

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **85115214.0**

51 Int. Cl.4: **H 01 Q 21/06, H 01 Q 1/38,**
H 01 Q 21/24

22 Anmeldetag: **30.11.85**

30 Priorität: **25.04.85 DE 3514880**

71 Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH, Postfach 50,**
D-7000 Stuttgart 1 (DE)

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: **12.11.86**
Patentblatt 86/46

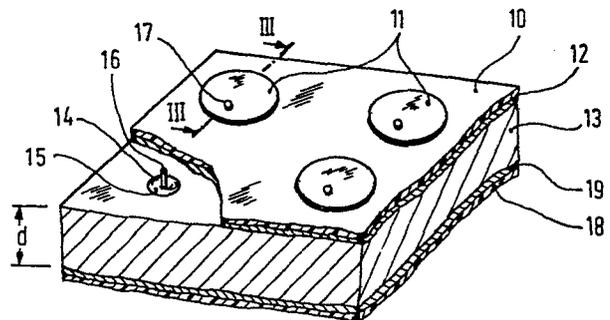
72 Erfinder: **Blere, Dietmar, Dipl. Ing.,**
Annette-von-Droste-Strasse 13, D-4790 Paderborn (DE)

84 Benannte Vertragsstaaten: **BE DE FR GB NL**

74 Vertreter: **Schmidt, Hans-Ekhardt et al, Robert Bosch**
GmbH Geschäftsbereich Elektronik Patent- und
Lizenzabteilung Forckenbeckstrasse 9-13,
D-1000 Berlin 33 (DE)

54 **Antennengruppe.**

57 Es wird eine planare Array-Antenne in Streifenleiter-Technik vorgeschlagen, die insbesondere zum Empfang von Satelliten-Rundfunksignalen im X-Band geeignet ist. Der mechanische Aufbau besteht aus einer ersten Substratplatte (10) als Träger für Antennenelemente (11) und einer zweiten Substratplatte (18) als Träger für die Koppler und die Signalweiterverarbeitung. Beide Substratplatten sind durch eine Metallplatte (13) miteinander verbunden, deren Dicke (d) der halben Betriebswellenlänge entspricht. Die elektrische Verbindung zwischen den Antennenelementen auf der Antennenvorderseite und den Kopplern auf der Antennenrückseite stellen koaxiale Leiterstücke her, die isoliert durch Bohrungen (14) in der Metallplatte geführt werden. In einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Array-Antenne mit drei Substratplatten und zwei Metallplatten ist auch der Empfang zirkular polarisierter Signale möglich.



17/85
EK/PLI Scht-Li
23.4.1985

ROBERT BOSCH GMBH, 7000 Stuttgart 1

Array-Antenne

Stand der Technik

Die Erfindung geht von einer Array-Antenne nach der Gattung des Anspruchs 1 aus.

Es sind planare Array-Antennen in Streifenleitertechnik für Frequenzen im S-, C- und I-Band bekannt (IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol. AP 29, (1), Jan. 1981, Seiten 166 bis 170). Für Frequenzen im X-Band, insbesondere oberhalb von 10 GHz, ist es bisher nicht möglich, die Antennenenergie verlustarm und möglichst reflexionsfrei vom Antennenelement zum entsprechenden Mikrowellenbauteil zu führen. Aufgrund der hohen Leitungsverluste bei diesen Frequenzen müssen die Mikrowellenbauteile möglichst direkt an dem Antennenelement angebracht werden.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Antenne mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil, daß sie einfach im Aufbau ist, daß die wesentlichen elektronischen Bauelemente direkt im Bereich der Antennenelemente angeordnet und daß handelsübliche Bauelemente verwendet werden können. Als weiterer Vorteil ist anzusehen, daß zwischen der Substratplatte für die Antennenelemente und der anderen Substratplatte eine Metallplatte angeordnet ist, welche die koaxiale Leitungsdurchführung übernimmt. Dadurch wird die notwendige mechanische Stabilität der Anordnung erreicht. Darüber hinaus lassen sich diese koaxialen Verbindungen auf einfachste Weise und mit kürzester Länge realisieren.

