



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 600 727 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
30.11.2005 Patentblatt 2005/48

(51) Int Cl.7: **F41H 3/00**

(21) Anmeldenummer: **05011332.3**

(22) Anmeldetag: **25.05.2005**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR LV MK YU

(71) Anmelder: **EADS Deutschland GmbH**
85521 Ottobrunn (DE)

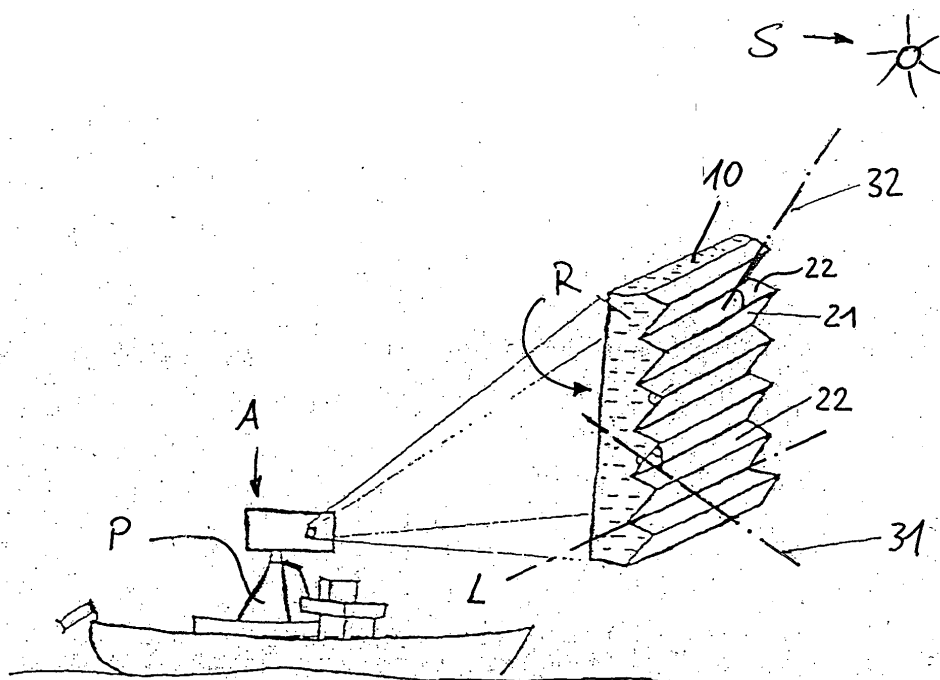
(72) Erfinder:
• **Bofinger, Ralph**
76227 Karlsruhe (DE)
• **Hoffmann, Alexander**
69231 Rauenburg (DE)

(30) Priorität: **26.05.2004 DE 102004025647**

(54) Einrichtung zum Tarnen spekulär reflektierender Oberflächen

(57) Tarneinrichtung zum Tarnen von spekulär reflektierenden Oberflächen eines zu tarnenden Objektes mit Funktionselementen zur Beeinflussung der Reflexion einer angenommenen Strahlungsquelle (S), wobei jedes Funktionselement als Teil einer Außenschicht (10) auf seiner der Strahlungsquelle (S) zugewandten Seite ein Paar von Einzelflächen (21, 22) aufweist, die in deren Längsrichtung (L) nebeneinander verlaufen und deren Oberflächen winklig zueinander angeordnet sind, wobei die Tarneinrichtung mittels einer Mechanik derart

an dem Objekt angeordnet werden kann, dass die Tarneinrichtung in Bezug auf die angenommene Position einer Strahlungsquelle (S) vor der reflektierenden Oberfläche angeordnet ist und die winklige Anordnung der jeweils zugeordneten Einzelflächen (21, 22) derart verläuft, dass die Flächennormale (31) einer ersten 21 der Einzelflächen nach unten geneigt ist, die Flächennormale (32) einer zweiten 22 der Einzelflächen steiler als 80° zur Horizontalebene zeigt, und deren Oberflächenverläufe einen Winkel von < 90° zueinander bilden.



Figur 1

EP 1 600 727 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zum Tarnen spekulär reflektierender Oberflächen.

