



Europäisches Patentamt

(19)

European Patent Office

Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

0 106 242

A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 83109793.6

(51) Int. Cl.³: H 01 Q 15/20
H 01 Q 1/38

(22) Anmeldetag: 30.09.83

(30) Priorität: 09.10.82 DE 3237494

(71) Anmelder: BAYER AG
Konzernverwaltung RP Patentabteilung
D-5090 Leverkusen 1 Bayerwerk(DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.04.84 Patentblatt 84/17

(72) Erfinder: Ebneth, Harold, Dr.
Berta-von-Suttner-Strasse 61
D-5090 Leverkusen 1(DE)

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT NL SE

(72) Erfinder: Fitzky, Hans Georg, Dr.
Adolf-Kolping-Strasse 7
D-5068 Odenthal(DE)

(54) Faltbare, flexible Radar-Reflektoren.

(57) Ein faltbarer Radar-Reflektor aus metallisiertem textilem oder folienhaftem Flächengebilde, bei dem die metallisierte Fläche eine gitterhafte Struktur mit über die Reflektorfläche konstanter Periodenlänge von der Größenordnung der zu reflektierenden Wellenlänge, bezogen auf die Hauptrichtungen des Gitters, aufweist und die unmetallisierten Bezirke eine Breite besitzen, die zwischen der 0,5 und 5-fachen Breite der metallisierten Bezirke liegt, hat den überraschenden Vorteil, daß eine gute Rückstreuung der Radarstrahlung zum Sender/Empfänger hin auch bei stark von der senkrechten abweichendem Strahlungseinfall erzielt wird.

EP 0 106 242 A1

BAYER AKTIENGESELLSCHAFT

5090 Leverkusen, Bayerwerk

Zentralbereich

Patente, Marken und Lizenzen Jo/Hed-c

Faltbare, flexible Radar-Reflektoren

Zur Erleichterung der Radar-Ortung kleiner, nichtmetallischer Objekte auf See und auf der Erdoberfläche werden vielfach Radar-Reflektoren verwendet. Diese Reflektoren werden im allgemeinen als zusätzliches Element auf das zu markierende

5 Objekt, z.B. Seenotrettungsinsel, Segelboot, Boje, montiert. Weit verbreitet sind Reflektoren, die bei kleinen Abmessungen einen möglichst hohen Streuquerschnitt aufweisen und somit hohe Rückstreuintensitäten (Echoleistung) liefern.

10 Für die Schiffahrtspraxis geeignete Reflektoren sind in "Radar in der Schiffahrtspraxis", Deutsche Gesellschaft für Ortung und Navigation, DGON, ed., Schifffahrtsverlag

"Hansa", C. Schroedter GmbH & Co.KG, Hamburg, 1980 beschrieben. Die meist auf dem Prinzip des Tripelspiegels basierende Konstruktion bewirkt, daß die in einem Wind-
15 kelsbereich von $\pm 45^\circ$ einfallende Strahlung zum Sender/
Empfänger hin reflektiert wird.

Der Nachteil dieser Reflektorform besteht u.a. darin,
daß ihre Funktion nur bei guter Einhaltung der exakten
geometrischen Form gewährleistet ist. Bei der Realisierung eines aus Tripelspiegeln aufgebauten Reflektors,

- etwa in Form eines Oktaeder-Reflektors, bestehend aus 8 Tripelspiegeln in faltbarer Form aus metallisiertem textilen Material, muß zur Erzielung einer hohen Formstabilität, auch bei Winddruck, eine faltbare mechanische Stützkonstruktion verwendet werden. Schwierigkeiten ergeben sich hier vor allem bei der Erzielung einer hohen Präzision der Ausrichtung der reflektierenden Teilflächen der Tripelspiegel, wenn eine automatische Entfaltung in Seenotsituationen aus einer möglichst kompakten Verpackung heraus gefordert wird.
- 5 konstruktion verwendet werden. Schwierigkeiten ergeben sich hier vor allem bei der Erzielung einer hohen Präzision der Ausrichtung der reflektierenden Teilflächen der Tripelspiegel, wenn eine automatische Entfaltung in Seenotsituationen aus einer möglichst kompakten Verpackung heraus gefordert wird.
- 10 Eine weitere Schwierigkeit besteht darin, daß die Reflektoren eine bestimmte Mindestgröße haben müssen, um einen ausreichenden Streuquerschnitt (Echoleistung) zu ergeben.