...



Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Anspruch 1 angegebenen Antenne möglich. Die gewünschte Auskopplungsimpedanz des Antennenelements wird durch außermittige (exzentrische) Kontaktierung des Innenleiters der koaxialen Durchführung an einen definierten Ort des Antennenelements eingestellt. Dabei muß der Durchmesser der koaxialen Durchführung hinreichend klein sein. Dadurch entfallen umständliche Anpassungsmaßnahmen bei gleichzeitig guter und reproduzierbarer Anpassung der Antennenelemente an die Leitungen.

Weiterhin ist es für den Empfang zirkular polarisierter Signale vorteilhaft, wenn die Leistungszusammenführung der Antennenelemente einer Zeile des Arrays durch Serienschaltung auf der ersten Substratplatte erfolgt. Durch die koaxiale Durchführung wird dabei gleichzeitig erreicht, daß auf der Rückseite der Antenne die Leiter so ausgebildet werden können, daß durch eine geeignete Leitungsführung eine problemlose Zusammenführung möglich ist. Der wahlweise Empfang der rechts- bzw. linkszirkular polarisierten Signale wird durch die phasenrichtige Zusammenführung der horizontalen und vertikalen Empfangskomponenten der Antennenelemente bewirkt und erfolgt zweckmäßigerweise mittels eines breitbandigen 3-dB-Kopplers (Branch-Line-Kopplers), der auf der Unterseite der zweiten Substratplatte angeordnet wird. Der Aufbau der Array-Antenne wird dadurch weiter vereinfacht.

Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird in der Zeichnung anhand mehrerer Figuren dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

- Fig. 1 einen Ausschnitt aus einer erfindungsgemäßen Antenne für lineare Polarisation in perspektivischer Darstellung,
- Fig. 2 eine perspektivische Ansicht einer zweiten einseitig metallkaschierten Substratplatte,
- Fig. 3 eine nicht maßstäbliche Schnittansicht einer koaxialen Durchführung nach Fig. 1,

Fig. 4 den prinzipiellen Aufbau einer erfindungsgemäßen Antenne für zirkulare Polarisation in auseinandergezogener, perspektivischer Darstellung und

Fig. 5 einen Ausschnitt aus einer steuerbaren Streifenleiterantenne in Array-Anordnung für zirkulare Polarisation.

Beschreibung der Erfindung

Für den Direktempfang der Signale von Rundfunksatelliten werden Antennen eingesetzt, die mechanisch schwenkbar sind. Beim Empfang in Fahrzeugen ist jedoch eine rein mechanische Nachführung der Antennen umständlich. Vorteilhafter ist daher eine elektronische Schwenkung der Empfangscharakteristik der Antenne. In den meisten terrestrischen Anwendungsfällen reicht eine Schwenkung beispielsweise im Höhenwinkel (Elevation) auf elektronischem Wege mittels Mikrowellenphasenschieber aus, während in Richtung des Seitenwinkels (Azimut) die Antenne mechanisch nachgeführt wird. Eine solche Antenne muß für links- und rechtsdrehende zirkulare Polarisation geeignet sein. Außerdem muß sie möglichst leicht in ein Fahrzeug integrierbar und auch betriebssicher sowie erschütterungsunempfindlich ausgebildet sein. Ein für die Nachführung der Antenne erforderlicher Adaptionsalgorithmus, der nicht Gegenstand der Erfindung ist, kann dabei sowohl auf die Phasenschieber als auch auf einen Schrittmotor bei mechanisch-elektronischer Schwenkung einwirken.

