

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 966 387 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

23.01.2002 Patentblatt 2002/04

(51) Int Cl.7: **B63G 13/02, F41H 3/00**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/DE98/00695

(21) Anmeldenummer: **98921337.6**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 98/41445 (24.09.1998 Gazette 1998/38)

(22) Anmeldetag: **10.03.1998**

(54) VERFAHREN ZUR IR-TARNUNG SOWIE IR-REFLEKTOR

METHOD FOR INFRARED CAMOUFLAGE AND INFRARED REFLECTOR

PROCEDE DE CAMOUFLAGE REDUISANT LA SIGNATURE INFRAROUGE, ET REFLECTEUR D'INFRAROUGES

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE DK ES FR GB IT SE

• **LEUPOLZ, Andreas**

D-88263 Horgenzell (DE)

(30) Priorität: **14.03.1997 DE 19710692**

(74) Vertreter: **Meel, Thomas**

Dornier GmbH L H G

88039 Friedrichshafen (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

29.12.1999 Patentblatt 1999/52

(56) Entgegenhaltungen:

DE-C- 400 528

GB-A- 2 274 154

US-A- 4 953 922

(73) Patentinhaber: **DORNIER GmbH**

88039 Friedrichshafen (DE)

(72) Erfinder:

• **SCHERBER, Werner**

D-88697 Bermatingen (DE)

EP 0 966 387 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

[0001] Die Erfindung betrifft ein multispektrales Tarnelement, insbesondere für die Tarnung von Schiffen, nach dem Oberbegriff des Anspruch 1.

[0002] Schiffe stellen aufgrund ihrer Größe und Struktur leicht auffaßbare Punktziele vor einem nahezu uniformen Hintergrund dar. Sie sind hauptsächlich bedroht durch Seezielflugkörper, welche in zunehmendem Maße mit kombinierten Mikrowellen- und Infrarotsensoren und raffinierten Suchalgorithmen ausgestattet werden.

[0003] Zur Abwehr werden hauptsächlich Täuschkörper und aktive Bekämpfung eingesetzt, während echte Tarnmaßnahmen im Sinne einer Signaturreduzierung bislang kaum zur Verfügung stehen. Zwar kann die Radarsignatur eines Schiffes dank moderner Rechenmethoden komplett bestimmt und die Wirkung möglicher Gegenmaßnahmen zuverlässig simuliert werden, jedoch ist die technische Umsetzung sehr aufwendig und erfordert bei konsequenter Durchführung eine völlig veränderte Formgebung, was nur im Rahmen von Neukonstruktionen durchgeführt werden kann.

[0004] Im Infraroten ist kein vergleichbarer Kenntnisgrad vorhanden. Das hängt damit zusammen, daß die IR-Signatur eines Objekts keine feste Größe darstellt, wie dies bei Radarrückstreuung der Fall ist, sondern in komplexer Weise von den Umgebungsbedingungen beeinflusst wird.

[0005] Der von einem Körper ausgehende Wärmestrahlung läßt sich nach folgender Formel beschreiben:

$$S = \varepsilon \sigma T^4 \text{ mit}$$

ε : Wärme-Emissionsgrad
 σ : Stefan-Boltzmann-Konstante
 T : Oberflächentemperatur

[0006] Da die Temperatur mit der 4. Potenz eingeht, entsteht zwischen dem Objekt und seinem Hintergrund, im vorliegenden Fall zwischen dem Schiff und der Wasseroberfläche bzw. dem Horizont, ein starker Kontrast, der von hochempfindlichen IR-Suchköpfen aus größerer Entfernung zu erkennen ist. Hauptsächliche Strahlungsquellen sind insbesondere Schornsteine, Fenster, Antennen, aber auch die großflächige Bordwand.

[0007] Durch konstruktive Maßnahmen kann die Oberflächentemperatur T abgesenkt und damit die Signatur reduziert werden. Beispielsweise kann durch eine Verkleidung des Schornsteins oder durch eine gute thermische Isolierung des Maschinenraums ein beträchtlicher Tarneffekt erzielt werden. Diese konstruktiven Grundmaßnahmen sind sehr wichtig, und doch sind dieser Methode im allgemeinen enge Grenzen gesetzt. Eine weitgehende Wärmedämmung der Schiffshülle verbietet sich, abgesehen von den Kosten schon deshalb, weil dann die Oberflächentemperatur noch stärker durch Sonneneinstrahlung, Wind, Vereisung, etc. be-

einflußt werden würde und sich damit eher ein negativer Einfluß auf die Gesamtsignatur ergäbe.