Die von einem Oktaeder-Reflektor zum Sender/Empfänger rückgestreute Intensität nimmt mit der vierten Potenz der Kantenlänge des Tripelementes zu, (Microwave Engineering, A.F. Harvey, Academic Press, London and New York 1963) d.h. eine Halbierung der Abmessungen verringert die reflektierte Intensität um einen Faktor 16. Kleine und handliche Reflektoren, wie sie etwa zur Markierung von

15 Kantenlänge des Tripelementes zu, (Microwave Engineering, A.F. Harvey, Academic Press, London and New York 1963) d.h. eine Halbierung der Abmessungen verringert die reflektierte Intensität um einen Faktor 16. Kleine und handliche Reflektoren, wie sie etwa zur Markierung von

20 Schwimmwesten, Schwimmkappen, Einmannrettungsschlauchbooten etc. in Frage kämen, sind unterhalb einer Mindestgröße von ca. 20 cm Kantenlänge (X-Band-Radar) praktisch wirkungslos. Beispielsweise empfiehlt das britische Handelsministerium (Marine Reflector Performance Specification, Department of Trade, London 1977, Her majesty's stationary office, ISBN 011 512 0157) einen Mindeststreuquerschnitt von 10 m^2 für Reflektoren zur Markierung kleiner Seeziele, was einen Reflektor der o.g. Größe voraussetzt. Die Maximalentfernung, bis zu der ein derartiger Reflektor geortet werden kann, hängt wesentlich

25 von der Größe ab.

30 von der Größe ab.

von dessen Größe, der Einhaltung der exakten geometrischen Form, der Höhe des Reflektors über der Wasserfläche bzw. über Grund und den Eigenschaften des Radargerätes ab.

Entfaltbare Reflektoren verschiedener Konstruktion sind
5 bekannt und werden z.B. in DE-PS 1 150 719 und US-PS
3 047 860 beschrieben.

Die Verwendung einer ebenen bzw. flächenhaften Reflektorstruktur anstelle eines Tripelspiegels oder aus Tripelspiegeln zusammengesetzten Reflektors kann bei faltbaren
10 Objekten zu einer wesentlichen Vereinfachung des Aufbaus führen. Insbesondere kann das ganze Objekt (Schwimmweste, Schlauchboot, Segel, Fallschirm), soweit es sinnvoll erscheint, aus reflektierenden metallisierten textilen Flächengebilden oder Folien gestaltet sein, so daß die
15 volle Wirkung großer reflektierender Flächen des Objekts genutzt werden kann ohne den Zwang, bestimmte, wohldefinierte geometrische Formen einhalten zu müssen.

Die Nachteile dieser Konstruktion sind dadurch gegeben, daß eine Reflexion der Radarstrahlen zum Sender/Empfänger hin nur bei senkrechttem Einfall auf entsprechende Flächen-
20 elemente gewährleistet ist. Bei bestimmten Formen des mit reflektierendem faltbarem Material bezogenen Objektes (z.B. Dach einer Seenotrettungsinsel) ergeben sich deshalb nur wenige Positionen des Objektes relativ zum einfallenden Radarstrahl, die eine hinreichende Intensität der Reflexion zum Sender/Empfänger hin ergeben.
25

Aufgabe der Erfindung war deshalb die Lösung des Problems, auch bei nicht senkrecht Strahlungseinfall auf eine reflektierende, weitgehend ebene Struktur eine Rückstreuung zum Sender/Empfänger hin zu erzielen, um die Erkennbarkeit kleiner Objekte durch Radar zu verbessern.