[0002] Im Bereich der Weitbereichsradare gehören so genannte "Phased-Array-Antennen" zum Stand der Technik. Besonderes Kennzeichen dieser Antennen ist eine ebene Außenfläche in Blickrichtung des Antennenarrays. Weil der Blickwinkel dieser Antennenanordnung azimutal stark eingegrenzt ist, für den operativen Marineeinsatz aber eine 360° Sicht notwendig ist, wird dieses Antennensystem regelmäßig um seine (Vertikalachse) Hochachse gedreht. Für eine optimale Erfassung der Elevation (Gesamtwinkel des oberen Halbraumes = 90°) ist dabei eine Grundausrichtung der Array-Fläche im Bereich von 45° zur Horizontebene erforderlich.

[0003] Vor diesem Hintergrund wird ein Problem erkennbar, das sich im Spektralbereich zwischen 0,4 µm - 5,0 µm (VIS, NIR, SWIR und MWIR) darstellt. Die plane Fläche, die den äußeren Abschluss der Antenne in Send- und Empfangsrichtung bildet und die in einer ausgeführten typischen Antenne eine Fläche von 21 m² besitzt, stellt einen beträchtlichen Reflektor für die Sonne dar. Erschwerend kommt hinzu, dass aufgrund der Grundausrichtung sowie der kontinuierlichen Rotation, die Winkelbedingung für spekulare Reflexionen für einen breiten Bereich des Sonnenstandwinkels sowie des Beobachterwinkels zur Sonne erfüllt wird. Es ist ein aufblitzender Sonnenreflex von typischer Weise ca. 0.3-0.7 s Signaldauer zu beobachten, welcher durch einen bildgebenden Sensor im gesamten Spektralbereich der Sonnenstrahlung (VIS, NIR, SWIR und MWIR) leicht detektiert und aufgrund der absehbaren geringen Stückzahl der installierten Antennen leider auch klassifiziert werden kann.

[0004] Dabei reicht ein spekulärer Reflexionsgrad von wenigen % aus, um die reflektierte Intensität weit über die Umgebungshelligkeit zu bringen. Zum Vergleich: eine unvergütete plane Glasscheibe reflektiert je nach Verschmutzung und Orientierung 5-8 % der einfallenden Intensität und liefert je nach Größe über 20 km Entfernung für bildgebende Sensoren ein auffälliges Signal.

[0005] Für eine typische Antenne gilt: bis zu einem Beobachterabstand von 0,5 km füllt die Breite der Antenne die gesamte Winkelausdehnung der Sonne aus, in 10 km Abstand immer noch 5 % oder knapp 1 mrad, d.h. für die meisten bildgebenden Sensoren mehr als eine Pixelbreite. Eine geometrische "Verdünnung" tritt erst bei Vielfachen dieses Abstandes, d.h. in der Regel weit hinter dem Horizont auf. Entscheidend ist dabei die große Ausdehnung der fast perfekt planen Vorderseite der Antenne. Eine Reduzierung des spektralen Reflexionsgrads (schwarze Farbe) zur Unterdrückung des spekularen Reflexes müsste weit unter 0,5 % gebracht werden, was nach dem allgemein bekannten Stand der Technik praktisch nicht erreichbar ist.

[0006] Nach verbreiteter Technik wäre die Verwendung einer stumpf matten Farbe nahegelegt. Dabei werden üblicherweise mikroskopische Strukturen (Bereich 10 µm Ø) in Form von Pigmenten oder Hohlräumen in die Oberfläche eingebracht. Dies ist jedoch grundsätzlich mit einer hohen Empfindlichkeit für Kontamination verbunden, insbesondere auch durch Wassertropfen. Im Umfeld eines Kampfschiffes, insbesondere in der Nähe der Diesel-Abgasanlage ist dies ausgesprochen ungünstig, d.h. nicht über längere Zeiträume durchhaltbar, da die Flächen häufig (z.B. 2x pro Woche) gereinigt werden müssen und dabei alleine durch Materialabtrag (Ablation) den stumpfen Charakter verlieren würden.

[0007] Weiterhin sind aus der DE 199 55 608 C2 und DE 197 10 692 C2 Tarnelemente bekannt.

[0008] Die Aufgabe der Erfindung ist, eine dauerhaft wirksame Unterdrückung der spekularen Reflexion mit einfachen Mitteln zu erreichen.

[0009] Die Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst und durch die Merkmale der Unteransprüche vorteilhaft weiter ausgebildet.