[0008] Eine effektivere Maßnahme zur IR-Tarnung besteht darin, die Abstrahlung durch Veränderung des Emissionsgrads ε zu beeinflussen. Dies kann durch Aufbringen eines schwach emittierenden Anstrichs oder einer schwach emittierenden Folie erreicht werden. Diese Maßnahme ist jedoch mit einem schwerwiegenden Problem verknüpft: Bei Absenkung des Emissionsgrads steigt grundsätzlich in gleichem Maße der IR-Reflexionsgrad ρ an nach der Formel

$$\rho = 1 - \varepsilon.$$

[0009] Aufgrund dieses Zusammenhangs kann bei Verwendung niedrigemissiver Flächen die Signatur des Schiffes ungünstig und unberechenbar beeinflusst werden. Dabei sind besonders die folgenden Effekte zu nennen:

- Bei klarem Himmel und nach oben geneigten niedrigemissiven Flächen entstehen starke cold spots (bezogen auf die horizontale Beobachtungsrichtung). Seezielflugkörper der nächsten Generation werden in der Lage sein, den Horizont sehr sensibel und mit hoher Auflösung abzutasten. Somit wird ab einer bestimmten Entfernung bei Anwesenheit von starken cold spots ein signifikantes Zielprofil im Suchkopf erzeugt, das dem Flugkörper eine besonders hohe, kaum mehr störbare Treffsicherheit vermittelt.
- Bei sonnigem Wetter kann im SWIR (SWIR= short wave infrared, 3 - 5 μm) ein zusätzlicher Störeffekt in Form von Sonnenreflexen auftreten, welcher durch den Einsatz niedrigemissiver Flächen verstärkt wird. Ein Flugkörper heutiger oder künftiger Bauart wird auch diese hot spots als echtes Ziel identifizieren können.

[0010] Die GB 2 274 154 A betrifft eine Vorrichtung, mit der mittels schwenkbaren Spiegel versucht wird, die Infrarot-Signaturen des zu schützenden Objekts, insbesondere eines Schiffes, an dessen Hintergrund anzupassen. Dazu wird mittels IR-Sensoren die IR-Signatur des Objekthintergrunds, wie sie sich aus der Perspektive eines sich nähernden Flugkörpers ergibt, vermessen. Zusätzlich wird die aktuelle IR-Abstrahlung des zu schützenden Objekts in Richtung des sich nähernden Flugkörpers gemessen. Durch Einspiegelung von Umgebungsstrahlung mittels der schwenkbaren Spiegel soll die IR-Signatur des zu schützenden Objekts derart verändert werden, daß sich eine optimale Anpassung an den Objekthintergrund ergibt.

[0011] In der DE 400 528 ist eine Tarnvorrichtung für Schiffe für den sichtoptischen Wellenlängenbereich beschrieben, bei der eine Reflektorschicht vorhanden ist, deren Oberfläche rechtwinklige V-förmige Rillen auf-

weist. Werden die Rillen im wesentlichen horizontal auf dem zu tarnenden Objekt angeordnet, so wird dem Beobachter ein Bild des Horizonts eingespiegelt, da jeder auf die Reflektorschicht auftreffende waagrechte Lichtstrahl waagrecht zurückgeworfen wird.

[0012] Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Tarnelement zu schaffen, mit dem neben einer effektiven Tarnung im Radar- und sichtoptischen Wellenlängenbereich eine wirksame Verminderung der IR-Signatur des zu tarnenden Objekts erreicht wird, wobei gleichzeitig die Gefahr der Einspiegelung von hot spots und cold spots vermieden wird.

[0013] Diese Aufgabe wird mit dem Gegenstand des Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausbildungen der Erfindung sind Gegenstand weiterer Ansprüche.

