



(11)

EP 2 485 329 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
20.04.2016 Patentblatt 2016/16

(51) Int Cl.:
H01Q 15/00 (2006.01) **H01Q 19/02** (2006.01)
H01Q 21/06 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11000921.4**

(22) Anmeldetag: **04.02.2011**

(54) **Gruppenantenne**

Array antenna

Antenne groupée

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.08.2012 Patentblatt 2012/32

(73) Patentinhaber: **Airbus Defence and Space GmbH**
85521 Ottobrunn (DE)

(72) Erfinder: **Sabiely, Michael, Dr.**
89077 Ulm (DE)

(74) Vertreter: **Meel, Thomas**
Airbus Defence and Space GmbH
Patentabteilung
88039 Friedrichshafen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
JP-A- 2007 013 311 US-A- 3 605 098
US-A1- 2007 241 984

- **MCGRATH D T: "Accelerated periodic hybrid finite element method analysis for integrated array element and radome design", PHASED ARRAY SYSTEMS AND TECHNOLOGY, 2000. PROCEEDINGS. 2000 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON DANA POINT, CA, USA 21-25 MAY 2000, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, US, 21. Mai 2000 (2000-05-21), Seiten 319-322, XP010504600, DOI: DOI:10.1109/PAST.2000.858965 ISBN: 978-0-7803-6345-8**
- **SAJUYIGBE, S.; ROSS, M.; GEREN, P.; CUMMER, S.A.; TANELIAN, M.H.; SMITH, D.R.: "Wide angle impedance matching metamaterials for waveguide-fed phased-array antennas", MICROWAVES, ANTENNAS & PROPAGATION, IET, Bd. 4, Nr. 8, Oktober 2010 (2010-10), Seiten 1063-1072, XP002639838, Stevenage ISSN: 1751-8725, DOI: 10.1049/iet-map.2009.0543**
- **E. MAGILL ET AL: 'Wide-angle impedance matching of a planar array antenna by a dielectric sheet' IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION Bd. 14, Nr. 1, 01 Januar 1966, Seiten 49 - 53, XP055019127 DOI: 10.1109/TAP.1966.1138622 ISSN: 0096-1973**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 2 485 329 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Gruppenantenne mit einer WAIM-Schicht zur Impedanzanpassung für große Schwenkwinkel nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Ein oft beobachtetes Phänomen im Transmissionsverhalten einer Gruppenantenne während des elektronischen Schwenkens des Hauptstrahls ist der Unterschied im Transmissionsgrad, je nachdem in welche Richtung die Antenne geschwenkt wird. Üblicherweise hat eine Antenne eine definierte Polarisationsausrichtung, z.B. vertikale oder horizontale Polarisierung, um das genannte Phänomen zu erläutern, reicht es aus, im Gedanken den Hauptstrahl solch einer Gruppenantenne entlang dieser

beiden Ebenen (vertikal & horizontal) elektronisch zu schwenken. Sofern der Vektor der abgestrahlten elektrischen Feldstärke sich innerhalb der Schwenkebene, definiert aus Schwenkrichtung und Antennen-Normale ausbildet, spricht man von der transversal magnetischen Polarisierung (TM). Falls der Vektor der elektrischen Feldstärke sich senkrecht zu dieser Ebene befindet, lautet die Bezeichnung transversal elektrisch (TE). Alle möglichen anderen Polarisationszustände lassen sich in diese beiden

Polarisationskomponenten zerlegen. Prinzipiell neigen konventionelle Gruppenantennen (wie auch andere artverwandte Strukturen wie dielektrische oder frequenzselektive Radome) dazu, mit steigendem Schwenkwinkel in TE einen schlechteren Transmissionsgrad als in TM auszubilden.

[0003] Eine sogenannte WAIM-Schicht (WAIM: Wide Angle Impedance Match), die vor den Strahlerelementen angeordnet wird, kann diesem Effekt entgegenwirken. Bezogen auf die beiden Polarisationsfälle TE und TM funktioniert die WAIM-Schicht in Analogie zu einem Ersatzleitungsmodell der Antenne wie eine parallel geschaltete Kapazität, deren relative Suszeptanz (bezogen auf den Wellenwiderstand) sich mit dem Schwenkwinkel θ ändert. Für den Fall der TE-Polarisierung geht diese Änderung mit dem Faktor $1/\cos(\theta)$, für den Fall der TM-Polarisierung jedoch mit dem Faktor $\cos(\theta)$, vorausgesetzt die dielektrische Konstante der WAIM-Schicht ist ausreichend hoch und die Dicke der WAIM-Schicht ausreichend gering. Die geschilderte Reziprozität der Faktoren führt nun bei geeigneter Auslegung der WAIM-Schicht dazu, dass sich die Transmissionsgrade der Antenne beim Schwenken zwischen TE und TM-Polarisierung aneinander angleichen. Dies gilt für alle möglichen Schwenkwinkel innerhalb eines technisch sinnvollen Bereichs von z.B. $\theta=0^\circ$ bis $\theta=60^\circ$. Dieses Angleichen resultiert dann in den üblicherweise gewünschten breiten Einzelstrahlerdiagrammen von Strahlerelementen einer Gruppenantenne in allen wichtigen Schnittebenen.

[0004] Die bisher angewendeten Lösungen basieren wesentlich auf den theoretischen Ausarbeitungen von Magill & Wheeler, (E. Magill und H. Wheeler, "Wide-angle impedance matching of a planar array antenna by a di-

electric sheet," IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Bd. 14, Nr. 1, S. 49-53, 1966). Eine WAIM-Schicht erfüllt nur dann den Zweck eines Transmissions-Ausgleichs zwischen TE- und TM-Polarisierung, wenn sie einen geringen, aber wohldefinierten Abstand zu den Antennenelementen der Gruppenantenne einhält.

