

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 147 693 B1**

12

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

- 45 Veröffentlichungstag der Patentschrift: **13.05.92** 51 Int. Cl.⁵: **H01P 1/161**
21 Anmeldenummer: **84114869.5**
22 Anmeldetag: **06.12.84**

54 **Breitband-Polarisationsweiche.**

30 Priorität: **16.12.83 DE 3345689**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.07.85 Patentblatt 85/28

45 Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
13.05.92 Patentblatt 92/20

84 Benannte Vertragsstaaten:
FR GB IT SE

56 Entgegenhaltungen:
DE-A- 2 521 956 FR-A- 2 371 065
FR-A- 2 518 822 US-A- 3 201 717
US-A- 3 325 751 US-A- 4 176 330

73 Patentinhaber: **Messerschmitt-Bölkow-Blohm
Gesellschaft mit beschränkter Haftung
Robert-Koch-Strasse
W-8012 Ottobrunn(DE)**

72 Erfinder: **Nathrath, Norbert, Dr.-Ing.
Dorfstrasse 47
W-8021 Taufkirchen(DE)**

EP 0 147 693 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Breitband-Polarisationsweiche für die Trennung von orthogonal linear polarisierten elektromagnetischen Wellen, wie sie im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 näher beschrieben ist.

Eine derartige Breitband-Polarisationsweiche ist aus der DE-OS 26 51 935 bekannt. Diese besteht aus einem eingangsseitigen Hohlleiterabschnitt quadratischen Querschnitts, in dem bevorzugt H_{10} - sowie H_{01} -Wellen geführt werden sollen. Diese sind bezüglich ihrer Feldstärkevektoren linear und orthogonal zueinander polarisiert. Um beide Polarisationen voneinander trennen zu können, sind in zwei einander gegenüberliegenden Wänden des Hohlleiterabschnittes rechteckige Koppelfenster eingelassen, deren Länge der Seitenlänge des quadratischen Hohlleiterquerschnitts entspricht und deren Breite die Hälfte davon beträgt. Von diesen Koppelfenstern zweigt jeweils ein Hohlleiterarm desselben rechteckigen Querschnitts ab, und zwar unter einem rechten Winkel gegen die durch die Längsachse des Hohlleiterabschnittes gegebene Hauptrichtung, wobei sich diese beiden seitlich abzweigenden Hohlleiterarme dann nach Zwischenschaltung von Krümmern in einer gemeinsamen Breitbandverzweigung vereinigen. Bei den Krümmern handelt es sich um je einen 180° - und einen 90° -Krümmer, die in zwei senkrecht aufeinanderstehenden Ebenen gekrümmt sind. Damit verläuft der Weg der beiden ausgekoppelten Wellen zunächst in einer zu der erwähnten Hauptrichtung senkrechten Ebene, um dann mittels der beiden 90° -Krümmern in eine zur Hauptrichtung parallele Richtung umgelenkt zu werden. Hinter den Koppelfenstern setzt sich der quadratische Hohlleiterabschnitt als durchlaufender Hohlleiterarm fort, und zwar unter Verminderung seines zunächst quadratischen Querschnitts auf einen Rechteckquerschnitt der halben Querschnittsfläche, wobei eine Seitenlänge beibehalten wird. Zu Beginn dieses durchlaufenden Hohlleiterarmes, d.h. hinter den Koppelfenstern, ist in dessen Innerem eine Trennstruktur angeordnet, die im wesentlichen aus einem dünnen, ebenen Blech besteht und senkrecht zu den die Koppelfenster aufweisenden Hohlleiterwänden orientiert ist. Dieses Blech läuft in Richtung zum eingangsseitigen Hohlleiterabschnitt hin in einer Spitze aus und dient als Sperre für die in die seitlichen Hohlleiterarme einzukoppelnden Polarisationsanteile. Die Querschnittsfläche der seitlichen Hohlleiterarme entspricht zunächst der Hälfte der quadratischen Querschnittsfläche des eingangsseitigen Hohlleiterabschnitts. Im Anschluß an die beiden 90° -Krümmern entsteht durch Vereinigung der beiden Hohlleiterarme zunächst wieder ein quadratischer Querschnitt, der dann mittels eines refle-

xionsarmen Übergangs auf den ursprünglichen Rechteckquerschnitt des einzelnen Hohlleiterarms vermindert wird.