[0014] Grundlage für die Wirkung des erfindungsgemäßen Tarnelements ist die atmosphärische Besonderheit, daß die Intensität der Himmelstrahlung beträchtlich vom Beobachtungswinkel abhängt. Die kältesten Temperaturen treten, unabhängig vom Wetterzustand, am Zenith auf, während in Richtung Horizont praktisch die Temperatur der Luft gemessen wird. Dies trifft insbesondere zu für Bedingungen, wie sie über der Meeresoberfläche bestehen. Ein Beispiel für diesen Effekt ist in der Fig. 1 dargestellt. Die zeigt die Intensität der Himmelstrahlung auf Meeresniveau als Funktion des Winkels über dem Horizont (Oetjen et al; J. Opt. Soc. Am. **50**, 1313 f, (1960) für die Winkel 0°, 1,8°, 3,6°, 7,2°, 14,5°, 30° und 90°.

Die Bedrohung durch Seezielflugkörper erfolgt stets aus der Horizontalen. Das typische Wärmebild einer Szene auf offener See aus der Perspektive eines Seezielflugkörpers ist gekennzeichnet durch

- sehr niedrige Strahlungstemperaturen am Zenith und einem Übergang zu höheren Temperaturen in Richtung Horizont,
- das Schiff weist aufgrund seiner internen Wärmeentwicklung oder durch Sonneneinstrahlung gegenüber dem Wasser in der Regel eine etwas höhere Temperatur auf,
- das Schiff unterbricht die Horizontlinie.

[0015] Der grundlegende Gedanke der Erfindung liegt darin, den hinter dem Schiff liegenden Horizontbereich durch einen anderen, im Vordergrund oder seitlich liegenden Horizontbereich zu ersetzen. Dies wird erreicht durch Einspiegelung des Horizonts mittels eines IR-Reflektors an Bord des zu schützenden Schiffs. Auf offener See sind die scheinbaren Temperaturen des Horizonts praktisch unabhängig von der Betrachtungsrichtung, da sie im wesentlichen durch die Lufttemperatur und Streueffekte bestimmt werden. Somit kann eine perfekte Anpassung des Schiffs an dessen Hintergrund erreicht werden.

[0016] Es ist darauf hinzuweisen, daß das erfindungsgemäße Tarnelement nicht nur für Schiffe geeignet ist, sondern allgemein zur Objektarnung, also auch auf

dem Land, angewandt werden kann. Voraussetzung ist lediglich, daß die Bedrohung, z.B. durch Flugkörper oder IR-Sichtgeräte, hauptsächlich aus der Horizontalen erfolgt.

[0017] Die Erfindung wird anhand von drei Fig. näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 die Intensität der Himmelstrahlung auf Meeresniveau als Funktion des Winkels über dem Horizont, wie oben erläutert,

Fig. 2 eine Ausführung des erfindungsgemäßen Tarnelements,

Fig. 3 eine weitere Ausführung des erfindungsgemäßen Tarnelements

[0018] Fig. 2 zeigt den Aufbau eines erfindungsgemäßen Tarnelements in Form einer niedrigemittierenden Mikrostruktur, mit der die Einspiegelung des Horizonts gemäß der Erfindung vorteilhaft erreicht werden kann. Sie umfaßt eine Reflektorschicht 3 aus einem IR-reflektierenden Material, insbesondere einem Metall wie z.B. Al, die auf einer Basisschicht 1, z.B. einer Strukturfolie aus Kunststoff, angeordnet ist. Die Reflektorschicht 3 ist dabei - aus Richtung der einfallenden, zu reflektierenden IR-Strahlung betrachtet - vor der Basisschicht 1 anzuordnen. Die Basisschicht 1 kann unmittelbar auf der Oberfläche des zu tarnenden Objekts angeordnet sein.

Die Reflektorschicht 3 weist auf der Seite, die in Richtung auf die einfallende, zu reflektierende IR-Strahlung auszurichten ist, eine Rillenstruktur auf. Die Rillen verlaufen parallel zueinander, wobei benachbarte Rillen vorteilhaft unmittelbar aneinander angrenzen, so daß sich insgesamt eine waschbrettartige Struktur ergibt. Der Querschnitt der Rillen ist V-förmig, wobei der Winkel zwischen den beiden Schenkeln gerade 90° beträgt. Für die Tiefe der Rillen (gemessen entlang der Winkelhalbierenden) gilt, daß sie größer als die Wellenlängen der zu reflektierenden IR-Wellenlängen, also mindestens 12 µm, und kleiner als die Wellenlänge von Radarstrahlen, d.h. kleiner als 1 mm, sein muß, damit das Radarrückstreusignal nicht beeinflußt wird. In einer bevorzugten Ausführung wird die Tiefe der Rillen im Bereich von etwa 20 µm bis 100 µm gewählt.

