

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 903 806 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

24.03.1999 Patentblatt 1999/12

(51) Int. Cl.⁶: H01Q 15/00

(21) Anmeldenummer: 98113850.6

(22) Anmeldetag: 24.07.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 29.07.1997 DE 19732569

(71) Anmelder:

Spinner GmbH Elektrotechnische Fabrik
80335 München (DE)

(72) Erfinder:

- Friedsam, Gerhard
80538 München (DE)
- Rasshofer, Ralph
86551 Aichach (DE)
- Biebl, Erwin, Dr.
82110 Germering (DE)

(74) Vertreter:

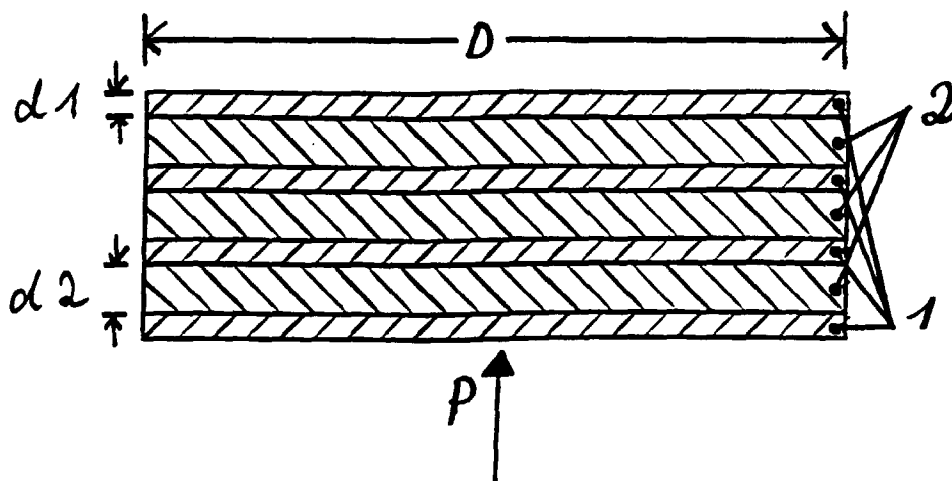
Prietsch, Reiner, Dipl.-Ing.
Patentanwalt
Schäufeleinstraße 7
80687 München (DE)

(54) Quasioptisches Filter und Antennenanordnung mit einem solchen Filter

(57) Ein quasioptisches Oberwellenfilter für sich unter Freiraumbedingungen ausbreitende HF-Energie besteht aus einer Filterplatte aus einer Anzahl von Schichten (1,2) aus Stoffen, deren Dielektrizitätszahlen und deren Dicken (d_1, d_2) so gewählt sind, daß das Filter für HF-Energie mit der Frequenz der Grundwelle einen möglichst hohen Transmissionsfaktor und für HF-Energie mit der Frequenz mindestens der ersten Ober-

welle einen hohen Reflexionsfaktor hat. Die Oberfläche der Schichten (1,2;21,22) können planar oder Ausschnitte der Oberflächen von Kugeln oder von Ellipsoiden bilden bzw. integraler Bestandteil (4) einer dielektrischen Linse (5) sein. Das Filter kann auch in einer Antennenanordnung in Verbindung mit einem Absorber für die Oberwelle verwendet werden.

Fig. 1



EP 0 903 806 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein quasioptisches Filter zur Aufteilung von sich unter Freiraumbedingungen mit unterschiedlichen Frequenzen ausbreitender HF-Energie, bestehend aus einer Filterplatte mit einer Anzahl von Schichten aus Stoffen, deren Dielektrizitätszahlen und deren Dicken so gewählt sind, daß das Filter für HF-Energie einer ersten Frequenz einen möglichst hohen Transmissionsfaktor und für HF-Energie mindestens einer zweiten Frequenz einen hohen Reflexionsfaktor hat.

