

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 822 610 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
04.02.1998 Patentblatt 1998/06

(51) Int. Cl.⁶: **H01Q 17/00**, H01Q 19/19

(21) Anmeldenummer: **97104674.3**

(22) Anmeldetag: **19.03.1997**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **31.07.1996 DE 19630784**

(71) Anmelder:
**Daimler-Benz Aerospace
Aktiengesellschaft
81663 München (DE)**

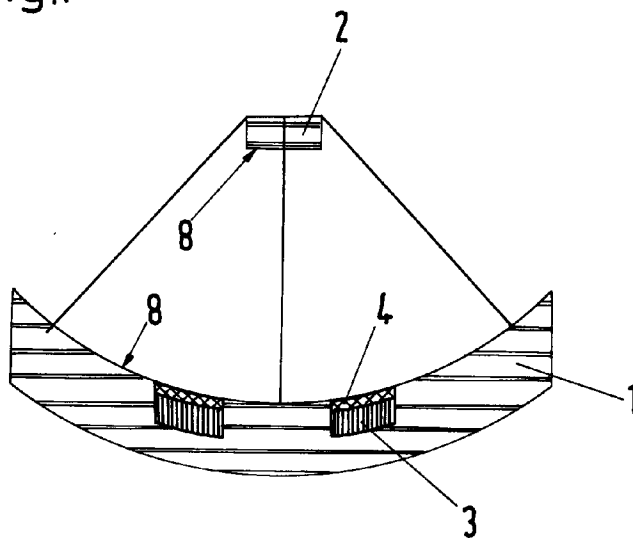
(72) Erfinder: **Hochmann, Manfred
27755 Delmenhorst (DE)**

(54) Reflektorantenne

(57) Bei einer radargetarnten Cassegrain-Antenne ist eine Teilfläche des Hauptreflektors in einer frequenzselektiven radarabsorbierenden Bauweise ausgeführt, wodurch die Mehrfachreflexionen der von einer externen Strahlungsquelle einfallenden Strahlung nahezu

absorbiert werden, während im eigenen Betriebsfrequenzbereich eine annähernd metallische Reflexion erfolgt.

Fig.1



EP 0 822 610 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Reflektorantenne nach dem Cassegrainprinzip, bei der auf der Oberfläche eines Reflektors ein Absorptionsmittel in Form einer Ringfläche aufgebracht ist.

Die DE 26 10 506 C2 beschreibt eine Reflektorantenne, bei der auf der Oberfläche eines Reflektors ein Absorptionsmittel in einer Ringfläche aufgebracht ist. Vorzugsweise wird das Absorptionsmittel auf dem Rand des Subreflektors einer Cassegrain-Antenne angeordnet. Das Absorptionsmittel ist dabei derart ausgewählt, daß die elektromagnetische Strahlung in einem schmalen Frequenzband mit bis zu 20 dB bedämpft wird, während in den anderen Frequenzbereichen die Dämpfung annähernd 0 dB erreicht. Damit kann diese Antenne in mehreren Frequenzbändern mit nahezu gleichbleibendem Gewinn und ausreichendem Öffnungswinkel betrieben werden.

Im Gegensatz dazu soll aber bei Reflektorantennen, die als Sensoren eingesetzt werden, die elektromagnetische Strahlung nur im Bereich der Betriebsfrequenz reflektiert werden, während in den übrigen Frequenzbereichen zum Zweck der Tarnung eine breitbandige Dämpfung erwünscht ist.

Es ist deshalb Aufgabe der Erfindung, eine Parabolantenne mit Subreflektor nach dem Cassegrain-Prinzip zu konzipieren, die nur im Bereich der Betriebsfrequenz die elektromagnetische Strahlung reflektiert, während in den anderen Frequenzbereichen eine hohe Dämpfung erzielt wird.