[0005] Die Standard-Lösung zum Erzeugen der notwendigen räumlichen Separation ist die Verwendung von HF-Schaummaterialien, z.B. US 7,580,003 B1. Während die Verfügbarkeit solcher Schäume kein Problem darstellt, ergeben sich im Zuge der Verwendung solcher Schäume eine Reihe von Nachteilen:

- Hygroskopie: Viele Schäume neigen dazu, mit der Zeit Feuchtigkeit aus der Umgebung aufzunehmen, was zu einer starken Veränderung der dielektrischen Eigenschaften führt. Aufwändige Maßnahmen zur Kapselung der Schaum-Schicht sind die Folge.
- Toleranzen: Die Herstellung von Schaumschichten mit wenigen Millimetern Dicke ist nur in einem moderaten Toleranzbereich möglich.
- Verklebung: Für die WAIM-Schicht prinzipiell geeignete Standardmaterialien (kommerziell erhältliche HF-Leiterplattenmaterialien mit hoher dielektrischer Konstante, z.B. Rogers RT/duroid 6010, enthalten Teflon, welches im Sinne einer haltbaren und zuverlässigen Verklebung mit dem Schaummaterial ein Problem darstellt. Zwar ist es prinzipiell technisch möglich, solche Verklebungen durchzuführen, jedoch nur mit aufwändigen Maßnahmen wie Plasma-Aktivierung der teflonhaltigen WAIM-Bestandteile.

[0006] Die US 3,605,098 A beschreibt eine Gruppenantenne, bei der vor jedem Strahlerelement ein separates WAIM-Element vorhanden ist. Ein derartiges WAIM-Element umfasst jeweils eine WAIM-Schicht parallel zur Ebene der Strahlerelemente sowie Abstandshalter, auf dem die WAIM-Schicht angeordnet ist.

[0007] In MCGRATH D T: "Accelerated periodic hybrid finite element method analysis for integrated array element and radome design, PHASED ARRAY SYSTEMS AND TECHNOLOGY, 2000. PROCEEDINGS. 2000 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON DANA POINT, CA, USA 21-25 MAY 2000, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, US, 21. Mai 2000 (2000-05-21), Seiten 319-322, XP010504600, DOI: DOI: 10.1109/PAST.2000.858965, ISBN: 978-0-7803-6345-8 wird eine Gruppenantenne mit Hohlleiter-Strahlerelementen beschrieben, wobei die Hohlleiter-Strahlerelemente dielektrische Füllelemente aufweisen, um die Strahlungseigenschaften der Antenne gezielt zu verändern. Die dielektrischen Füllelemente ragen aus der Antenne heraus. Auf diesen überstehenden dielektrischen Füllelementen ist eine WAIM-Schicht angeordnet.

[0008] Die JP 2007013311 A beschreibt eine Anordnung von mehreren, in einem festen Raster angeordneten Einzelantennen, deren Abstrahlungen jeweils voneinander entkoppelt sind. Die Einzelantennen werden von einem Radom abgedeckt, welches in einem entsprechenden Raster Abstandhalter im Bezug auf eine Antennengrundplatte aufweist.

[0009] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Gruppenantenne mit WAIM-Schicht zu schaffen, die die bei der Verwendung von Schäumen als Zwischenschicht zwischen Strahlerelementen und WAIM-Schicht auftretenden Nachteile vermeidet.

[0010] Diese Aufgabe wird mit dem Gegenstand des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungen sind Gegenstand von weiteren Ansprüchen.

[0011] Gemäß der Erfindung sind aus dem Material der WAIM-Schicht Abstandshalter in einem regelmäßigen Raster herausgearbeitet. Abstandshalter und WAIM-Schicht sind also integral miteinander verbunden (monolithisch), wobei das Raster der Abstandshalter dem Raster der Strahlerelemente entspricht, und die Abstandshalter in den Zwischenräumen zwischen den einzelnen Strahlerelementen angeordnet sind. Das Raster kann z.B. quadratisch, rechteckig oder hexagonal sein. Die Abstandshalter können insbesondere säulenartig mit rundem Querschnitt ausgebildet sein. Die Befestigung der WAIM-Schicht auf der Antennengrundplatte erfolgt vorteilhaft an den Abstandshaltern durch mechanische Verbindungsmittel (z.B. Schrauben), wobei die Anzahl derjenigen Abstandshalter, an denen ein Verbindungsmittel vorhanden ist, von den konkreten Erfordernissen abhängig ist. Insbesondere muss also nicht an jedem Abstandhalter ein Verbindungsmittel vorhanden sein.

[0012] Erfindungsgemäß tritt somit an die Stelle des bekannten Mehrschichtaufbaus (WAIM-Schicht - Klebfilm - Schaum), welcher verschiedene Materialien umfasst, allein das Material der WAIM-Schicht, in welches die Abstandshalter bereits integriert sind. Durch die Abstandshalter wird ein luft- oder vakuumgefüllter Separator zwischen WAIM-Schicht und den Antennenelementen realisiert. Die geschilderten Nachteile im Zusammenhang mit den bisher verwendeten Schäumen werden vollständig vermieden. Des Weiteren entfallen aufwändige Klebprozesse zur Verbindung der WAIM-Schicht mit einem Schaumseparator.

[0013] Die Abstandshalter verleihen der WAIM-Schicht die benötigte mechanische Stabilität. Sie ist dadurch unempfindlich gegenüber Vibration, Schock etc. und eignet sich somit auch für robuste Anwendungsszenarien..

[0014] Da das Raster, in dem die Abstandshalter angeordnet sind, dem Raster der Strahlerelemente entspricht, wird die natürliche Periodizität der Gruppenantenne nicht gestört, so dass innerhalb des Frequenzbereichs, für den die Gruppenantenne ausgelegt ist, keine Bragg-Reflexionen an der Antennenoberfläche auftreten können. Es müssen keine Einbußen im Radarrückstreuquerschnitt hingenommen werden. Sofern keine erhöh-

ten Anforderungen an den Radarrückstreuquerschnitt (RCS) vorhanden sind, sind alternativ auch Ausführungen möglich, bei denen sich das Raster der Abstandshalter und das Raster der Strahlerelemente nicht entsprechen. Dieses geänderte Raster muss sich jedoch weiterhin am Raster der Strahlerelemente orientieren. Zu diesem Zweck wird das Raster der Abstandshalter derart aus dem Raster der Strahlerelemente abgeleitet, dass nur noch zu jedem n-ten Strahlerelement ein entsprechender Abstandhalter vorhanden ist (und im Übrigen keine weiteren Abstandshalter vorhanden sind). Es handelt sich also um eine definierte Ausdünnung des ursprünglichen Rasters der Abstandshalter. Mit anderen Worten: die grundsätzliche Rasterstruktur bleibt erhalten, aber das Rastermaß (Gitterkonstante) ändert sich um den Faktor n. n ist dabei eine natürliche Zahl größer 1.