Mit der bekannten Breitband-Polarisationsweiche ist es möglich, beispielsweise die beiden orthogonalen Grundwellen vom Typ H_{10} bzw. H_{01} sauber voneinander zu trennen, und zwar über einen breiten Frequenzbereich. Ein wichtiger Anwendungsbereich derartiger Breitband-Polarisationsweichen stellt der Nachrichtenverkehr über Satelliten dar. Nach wie vor kommt es bei von Satelliten mitzuführenden Teilen darauf an, daß diese möglichst platzsparend und leicht ausgeführt werden, so auch im vorliegenden Falle bei den Speisesystemen für Satelliten-Mikrowellenantennen. In dieser Hinsicht stellt die bekannte Breitband-Polarisationsweiche noch nicht das Optimum dar. Insbesondere durch die seitlich relativ weit ausladenden, von den Koppelfenstern abzweigenden Hohlleiterarme wird die Gesamtanordnung sperrig und vom Raumbedarf her aufwendig. Der Krümmungsradius der 180° -Krümmer kann naturgemäß nicht beliebig verringert werden und die senkrecht zur Längsachse des eingangsseitigen Hohlleiterabschnittes von den abzweigenden Hohlleiterarmen beanspruchte Fläche beträgt ein Vielfaches des eingangsseitigen quadratischen Querschnittes.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Breitband-Polarisationsweiche der eingangs genannten Art bereitzustellen, die kompakter gebaut ist und daher einen geringeren Raumbedarf aufweist, ohne daß dadurch die elektrischen Eigenschaften verschlechtert würden.

Gemäß der Erfindung ist diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die seitlichen Hohlleiterarme jeweils von dem Hohlleiterabschnitt unter einem spitzen Winkel abzweigen, nach Einschaltung eines E-Ebenen-Krümmers zu der durch die Längsachse des Hohlleiterabschnittes gegebenen Hauptrichtung in etwa parallel geführt sind und nach Einschaltung eines weiteren, S-förmigen E-Ebenen-Krümmers in der Breitbandverzweigung zusammenlaufen, und daß der durchlaufende Hohlleiterarm vor der Breitbandverzweigung mittels eines S-förmigen E-Ebenen-Krümmers gegenüber der Hauptrichtung parallel versetzt ist.

Im Gegensatz zu der durch die bekannte Breitband-Polarisationsweiche gegebenen Anordnung sind nunmehr der eingangsseitige Hohlleiterabschnitt sowie die von diesem seitlich abzweigenden beiden Hohlleiterarme bis einschließlich zu deren Vereinigung in der Breitbandverzweigung in derselben Ebene geführt. Hierdurch und aufgrund der Tatsache, daß die beiden Hohlleiterarme nunmehr unter einem spitzen Winkel gegenüber der erwähnten Hauptrichtung abzweigen, wird erreicht, daß die Gesamtanordnung wesentlich schlanker ausfällt und der Flächenbedarf senkrecht zur

Hauptrichtung erheblich vermindert ist. Lediglich der durchlaufende Hohlleiterarm muß, da er direkt auf die Breitbandverzweigung, in der die beiden seitlich abgezweigten Hohlleiterarme zusammenlaufen, zuläuft, vor Erreichen derselben mit Hilfe eines S-förmigen E-Ebenen-Krümmers aus der erwähnten Ebene heraus- und an der Breitbandverzweigung vorbeigeführt werden.

In zweckmäßiger Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, die rechteckige Querschnittsfläche der seitlich abzweigenden Hohlleiterarme über ihre Länge hin mit reflexionsarmen Übergängen auf ein Viertel der Querschnittsfläche des eingangsseitigen Hohlleiterabschnittes zu vermindern. Durch die Zusammenführung der beiden Hohlleiterarme in der Breitbandverzweigung entsteht dann ein Rechteckquerschnitt, der der halbierten quadratischen Querschnittsfläche des Hohlleiterabschnittes gleichkommt und gleichzeitig einen Normhohlleiterquerschnitt darstellt. Analog hierzu wird vorgeschlagen, den Querschnitt des durchlaufenden Hohlleiterarms mittels eines reflexionsarmen Übergangs in einen Rechteckquerschnitt überzuführen, der der halbierten Querschnittsfläche des quadratischen Hohlleiterabschnittes entspricht. Ausgangsseitig liegen dann zwei Hohlleiterausgänge vor, die beide denselben rechteckigen Querschnitt, nämlich die Hälfte des ursprünglichen quadratischen Querschnitts, aufweisen, jedoch um 90° gegeneinander verdreht sind.