Diese Aufgabe wird bei einer Reflektorantenne nach dem Cassegrain-Prinzip erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das Absorptionsmittel auf dem Hauptreflektor angeordnet ist und mit einer frequenzselektiven Struktur belegt ist, wobei die Ausdehnung des Absorptionsmittels durch diejenigen Orte auf der Oberfläche des Hauptreflektors gegeben ist, bei denen die n -fachen Reflexionen ($n = 3, 5, 7, \dots$) der einfallenden elektromagnetischen Wellen auftreten. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Reflektorantenne sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Die erfindungsgemäße Bauweise des Hauptreflektors weist verschiedene Vorteile auf. Durch den partiellen Aufbau des Hauptreflektors mittels einer frequenzselektiven radarabsorbierenden Bauweise kann auf die Verwendung eines auf die Betriebsfrequenz der Antenne ausgelegten frequenzselektiven Radoms verzichtet werden, womit die daraus resultierenden Radomreflexionen im Frequenzbereich eines die Antenne beobachtenden Radars entfallen. Wird der gesamte Hauptreflektor gemäß dem Stand der Technik in einer frequenzselektiven radarabsorbierenden Bauweise erstellt, so ergeben sich aufgrund der Wechselwirkung zwischen der radarabsorbierenden Bauweise und der frequenzselektiven Schicht im Betriebsfrequenzbereich der Antenne Reflexionsverluste größer als 1 dB. Diese Verluste reduzieren den Antennengewinn und schränken damit auch die Reichweite der Antenne erheblich ein. Mittels der beschriebenen Erfindung wird nur ein begrenzter Bereich der Paraboloberfläche in einer solchen Bauweise realisiert, so daß ohne erhebliche Absorptionseinbußen im Frequenzbereich der die Antenne beobachtenden Radargeräte auch deutlich niedrigere Reflexionsverluste erzielt werden, welche entsprechend dem Flächenverhältnis des frequenzselektiven radarabsorbierenden kreisförmigen Bereiches zur Gesamtparabolfläche des Hauptreflektors reduziert werden. Wird z. B. 20 % des Hauptreflektors in einer frequenzselektiven radarabsorbierenden Bauweise realisiert, so verringern sich die Reflexionsverluste auf etwa 0,2 dB.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung schematisch vereinfacht dargestellt und wird in der folgenden Beschreibung erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine Seitenansicht (Schnitt) einer Cassegrain-Antenne,

Fig. 2 die Draufsicht zu Fig. 1,

Fig. 3 den Verlauf eines einfallenden Strahles im Fall einer 3-fach Reflexion.

In der Fig. 1 ist ein Schnitt durch eine Cassegrain-Antenne dargestellt, die aus einem Hauptreflektor 1 und einem Subreflektor 2 besteht. Das Speisehorn ist zur Vereinfachung nicht wiedergegeben worden. Beide Reflektoren weisen metallisch reflektierende Oberflächen 8 auf. In den Hauptreflektor ist eine Kombination aus einem Absorptionsmittel 3 und einer frequenzselektiven Struktur 4 eingelassen. Die frequenzselektive Struktur 4 liegt hierbei derart auf dem Absorptionsmittel 3, daß alle nicht der Resonanzfrequenz der Struktur 4 entsprechenden Frequenzen im Absorptionsmittel 3 gedämpft werden. Das Absorptionsmittel 3 hat im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 und Fig. 2 eine etwa kreisringförmige Berandung, die sich aus dem geometrischen Ort aller Auftreffpunkte von Strahlen auf dem Hauptreflektor ergibt, welche zwischen Sub- und Hauptreflektor n -fach ($n = 3, 5, 7, \dots$) reflektiert werden.