In Fig. 1 ist der Aufbau einer planaren Array-Antenne mit fester Einstellung des vorzugsweise keulenförmigen Strahlungsdiagramms für eine lineare Polarisation im Ausschnitt gezeigt. Auf der Oberseite einer ersten Substratplatte 10 befinden sich runde metallisch leitende Antennenelemente 11, die vorzugsweise durch teilweises Wegätzen einer auf der Oberseite vorhandenen Metallschichtung entstanden sind. Als Substratmaterial eignet sich vorzugsweise ein glasfaserverstärktes Polytetrafluoräthylen (PTFE). Die Antennenelemente 11 sind bei einer vorzugsweise quadratischen Array-Antenne in vertikalen Spalten und horizontalen Zeilen angeordnet, wobei der Abstand zwischen den einzelnen Elementen so gewählt ist, daß die gegenseitige Beeinflussung am geringsten ist. An die Stelle der in Fig. 1 gezeigten kreisförmigen Elemente können gegebenenfalls auch quadratische, dreieckige oder anders geformte Antennenelemente treten, die sich dann nur hinsichtlich der Modenanregung unterscheiden.

Die erste Substratplatte 10 ist mit ihrer nichtmetallisierten Unterseite mit einer Metallplatte 13, vorzugsweise aus Aluminium, verbunden. Die Verbindung erfolgt vorzugsweise durch eine Klebschicht 12. Die Metallplatte hat eine Dicke d , welche vorzugsweise etwa der halben Betriebswellenlänge λ entspricht, und weist je Antennenelement 11 eine Bohrung 14 auf. Jede Bohrung enthält einen von einer Isolation 15 umgebenen coaxialen Leiter 16, dessen Enden oben und unten etwas aus der Metallplatte 13 herausragen. Die oberen Enden passen in Bohrungen 17 der ersten Substratplatte 10 und sind mit den Antennenelementen 11 elektrisch leitend verbunden.

Eine zweite Substratplatte 18 (Fig. 1 und 2) trägt auf ihrer Unterseite Leitungsbahnen 20 (vgl. Fig. 2), die derart angeordnet sind, daß sie einen symmetrischen Leistungsteiler bilden und eine Zusammenschaltung der einzelnen Antennenelemente unter geringsten Leistungsverlusten ermöglichen. Die zweite Substratplatte 18 enthält Bohrungen 21 für die unteren Enden der Leiter 16, die mit den Leiterbahnen 20 zum Beispiel durch Lötens elektrisch verbunden werden. Die zweite Substratplatte 18 wird ebenfalls mit der Metallplatte 13 durch eine Klebschicht 19 verbunden.

In Fig. 3 sind gleiche Teile wie in Fig. 1 mit gleichen Bezugszahlen versehen. Die Isolation 15 besteht aus einem bei hohen Frequenzen verlustarmen dielektrischen Material, vorzugsweise Polytetrafluoräthylen, so daß die Metallplatte 13, die Isolation 15 und der Leiter 16 je eine coaxiale Durchführung ergeben. Da das Verhältnis der Durchmesser von Innenleiter und Außenleiter den Wellenwiderstand eines Koaxialkabels bestimmt, ist der Durchmesser des Innenleiters bei konstantem Wellenwiderstand vom Außendurchmesser abhängig. Außerdem wird die Kontaktierung des Innenleiters der coaxialen Durchführung an dem Antennenelement 11 im Abstand r vom Mittelpunkt des Antennenelements vorgenommen, um eine Anpassung an den Wellenwiderstand der coaxialen Durchführung zu erreichen.

Durch den geschichteten Aufbau der Array-Antenne wird eine sehr gute mechanische Stabilität der gesamten Anordnung gewährleistet. Gleichzeitig wird verhindert, daß unerwünschte Modenkonzersionen an den Grenzschichten zwischen Substratplatte und Metallplatte 13 auftreten, die zu Reflexionen und damit zu einer Verringerung des Antennengewinns führen würden. Mit der Verlagerung der Koppellemente auf die Rückseite der Antenne werden Störeinflüsse auf die Richtcharakteristik verhindert.