Der gesamte Raumbedarf der vorgeschlagenen Anordnung ist ersichtlich wesentlich geringer als der der bekannten Anordnung, womit jedoch keinerlei Verschlechterung der elektrischen Eigenschaften verbunden ist.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der Abbildungen näher erläutert. Es zeigen in schematischer Weise:

- Fig.1a eine Breitband-Polarisationsweiche gemäß der Erfindung in Draufsicht,
- Fig.1b die Breitband-Polarisationsweiche der Fig.1a in Seitenansicht,
- Fig.2 eine Trennstruktur in dem durchlaufenden Hohlleiterarm.

Die in den Fig.1a und 1b in Drauf- bzw. Seitenansicht gezeigte Breitband-Polarisationsweiche 1 weist einen eingangsseitigen Hohlleiterabschnitt 4 auf, dessen quadratischer Querschnitt in Fig.1b links angedeutet ist (Seitenlänge a). In diesem Hohlleiterabschnitt sind beispielsweise die Grundwellen vom Typ H_{10} sowie H_{01} , die zueinander orthogonal linear polarisiert sind, ausbreitungsfähig (in Fig.1b links angedeutet). Um diese beiden Wellen sauber, d.h. mit vollständiger Entkopplung voneinander zu trennen, sind in zwei einander gegenüberliegenden Wänden des Hohlleiterabschnittes 4 rechteckige Koppelfenster 11 eingelassen. Diese nehmen die gesamte Höhe a der Hohlleiterwand

ein. Von jedem dieser Koppelfenster zweigt seitlich unter einem Winkel α gegen die durch die Längsachse des Hohlleiterabschnittes 4 gegebene Richtung ein im Querschnitt rechteckförmiger Hohlleiterarm 2 bzw. 3 ab. Dieser soll vorzugsweise die Breite $b = a/2$ besitzen, woraus sich für die Breite eines Koppelfensters der Wert $b/\sin \alpha$ ergibt. Kurz nach der Abzweigung der seitlichen Hohlleiterarme 2, 3 münden diese jeweils in einen E-Ebenen-Krümmers 5 ein, durch den die Abweichung um den Winkel α gegenüber der Längsachse 6 des Hohlleiterabschnittes 4 wieder rückgängig gemacht wird. Die seitlichen Hohlleiterarme 2 bzw. 3 verlaufen danach annähernd parallel zur Richtung der Längsachse 6. Gleichzeitig wird ihr Querschnitt durch reflexionsarme Übergänge, beispielsweise Exponential- oder Stufenübergänge, unter Beibehaltung der Höhe a halbiert, und zwar auf die Breite $b/2$. Schließlich gehen beide seitlichen Hohlleiterarme 2, 3 in S-förmige E-Ebenen-Krümmers 7 über und vereinigen sich in einer Breitbandverzweigung 8, wodurch ein Ausgangsquerschnitt für die eine Polarisation gegeben ist, der gleich der Hälfte des eingangsseitigen quadratischen Querschnittes ist (Normhohlleiterquerschnitt).

Wie schon aus Fig.1a ersichtlich, wird der eingangsseitige Hohlleiterabschnitt 4 hinter den Koppelfenstern 11 als durchgehender Hohlleiterarm 9 weitergeführt. Ohne Richtungsänderung würde letzterer direkt auf die Breitbandverzweigung 8 treffen, die mit den beiden seitlichen Hohlleiterarmen 2, 3 sowie dem eingangsseitigen Hohlleiterabschnitt in derselben Ebene liegt, und zwar bezüglich der jeweiligen Mittelachsen. Wie aus Fig.1b zu entnehmen ist, wird der durchlaufende Hohlleiterarm 9 zunächst durch einen reflexionsarmen Übergang vom quadratischen Querschnitt des eingangsseitigen Hohlleiterabschnittes 4 unter Beibehaltung einer Seite a in einen Rechteckquerschnitt mit der anderen Seite $b = a/2$ überführt. Es schließt sich ein S-förmiger E-Ebenen-Krümmers 10 an, durch den der durchlaufende Hohlleiterarm 9 aus der oben erwähnten Ebene herausgeführt, d.h. praktisch bezüglich der durch die Längsachse 6 gegebenen Hauptrichtung parallel versetzt wird. Rechts in Fig. 1b sind die beiden ausgangsseitigen Rechteckquerschnitte für die beiden nunmehr getrennten, orthogonal polarisierten Wellen dargestellt. Diese beiden Ausgangsquerschnitte bilden jeweils die halbe Querschnittsfläche des eingangsseitigen quadratischen Querschnitts und sind um 90° gegeneinander verdreht. Der Abstand c zwischen den beiden Ausgängen kann selbstverständlich gegenüber der in Fig.1b dargestellten Dimensionierung durch Wahl eines flacheren S-förmigen Krümmers 10 erheblich verringert werden. Auch die durch die seitlich ausladenden Hohlleiterarme 2 und 3 gegebene Gesamtbreite der Polarisationsweiche kann

