

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **88109979.0**

(51) Int. Cl.4: **H01Q 17/00**

(22) Anmeldetag: **23.06.88**

(30) Priorität: **10.07.87 DE 3722793**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.01.89 Patentblatt 89/02

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI NL SE

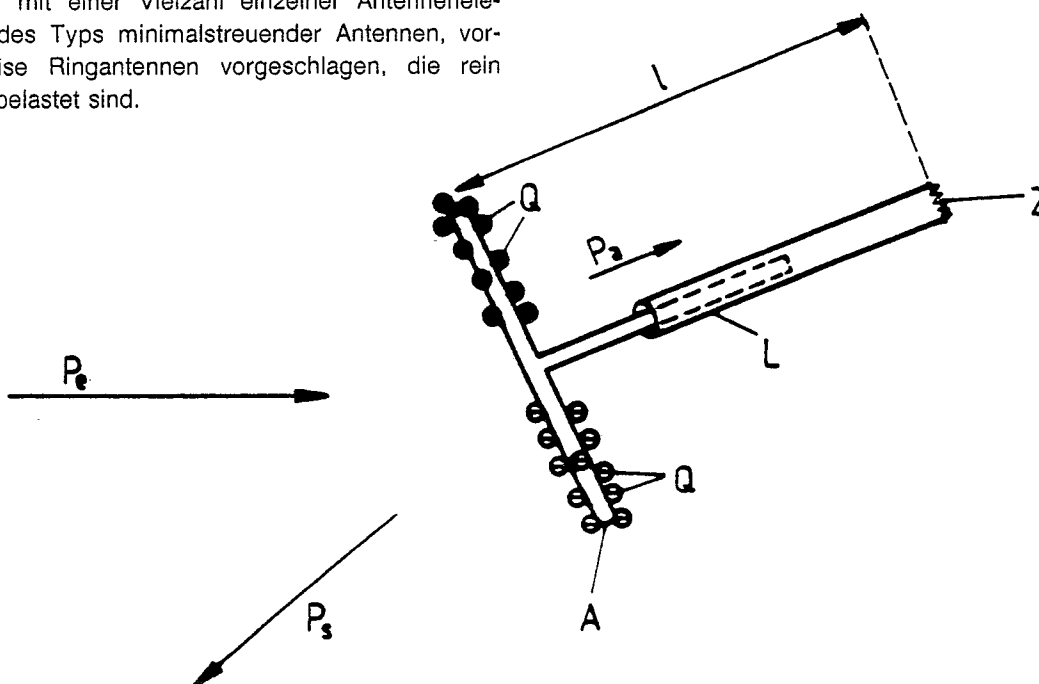
(71) Anmelder: **Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH**
Theodor-Stern-Kai 1
D-6000 Frankfurt/Main 70(DE)

(72) Erfinder: **Stock, Don, J. R. Dr.**
Reutestr. 33
D-7901 Lonsee(DE)
Erfinder: **Eckert, Eberhard, Dipl.-Ing.**
Merler Allee 70
D- 5300 Bonn Röttgen(DE)

(74) Vertreter: **Amersbach, Werner, Dipl.-Ing. et al**
Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH
Theodor-Stern-Kai 1
D-6000 Frankfurt 70(DE)

(54) **Radartarnmaterial.**

(57) Als Radartarnmaterial zur Verringerung des Radar-Rückstreuquerschnitts eines Zielobjekts wird eine dünne Schicht oder Folie aus dielektrischem Material mit einer Vielzahl einzelner Antennenelemente des Typs minimalstreuender Antennen, vorzugsweise Ringantennen vorgeschlagen, die rein reaktiv belastet sind.



EP 0 298 306 A2

Radartarnmaterial

Die Erfindung betrifft ein Radartarnmaterial nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Radartarnmaterialien sollen ein Zielobjekt, z. B. ein Flugzeug, vor Entdeckung durch ein gegnerisches Radar schützen oder die Entdeckung zumindest erschweren.

Hierfür bekannt und eingesetzt sind beispielsweise verlustbehaftete Dielektrika verschiedener Ausführung. Das Hauptproblem dabei ist, daß die zur wirkungsvollen Tarnung benötigten Schichten solcher Dielektrika zu dick sind, um für die Flugzeugtarnung geeignet zu sein.

Aus der EP O 121 655 A2 ist ein Faserverbundwerkstoff bekannt, in den z. B. Ruß oder Eisenpulver derartige eingelagert wird, daß dadurch eine Absorption des Radarstrahlers ermöglicht wird. Da dieses Material nur dort Verwendung finden kann, wo Strukturteile des Flugzeuges aus Faserverbundstoff in der Fertigung eingeplant sind, bietet dieser Werkstoff keine eigentliche Lösung des Tarnungsproblems von Metallteilen an.

In "The Radio and Electronic Engineer", Vol. 51, 1981, Seite 209 bis 218 ist eine Methode beschrieben, bei der hexagonale Ferrite in Tarnungsschichten angewendet werden. Dabei wird ein höherer Dämpfungsverlust der Radarwellen über einen größeren Frequenzbereich erzielt, als dies bei nur verlustbehafteten Dielektrika der Fall ist. Außerdem sind Tarnmaterialien mit Ferriten meistens dünner. Es sind dabei mehrere Schichten des Ferritmaterials übereinander angeordnet vorgesehen, um eine entsprechende Bandbreite der Dämpfung zu erzielen. Dies bedeutet einen aufwendigen Fertigungsverfahren, der vor allem die Reparaturarbeiten an beschädigten Flugzeugteilen sehr erschwert.