In Fig. 4 ist der Aufbau einer Array-Antenne für den Empfang zirkular polarisierter Signale dargestellt. Eine derartige Antenne unterscheidet sich von der Antennenausführung nach Fig. 1 dadurch, daß unterhalb der zweiten Substratplatte 18 eine weitere Metallplatte 30 und darunter eine dritte Substratplatte 31 vorhanden sind. Die erste Substratplatte 10, die Metallplatte 13 und die zweite Substratplatte 18 weisen bezogen auf ein Antennenelement 11 je eine weitere Bohrung 32, 33, 34 auf, die mit je einer Bohrung 35 in der zweiten Metallplatte 30 und je einer Bohrung 36 in der dritten Substratplatte 31 fluchten. Die genannten weiteren Bohrungen sind bezogen auf die erste Bohrung 17 in den Antennenelementen 11 um 90° versetzt. Die dritte Substratplatte 31 weist auf ihrer Oberseite keine Metallkaschierung und auf ihrer Unterseite zu einem symmetrischen Leistungsteiler geformte Leitungsbahnen 37 auf. Die Montage der in Fig. 4 gezeigten Einzelteile erfolgt in analoger Weise wie bei der Array-Antenne nach Fig. 1 bis 3.

In Fig. 5 ist ein Schema einer erfindungsgemäßen Streifenleiterantenne für zirkulare Polarisation und mit elektronischer Steuerung des vorzugsweise keulenförmigen Strahlungsdiagramms in einer Richtung dargestellt. Die Antennenelemente 11 sind in einem quadratischen Array angeordnet, wobei zum Beispiel zum Empfang der Rundfunksatellitensignale unter der Voraussetzung einer ausreichenden Empfangsfeldstärke $16 \cdot 16 = 256$ Antennenelemente für eine Array-Antenne erforderlich sind. Innerhalb jeder Zeile des Arrays werden die Elemente auf der Oberseite der Substratplatte 10 in Richtung der einen Polarisationskomponente, beispielsweise der horizontalen Komponente, hintereinander mit hochohmigen Streifenleitungsabschnitten 30 der Länge $n \cdot \frac{\lambda}{2}$ verbunden, wobei n eine ganze Zahl und vorzugsweise 1 ist. Zum Empfang der zweiten Polarisationskomponente, beispielsweise der vertikalen Komponente, sind die Antennenelemente 11 einer jeden Zeile weiterhin durch Streifenleitungsabschnitte 31 von $m \cdot \frac{\lambda}{2}$ hintereinandergeschaltet, wobei m eine ganze Zahl, vorzugsweise 2, ist. Auf diese Weise ist eine Leistungsteilung möglich, wobei jedes Element den gleichen Anteil zur Leistung beisteuert. Die Streifenleitungsabschnitte 30, 31 werden so hochohmig ausgeführt, wie es das verwendete Substratmaterial zuläßt. Der sich daraus ergebende Wellenwiderstand der Verbindungsleitungen bestimmt dann den Auskoppelpunkt bzw. den Radius r (vgl. Fig. 2) im Antennenelement. Der Auskoppelpunkt im Antennenelement wird wiederum durch die erforderliche Eingangsimpedanz bestimmt. Die Eingangsimpedanz und der Wellenwiderstand der Leitungen müssen

daher gleich sein, um optimale Leistungsübertragung zu gewährleisten. Die horizontalen und vertikalen Komponenten werden über Anschlüsse 32 und 33 mittels 3-dB-Koppler 34 zusammengefaßt. Diese Koppler sind für eine breitbandige Signaladdition und eine feste Phasenverschiebung von 90° ausgelegt und liefern an ihren Ausgängen 40 linksdrehend zirkulare Signale und an ihren Ausgängen 41 rechtsdrehend zirkulare Signale. Mittels je eines Umschalters 42 werden wahlweise die Signale der ersten oder zweiten Art einem Phasenschieber 35 zugeführt. Die Umschalter sind starr miteinander gekoppelt; vgl. gestrichelte Linie 43 in Fig. 5.

Zwecks elektronischer Schwenkung der Empfangscharakteristik der Array-Antenne, beispielsweise im Höhenwinkel, steuert eine vorzugsweise elektronische Steuerschaltung 36 alle Phasenschieber 35 gemeinsam (vgl. Linie 37 in Fig. 5).

Der Vorteil einer derartigen Reihenschaltung der Elemente liegt in der Einsparung von Leistungsaddierern, die in nicht unerheblichem Maße zu einer Dämpfung der Empfangssignale beitragen würden. Die einstellbaren Phasenschieber 35 sind ausgangsseitig miteinander verbunden. Der gemeinsame Ausgang aller Phasenschieber ist mit 38 bezeichnet.