Der vorliegenden Antennenkonzeption liegt die Erkenntnis zugrunde, daß bei der Bestrahlung einer Parabolantenne mittels einer externen Strahlungsquelle neben den 1-fach-Reflexionen, die besonders an den Subreflektorhaltungen, dem Subreflektor selbst und an Inhomogenitäten bzw. Rändern des Hauptreflektors erzeugt werden, auch n -fach-Reflexionen ($n = 3, 5, 7, \dots$) zwischen dem Sub- und dem Hauptreflektor entstehen. Diese Mehrfachreflexionen, insbesondere die 3- und 5-fach-Reflexionen, beinhalten dabei über einen relativ großen Aspektwinkelbereich und innerhalb breiter Frequenzbänder die höchsten rückgestreuten Energieanteile.

Bisher war es üblich, die Antenne mit einem frequenzselektiven Radom zu überdecken, wobei die Frequenz der einfallenden Fremdstrahlung weit genug von der Betriebsfrequenz der eigenen Anlage entfernt sein muß, da das Radom für die Betriebsfrequenz transparent ausgeführt sein muß. Dieses Verfahren ist jedoch nur in den Fällen sinnvoll, wenn die gerätespezifischen Anforderungen eine Konfiguration des Radoms zulaßt, die eine Reflexion der einfallenden Strahlung in eine andere als die Einfallsrichtung mit Hilfe einer entsprechenden Formung des Radoms erlaubt. Spekulare Einfachreflexionen an der Radomoberfläche lassen sich jedoch nicht vermeiden.

Aufgrund des erfindungsgemäßen Aufbaus des Hauptreflektors, der eine ringförmige Teilfläche aus einer frequenzselektiven und radarabsorbierenden Bauweise aufweist, kann auf die Verwendung eines frequenzselektiven Radoms verzichtet werden.

Die frequenzselektive radarabsorbierende Bauweise wird hierbei derart ausgelegt, daß im Bereich der Betriebsfrequenz (z. B. 35 GHz) eine nahezu verlustlose metallische Reflexion erfolgt, während im Frequenzbereich einfallender Fremdstrahlung (z. B. 2 - 20 GHz) hingegen eine radarabsorbierende Wirkung erzielt wird. Die breitbandige Radarabsorption kann durch eine verluststoffbehaftete Sandwichbauweise oder durch einen monolithischen Absorber 3 realisiert werden. Die auf der Absorptionsschicht 3 aufgebrachte frequenzselektive Struktur kann mit Hilfe unterschiedlich geformter Einzelreflektorelemente gebildet werden: hierfür sind neben metallischen Kreisringen auch metallische Jerusalemkreuze oder Kreuzdipole bekannt geworden.

In der Fig. 3 ist vereinfacht der Verlauf einer 3-fach-Reflexion dargestellt. Der einfallende Strahl 5 trifft auf den Hauptreflektor 1, der hier nicht mit einem Absorptionsmittel belegt ist. Der vom Hauptreflektor 1 reflektierte Strahl trifft den Subreflektor 2, wird dort auch anschließend nochmals am Hauptreflektor 1 reflektiert und dann als reflektierter Strahl 6 etwa in die gleiche Richtung wie der einfallende Strahl 5 zurückgeworfen. In ähnlicher Weise laufen auch die anderen n-fach-Reflexionen ab. Der Ort aller Auftreffpunkte der reflektierten Strahlen auf dem Hauptreflektor 1 kennzeichnet den Bereich und die Berandung des Absorptionsmittels 3. Bei einem symmetrischen Cassegrainsystem nach Fig. 1 und 2 bildet das Absorptionsmittel 3 eine Kreisringfläche, deren Geometrie sich folgendermaßen herleiten läßt. Der äußere Radius der Kreisringfläche ist eine Funktion des Focus foc des Hauptreflektors 1, der Geometrieparameter a, b und r (= Radius) des Subreflektors 2, sowie des Abstandes s der Scheitelpunkte von Sub- und Hauptreflektor:

$$R_{\max} = f(\text{foc}, a, b, r)$$

Der innere Radius des Kreisringes entspricht dem Radius r des Subreflektors. Der Hauptreflektor wird hierbei durch ein Rotationsparaboloid beschrieben, dessen Mittenquerschnitt der Formel genügt:

$$f_{\text{Hauptreflektor}}(x) = \frac{x^2}{4 \text{ foc}}$$

Der Subreflektor ist ein Rotationshyperboloid, dessen Mittenquerschnitt der Formel entspricht:

$$f_{\text{Subreflektor}}(x) = a \sqrt{1 + \frac{x^2}{b^2}}$$

Für die Bestimmung des äußeren Radius der Kreisringfläche werden beide Formeln in einem Koordinatensystem in Bezug gesetzt, so daß sich hieraus eine neue Funktion für den Subreflektor ergibt zu:

$$f_{\text{Subreflektor}}(x) = a \sqrt{1 + \frac{x^2}{b^2}} + s - a.$$

Hierbei beschreibt s den Abstand der Scheitelpunkte von Haupt- und Subreflektor. Die maßgebliche Bedingung für eine 3-fach-Reflexion ergibt sich dadurch, daß die anfallende Wellenfront vom Haupt- auf den Subreflektor derart reflektiert wird, daß der Einfallswinkel demjenigen der Flächennormalen des Subreflektors entspricht. Der Schnittpunkt des einfallenden Strahls auf dem Hauptreflektor gibt dann den maximalen Radius derjenigen kreisförmigen Fläche auf dem Hauptreflektor wieder, für die gerade noch eine 3-fach-Reflexion erfolgen kann, wenn der Schnittpunkt des reflektierten Strahls am Subreflektor an dessen äußerer Begrenzung liegt. Durch die Steigung der Normalen des Subreflektors an der Stelle $x = r$ ist der vom Subreflektor reflektierte Strahl gegeben durch

$$f_{\text{reflektiert}}(x) = -(x+r)b^2 \frac{\sqrt{1+\left(\frac{r}{b}\right)^2}}{ax} + f_{\text{Subreflektor}}(-r).$$

Mit dem Schnittpunkt der Funktionen $f_{\text{reflektiert}}(x)$ und $f_{\text{Hauptreflektor}}(x)$ ergibt sich nun direkt ein Ausdruck für den maximalen Radius der Kreisringfläche:

$$R_{\max} = \left| \frac{-2foc}{f'(-r)} \sqrt{\left(\frac{-2foc}{f'(-r)}\right)^2 - \frac{4foc r}{f'(-r)}} + 4foc \times f_{\text{Subreflektor}}(-r) \right|$$

mit der Steigung der Funktion $f_{\text{Subreflektor}}(x)$ gemäß

$$f'(x) = \frac{d}{dx} f_{\text{Subreflektor}}(x) = \frac{ax}{b^2 \sqrt{1+\left(\frac{x}{b}\right)^2}}$$

Hieraus ergeben sich für ein gerechnetes Beispiel folgende Dimensionierungen:

Fokus:	foc	= 142,40 mm
Radius des Hauptreflektors:	$r_{\text{Hauptrefl.}}$	= 150,00 mm
Geometrieparameter des Subreflektors:	a	= 42,40 mm
	b	= 52,63 mm
	r	= 30,00 mm
Scheitelpunktabstand	s	= 120,00 mm
Kreisring des Absorbers	$R_{\max}$	= 76,34 mm
	$R_{\min}$	= 30,00 mm

Patentansprüche

- Reflektorantenne nach dem Cassegrainprinzip, bei der auf der Oberfläche eines Reflektors ein Absorptionsmittel in Form einer Ringfläche aufgebracht ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß
 - das Absorptionsmittel (3) auf dem Hauptreflektor (1) angeordnet ist;
 - das Absorptionsmittel (3) mit einer frequenzselektiven Struktur (4) belegt ist;
 - die Ausdehnung des Absorptionsmittels (3) durch diejenigen Orte auf der Oberfläche des Hauptreflektors (1) gegeben ist, bei denen die n-fachen Reflexionen ($n = 3, 5, 7, \dots$) der einfallenden elektromagnetischen Wellen auftreten.
- Reflektorantenne nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Innenrand des Absorptionsmittels (3) durch eine Parallelprojektion des Außenrandes des Subreflektors (2) auf den Hauptreflektor (1) erzeugbar ist.
- Reflektorantenne nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Absorptionsmittel (3) mittels einer Sandwichbauweise, die Verluststoffe beinhaltet, herstellbar ist.
- Reflektorantenne nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Absorptionsmittel (3) aus einem monolithischen Absorber besteht.
- Reflektorantenne nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die frequenzse-