[0002] Aus der DE 36 01 553 C2 ist eine Anordnung zur Aufteilung von HF-Energie bekannt, die im wesentlichen den vorstehend angegebenen Aufbau hat. Diese Anordnung dient als zumindest parabolähnliche Antenne für zu reflektierende HF-Energie einer "zweiten" Frequenz, die über eine der üblichen Speiseanordnungen abgestrahlt wird. Die HF-Energie einer "ersten" Frequenz, die ein ungeradzahliges Bruchteil der zweiten Frequenz ist, wird von einem getrennten Antennensystem, das entweder hinter der parabolähnlichen Antenne liegt oder in diese integriert ist, abgestrahlt. Für diese HF-Energie der ersten Frequenz ist die die parabolähnliche Antenne bildende Anordnung durchlässig, so daß die Hauptstrahlrichtung der HF-Energie der ersten Frequenz mit derjenigen der zweiten Frequenz zusammenfällt.

[0003] Eine ähnliche Verwendung einer solchen quasioptischen Filteranordnung im wesentlichen als Reflektor ist aus der DE 196 07 934 C1 bekannt. Das Filter reflektiert den frequenzmäßig erwünschten Anteil der einfallenden HF-Energie, während die frequenzmäßig unerwünschten Anteile in den Reflektoraufbau, also das Filter, ein- und aus diesem rückseitig wieder austreten sollen. Allerdings ist der Reflektor nicht vollständig transparent. Aus Figur 2 der Schrift ergibt sich, daß z.B. die erwünschten, reflektierten Anteile der HF-Energie bei ca. 10 und ca. 13,5 GHz liegen, während die unerwünschten Anteile bei ca. 11,5 und 14,5 GHz liegen.

[0004] Die Erfindung geht jedoch von einem anderen Problem aus, das darin besteht, daß Oszillatoren regelmäßig neben der HF-Energie der gewünschten Frequenz auch HF-Energie auf Oberwellenfrequenzen erzeugen. Insbesondere bei Mikrowellen- und Millimeter-Oszillatoren oberhalb von etwa 10 GHz ist die bei der ersten und oft noch der zweiten Oberwelle ab gegebene HF-Energie unwesentlich geringer als die HF-Energie der Grundwelle. Zur Unterdrückung der HF-Energie auf den unerwünschten Oberwellenfrequenzen sind daher regelmäßig Oberwellenfilter mit einer hohen Sperrdämpfung von typisch mehr als 30 dB notwendig.

[0005] Bekannte Lösungen sehen das Oberwellenfilter in dem die Signalquelle und die Sendeantenne verbindenden Wellenleiter vor, vgl. z.B. H. S. Wa, M. Tsuji, "A Completely Theoretical Design Method of Dielectric Image Guide Gratings in the Bragg Reflection Region", IEEE Transactions on Microwave and Techniques, Band

MTT-34, Nr. 4, April 1986 und J.J. Taub, J. Cohen, "Quasi-optical Waveguide Filter for Millimeter and Sub-millimeter Wavelengths", Proceedings of the IEEE, Band 54, Nr. 4, April 1966. Die Verwirklichung solcher gleichzeitig als Oberwellenfilter wirkender Wellenleiter ist allerdings konstruktiv sehr aufwendig, bei Hohlleitern sogar prinzipbedingt unmöglich. Hinzu kommt, daß das Prinzip bei Oszillatoren, die mit der Antenne nicht über einen Wellenleiter verbunden sondern in diese integriert sind, nicht anwendbar ist.