[0010] Erfindungsgemäß ist eine Tarneinrichtung zum Tarnen von spekulär reflektierenden Oberflächen eines zu tarnenden Objektes mit Funktionselementen zur Beeinflussung der Reflexion einer angenommenen Strahlungsquelle vorgesehen, wobei jedes Funktionselement als Teil einer Außenschicht auf seiner der Strahlungsquelle zugewandten Seite ein Paar von Einzelflächen aufweist, die in deren Längsrichtung nebeneinander verlaufen und deren Oberflächen winklig zueinander angeordnet sind, wobei die Tarneinrichtung mittels einer Mechanik derart an dem Objekt angeordnet werden kann, dass die Tarneinrichtung in Bezug auf die angenommene Position einer Strahlungsquelle vor der reflektierenden Oberfläche angeordnet ist und die winklige Anordnung der jeweils zugeordneten Einzelflächen derart verläuft, dass die Flächennormale einer ersten 21 der Einzelflächen nach unten geneigt ist, die Flächennormale einer zweiten 22 der Einzelflächen steiler als 80° zur Horizontalebene zeigt, und deren Oberflächenverläufe einen Winkel von < 90° zueinander bilden.

[0011] Bei der Tarneinrichtung kann die tatsächliche Breite der Einzelflächen zwischen 2 und 5 mm liegen.

[0012] Bei einer Verwendung der Tarneinrichtung für die Tarnung einer Antenne kann die der Antenne zugewandte Rückseite der Außenschicht ein Paar von Einzelflächen aufweisen, die in deren Längsrichtung nebeneinander verlaufen und deren Oberflächen winklig zueinander angeordnet sind, um Verzerrungen der Antennenstrahlung aufgrund der Strukturierung der Außenseite der Außenschicht zumindest teilweise kompensiert wird.

[0013] Weiterhin wird eine Tarneinrichtung zum Tarnen von spekulär reflektierenden Oberflächen eines zu tarnenden Objektes mit Funktionselementen zur Beeinflussung der Reflexion einer angenommenen Strahlungsquelle vorgeschlagen, bei der jedes Funktionsele-

ment als Teil einer Außenschicht auf seiner der Strahlungsquelle zugewandten Seite Täler und Erhebungen mit Höhenunterschieden zwischen 2 und 4 mm bei einer Weite der Täler, die ein- bis zweimal größer ist als die Tiefe der Täler, aufweist, wobei die Tarneinrichtung mittels einer Mechanik derart an dem Objekt angeordnet werden kann, dass die Längsrichtung der Täler und Erhebungen in der Horizontalebene verläuft bei einer Schwankungsbreite von $\pm 10^\circ$.

[0014] Eine Lösung des Problems wird erfindungsgemäß nicht wie beim Stand der Technik durch Reduzierung des Reflexionsgrads erreicht, sondern durch Ausschalten der Spekularität.

[0015] Die erfindungsgemäße Lösung sieht dazu ein makroskopisches Aufbrechen der Fläche durch Strukturen im Bereich von ≥ 1 mm vor.

[0016] Im Folgenden wird die Erfindung an Hand der beiliegenden Figuren erläutert, die zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung eines Schiffes mit einer Antenne sowie einer darauf angeordneten erfindungsgemäßen Tarneinrichtung mit Funktionselementen, die in einer ersten Ausführungsform schematisch zusätzlich in einer vergrößerten Darstellung gezeigt ist,

Figur 2 eine weitere Darstellung einer Antenne mit einer alternativen Ausführungsform der Funktionselemente.

[0017] Die erfindungsgemäße Tarneinrichtung dient zum Tarnen von spekulär reflektierenden Oberflächen. Diese Oberflächen können Bestandteile z.B. einer Antenne, eines Radarabsorbers, einer Gebäudewand oder einer Wand eines Fahrzeugs, wie z.B. eines Schiffes oder eines Landfahrzeugs, sein. Als ein Anwendungsfall der Erfindung ist in der Figur 1 eine Antenne auf einem Schiff dargestellt, die die erfindungsgemäße Tarneinrichtung aufweist.

[0018] Nach einem Aspekt der erfindungsgemäßen Tarneinrichtung 1 werden Reflexionen, die aufgrund der Strahlung einer Strahlungsquelle und insbesondere der Sonne an einer der Strahlungsquelle zugewandten Außenschicht 10 für einen äußeren Beobachter oder einen Sensor kompensiert. Hierzu weist die Außenschicht 10 Funktionselemente F auf, die in deren Längsrichtung L nebeneinander angeordnet sind.