[0015] Die beschriebene Form der WAIM-Schicht kann insbesondere durch mechanische Bearbeitungstechniken, wie z.B. Ausfräsen, erreicht werden. Entsprechend seiner Funktion als WAIM-Schicht sollte das Material eine möglichst hohe Dielektrizitätskonstante und einen geringen Verlustwinkel aufweisen und seine Schichtdicke sollte möglichst gering sein. Derartige dielektrische Materialien sind als Halbzeuge kommerziell verfügbar.

[0016] Ein geeignetes Material für die WAIM-Schicht ist z.B. das dielektrische Material (Halbzeug) "C-Stock AK" der Fa. Cuming Microwave Corporation, welches mit kundenspezifischer dielektrischer Konstante und in unterschiedlichen Halbzeuggrößen verfügbar ist. Derartige Materialien können leicht mit mechanischen Mitteln (z.B. Fräsen) bearbeitet werden.

[0017] Zur weiteren mechanischen Stabilisierung können zusätzliche Versteifungsstrukturen in Form von Rippen aus dem Material der WAIM-Schicht herausgeformt werden. Damit diese keine negativen Effekte auf den Transmissionsgrad der Antenne beim elektronischen Schwenken haben, müssen auch diese Strukturen der Periodizität in der Anordnung der Antennenelemente folgen. Die Rippen sind so ausgebildet, dass sie jeweils zwei benachbarte Abstandshalter verbinden.

[0018] Die WAIM-Schicht muss nicht notwendigerweise eben ausgebildet sein. Sie kann auch eine eindimensional oder zweidimensional gekrümmte Oberfläche besitzen, im Hinblick auf eine Anwendung bei strukturkonformen, gekrümmten Gruppenantennen.

[0019] Die WAIM-Schicht kann durch Verbinden mit weiteren dielektrischen Schichten zu einem Multilayer-WAIM-Block erweitert werden.

[0020] Konkrete Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im Folgenden anhand von Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße WAIM-Schicht in 3D-Darstellung mit periodisch angeordneten Abstandshaltern;

Fig. 2 eine erfindungsgemäße Gruppenantenne in

Querschnittsdarstellung:

- a) ohne Darstellung der Befestigungsmittel für die WAIM-Schicht;
- b) mit Befestigung der WAIM-Schicht von hinten;
- c) mit Befestigung der WAIM-Schicht von vorne;

Fig. 3 eine erfindungsgemäße Gruppenantenne sowie die zugehörige WAIM-Schicht jeweils in Draufsicht:

- a) Antennengrundplatte ohne WAIM-Schicht,
- b) mit davor angeordneter WAIM-Schicht (letzere transparent dargestellt),
- c) WAIM-Schicht allein.

[0021] Fig. 1 zeigt ein Beispiel für die erfindungsgemäße WAIM-Schicht W. Die Schicht W selbst ist transparent dargestellt (in der Papierebene liegend). Erhaben aus dieser Schicht W hervortretend kann man die in dieser Ausführung pfostenförmig (mit kreisförmigem Querschnitt) ausgebildeten Abstandshalter A sowie die jeweils einen Abstandshalter A verbindenden Verstärkungsrippen R erkennen. Abstandshalter A und Verstärkungsrippen R wurden durch Ausfräsen aus einem Materialblock herausgearbeitet.

[0022] Fig. 2 zeigt Querschnittsdarstellungen einer erfindungsgemäßen Gruppenantenne mit davor angeordneter WAIM-Schicht W. Die Begriffe "vor" und "hinter" im Bezug auf die Antenne werden in dem Sinne verwendet, dass "vor" die Seite der Antenne meint, in die die Abstrahlung erfolgt.

[0023] Man erkennt die in regelmäßigem Raster angeordneten Abstandshalter A, die in den Zwischenräumen zwischen den einzelnen Strahlerelemente SE angeordnet sind und dort an der Antennengrundplatte P anstoßen.

[0024] Die Befestigung der WAIM-Schicht W mit der metallischen Antennengrundplatte P der Gruppenantenne erfolgt mittels einer Vielzahl von Schrauben S (Fig. 2b,c), welche im Bereich der Abstandshalter A eingetrieben sind. Dabei werden bevorzugt Schrauben aus einem Kunststoffmaterial verwendet, um das Antennendiagramm nicht zu beeinflussen. Die Schrauben S sorgen in ihrer Gesamtheit für eine sehr stabile Verankerung der WAIM-Schicht W an der Grundplatte P. Vorteilhaft sollten die Materialeigenschaften der Schrauben denen der WAIM-Schicht möglichst ähnlich sein.

[0025] Zahl und Position der einzelnen Schrauben werden abhängig von den Stabilitätsanforderungen an die Antenne gewählt. Insbesondere muss nicht an jedem Abstandshalter eine Schraube vorhanden sein.

[0026] Um jedoch eine Beeinflussung des Antennendiagramms möglichst klein zu halten, wird man die Anordnung der Schrauben bevorzugt im gleichen Raster wie dem durch die Strahlerelemente vorgegebenen Ras-

ter wählen.

[0027] Falls jedoch die Anzahl der benötigten Schrauben geringer als die Anzahl der Abstandshalter gewählt wird, wird man die Anordnung der Schrauben weiterhin am Raster der Strahlerelemente orientieren. Man wird dann die Anordnung der Schrauben derart ausdünnen, dass nur noch an jedem n-ten ($n=2,3,4\dots$) Abstandshalter eine Schraube vorgesehen ist.

[0028] Die Fig. 2b,c unterscheiden sich hinsichtlich der Frage, aus welcher Richtung die Befestigung der WAIM-Schicht erfolgen soll. Dies kann sowohl von der Rückseite (Fig. 2b) oder von der Frontseite der Antenne (Fig. 2c) her erfolgen. Im Falle der Fig. 2b werden die Schrauben S durch die Grundplatte P hindurch in die Abstandshalter A getrieben. Im Falle der Fig. 2c werden die Schrauben S durch die WAIM-Schicht W in die Grundplatte P getrieben.

[0029] Im Hinblick auf mögliche Einbußen im Radar-rückstreuquerschnitt (RCS) ist die Anbringung von hinten bevorzugt, jedoch besitzt die Befestigung von der Frontseite her naturgemäß Vorteile hinsichtlich der Zugänglichkeit.

[0030] Fig. 3a zeigt in Draufsicht die Antennengrundplatte P mit den darauf in einem regelmäßigen Raster angeordneten Strahlerelementen SE.

Fig. 3c zeigt die dazu passende WAIM-Schicht W mit zugehörigen Abstandshaltern A. Das Raster der Abstandshalter A auf der WAIM-Schicht entspricht dabei dem Raster der Strahlerelemente SE.