Es wurde nun überraschend gefunden, daß durch die Einführung bestimmter flächenhafter Strukturen der Metallisierung eine gute Rückstreuung zum Sender/Empfänger hin auch bei stark von der Senkrechten abweichendem Strahlungseinfall erzielt wurde.

Gegenstand der Erfindung sind daher faltbare flexible Radarreflektoren aus metallisierten textilen oder folienartigen Flächengebilden, dadurch gekennzeichnet, daß die metallisierte Fläche eine gitterhafte Struktur mit über die Reflektorfläche konstanter Periodenlänge von der Größenordnung der zu reflektierenden Wellenlänge, bezogen auf die Hauptrichtungen des Gitters, aufweist und daß die unmetallisierten Bezirke eine Breite besitzen, die zwischen der 0,5 und 5-fachen Breite der metallisierten Bezirke liegt.

Eine solche gitterartige Struktur ist zum Beispiel ein Kreuzgitter aus senkrecht zueinander orientierten metallisierten Streifen auf nicht metallisiertem Grund (siehe Fig. 2a).

Vorzugsweise beträgt der Abstand der metallisierten Streifen des Kreuzgitters 0,5 bis 5 Wellenlängen der zu reflektierenden Radarstrahlung. Die Breite der metallisierten Streifen des Kreuzgitters beträgt vorzugsweise 0,1 bis 1 Wellenlänge.

Eine für das X-Band-Radar optimierte Struktur verwendet metallische Streifen von 15 mm Breite und 64 mm Abstand der Streifen untereinander. Obwohl die Abstände der Kreuzungspunkte des metallisierten Gitters groß sind gegenüber der Wellenlänge - beispielsweise wird für metallisiertes textiles Gewebe für gute Mikrowellenreflexion ein Abstand zwischen den jeweiligen Kettfäden und Schußfäden weniger als 1/6 der Wellenlänge vorgeschlagen (US-PS 3 047 860) - ergibt ein ebenes Objekt dieser Art von einer Größe $50 \times 50 \text{ cm}^2$ im X-Band eine Rückstreuung, die der eines Oktaederreflektors von 20 cm Kantenlänge äquivalent ist. Bei Lage des E-Vektors (Richtung der elektrischen Feldkomponente) der Radarstrahlung parallel zur Reflektoroberfläche wurde nicht nur bei senkrechtem Strahlungseinfall ein Reflexionsmaximum, sondern auch gleichmäßig über den Winkelbereich von $\pm 60^\circ$ zur Senkrechten weitere 6 Reflexionsmaxima von etwa gleicher Intensität wie bei senkrechten Einfall gefunden (Fig. 1 a). Ein vollkommen metallisiertes textiles Flächengebilde liefert im Vergleich dazu nur eine Reflexion bei senkrechtem Einfall der Radarstrahlung (Fig. 1 b).

Bei Fig. 1 a und b ist die Rückstreuintensität in % (Ordinate) gegen den Einfallswinkel der Strahlung (Abszisse; senkrechter Einfall = 0°) für die Rückstreuung bei 9,3 GHz (X-Band-Radar) aufgetragen, wobei Fig. 1 a mit einer Struktur gemäß Fig. 2 a erhalten wurde.

Die metallisierte Kreuzgitter-Struktur (Fig. 2 a) ergibt vorzugsweise bei Polarisationsrichtungen parallel zu den

Gitterrichtungen gute reflektierte Intensitäten. Andere Formen der metallisierten Gitterstruktur, z.B. gleichseitige Dreiecke, regelmäßige Sechsecke, versetzt angeordnete Kreise (Fig. 2 b und 2 c) zeigen ein ähnliches Verhalten.

Zur Metallisierung der textilen Flächengebilde (Gewebe, Gestricke, Gewirke, Vliese, Nadelfilze) oder Folien sind besonders die in der EP-PS 10 711 beschriebenen naßchemischen stromlosen Metallisierungsverfahren geeignet. Die entsprechenden Strukturen der Metallisierung der textilen Flächengebilde oder Folien werden durch die vorgegebene partielle Aktivierung erzielt. Die Metallschichtdicke beträgt etwa 0,2 bis 1 μm auf dem Monofil des textilen Flächengebildes oder der Folie. Als Metalle werden Gold, Palladium, Silber, Kupfer, Platin, Kobalt, Zinn und vorzugsweise Nickel verwendet, und zwar in reiner Form, in Legierung oder in Schichtaufbau.

