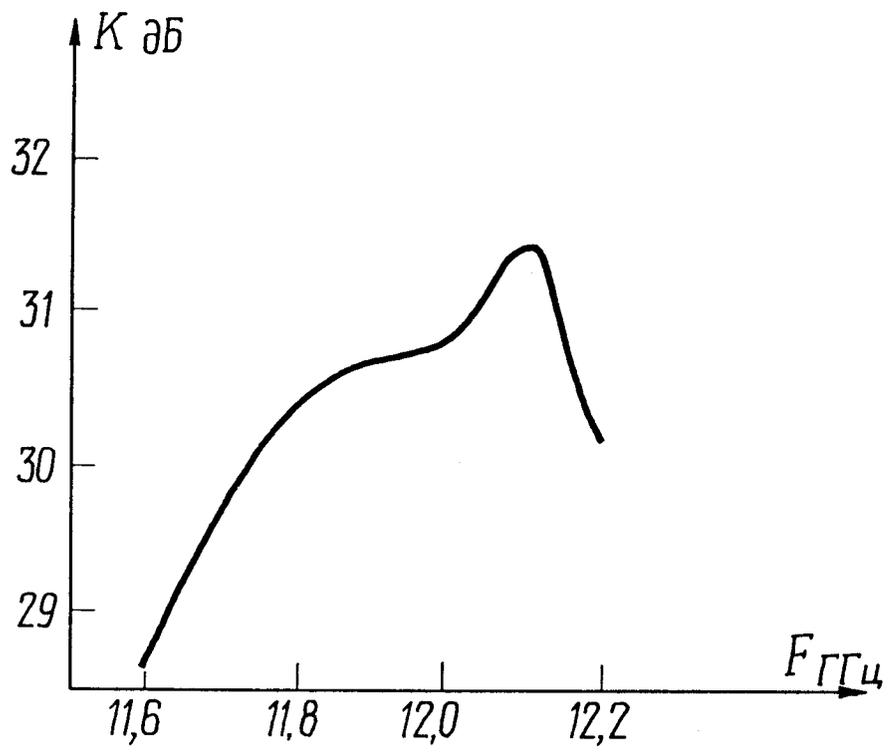


FIG. 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/SU91/00117

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (If several classification symbols apply, indicate all) ⁶		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
Int.Cl ⁵ : H01Q 13/18		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁷		
Classification System	Classification Symbols	
Int.Cl ⁵	H01Q 13/18	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁸		
N1		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ⁹		
Category ⁹	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
A	EP, A2, 0342175 (COMMUNICATIONS SATELLITE CORPORATION) 15 November 1989 (15.11.89), figures 2,3, column 3, lines 19-48 ---	1,4,5
A	EP, B1, 0089084 (LABORATOIRES D'ELECTRONIQUE ET DE PHYSIQUE APPLIQUEE L E P et al.), 2 March 1988 (02.03.88), figure 1, column 2, lines 4-38 ---	1,2,3
A	US, A, 4851855 (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS, LTD) 25 July 1989 (25.07.89), figure 1, column 3, lines 32-50, cited in the description & DE, C2, 3706051 ---	1,4,5
A	NL, A, 8802499 (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS, LTD) 1 May 1989 (01.05.89), figures 1,2 ---	1,4,5
A	DE, A1, 3917138 (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS, LTD) 7 December 1989 (07.12.89), figure 2, column 3, lines 18-41 -----	1,4,5
<p>⁹ Special categories of cited documents: ¹⁰</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"A" document member of the same patent family</p>		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report	
5 August 1991 (05.08.91)	17 September 1991 (17.09.91)	
International Searching Authority	Signature of Authorized Officer	
ISA/SU		