In Fig. 3b ist die (transparent dargestellte) WAIM-Schicht W auf die Antennengrundplatte P montiert, wobei man die Entsprechung der beiden Raster sehr gut erkennen kann.

Patentansprüche

1. Gruppenantenne, umfassend

- eine Antennengrundplatte (P) mit einer Mehrzahl von in einem regelmäßigen Raster angeordneten Strahlerelementen (SE), wobei ein Hauptstrahl der Gruppenantenne elektronisch schwenkbar ist, sowie
- eine vor den Strahlerelementen (SE) angeordnete dielektrische WAIM-Schicht (W), WAIM: Wide Angle Impedance Match, zur Impedanzanpassung für große Schwenkwinkel, die einen geringen, aber wohldefinierten Abstand zu den Antennenelementen der Gruppenantenne einhält, wobei
- die WAIM-Schicht (W) sämtliche Strahlerelemente (SE) überdeckt,

wobei aus dem Material der WAIM-Schicht Abstandshalter (A) in einem regelmäßigen Raster herausgearbeitet sind, wobei das Raster der Abstandshalter (A) dem Raster der Strahlerelemente (SE) ent-

spricht, **dadurch gekennzeichnet, dass**

WAIM-Schicht (W) und Abstandshalter (A) zusammen ein integrales, monolithisches Werkstück bilden, und wobei die Abstandshalter (A) in den Zwischenräumen zwischen den einzelnen Strahlerelementen r (SE) angeordnet sind.

2. Gruppenantenne nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Raster der Strahlerelemente (SE) quadratisch, rechteckig oder hexagonal ist.

3. Gruppenantenne nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Raster der Abstandshalter (A) ungleich dem Raster der Strahlerelemente (SE) ist, wobei das Raster der Abstandshalter (A) derart aus dem Raster der Strahlerelemente (SE) abgeleitet ist, dass nur noch zu jedem n-ten Strahlerelement (SE) mit $n=2,3,4,\dots$ ein entsprechender Abstandshalter (A) vorhanden ist.

4. Gruppenantenne nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus der WAIM-Schicht (W) Verstärkungsrippen (R) herausgearbeitet sind, die jeweils zwei benachbarte Abstandshalter (A) verbinden.

5. Gruppenantenne nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Befestigung der WAIM-Schicht (W) an der Antennengrundplatte (P) an mehreren Abstandshaltern (A) durch mechanische Verbindungsmittel (S) erfolgt.

6. Gruppenantenne nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mechanischen Verbindungsmittel (S) in einem Raster angeordnet sind, das dem Raster der Abstandshalter (A) entspricht.

7. Gruppenantenne nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Raster der mechanischen Verbindungsmittel (S) ungleich dem Raster der Abstandshalter (A) ist, wobei das Raster der mechanischen Verbindungsmittel (S) derart aus dem Raster der Abstandshalter (A) abgeleitet ist, dass nur noch zu jedem n-ten Abstandshalter mit $n=2,3,4,\dots$ ein entsprechendes mechanisches Verbindungsmittel (S) vorhanden ist.

8. Gruppenantenne nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abstandshalter (A) einen runden Querschnitt aufweisen.

Claims

1. Array antenna, comprising

- an antenna base plate (P) having multiple radiating elements (SE) arranged in a regular grid, a main beam of the array antenna being electronically pivotable, and

- a dielectric WAIM (Wide Angle Impedance Match) layer (W) arranged in front of the radiating elements (SE) for impedance matching at large pivot angles, which maintains a low but well-defined distance from the antenna elements of the array antenna,

- the WAIM layer (W) covering all the radiating elements (SE),

spacers (A) being machined out of the material of the WAIM layer in a regular grid, the grid of the spacers (A) corresponding to the grid of the radiating elements (SE),

characterized in that WAIM layer (W) and spacers (A) together form an integral monolithic workpiece, and wherein the spacers (A) are arranged in the inter-spaces between the individual radiating elements (SE).

2. Array antenna according to Claim 1, **characterized in that** the grid of the radiating elements (SE) is square, rectangular or hexagonal.

3. Array antenna according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the grid of the spacers (A) is not equal to the grid of the radiating elements (SE), wherein the grid of the spacers (A) is derived from the grid of the radiating elements (SE) in such a way that there is a corresponding spacer (A) only for each nth radiating element (SE), with $n = 2, 3, 4,\dots$

4. Array antenna according to one of the preceding claims, **characterized in that** reinforcing ribs (R) which each connect two adjacent spacers (A) are machined out of the WAIM layer (W).

5. Array antenna according to one of the preceding claims, **characterized in that** the fixing of the WAIM layer (W) to the antenna base plate (P) at multiple spacers (A) is carried out by mechanical connecting means (S).

6. Array antenna according to Claim 5, **characterized in that** the mechanical connecting means (S) are arranged in a grid which corresponds to the grid of the spacers (A).

7. Array antenna according to Claim 5, **characterized in that** the grid of the mechanical connecting means (S) is not equal to the grid of the spacers (A), wherein the grid of the mechanical connecting means (S) is derived from the grid of the spacers (A) in such a way that there is a corresponding mechanical connecting means (S) only at each nth spacer, where n

= 2, 3, 4,....

8. Array antenna according to one of the preceding claims, **characterized in that** the spacers (A) have a round cross section.

Revendications

1. Réseau d'antennes comprenant

- une plaque de base d'antenne (P) comprenant une pluralité d'éléments rayonnants (SE) disposés dans une grille régulière, un faisceau principal du réseau d'antennes pouvant être pivoté électroniquement, et

- une couche WAIM (WAIM = Wide Angle Impedance Match = Adaptation d'impédance à grand angle) diélectrique (W) disposée devant les éléments rayonnants (SE) destinée à l'adaptation d'impédance pour les grands angles de pivotement, laquelle respecte un écart faible mais parfaitement défini par rapport aux éléments d'antennes du réseau d'antennes,
- la couche WAIM (W) recouvrant tous les éléments rayonnants (SE),

des entretoises (A) étant ébauchées à partir du matériau de la couche WAIM (W) dans une grille régulière,

la grille des entretoises (A) correspondant à la grille des éléments rayonnants (SE), **caractérisé en ce que**

la couche WAIM (W) et les entretoises (A) forment ensemble une pièce monolithique intégrée et les entretoises étant disposées dans les espaces intermédiaires entre les éléments rayonnants (SE) individuels.