[0019] Jedes Funktionselement weist auf seiner der Strahlungsquelle S zugewandten Seite ein Paar von Einzelflächen 21, 22 auf, die in deren Längsrichtung L nebeneinander und deren Oberflächen winklig zueinander verlaufen. Die winklige Anordnung der jeweils zugeordneten Einzelflächen 21, 22 ist derart vorgesehen, dass die Flächennormale 31 einer ersten 21 der Einzelflächen nach unten geneigt ist, d.h. unter den Horizont zeigt, und die Flächennormale 32 einer zweiten 22 der Einzelflächen steiler als 80° zur Horizontalebene zeigt.

Weiterhin ist die Anordnung der Einzelflächen 21, 22 eines Funktionselements der Außenschicht 10 so angeordnet, dass deren Oberflächenverläufe einen Winkel von $< 90^\circ$ zueinander bilden. Dadurch ist sichergestellt, dass die Außenschicht nicht wie ein Retroreflektor wirkt. Durch diese Gestaltung wird für jede Position der Strahlungsquelle S relativ zur Tarneinrichtung 1 der spekulare Reflex größer als der Stand der Strahlungsquelle (z.B. Sonnenstand) oder niedriger als der Horizont. Der Bereich eines mutmaßlichen Beobachters oder Sensors wird knapp oberhalb des Horizonts mit dieser Maßnahme ausgespart. Dies stellt jedoch die hauptsächlichen Anwendungsfälle der Erfindung nicht in Frage. Die Blickrichtung eines angenommenen Beobachters oder Sensors nahe der auf die Tarneinrichtung gerichteten Strahlen einer Strahlungsquelle ist erfahrungsgemäß eine schlecht auszuwertende Situation von verhältnismäßig kurzer Dauer.

[0020] Die Tarneinrichtung 1 ist erfindungsgemäß so angeordnet, dass die genannten Winkelbestimmungen in Bezug auf die Horizontalebene in einer Schwankungsbreite von 5° eingehalten sind. Dies kann durch eine entsprechende Haltevorrichtung P und optional zusätzlich einer Positioniereinrichtung sichergestellt sein. Dabei kann zusätzlich vorgesehen sein, dass die Längsrichtung L in horizontaler Richtung oder in Richtung der an der Position der Antenne lokal vorhandenen Erdoberfläche verläuft, wobei für den Verlauf in horizontaler Richtung eine vorbestimmte Schwankungsbreite von vorzugsweise 5° zugelassen ist. Es kann in diesen Fällen auch eine zusätzliche Funktionalität mit der Tarneinrichtung verbunden sein, mit der die Ausrichtung der Tarneinrichtung derart sichergestellt ist, dass die Längsrichtung L in vorgegebenen Grenzen horizontal verläuft.

[0021] In einer Ausführungsform der Erfindung ist die Außenschicht 10 aus einer Gewebeplane und einer zumindest auf einer Seite der Gewebeplane angeordneten Wirkstruktur gebildet. Bei der Verwendung einer Wirkstruktur auf nur einer Seite der Gewebeplane ist die Wirkstruktur auf der Seite der Strahlungsquelle S angeordnet.

[0022] Alternativ kann die Außenstruktur aus einem Kunststoff und insbesondere Polypropylen gebildet sein. Dies hat den Vorteil einer hohen Korrosionsbeständigkeit in einer relativ leichten Herstellbarkeit. Ein weiterer Vorteil ist, dass die Farbe des Kunststoffs entsprechend den vorgesehenen Außenverhältnissen gewählt und ausgeführt sein kann.

[0023] Die Teilflächen 21, 22 sind vorzugsweise verhältnismäßig glatt gestaltet.

[0024] Die Teilflächen 21, 22 weisen eine tatsächlich Breite zwischen 1 und 10 mm und in speziellen Anwendungsfällen zwischen 2 und 5 mm auf.

[0025] Alternativ kann die Außenschicht 10 auf der Seite der vermuteten Strahlungsquelle S horizontal verlaufende Täler und Erhebungen von vorzugsweise 2 bis 4 mm Höhe aufweisen, wobei die Weite der Täler ein

bis zweimal größer ist als die Tiefe der Täler. Der horizontale Verlauf der Täler und Erhebungen bezieht sich auf deren Längsrichtung, wobei eine Schwankungsbreite von 10° und vorzugsweise 5° in Kauf genommen wird. Dabei ist insbesondere vorgesehen, dass die der angenommenen Strahlungsquelle S zugewandte Außenseite der Außenschicht aus einer Wirkstruktur 7 auf der Basis eines Abstandsgewebes oder Gewirkes gebildet ist.