Die Metallaufage kann auch nachträglich elektrochemisch verstärkt werden, wobei andere Metalle oder Legierungen galvanisch verwendet werden können.

Der Anwendungsbereich der strukturierten faltbaren Radar-Reflektoren erstreckt sich auf den Frequenzbereich von 1 bis 100 GHz und ist durch die Dimensionierung der Breite b und des Abstandes a der metallisierten Streifen gegeben (Fig. 2 a). Gute Reflexion in einem Winkelbereich von $\pm 60^\circ$ um die Senkrechte wird vorzugsweise dann er-

zielt, wenn eine Streifenbreite von einer halben Wellenlänge und ein Abstand der Streifen von 2 Wellenlängen vorliegt. Die zu markierenden Objekte, z.B. Seenotrettungsinsel, Fallschirm, Wetterballon, usw., werden zweckmäßigerweise gänzlich aus diesem Reflektormaterial hergestellt.

Bei größeren Objekten (Schiffssegel, Freiballons, Segelflugzeuge usw.) genügt die Belegung einer $2 - 4 \text{ m}^2$ großen Fläche. Bei Verwendung dieses Reflektortyps anstelle eines Oktaeder-Reflektors ergeben sich Vorteile durch den wegfällenden Windwiderstand, der sich z.B. bei Montage an der Spitze einer Seenotrettungsinsel, auf der Mastspitze eines Segelbootes, usw. nachteilig auswirken könnte und durch den Verzicht auf Einhaltung bestimmter geometrischer Formen des Reflektors bzw. des reflektierenden Materials.

Patentansprüche

1. Faltbarer Radar-Reflektor aus metallisiertem textilem oder folienhaftem Flächengebilde, dadurch gekennzeichnet, daß die metallisierte Fläche eine gitterhafte Struktur mit über die Reflektorfläche konstanter Periodenlänge von der Größenordnung der zu reflektierenden Wellenlänge, bezogen auf die Hauptrichtungen des Gitters, aufweist und daß die unmetallisierten Bezirke eine Breite besitzen, die zwischen der 0,5 und 5-fachen Breite der metallisierten Bezirke liegt.
2. Reflektor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die metallisierte Fläche ein Kreuzgitter mit senkrecht aufeinander stehenden Streifen bildet.
3. Reflektor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand a der metallisierten Streifen des Kreuzgitters 0,5 bis 5 Wellenlängen der zu reflektierenden Radarstrahlung beträgt.
4. Reflektor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Breite b der metallisierten Streifen des Kreuzgitters 0,1 bis 1 Wellenlänge der zu reflektierenden Radarstrahlung beträgt.
5. Reflektor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Metall Nickel, Kupfer, Gold, Silber oder Palladium ist.
- 25 6. Reflektor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Metall Nickel ist.