2. Réseau d'antennes selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la grille des éléments rayonnants (SE) est carrée, rectangulaire ou hexagonale.

3. Réseau d'antennes selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la grille des entretoises (A) est différente de la grille des éléments rayonnants (SE), la grille des entretoises (A) étant dérivée de la grille des éléments rayonnants (SE) de telle sorte qu'il n'existe encore une entretoise (A) correspondante que pour chaque n-ième élément rayonnant (SE), avec $n = 2, 3, 4, \dots$

4. Réseau d'antennes selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** des nervures de renforcement (R) sont ébauchées à partir de la couche WAIM (W), lesquelles forment respectivement deux entretoises (A) voisines.

5. Réseau d'antennes selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la fixation de la couche WAIM (W) à la plaque de base d'antennes (P) s'effectue au niveau de plusieurs entretoises (A) par des moyens d'assemblage (S) mécaniques.

6. Réseau d'antennes selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** les moyens d'assemblage (S) mécaniques sont disposés dans une grille qui correspond à la grille des entretoises (A).

7. Réseau d'antennes selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la grille des moyens d'assemblage (S) mécaniques est différente de la grille des entretoises (A), la grille des moyens d'assemblage (S) mécaniques étant dérivée de la grille des entretoises (A) de telle sorte qu'il n'existe encore un moyen d'assemblage (S) mécanique correspondant que pour chaque n-ième entretoise, avec $n = 2, 3, 4, \dots$

8. Réseau d'antennes selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les entretoises (A) présentent une section transversale ronde.