[0006] Allerdings ist auch schon ein quasioptisches Bandpaßfilter bekannt, das direkt in den Strahlengang einer hochfrequenten Übertragungsstrecke außerhalb eines Wellenleiters eingebracht werden kann (siehe z.B. P.G. Wannier, J.A. Arnaud, F.A. Pelow, A.A.M. Saleh, "Quasioptical Band-Rejection Filter at 100 GHz", Rev. Sci. Instrum., Band 47, Nr. 1, Januar 1976). Das Filter besteht aus einer planparallelen dielektrischen Scheibe die beidseitig mit periodischen, planaren, metallischen Streukörpern strukturiert ist. Auf diese Weise arbeitet das Filter nach dem Prinzip des in der Lasertechnik üblichen Fabry-Perrot-Resonators. Allerdings ist dieses Filter schmalbandig, hat eine verhältnismäßig hohe Einfügedämpfung von 2 bis 3 dB im Durchlaßbereich und eine unzureichende Sperrdämpfung.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein im Zusammenhang mit der Abstrahlung von HF-Energie verwendbares Filter zur Unterdrückung von Oberwellen, mindestens der ersten Oberwelle, zu schaffen, das unabhängig von dem Vorhandensein einer Wellenleiterverbindung zwischen der HF-Energiequelle und der Antenne ist.

[0008] Zur Lösung dieser Aufgabe geht die Erfindung von dem an sich bekannten, quasioptischen Filter gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 aus und schlägt vor, die Dielektrizitätszahlen und die Dicken der Schichten so zu bemessen, daß die zweite Frequenz ein Vielfaches der ersten Frequenz ist.

[0009] Die Filtercharakteristik kann durch die Wahl der Dielektrizitätszahl ϵ_r sowie die Dicke der einzelnen Schichten eingestellt werden. Sofern die die einzelnen Schichten bildenden Stoffe auch eine von 1 verschiedene relative Permeabilität μ_r haben, ist auch diese zu berücksichtigen. Bekanntlich wird eine maximale Sperrdämpfung dann erreicht, wenn die Dicke h jeder Schicht gleich $\lambda/4$ ist, wobei $\lambda = \lambda_0 / \sqrt{\epsilon_r \mu_r}$ die Wellenlänge in dem gewünschten Stoff bei der gewünschten Sperrfrequenz ist. Durch kleine Abweichungen der Schichtdicken von dem genannten Wert kann jedoch der Sperrbereich verbreitert oder die Welligkeit im Durchlaßbereich reduziert werden. Bei geeigneter Wahl der Schichten lassen sich die Mitte des Sperrbereichs und dessen Breite so einstellen, daß neben der ersten auch höhere Oberwellen noch in den Sperrbereich fallen.

[0010] Die Abmessungen des Filters rechtwinklig zu seiner Dicke sollten größer als vier Wellenlängen der HF-Energie der ersten Frequenz sein (Anspruch 2). Je

größer diese Abmessungen sind, desto kleiner ist die Divergenz des HF-Energiestrahls. Bei Anbringung des Filters in der Taille eines Gauß'schen Strahls reichen jedoch die genannten vier Wellenlängen der HF-Energie der ersten Frequenz aus.

[0011] Im einfachsten Fall besteht das Filter aus planen Schichten. Zur Anpassung an gekrümmte Wellenfronten können die Oberflächen der Schichten jedoch auch Ausschnitte der Oberflächen von Kugeln mit einem gemeinsamen Mittelpunkt (Anspruch 3) oder von Ellipsoiden mit gemeinsamen Brennpunkten (Anspruch 4) sein.

[0012] Es ist bekannt, daß die Filterwirkung quasioptischer Filter umso besser ist, je größer der Unterschied zwischen der relativen Dielektrizitätszahlen (und gegebenenfalls den relativen Permeabilitäten) der Stoffe aufeinanderfolgender Schichten ist. Hierzu kann zum Beispiel mindestens einer der Stoffe der Schichten ein Gas (Anspruch 5) oder ein Kunststoffschaum (Anspruch 6) sein. Zumindest im ersteren Fall wird die Dicke der betreffenden Schicht durch entsprechende Abstandshalter festgelegt.

[0013] Wenn die HF-Energie über eine Hornantenne abgestrahlt wird, kann das Filter gleichzeitig als Abdeckung der strahlenden Öffnung dieser Sonderform eines Hohlleiters ausgebildet sein (Anspruch 7).