im Vergleich zu der Darstellung der Fig.1a noch verringert werden, und zwar dadurch, daß die E-Ebenen-Krümmen 5 unmittelbar hinter dem jeweiligen Koppelfenster 11 ansetzen.

Aus dem zuvor Geschilderten wird im Zusammenhang mit den Figuren 1a, 1b deutlich, daß die Breitband-Polarisationsweiche gemäß der Erfindung eine geometrisch sehr schlanke Anordnung darstellt und daher bezüglich des Raumbedarfes wesentlich günstiger gestaltet ist als die eingangs geschilderte, bekannte Anordnung der DE-OS 26 51 935. Dabei ist hervorzuheben, daß dies mit keiner Verschlechterung der elektrischen Eigenschaften erkauft wird. Vielmehr wird neben der kompakten und platzsparenden Geometrie eine breitbandige Trennung orthogonaler, linear polarisierter Wellen bei guter Anpassung ermöglicht.

Der Winkel α , unter dem die seitlichen Hohlleiterarme 2, 3 abzweigen, ist von vornherein prinzipiell nicht festgelegt, sondern kann in Grenzen bei jeder Auslegung den Erfordernissen angepaßt werden. In den Koppelfestern 11 können in bekannter Weise leitende Stifte angeordnet sein, und zwar parallel zum E-Vektor der durchlaufenden Welle, wobei durch deren Lage und Dimensionierung die Anpassung der durchlaufenden Welle beeinflußt wird. Weiterhin vermindern diese Stifte die Entstehung höherer Wellentypen in diesem Hohlleiterbereich.

Wie in Fig.2 gezeigt, kann in der Mittelebene des durchlaufenden Hohlleiterarmes 9 direkt hinter den Koppelfestern 11 eine senkrecht zum E-Vektor der durchlaufenden Welle orientierte, flächenhafte Trennstruktur 12 in Form eines dünnen Bleches angeordnet sein, welche für die seitlich durch die Koppelfenster ausgekoppelte Welle Sperrfunktion besitzt. Anstelle eines Bleches können auch mehrere symmetrisch übereinander angeordnete Bleche vorgesehen sein. Diese Bleche sind wegen ihrer geringen Dicke für die durchlaufende Welle nahezu ohne Einfluß. Für die erfindungsgemäße Polarisationsweiche erweist es sich als besonders zweckmäßig, die eingangsseitigen Enden der Trennstruktur 12 mit gestuft keilförmiger Spitze auszubilden, und zwar mit dem Keilwinkel 2α , wie in Fig.2 dargestellt. Durch diese gestufte Spitzenform wird eine besonders gute breitbandige Anpassung der seitlich ausgekoppelten Welle erreicht.

Patentansprüche

1. Breitband-Polarisationsweiche für die Trennung von orthogonal linear polarisierten elektromagnetischen Wellen, mit einem eingangsseitigen Hohlleiterabschnitt (4) rechteckigen oder quadratischen Querschnitts, an zwei gegenüberliegenden Stellen in dessen Wänden quer zu seiner Längsachse (6) eingebrachten, rechteckigen