Der notwendige Phasenunterschied von Zeile zu Zeile wird durch Mikrowellen-Phasenschieber erzeugt, die nur dann angesteuert werden, wenn der ortsbewegliche Empfänger seine Ausrichtung im Höhenwinkel verändern muß. Mit zunehmender elektronischer Auslenkung der Empfangscharakteristik wird die Polarisierbarkeit schlechter; deshalb ist eine mechanische Grobausrichtung der Antennenfläche gegenüber der Horizontalen vorteilhaft. Dabei sollte die Antenne so weit geneigt werden, daß die Flächennormale mit der Richtung der einfallenden Strahlung annähernd übereinstimmt. Aufgrund der geringen Halbwertsbreite der Empfangscharakteristik muß für die mechanische Schwenkung der Antenne um die Hochachse beispielsweise ein Schrittmotor mit ausreichender Auflösung vorgesehen werden. Diese Anforderung ist wegen der geringen, in der Praxis vorkommenden Änderungsgeschwindigkeit im Seitenwinkel beim heutigen Stand der Technik leicht zu erfüllen. Da das Trägheitsmoment der Antenne gering ist, sind Schrittmotoren mit relativ niedriger Leistungsaufnahme einsetzbar.

17/85

EK/PLI Scht-Li

23.4.1985

ROBERT BOSCH GMBH, 7000 Stuttgart 1

Ansprüche

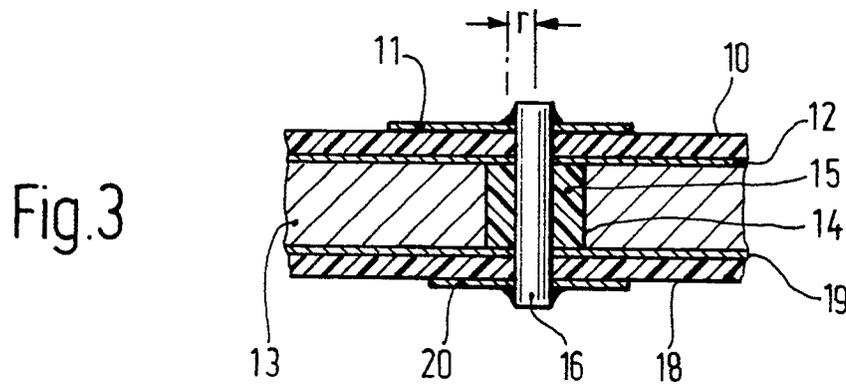
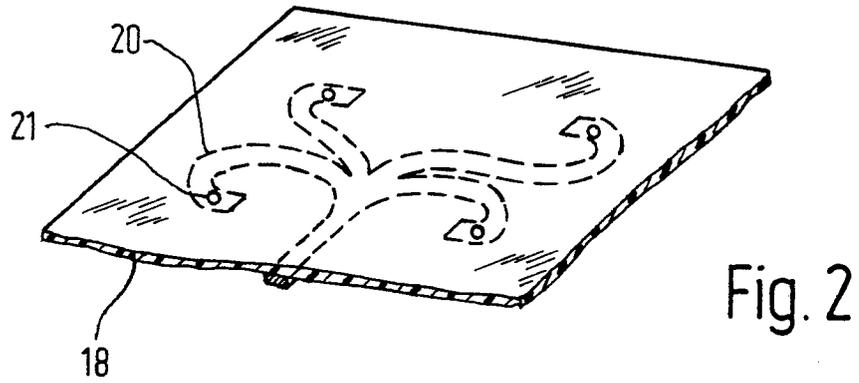
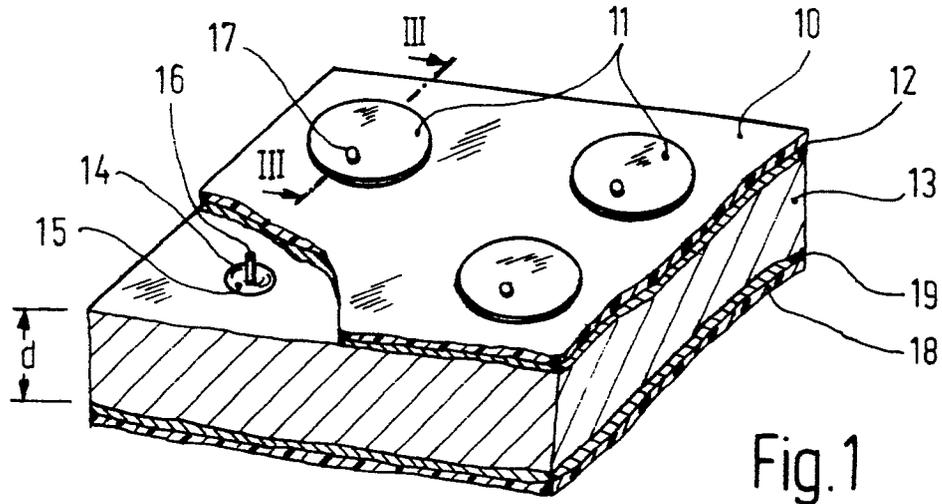
1. Array-Antenne, insbesondere für den Empfang über Rundfunksatelliten ausgestrahlter linear polarisierter Signale, mit planarer Streifenleiter-Struktur, dadurch gekennzeichnet, daß die Antennensignale von auf der Oberseite einer ersten Substratplatte (10) angeordneten Antennenelementen (11) über koaxiale Durchführungen (14, 15, 16) einer mit der Unterseite der ersten Substratplatte verbundenen Metallplatte (13) an die Unterseite einer zweiten Substratplatte (18) gelangen, deren Oberseite ebenfalls mit der Metallplatte verbunden ist und deren Unterseite mit Leitungsbahnen (20) zur Signalzusammenführung und -weiterverarbeitung versehen ist.
2. Array-Antenne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallplatte (13) eine Dicke (d) aufweist, die etwa ein ganzzahliges Vielfaches der halben Betriebswellenlänge (λ) der zu übertragenden Signale ist.
3. Array-Antenne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die gewünschte Impedanz des Antennenelements (11) durch die außermittige Ankopplung an einen definierten Punkt des Antennenelements eingestellt wird und der Durchmesser des Innenleiters der koaxialen Durchführung klein gegenüber dem Durchmesser der Antennenelemente (11) gewählt ist.
4. Array-Antenne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Antennenelemente (11) vorzugsweise kreisförmig, quadratisch oder dreieckig gestaltet sind.