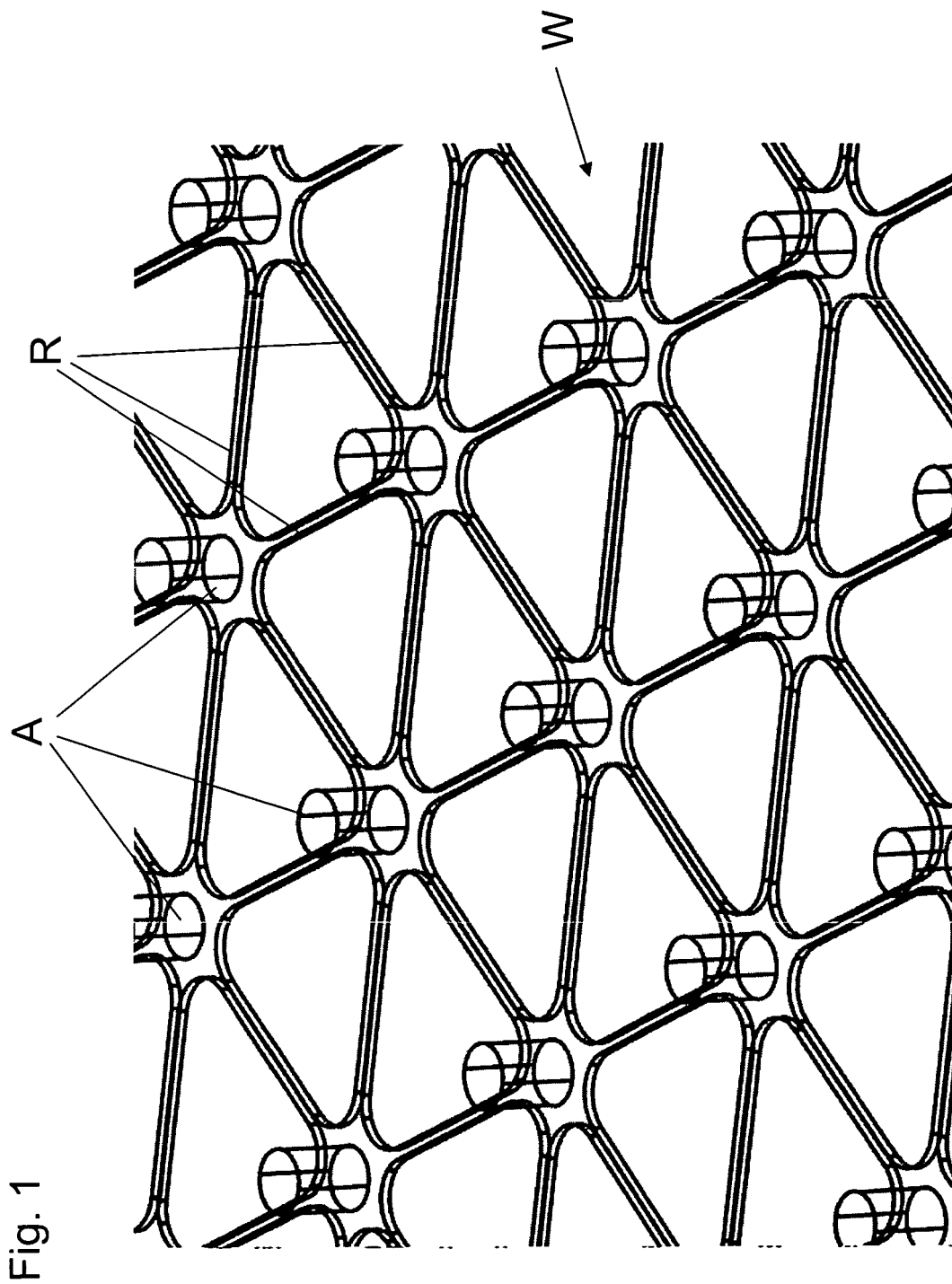


Fig. 2a

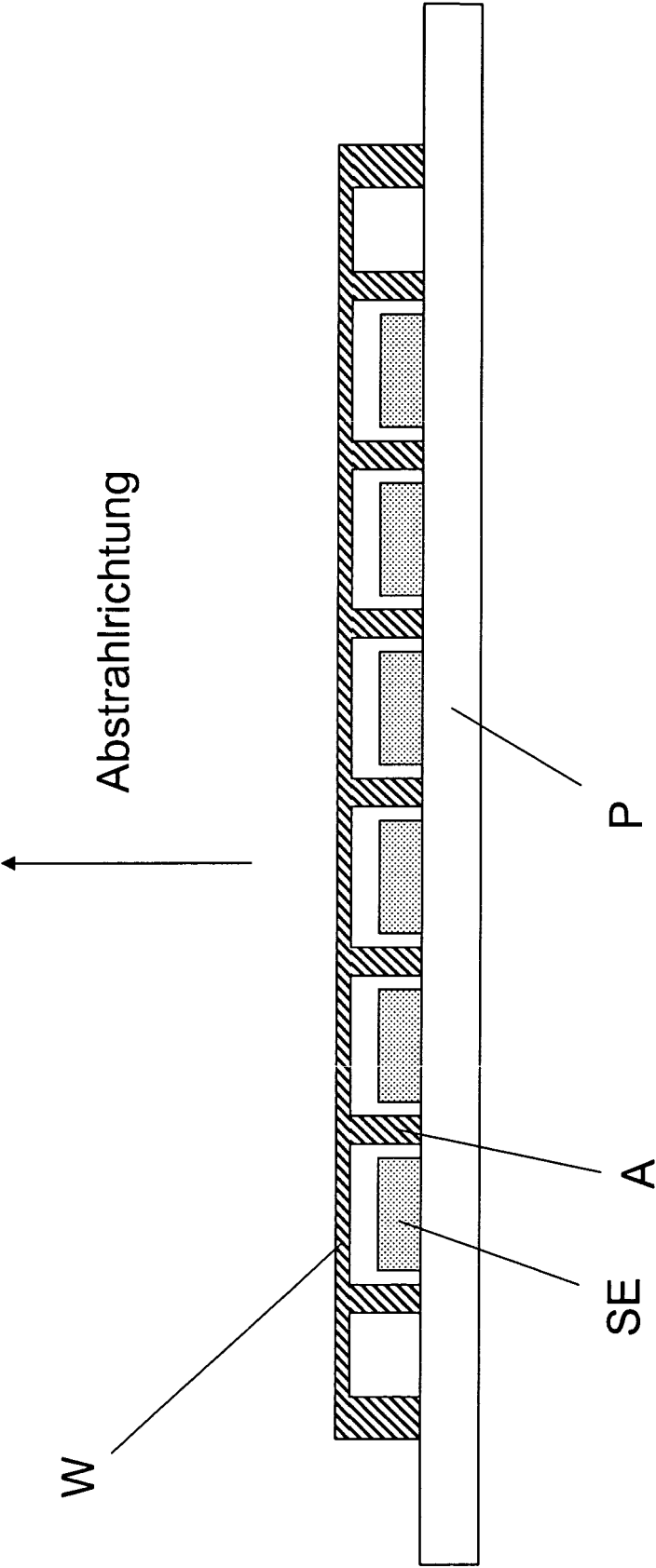