Koppelfestern (11), von letzteren jeweils seitlich abzweigenden Hohlleiterarmen (2,3) rechteckigen Querschnitts, welche unter Einschaltung von Krümmern (5,7) in eine gemeinsame Breitbandverzweigung (8) einmünden, wobei der eingangsseitige Hohlleiterabschnitt (4) sich hinter den Koppelfestern (11) in axialer Richtung als ein durchlaufender Hohlleiterarm (9) fortsetzt, in dessen Innerem eine hinter den Koppelfestern (11) beginnende und quer zu diesen orientierte, flächenhafte Trennstruktur (12) angeordnet ist, dadurch **gekennzeichnet**, daß die seitlichen Hohlleiterarme (2, 3) jeweils von dem Hohlleiterabschnitt (4) unter einem spitzen Winkel (α) abzweigen, nach Einschaltung eines E-Ebenen-Krümmers (5) zu der durch die Längsachse (6) des Hohlleiterabschnittes (4) gegebenen Hauptrichtung in etwa parallel geführt sind und nach Einschaltung eines weiteren, S-förmigen E-Ebenen-Krümmers (7) in der Breitbandverzweigung (8) zusammenlaufen, und daß der durchlaufende Hohlleiterarm (9) vor der Breitbandverzweigung (8) mittels eines S-förmigen E-Ebenen-Krümmers (10) gegenüber der Hauptrichtung parallel versetzt ist.

2. Breitband-Polarisationsweiche nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Rechteckquerschnitte der seitlichen Hohlleiterarme (2, 3) über ihre Länge hin mit reflexionsarmen Übergängen auf ca. ein Viertel der Querschnittsfläche des eingangsseitigen Hohlleiterabschnittes (4) vermindert sind.
3. Breitband-Polarisationsweiche nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß der quadratische Querschnitt des eingangsseitigen Hohlleiterabschnittes (4) im durchlaufenden Hohlleiterarm (9) vor dem S-förmigen E-Ebenen-Krümmers (10) mittels eines reflexionsarmen Übergangs in einen Rechteckquerschnitt halbiertes Querschnittsfläche übergeht.
4. Breitband-Polarisationsweiche nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Trennstruktur (12) aus einem oder mehreren parallel zueinander angeordneten Blechen besteht, die zum Hohlleiterabschnitt (4) hin jeweils in einer gestuft keilförmigen Spitze auslaufen.

Claims

1. Broadband polarisation branch for separation of orthogonal linear polarised electromagnetic waves, having on the input displacement a hollow conductor section (4) of rectangular or

square cross-section, rectangular coupling windows (11) fitted in two opposite locations in its walls and transversely to its longitudinal axis (6), hollow conductor arms (2, 3) of rectangular cross-section branching off laterally from the respective coupling windows and terminating with the inclusion of bends (5, 7) in a common broadband branch (8), in which respect the hollow conductor section (4) at the input displacement continues behind the coupling windows (11) in the axial direction in the form of a continuous hollow conductor arm (9) with a surfaced separating structure (12) arranged in its interior, commencing behind the coupling windows and transversely oriented thereto, characterised in that the respective lateral hollow conductor arms (2, 3) branch off from the respective hollow conductor section (4) at an acute angle (α), are ducted approximately in parallel after the inclusion of an E-plane bend (5) relative to the main direction given by the longitudinal axis (6) of the hollow conductor section (4), and merge after insertion of a further S-shaped E-plane bend (7) in the broadband branch (8), and that the continuous hollow conductor arm (9) in front of the broadband branch (8) is transposed in parallel with the main direction by means of an S-shaped E-plane bend (10).

2. Broadband polarisation branch according to claim 1, characterised in that the rectangular cross-sections of the lateral hollow conductor arms (2, 3) are reduced over their length having low-reflex transfers to approximately a quarter of the cross-sectional surface of the hollow conductor section (4) on the input side.
3. Broadband polarisation branch according to claim 1, characterised in that the square cross-section of the hollow conductor section (4) on the input displacement is converted into a rectangular cross-section of halved cross-sectional surface by means of low-reflex transition, in the continuous hollow conductor arm (9) in front of the S-shaped E-plane bend (10).
4. Broadband polarisation branch according to one of the above claims, characterised in that the separating structure (12) comprises one or more metal plates arranged in parallel relative to each other, which terminate towards the hollow conductor section (4) in a respective stepped wedged shaped tip.