Aus der EP O 104 536 A2 ist ein Verfahren bekannt, bei dem eine Antenne in der sogenannten Mikrostrip-Technik aufgebaut wird. Diese Antenne besteht aus mehreren Metallfolienflecken, die auf einem Dielektrikum aufgebracht sind und dort ein Array bilden. Durch Zusammenschalten der Antennenelemente mit verlustbehafteten Lasten wird die auf das Array fallende elektromagnetische Strahlung zum Teil absorbiert. Dadurch bewirkt das Array eine Tarnung der abgedeckten Fläche.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Radartarnmaterial anzugeben, das dünn aufgebaut und einfach herzustellen ist.

Die Erfindung ist im Patentanspruch 1 beschrieben. Die Unteransprüche enthalten vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

Minimalstreuende Antennen und deren Streueigenschaften sind an sich bekannt und z. B. in IEEE Trans. AP, Vol. 13 (1965), Seite 671 bis

675 und IEEE Trans. AP, Vol. 27 (1979), Seite 640 bis 646 beschrieben. Von Bedeutung für die vorliegende Erfindung ist vor allem, daß Dipolantennen und Ringantennen die Bedingungen für minimalstreuende Antennen erfüllen. Diese Antennenelemente können auf einfache Weise, z. B. als geätzte Leiterstrukturen auf einer dünnen dielektrischen Schicht (Folie) hergestellt werden. Da keine verlustbehafteten Einlagerungen erforderlich sind, ist die Herstellung und Verarbeitung wesentlich erleichtert. Die Antennenelemente sind jeweils rein reaktiv belastet, z. B. über Leitungsstücke, die entweder offen (Leerlauf) oder mit einem Kurzschluß abgeschlossen sind. Die Gegenseite des Dielektrikums ist vorzugsweise ganz metallisiert.

Zur weiteren Erläuterung der Wirkungsweise des erfindungsgemäßen Radartarnmaterials wird auf die Abbildung Bezug genommen.

Ein Antennenelement A sei über ein Leitungstück L der Länge 1 an eine Last Z angeschlossen. Bei Einfall einer elektromagnetischen Welle P_e auf das Antennenelement sind zwei Effekte zu beobachten und zu unterscheiden:

a) Ein Teil der Leistung der einfallenden Welle fließt entlang der Leitung L zur Last Z; dies sei als Empfangsleistung P_a bezeichnet.

b) In der Antennenstruktur, d. h., den leitenden Teilen des Antennenelements werden Ladungen Q induziert, über die ein Teil der Leistung (P_s) wieder in den Raum gestreut wird; die Ladungen dienen dabei als Quelle.

Für minimalstreuende Antennenelemente sind die Leistungsanteile P_a und P_s gleich groß, für alle anderen Antennen ist die Streuleistung P_s größer als die Empfangsleistung P_a .

Als Modell sei angenommen, daß die Länge l der Leitung L (mittels eines Line-Stretchers) variabel sei. Wenn die Last Z rein reaktiv, also ein Leerlauf oder ein Kurzschluß ist, wird die gesamte Leistung P_a nach Durchlaufen der Leitung zur Antenne reflektiert. Mittels des Line-Stretchers kann die reflektierte Welle mit einer solchen Phase an das Antennenelement rückgeführt werden, daß die Rückstreuung der einfallenden Welle minimal wird.

Die Antennenelemente sind vorzugsweise als Ringantennen ausgebildet. Faßt man mehrere solcher Ringantennen zu einem Array zusammen, so entsteht eine Tarnfläche, wobei die Leitungslängen der Strahler auf eine bestimmte Frequenz abgestimmt sind. Die Leitungsstücke sind vorzugsweise auf der Rückseite des dielektrischen Trägers gegen die Metallisierung isoliert aufgebracht.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die Antennenelemente als geschlossene Ringe ausgeführt, was einer Reduzie-

zung der Leitungslänge auf Null entspricht. Über die Dimensionierung der Ringe kann dann die Tarn Eigenschaft bei einer gewünschten Frequenz eingestellt werden.

5

Ansprüche

1. Radartarnmaterial zur Verringerung des Radar-Rückstreuquerschnitts eines Zielobjektes, wobei auf einem Dielektrikum eine Vielzahl von Antennenelementen angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Antennenelemente vom Typ sogenannter minimalstreuender Antennen sind, die rein reaktiv abgeschlossen sind.

10

15

2. Radartarnmaterial nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Antennenelemente Ringantennen sind.

3. Radartarnmaterial nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Ringantennen jeweils als offener Ring ausgeführt sind, dessen Enden mit einem offenen oder kurzgeschlossenen Leitungstück verbunden sind.

20

4. Radartarnmaterial nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Ringantennen als geschlossene Ringe ausgeführt sind.

25

30

35

40

45

50

55