...

5. Array-Antenne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß durch eine zweite, um 90° versetzte Auskopplung der Antennenelemente (11) eine getrennte Erfassung der orthogonalen Komponenten einer zirkular polarisierten Welle erfolgt, wobei für jede lineare Komponente eine eigene Substratplatte (18, 31) zur phasenrichtigen Leistungszusammenführung vorgesehen ist.
6. Array-Antenne nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die getrennte Erfassung orthogonaler Polarisierungsebenen den Empfang beider linear polarisierter Signale und bei phasenrichtiger Zusammenfassung durch einen 3-dB-Koppler gegebenenfalls auch den Empfang links- bzw. rechtszirkular polarisierter Signale gestattet (Fig. 5).
7. Array-Antenne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Leistungszusammenführung der Antennenelemente (11) einer Zeile des Arrays (Fig. 5) durch Serienschaltung auf der ersten Substratplatte (10) erfolgt.
8. Array-Antenne nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die für die Verbindung der Antennenelemente (11) benötigten Leiterbahnstücke (30, 31) eine einem ganzzahligen Vielfachen der halben Betriebswellenlänge entsprechende Länge aufweisen.
9. Array-Antenne nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung der Array-Antenne zur Schwenkung der Empfangsrichtung wenigstens in einer Richtung mittels einer elektronischen Steuerschaltung (36) erfolgt.
10. Array-Antenne nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die elektronische Steuerung über einstellbare Phasenschieber (35) erfolgt.