[0014] Häufig werden in Verbindung mit Höchstfrequenzantennen dielektrische Linsen zur Strahlformung eingesetzt. In diesem Fall kann das Filter einen integralen Bestandteil der Linse bilden (Anspruch 8). Insbesondere kann das Filter auf einer der Großflächen der dielektrischen Linse angeordnet und mit dieser einstückig verbunden sein.

[0015] Die Oberwellen werden an dem Filter reflektiert. Im Fall eines ebenen Filters, dessen Flächennormale mit der Hauptstrahlrichtung der HF-Energie zusammenfällt, werden also die Oberwellen in die Signalquelle zurückreflektiert. Dies ist häufig unerwünscht und kann vermieden werden wenn die Flächennormale des Filters mit der Hauptstrahlrichtung der HF-Energie einen Winkel einschließt (Anspruch 9). Dieser Winkel kann z.B. zwischen 10° und 60° betragen.

[0016] Bei einer Antennenanordnung, die ein so orientiertes Filter umfaßt, kann in Fortpflanzungsrichtung der reflektierten HF-Energie der zweiten Frequenz außerhalb der Hauptstrahlrichtung ein Absorber für die reflektierte HF-Energie angebracht sein (Anspruch 10).

[0017] Bevorzugt wird das vorgeschlagene, quasioptische Filter zur Unterdrückung mindestens der ersten Oberwelle eines HF-Signals verwendet (Anspruch 11).

[0018] In der Zeichnung ist das quasioptische Filter nach der Erfindung in mehreren, beispielsweise gewählten Ausführungsformen schematisch vereinfacht im Schnitt dargestellt. Es zeigt:

Fig. 1 ein planes Filter,

Fig. 2 eine besonders einfache Ausführungsform

eines planen Filters,

Fig. 3 ein halbkugelförmiges Filter,

5 Fig. 4 ein planes Filter in Verbindung mit einer dielektrischen Linse.

[0019] Figur 1 zeigt ein Oberwellenfilter aus sieben Schichten, von denen vier Schichten 1 eine erste Dicke d1 haben, zwischen denen drei Schichten 2 mit der Dicke d2 liegen. Die Dielektrizitätszahlen und die Dicken d1, d2 der Schichten 1, 2 sind so bemessen, daß das Filter für auf eine seiner Großflächen z.B. in Richtung des Pfeiles P auffallende HF-Strahlung einer gegebenen Nutzfrequenz einen möglichst hohen Transmissionsfaktor hat, jedoch mindestens die in der HF-Strahlung ebenfalls enthaltene erste Oberwelle entsprechend dem Doppelten der Nutzfrequenz möglichst vollständig reflektiert. Es ist zweckmäßig, wenn die die Schichten 1, 2 bildenden Materialien sehr unterschiedliche Dielektrizitätszahlen und gegebenenfalls auch sehr unterschiedliche relative Permittivitäten haben. In diesem nicht beschränkenden Ausführungsbeispiel ist das Filter aus nur zwei unterschiedlichen Stoffen geschichtet. Das Filter kann als plane Kreisscheibe ausgebildet sein. In diesem Fall beträgt der Durchmesser D wenigstens das Vierfache der Wellenlänge der Grundwelle entsprechend der Nutzfrequenz. Die Nutzfrequenz liegt bevorzugt im Gigahertzbereich.

[0020] Während sich das Filter nach Figur 1 vor allem als Oberwellenfilter für HF-Strahlung mit wenigstens näherungsweise ebenen Wellenfronten eignet, zeigt Figur 2 eine Ausführungsform für HF-Strahlung mit gekrümmten, z.B. kugelförmig gekrümmten Wellenfronten. Das Oberwellenfilter ist analog demjenigen nach Fig. 1 aufgebaut. Es besteht ebenfalls aus nur zwei unterschiedlichen Stoffen, nämlich zwei Schichten 21 sowie drei Schichten 22. Die Schichten 21, 22 stellen Ausschnitte aus den Oberflächen von Kugeln mit einem gemeinsamen Mittelpunkt dar.