[0019] Die gesamte in Fig. 2 dargestellte IR-Reflektorstruktur kann unmittelbar auf die Objektoberfläche 11, also z.B. auf ein Schiff und seine verschiedenen Aufbauten, aufgebracht, z.B. geklebt werden. Zur Erreichung der erfindungsgemäßen Einspiegelung des Horizonts muß der Reflektor derart ausgerichtet werden, daß die Rillen im wesentlichen horizontal verlaufen.

[0020] Die beschriebene IR-Reflektorstruktur kann als zweidimensionaler Retro-Reflektor bezeichnet werden, im Gegensatz zu den bekannten dreidimensional wirkenden Retro-Reflektoren, wie sie beispielsweise an Fahrzeugrückstrahlern (Katzenaugen) eingesetzt werden. Wenn die Rillen im wesentlichen horizontal verlaufen, bleibt der Winkel zwischen einem einfallenden

Strahl 20 und der Horizontalen bei der Reflexion an der Reflektorschicht 3 erhalten. So wird insbesondere ein horizontal einfallender Strahl stets in horizontale Richtung reflektiert. Bezüglich des Azimutwinkels besteht jedoch keine Retro-Wirkung, hier folgt der Strahlengang dem normalen spekularen Reflexionsgesetz.

[0021] Auf diese Weise nimmt jedes Flächenelement des Schiffes eine scheinbare Temperatur an, die der eines seitlichen Horizontbereichs entspricht. Welcher Bereich im einzelnen gesehen wird, hängt vom Winkel zwischen den Flächennormalen und der Flugbahn ab. Da die Schiffstruktur viele verschiedene azimutale Winkel umfaßt, wird in jedem Fall eine Mittelung über einen größeren Horizontalbereich stattfinden.

[0022] Die Rillen können zweckmäßigerweise mit einem IR-transparenten Material 9, z.B. Polyethylen (PE) oder anderen Polyolefinen, gefüllt werden, um die Ansammlung von Schmutz in den Rillen zu vermeiden.

[0023] Auf die IR-Reflektorstruktur ist zusätzlich eine IR-transparente Farbfolie 7, z.B. für die Schiffstarnung in fehrgrau, zur optischen Tarnung aufgebracht. Dabei können die Rillen als Hohlräume erhalten bleiben oder mit einem IR-transparenten Material (z.B. Polyethylen oder anderen Polyolefinen) ausgefüllt sein.

[0024] Das Grundmaterial für die Farbfolie 7 ist bevorzugt aus Polyolefin, insbesondere ein linear vernetztes Polyethylen niedriger Dichte (LLDPE). Polyolefine weisen eine hohe IR-Transparenz und damit eine geringe Absorption der IR-Strahlung auf. Um die optische Kontur des zu tarnenden Objekts zu verzerren, kann das Grundmaterial mit unterschiedlichen Farbpigmenten eingefärbt werden. Die Farbpigmente besitzen dabei eine geringe Infrarotemission und sind stabil gegen ultraviolette Strahlung. Vorteilhaft werden solche Pigmente verwendet, die in den für die Infrarotaufklärung und Beobachtung relevanten atmosphärischen Fenstern im Wellenlängenbereich von $\lambda = 3 - 5 \mu\text{m}$ und $\lambda = 8-12 \mu\text{m}$ keine stoffspezifischen Absorptionsbanden aufweisen.

[0025] Da die bevorzugte Tiefe der Rillen bei etwa 20 μm bis 100 μm liegt, kann das gesamte System in Form einer gut handhabbaren, leichten Verbundfolie realisiert werden. Die Herstellung einer solchen Tarnfolie läßt sich ohne größeren Fertigungsaufwand erreichen. Beispielsweise kann zunächst das Rillenprofil auf der Basisschicht durch Heißprägen erzeugt werden. Anschließend wird die Reflektorschicht durch Metallisierung der Trägerfolie aufgebracht und mit der Farbfolie, ggf. nach Einbringen der Füllung für die Rillen, laminiert.