Revendications

1. Jonction de polarisation à large bande pour la séparation d'ondes électromagnétiques, polarisées de façon orthogonale linéaire, comprenant une portion de guide d'ondes (4) côté entrée, de section rectangulaire ou carrée, des fenêtres de couplage (11) rectangulaires ménagées à des emplacements opposés dans les parois du guide d'ondes, perpendiculairement à l'axe longitudinal (6) de celui-ci, des branches de guide d'ondes (2, 3) de section rectangulaire, qui partent latéralement de ces fenêtres et débouchent, avec intercalage d'éléments coudés (5, 7), dans une dérivation (8) commune à large bande, la portion de guide d'ondes (4) côté entrée se prolongeant derrière les fenêtres de couplage (11), dans la direction axiale, sous la forme d'une branche (9) de guide d'ondes continue, à l'intérieur de laquelle est disposée une structure de séparation (12) plate, commençant derrière les fenêtres de couplage (11) et orientée perpendiculairement à celles-ci, caractérisée par le fait que les branches de guide d'ondes (2, 3) latérales bifurquent à partir de la portion de guide d'ondes (4) chaque fois sous un angle aigu (α), sont à peu près parallèles à la direction principale déterminée par l'axe longitudinal (6) de la portion de guide d'ondes (4), après intercalage d'un coude (5) de plan E, et convergent dans la dérivation (8) à large bande, après intercalage d'un autre coude (7) de plan E, en forme de S, et que, avant la dérivation (8) à large bande, la branche de guide d'ondes (9) continue est décalée parallèlement par rapport à la direction principale au moyen d'un coude (10) de plan E, en forme de S.
2. Jonction de polarisation à large bande selon la revendication 1, caractérisée par le fait que les sections rectangulaires des branches de guide d'ondes (2, 3) latérales sont réduites, à l'aide de transitions à faible réflexion, sur la longueur des branches à environ un quart de la surface de section de la portion de guide d'ondes (4) côté entrée.
3. Jonction de polarisation à large bande selon la revendication 1, caractérisée par le fait que, dans la branche de guide d'ondes (9) continue, la section carrée de la portion de guide d'ondes (4) côté entrée se transforme, avant le coude (10) de plan E, en forme de S, au moyen d'une transition à faible réflexion en une section rectangulaire dont la surface de section est divisée par deux.

4. Jonction de polarisation à large bande selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que la structure de séparation (12) est constituée d'une ou plusieurs tôles associées les unes aux autres en parallèle, qui, en direction de la portion de guide d'ondes (4), se terminent respectivement dans une pointe en forme de coin étagé.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