EP 0 822 610 A2

lektive Struktur (4) aus metallischen Elementen wie Kreisringen, Jerusalemkreuzen oder Kreuzdipolen besteht.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig.1

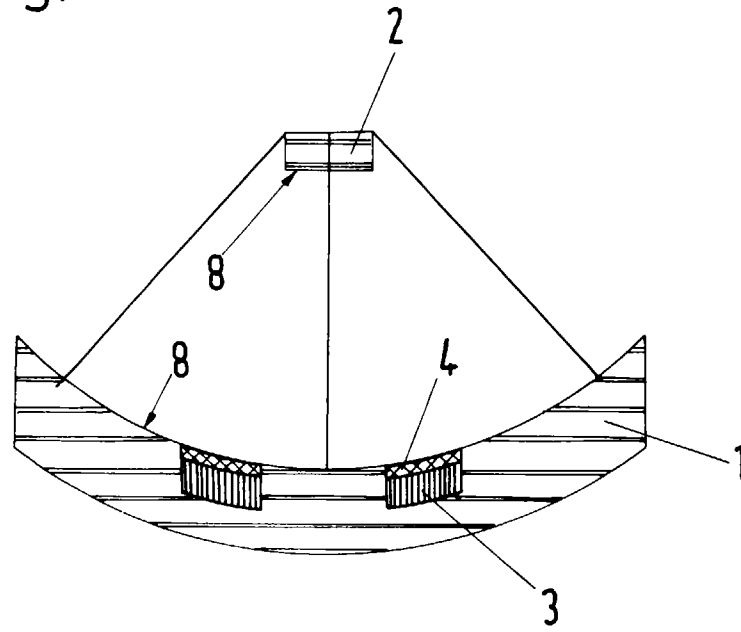


Fig.2

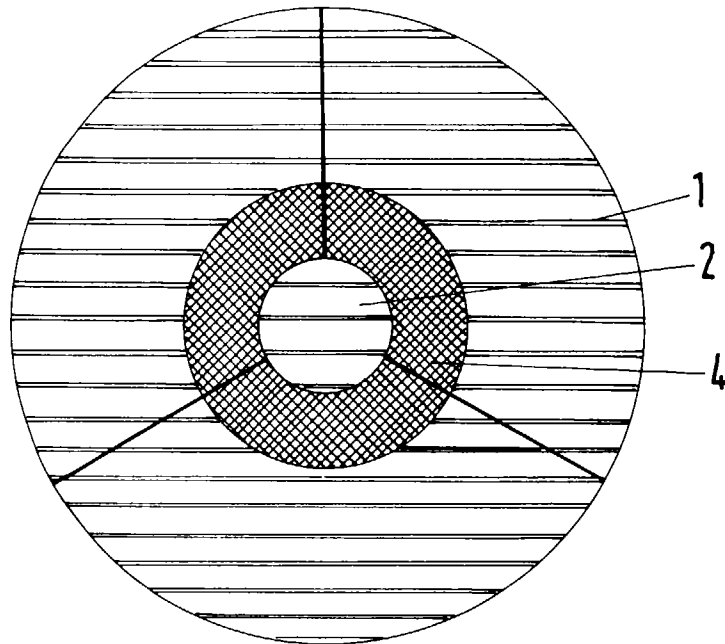


Fig.3