[0026] Fig. 3 zeigt eine weitere Ausführung des erfindungsgemäßen Tarnelements. Anders als bei der Ausführung nach Fig. 2 ist hier zwischen der Farbfolie 7 und der Reflektorschicht 3 eine zusätzliche, IR-transparente Strukturfolie 5, insbesondere aus Polyethylen, angeordnet, deren eine Oberfläche derart ausgebildet ist, daß die Rillen ausgefüllt sind. Zur Herstellung wird die Rillenstruktur zunächst in der IR-transparenten Strukturfolie 5 erzeugt. Danach erfolgt die Metallisierung zur Auf-

bringung der Reflektorschicht 3 und die Laminierung mit der Farbfolie 7. Der Verbund wird anschließend unter Anwendung eines Klebeverfahrens, z.B. Schmelzkleben, auf das zu tarnende Objekt aufgeklebt. Anstatt einer Strukturfolie, wie in der Ausführung nach Fig. 2, bildet somit der Klebefilm die Basisschicht 1.

[0027] Zusammenfassend ergeben sich für die Erfindung die folgenden Vorteile:

- 10 - weitgehende Unterdrückung der eigenen Temperaturstrahlung im gesamten IR-Bereich (SW und LW= long wave infrared, 8 - 12 μm).
- keine Gefahr von cold spot- oder hot spot-Reflexionen.
- 15 - völlige Unabhängigkeit von den Schiffsbewegungen
- perfekte Simulation der Hintergrundtemperatur
- keine Unterbrechung der Horizontlinie am Ort des Schiffes
- 20 - Simulation des Wellenganges
- keine Beeinflussung des Radarrückstreusignals, da die Abmessungen der IR-Reflektorstruktur wesentlich kleiner gewählt werden können als die Wellenlänge von Radarstrahlen.
- 25 - beliebige Farbgebung des Schiffes.

Bezugszeichenliste

[0028]

- 30 1 Basisschicht
- 3 Reflektorschicht
- 5 IR-transparente Strukturfolie
- 7 Farbfolie fehrgrau
- 35 9 IR-transparente Füllung
- 11 Objektoberfläche
- 20 einfallende IR-Strahlung
- 30 ausfallender IR-Strahlung
- 40 40 Meeresoberfläche

Patentansprüche

- 45 1. Multispektrales Tarnelement, insbesondere für Schiffe, gegen die Aufklärung im sichtoptischen, infraroten und Radarwellenlängenbereich, **gekennzeichnet durch**
 - eine Basisschicht (1),
 - 50 - eine auf der Basisschicht (1) angeordnete Reflektorschicht (3) aus einem IR-reflektierenden Material, deren Oberfläche rechtwinklige, V-förmige Rillen aufweist, wobei die Rillen im wesentlichen horizontal anzuordnen sind, und die Reflektorschicht (3), aus Richtung der einfallenden Strahlung betrachtet, vor der Basisschicht (1) anzuordnen ist,
 - 55 - wobei die Tiefe der V-förmigen Rillen der Re-

flektorschicht (3) größer als die Wellenlänge von IR-Strahlung und kleiner als die Wellenlänge von Radarstrahlung ist, und

- das Element in Richtung auf die einfallende Strahlung von einer IR-transparenten Farbfolie (7) mit ebenen Oberflächen abgeschlossen wird.

2. Multispektrales Tarnelement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Tiefe der Rillen im Bereich zwischen 12 µm und 1 mm, bevorzugt zwischen 20 µm bis 100 µm liegt.

3. Multispektrales Tarnelement nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Basisschicht (1) aus einem Kunststoffmaterial besteht.

4. Multispektrales Tarnelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **da durch gekennzeichnet**, daß die Basisschicht (1) aus einem Klebmaterial besteht.

5. Multispektrales Tarnelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Rillen mit einem IR-transparenten Material (9), z.B. Polyethylen, ausgefüllt sind.

6. Multispektrales Tarnelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die IR-transparente Farbfolie (7) auf der Reflektorschicht (3) derart angeordnet ist, daß die Rillen als Hohlräume erhalten bleiben.

7. Multispektrales Tarnelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen Reflektorschicht (3) und der IR-transparenten Farbfolie (7) eine IR-transparente Schicht (5), z.B. aus Polyethylen angeordnet ist, welche die Rillen ausfüllt.

8. Multispektrales Tarnelement nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Grundmaterial der Farbfolie (7) aus Polyethylen besteht, in welches IR-transparente Farbpigmente eingebracht sind.