6

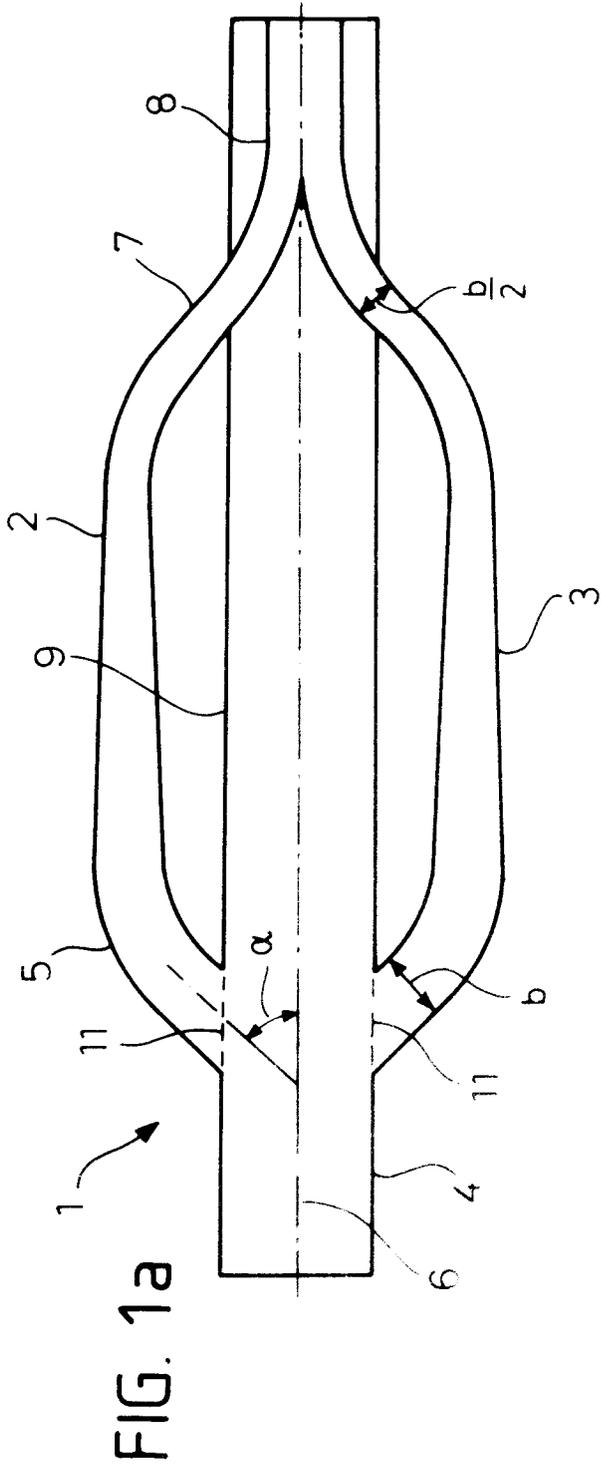


FIG. 1a

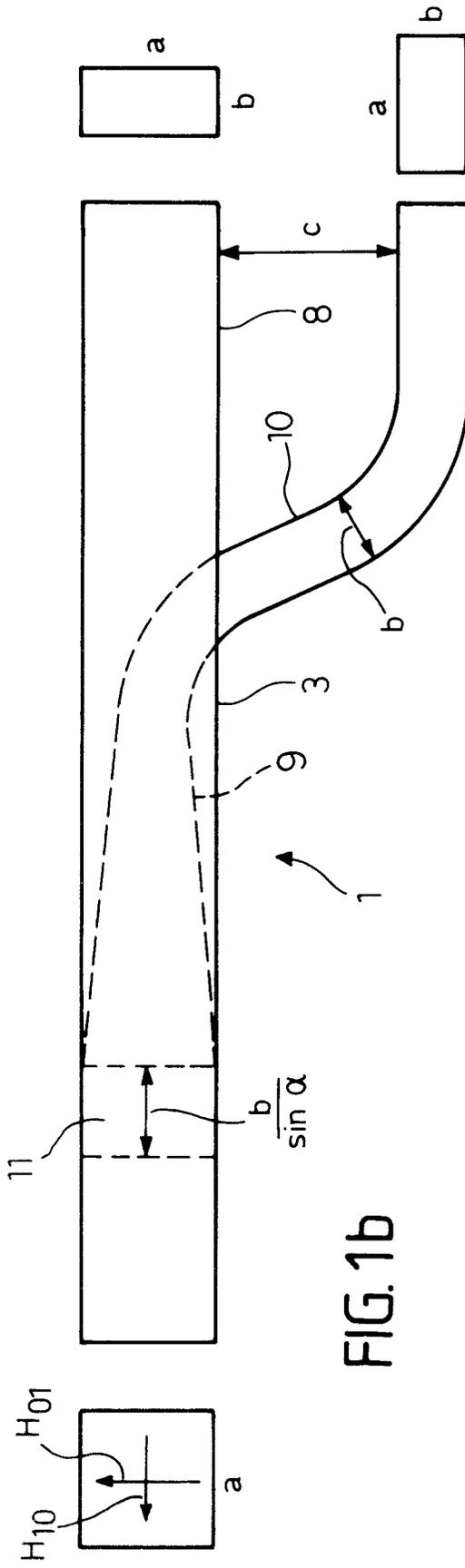


FIG. 1b

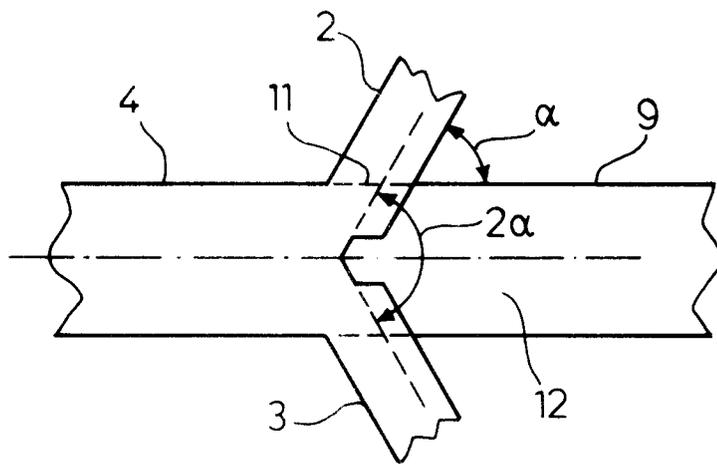


FIG. 2