11. Array-Antenne nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die einstellbaren Phasenschieber (35) aktive Phasenschieber sind und daß jeder Zeile von Antennenelementen (11) ein einstellbarer Phasenschieber (35) zugeordnet ist.

12. Array-Antenne nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Phasenschieber (35) Halbleiterbauelemente enthalten, die auf der zweiten Substratplatte (18) angeordnet sind.



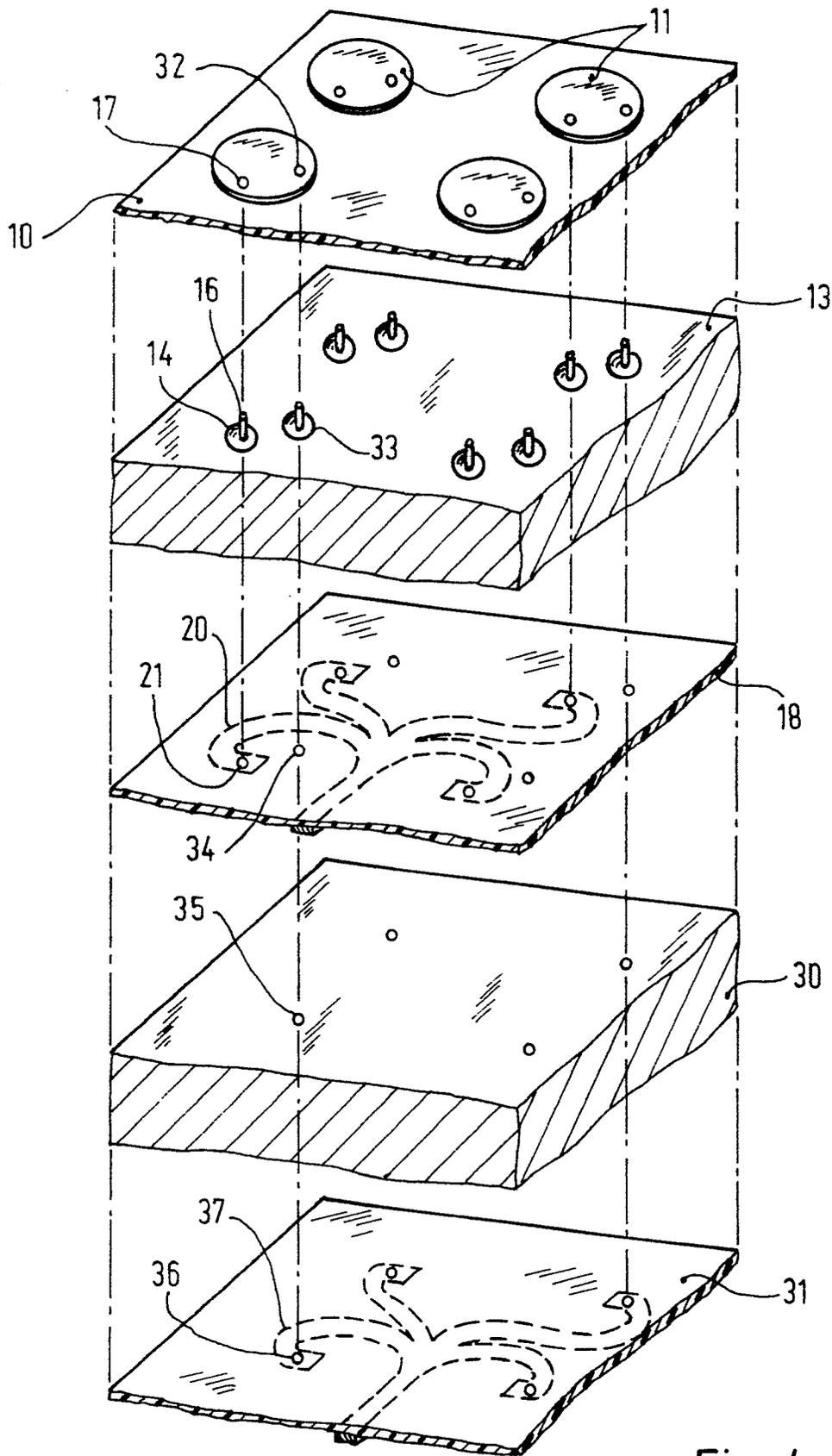


Fig. 4



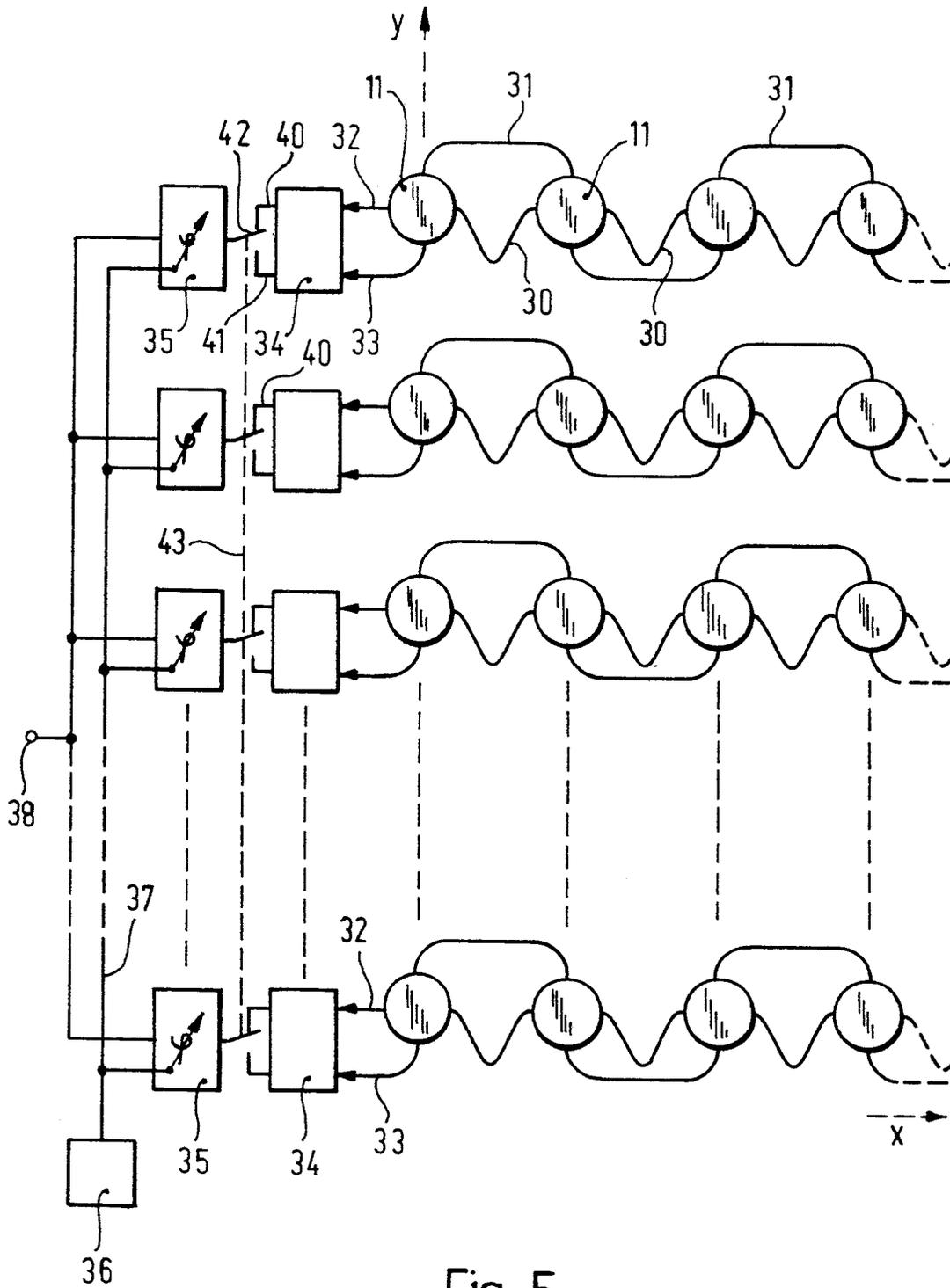


Fig. 5