Claims

1. Multispectral camouflage element, in particular for ships, against recognisance in the visible, infrared and radar wavelength ranges, **characterized by**

- a base layer (1),
- a reflector layer (3), which is arranged on the base layer (1) and is made of an IR-reflecting

material and whose surface has rectangular, V-shaped grooves, in which case the grooves are to be arranged essentially horizontally, and the reflector layer (3), as viewed from the direction of the incident radiation, is to be arranged in front of the base layer (1),

- in which case the depth of the V-shaped grooves of the reflector layer (3) is greater than the wavelength of IR radiation and less than the wavelength of radar radiation, and
- the element is terminated, in the direction of the incident radiation, by an IR-transparent colour sheet (7) with planar surfaces.

2. Multispectral camouflage element according to Claim 1, **characterized in that** the depth of the grooves lies in the range between 12 µm and 1 mm, preferably between 20 µm and 100 µm.

3. Multispectral camouflage element according to either of Claims 1 and 2, **characterized in that** the base layer (1) is composed of a plastics material.

4. Multispectral camouflage element according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the base layer (1) is composed of an adhesive material.

5. Multispectral camouflage element according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the grooves are filled with an IR-transparent material (9), e.g. polyethylene.

6. Multispectral camouflage element according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the IR-transparent colour sheet (7) is arranged on the reflector layer (3) in such a way that the grooves are preserved as cavities.

7. Multispectral camouflage element according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** there is arranged between the reflector layer (3) and the IR-transparent colour sheet (7) an IR-transparent layer (5), e.g. made of polyethylene, which fills the grooves.

8. Multispectral camouflage element according to one of Claims 1 to 7, **characterized in that** the basic material of the colour sheet (7) is composed of polyethylene into which IR-transparent colour pigments are introduced.

Revendications

1. Élément de camouflage multispectral, notamment pour les navires, contre la détection dans la gamme des longueurs d'onde visuelles, infrarouges et radar, **caractérisé par**

- une couche de base (1),
 - une couche de réflexion (3) disposée sur la couche de base (1) en un matériau réfléchissant les infrarouges et dont la surface présente des sillons orthogonaux en forme de V, les sillons étant essentiellement disposés dans le sens horizontal, et la couche de réflexion (3), vue depuis la direction du rayonnement incident, devant être disposée avant la couche de base (1),
 - la profondeur des sillons en forme de V de la couche de réflexion (3) étant supérieure à la longueur d'onde du rayonnement infrarouge et inférieure à la longueur d'onde du rayonnement radar, et
 - l'élément en direction du rayonnement incident est fermé par un film coloré (7) transparent aux infrarouges de surface plane.
- 5
10
15
2. Élément de camouflage multispectral selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la profondeur des sillons est comprise entre 12 μm et 1 mm, de préférence entre 20 μm et 100 μm . 20
3. Élément de camouflage multispectral selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la couche de base (1) se compose d'une matière plastique. 25
4. Élément de camouflage multispectral selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la couche de base (1) se compose d'un matériau adhésif. 30
5. Élément de camouflage multispectral selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** les sillons sont remplis d'un matériau transparent aux infrarouges (9), par exemple du polyéthylène. 35
6. Élément de camouflage multispectral selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le film coloré transparent aux infrarouges (7) est disposé sur la couche de réflexion (3) de telle manière que les sillons restent des espaces vides. 40
7. Élément de camouflage multispectral selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce qu'une** couche transparente aux infrarouges (5), par exemple en polyéthylène, qui remplit les sillons est disposée entre la couche de réflexion (3) et le film coloré transparent aux infrarouges (7). 45
50
8. Élément de camouflage multispectral selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le matériau de base du film coloré (7) est du polyéthylène dans lequel sont inclus des pigments colorés transparents aux infrarouges. 55