Fig. 2b

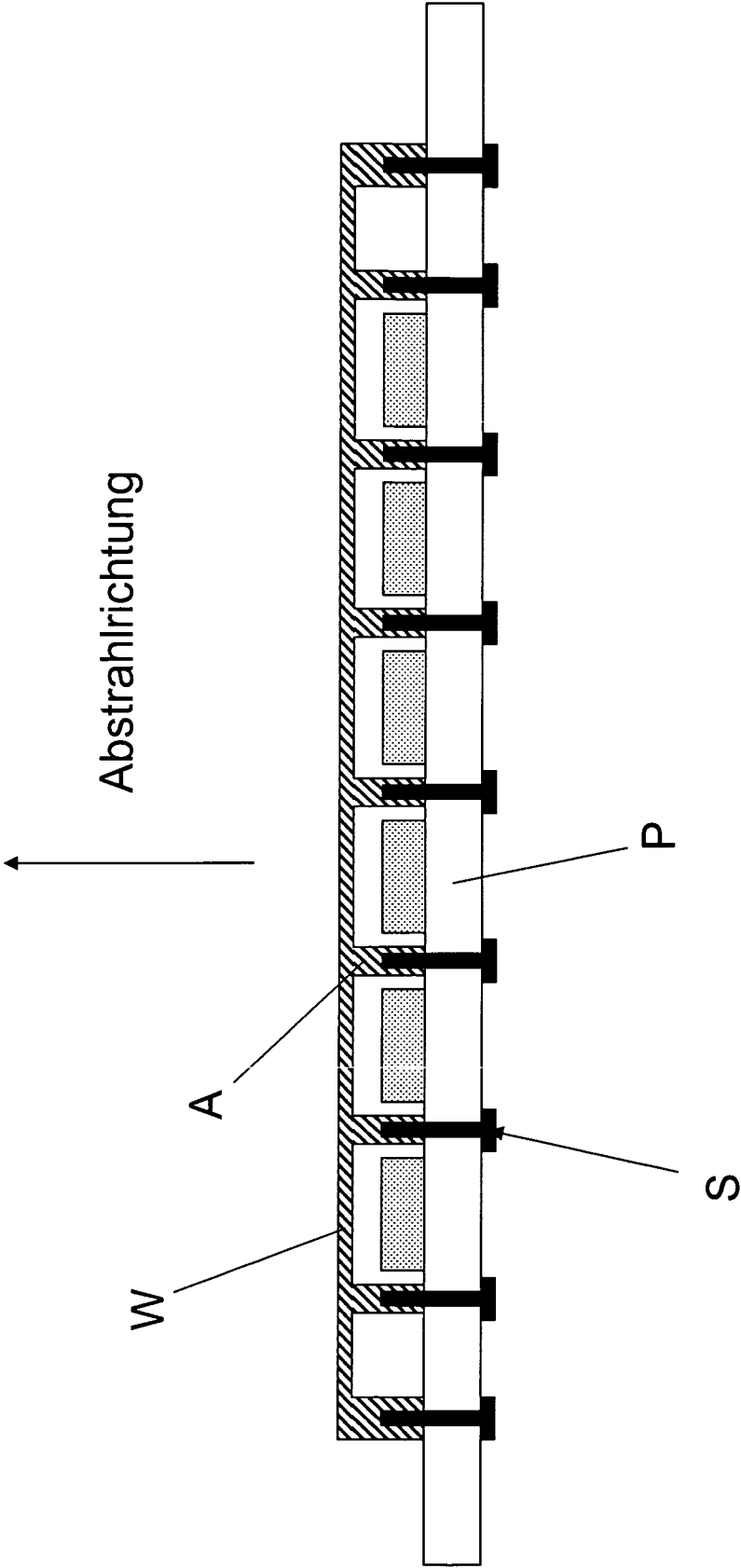
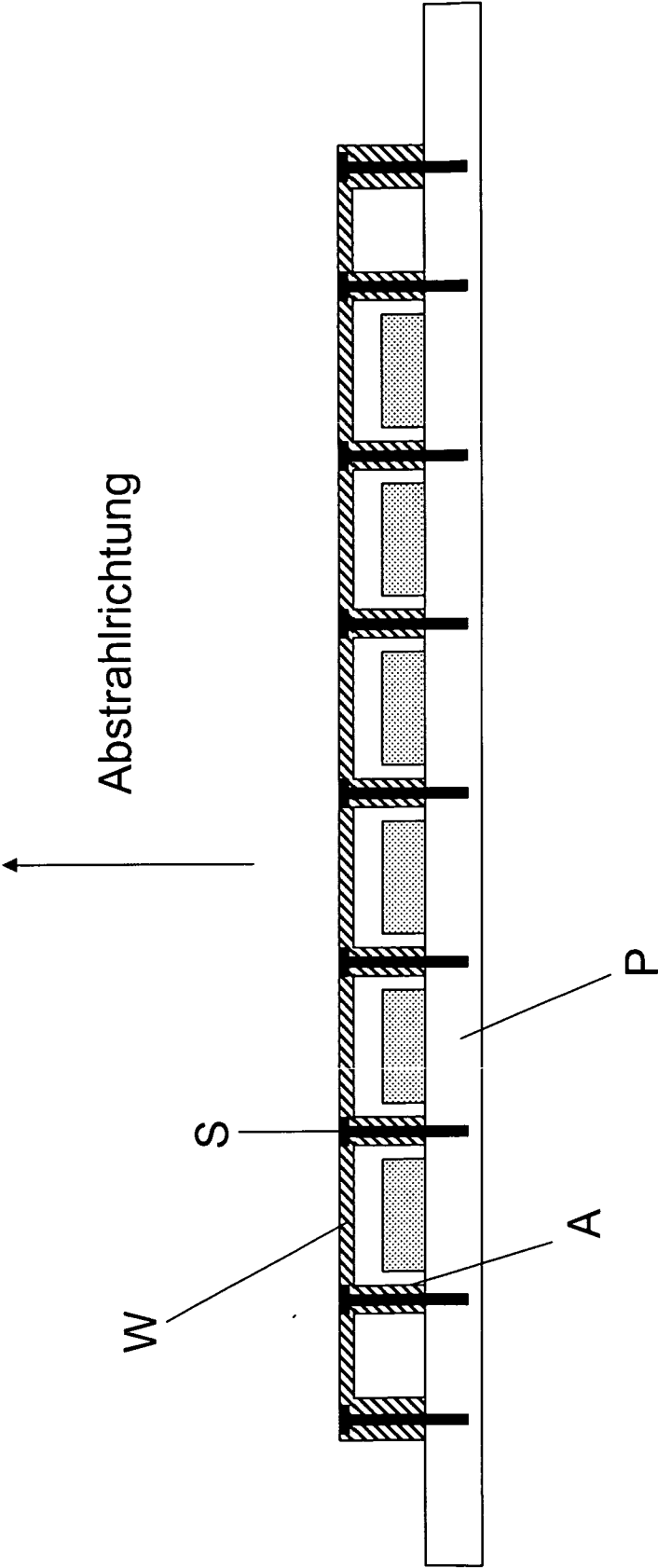