0106242

1/3

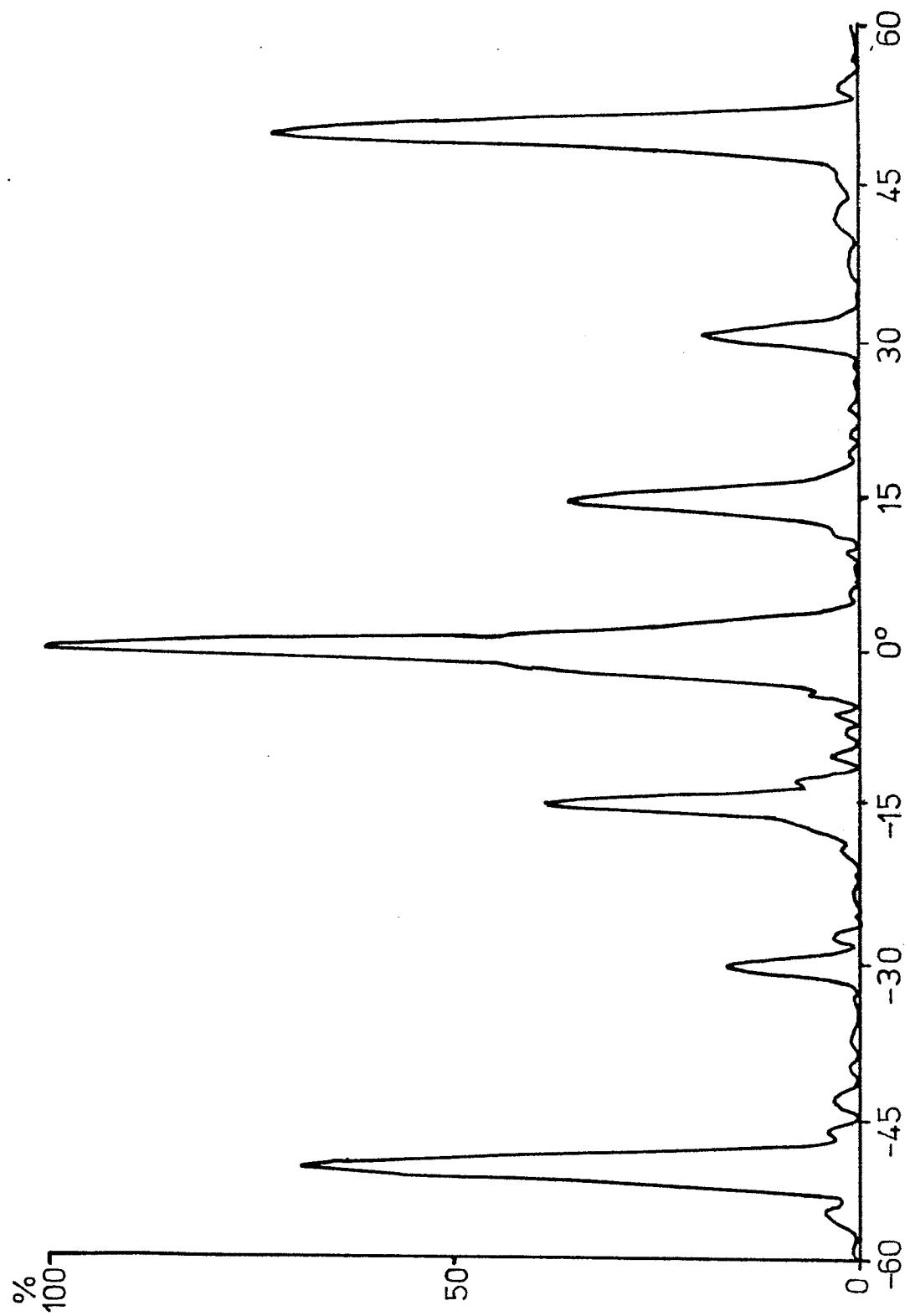


FIG. 1a

2/3

0106242

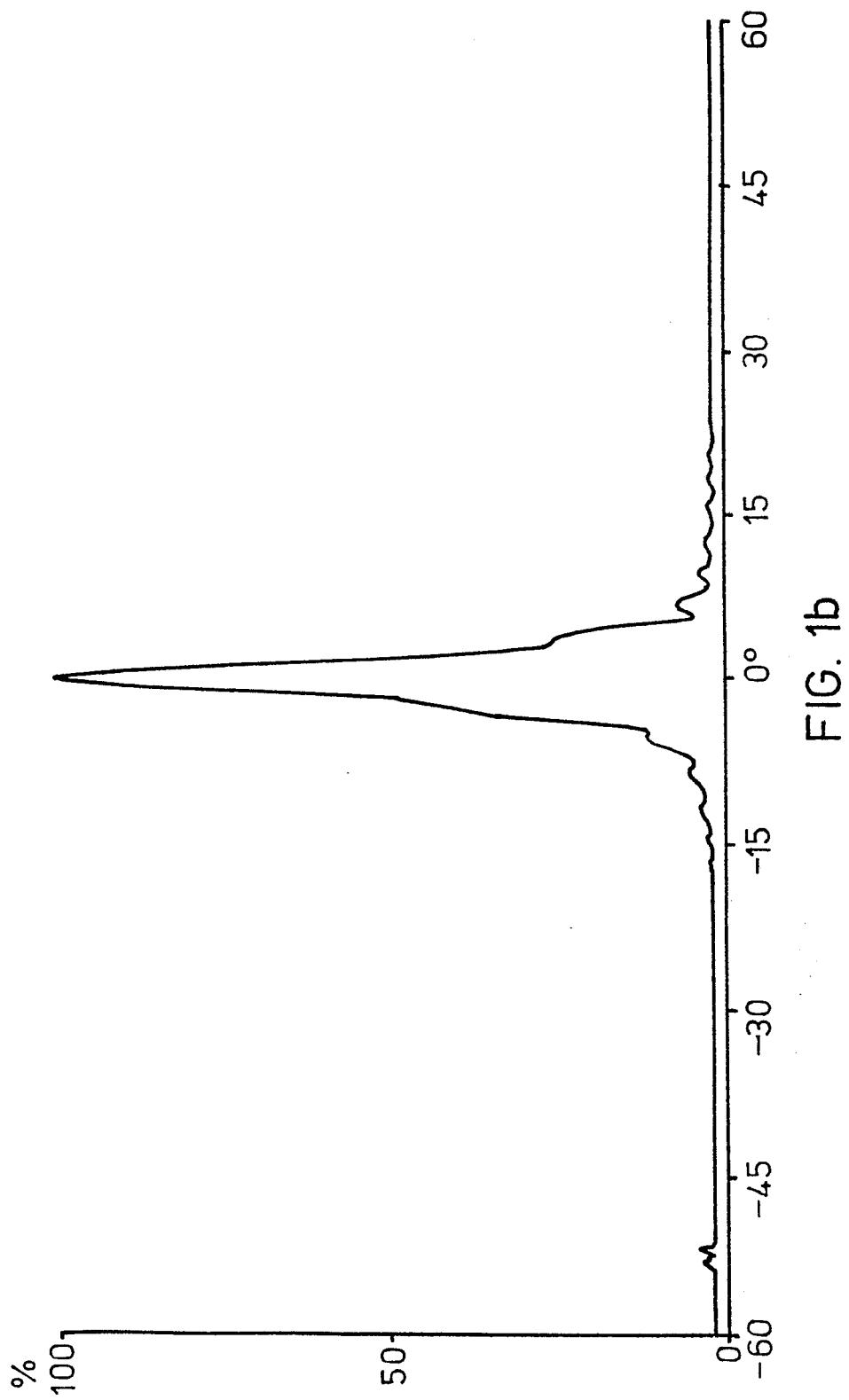


FIG. 1b

3/3

FIG. 2a

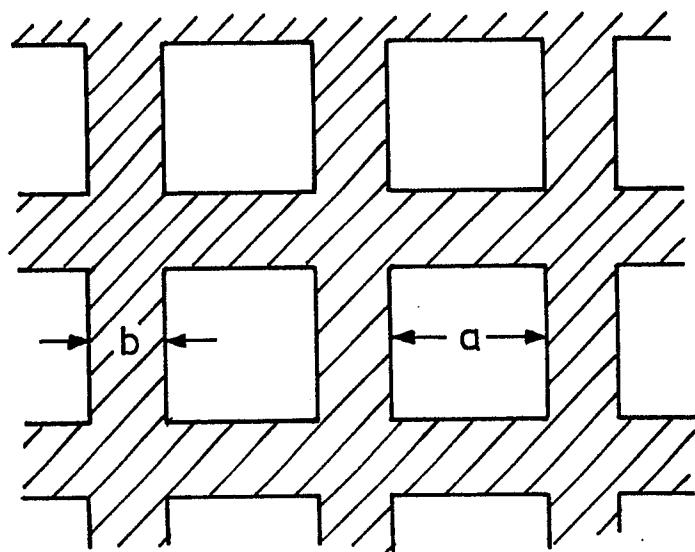


FIG. 2b

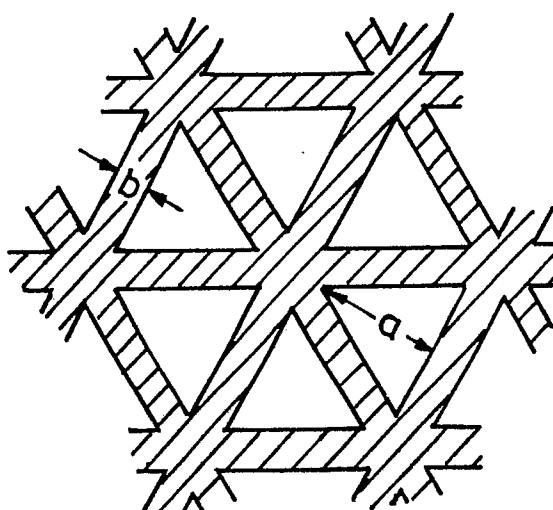
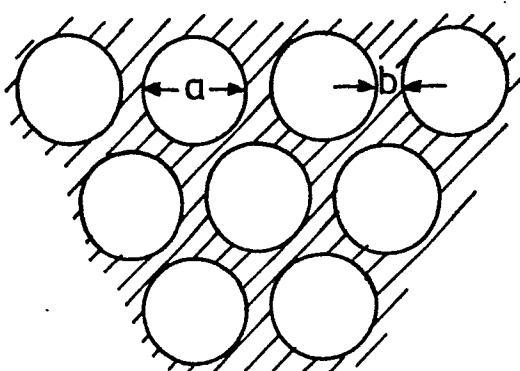


FIG. 2c





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0106242

Nummer der Anmeldung

EP 83 10 9793

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE					
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. *)		
Y	IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION, Band AP-30, Nr. 2, März 1982, Seiten 303-308, IEEE, New York, US C.H. TSAO u.a.: "A spectral-iteration approach for analyzing scattering from frequency selective surfaces" * Insgesamt *	1-4	H 01 Q 15/20 H 01 Q 1/38		
Y	---	1-4			
Y	US-A-3 452 355 (R.J. SLATER) * Insgesamt *	1-4			