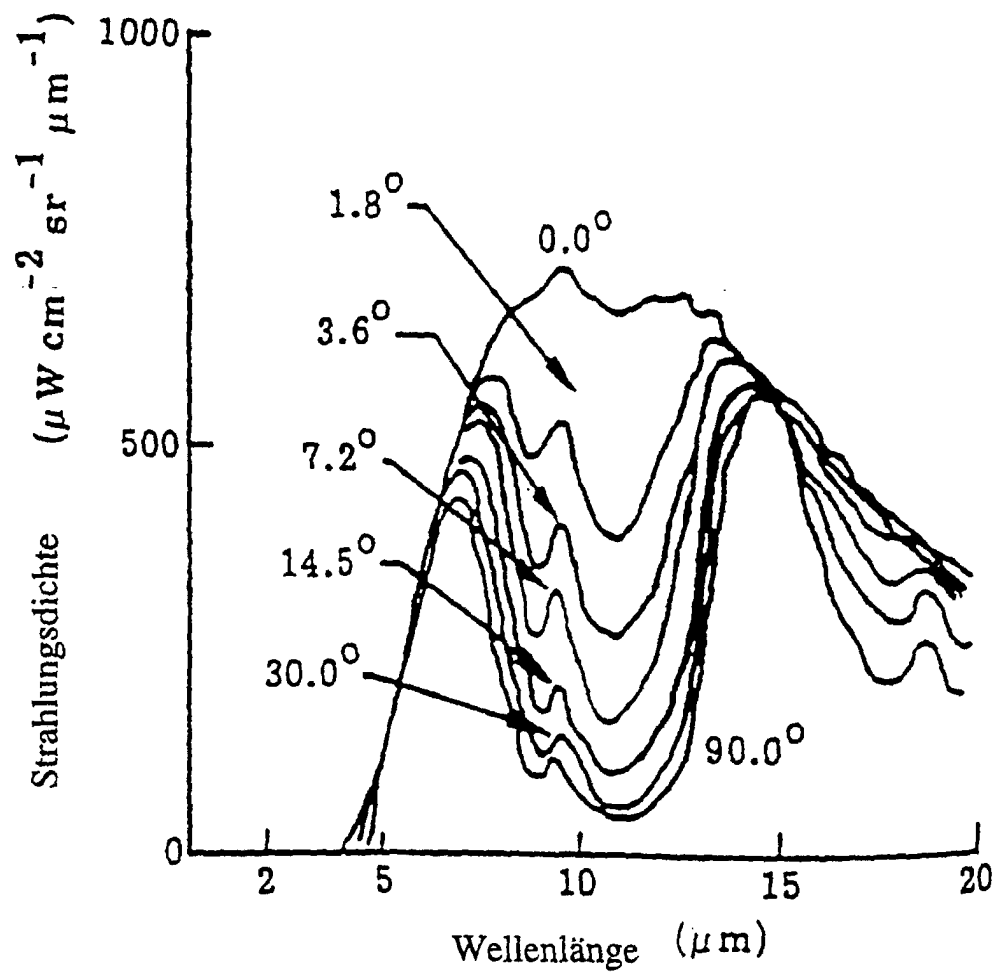
Fig. 1

Fig. 2

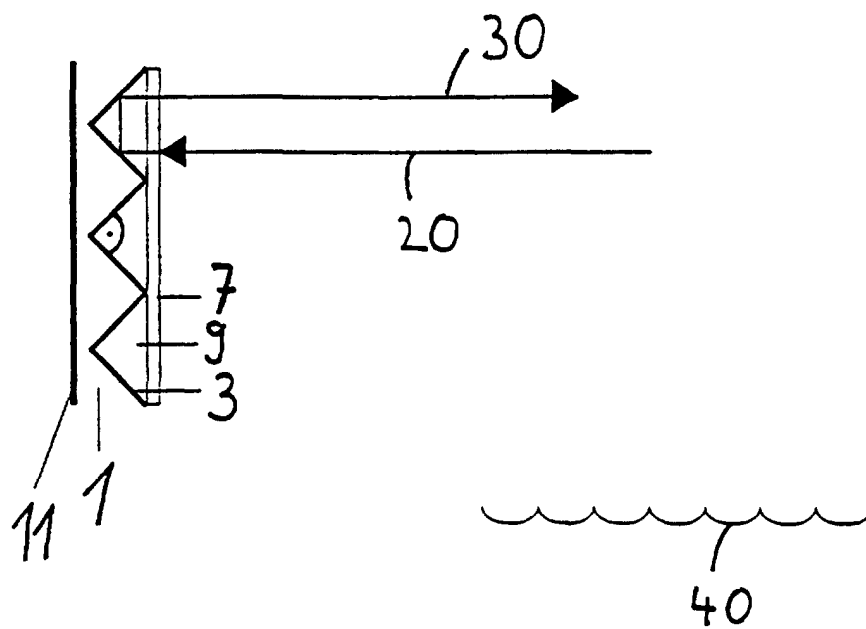


Fig. 3