Fig. 2c



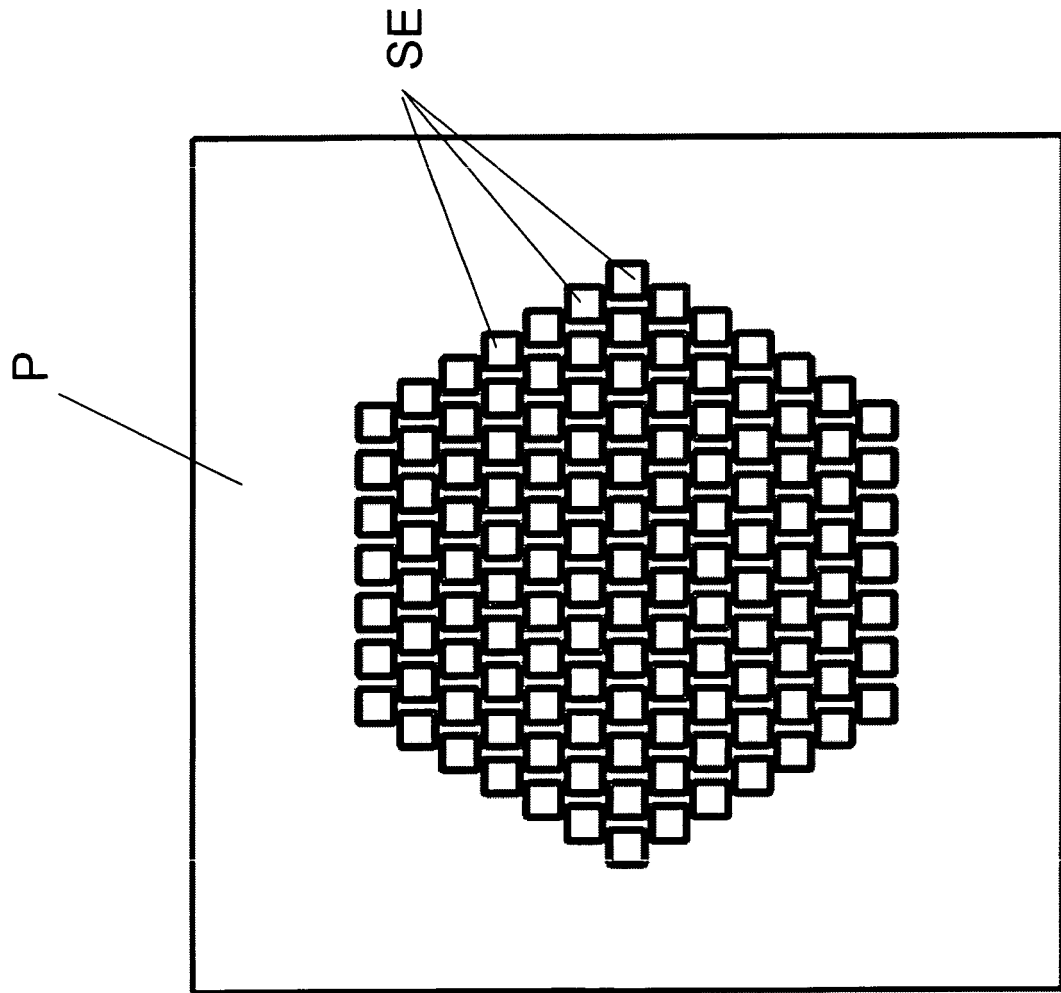


Fig. 3a

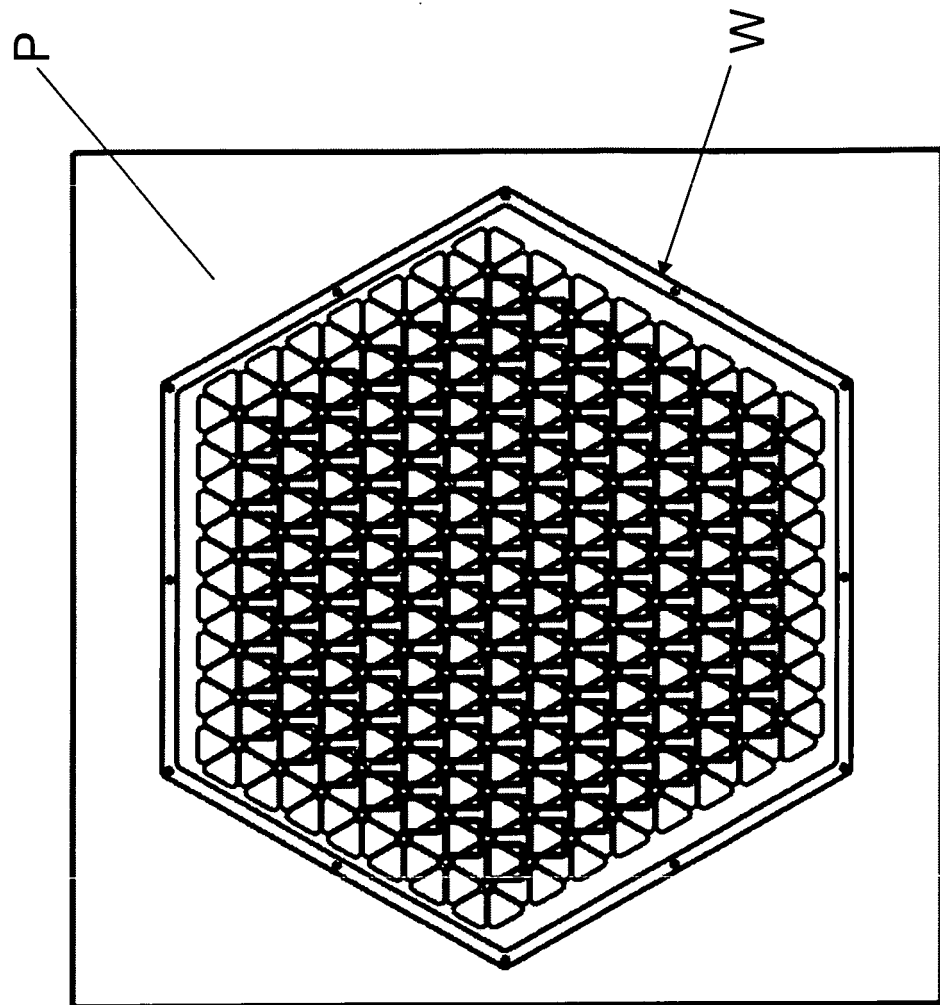


Fig. 3b

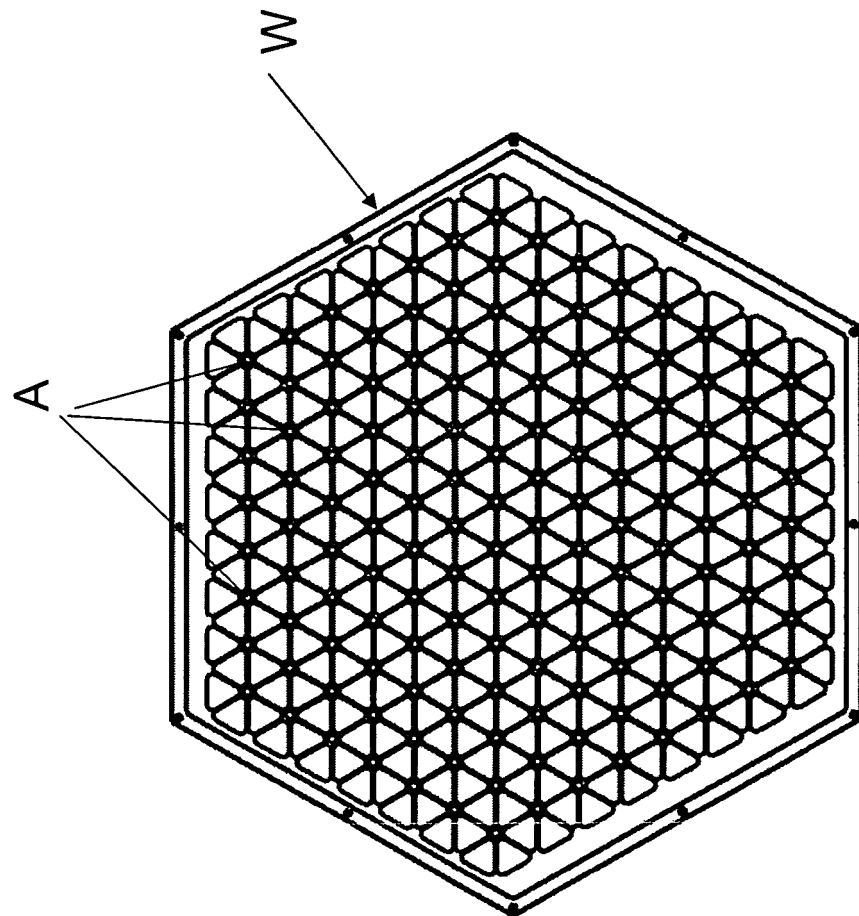


Fig. 3c

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 7580003 B1 [0005]
- US 3605098 A [0006]
- JP 2007013311 A [0008]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **E. MAGILL ; H. WHEELER.** Wide-angle impedance matching of a planar array antenna by a dielectric sheet. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, 1966, vol. 14 (1), 49-53 [0004]
- Accelerated periodic hybrid finite element method analysis for integrated array element and radome design. **MCGRATH D T.** PHASED ARRAY SYSTEMS AND TECHNOLOGY, 2000. PROCEEDINGS. 2000 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON DANA POINT, CA, USA 21 -25 MAY 2000. IEEE, 21. Mai 2000, 319-322 [0007]