[0021] Figur 3 zeigt ein planes Filter mit vier gleichen Schichten 31, die voneinander durch Abstandhalter 33 getrennt sind. Die Dicke der Abstandhalter 33 legt die Dicke d2 der Schichten 32 fest, die hier aus Luft bestehen, jedoch auch aus einem Kunststoffschaum sein können, dessen Dielektrizitätszahl sehr nahe bei Eins liegt.

[0022] Figur 4 zeigt eine plane Filterplatte 4 mit einem ähnlichen Aufbau wie in Fig. 1 dargestellt, jedoch auf der Großfläche einer dielektrischen Linse 5 angeordnet und mit dieser in geeigneter Weise verbunden. Die dielektrische Linse 5 dient wie üblich der Strahlformung der durch das Filter 4 hindurchtretenden HF-Strahlung mit der Nutzfrequenz.

55

Patentansprüche

1. Quasioptisches Filter zur Aufteilung von sich unter

Freiraumbedingungen mit unterschiedlicher Frequenzen ausbreitender HF-Energie, bestehend aus einer Filterplatte aus einer Anzahl von Schichten aus Stoffen, deren Dielektrizitätszahlen und deren Dicken so gewählt sind, daß das Filter für HF-Energie einer ersten Frequenz einen möglichst hohen Transmissionsfaktor und für HF-Energie mindestens einer zweiten Frequenz einen hohen Reflexionsfaktor hat, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Dielektrizitätszahlen und die Dicken (d_1 , d_2) der Schichten (1, 2) so bemessen sind, daß die zweite Frequenz ein Vielfaches der ersten Frequenz ist.

ersten Oberwelle eines HF-Signals.

2. Filter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß seine Abmessungen (D) rechtwinklig zu seiner Dicke größer als vier Wellenlängen der HF-Energie der ersten Frequenz sind.
3. Filter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberflächen der Schichten (22, 23) Ausschnitte der Oberflächen von Kugeln mit einem gemeinsamen Mittelpunkt sind.
4. Filter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberflächen der Schichten Ausschnitte der Oberflächen von Ellipsoiden mit gemeinsamen Brennpunkten sind.
5. Filter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens einer der Stoffe (32) der Schichten ein Gas ist.
6. Filter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens einer der Stoffe der Schichten ein Kunststoffschäum ist.
7. Filter nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß es als Abdeckung der strahlenden Öffnung eines Hohlleiters ausgebildet ist.
8. Filter nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß es einen integralen Bestandteil (4) einer dielektrischen Linse (5) bildet.
9. Filter nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß seine Flächennormale mit der Hauptstrahlrichtung der HF-Energie einen Winkel einschließt.
10. Antennenanordnung mit einem Filter nach Anspruch 9, gekennzeichnet durch einen in Fortpflanzungsrichtung der reflektierten HF-Energie der zweiten Frequenz außerhalb der Hauptstrahlrichtung angeordneten Absorber für die reflektierte HF-Energie.
11. Verwendung eines Filters nach einem der Ansprüche 1 bis 10 zur Unterdrückung mindestens der