A	---	1-3, 5			
A	US-A-3 568 192 (T.W.G. DAWSON) * Spalte 1, Zeilen 18-23, 54-58; Spalte 2, Zeilen 30-38 *	1-5			
A	---	1-5	RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int. Cl. *)		
A	CONFERENCE PROCEEDINGS, 4th EUROPEAN MICROWAVE CONFERENCE, Montreux, 10.-13. September 1974, Seiten 410-414, Megaron Press Ltd., Bournemouth, GB J.A. ARNAUD: "Quasi-optical filters" * Insgesamt *	1-5	H 01 Q		
A	---				
A	US-A-3 529 794 (Y.E. STAHLER u.a.)				
A	---				
A	US-A-3 354 458 (E. ROTTMAYER)				
	---	-/-			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.					
Recherchenort DEN HAAG	Abschlußdatum der Recherche 17-01-1984	Prüfer CHAIX DE LAVARENE C.			
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN					
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist				
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument				
A : technologischer Hintergrund	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument				
O : nichtschriftliche Offenbarung					
P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument				
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze					



EP 83 10 9793

Seite 2

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 3)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	
A	DE-B-1 162 893 (DUNLOP RUBBER) ---		
A	GB-A- 812 376 (A.E. PORTER) ---		
A	GB-A-1 604 899 (D.R. BANNISTER) -----		
			RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int. Cl. 3)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG	Abschlußdatum der Recherche 17-01-1984	Prüfer CHAIX DE LAVARENE C.	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	
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		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	