Fig. 1

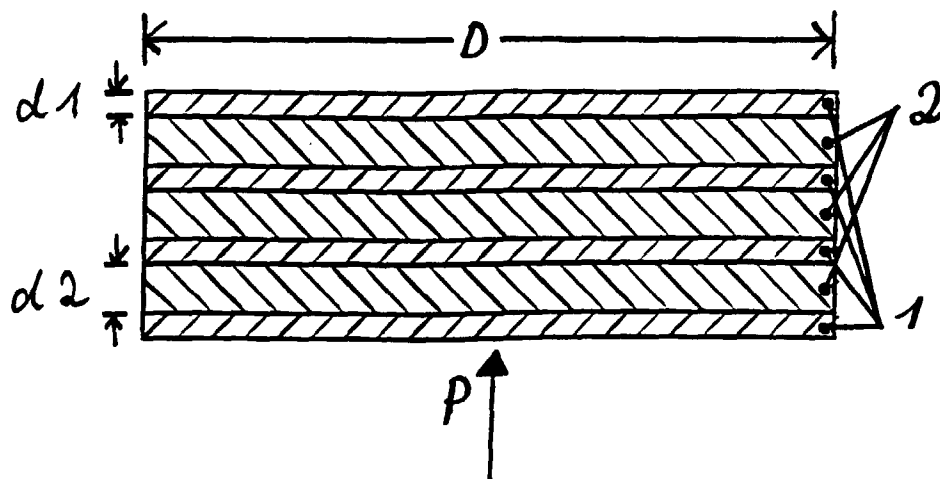


Fig. 2

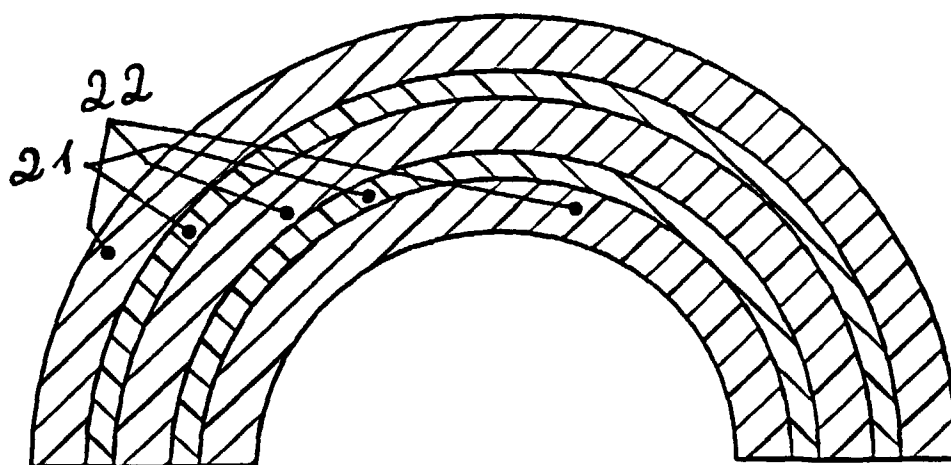


Fig. 3

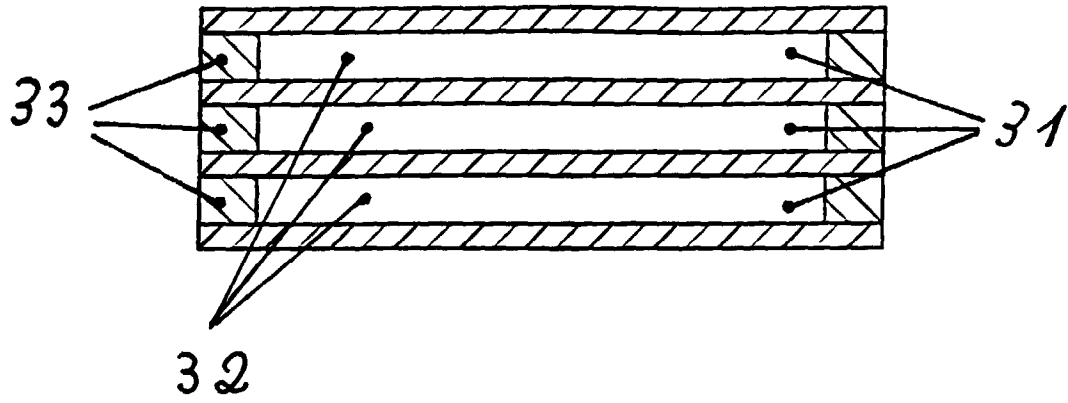


Fig. 4