[0026] Ein Vorteil einer Wirkstruktur ist, dass das tarnende Material zu Reinigungszwecken entfernt werden kann, bzw. bei Verschleiß einfach zu ersetzen ist. Vorstellbar ist hierbei eine Schnapprollo Anordnung die es ermöglicht, bei Bedarf die Gewebestruktur als Tarnkit über die gesamte Antennenoberfläche zu ziehen. Eine Variante dieser Anordnung sieht anstelle einer Rolloanordnung eine Unterbringung der erfindungsgemäßen Geweberolle in einem Abwickel- und Aufwickelmagazin 8 bzw. 9 vor. Als besonderer Vorteil ergibt sich dadurch im laufenden Einsatz eine einfache Möglichkeit zum Spannen und Erneuern der Gewebeplane.

[0027] An das Material wird eine Reihe von Anforderungen gestellt, die erfindungsgemäß durch die Verwendung eines 100 % Polypropylengarnes (PP), das bereits im Faden eingefärbt ist und keine weitere Behandlung erfährt, erfüllt werden. Die Wirkstruktur erzeugt auf der Unterseite eine durchgehende Ebene, auf der Oberseite Täler und Erhebungen im Bereich 2-4 mm Höhe. Die Weite der Täler ist dabei 1-2 mal so groß wie die Tiefe.

[0028] Bei der Verwendung der Tarneinrichtung 1 in Bezug auf eine Strahlungsquelle S vor einer Antenne, d.h. bei der Verwendung der selben als Radom, werden die elektrischen Durchgangseigenschaften der von der Antenne ausgesandten Wellen oder Strahlung in gewissem Maße verzerrt. Dies ist der Fall, obwohl sich die beschriebene Gestaltung der Außenschicht 10 auf einen Wellenlängenbereich der von der Strahlungsquelle S erzeugten Strahlung von etwa 0.4 bis 5.0 µm bezieht. Um diese Strahlverzerrung zu kompensieren, ist in einer Weiterführung der Erfindung auf der Rückseite R der Außenschicht 10, d.h. auf der der Antenne A zugewandten Seite der Außenschicht 10, eine Struktur vorgesehen, welche die Verzerrung der von der Antenne erzeugten Radarwellen kompensiert. Die Kompensation ist zumindest so vorgesehen, dass der auf der Strahlungsquelle S zugewandten Seite der Außenschicht 10 auftretende Verzerrungseffekt um zumindest 50% und vorzugsweise zu 80% kompensiert und idealerweise neutralisiert wird, d.h. dass der Strahldurchgang der von der Antenne erzeugten Strahlung unverändert bleibt.

[0029] Bei einer Gestaltung der Außenschicht mit winklig angeordneten Einzelflächen 21, 22 kann zu diesem Zweck die Rückseite R der Außenschicht 10 Funktionselemente mit einem Paar von Einzelflächen gebildet sein, die in deren Längsrichtung L nebeneinander und deren Oberflächen winklig zueinander verlaufen. Die winklige Anordnung der jeweils zugeordneten Ein-

zelflächen ist derart vorgesehen, dass die Flächennormale einer ersten 21 der Einzelflächen nach unten geneigt ist, d.h. unter den Horizont zeigt, und die Flächennormale einer zweiten 22 der Einzelflächen steiler als 80° zur Horizontalebene zeigt. Weiterhin ist die Anordnung der Einzelflächen 21, 22 eines Funktionselements der Außenschicht 10 so angeordnet, dass deren Oberflächenverläufe einen Winkel von < 90° zueinander bilden.

[0030] Durch die gleichartige Gestaltung von Rückseite R und Außenseite der Außenschicht 10, einer Entnehmbarkeit der Außenschicht 10 aus der Tarneinrichtung 1 und entsprechenden Vorkehrungen die Außenschicht 10 in umgewendeter Weise zu monitieren, kann die Standzeit der Tarneinrichtung 1 wesentlich verlängert werden.

Patentansprüche

1. Tarneinrichtung zum Tarnen von spekulär reflektierenden Oberflächen eines zu tarnenden Objektes mit Funktionselementen zur Beeinflussung der Reflexion einer angenommenen Strahlungsquelle (S), **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Funktionselement als Teil einer Außenschicht (10) auf seiner der Strahlungsquelle (S) zugewandten Seite ein Paar von Einzelflächen (21, 22) aufweist, die in deren Längsrichtung (L) nebeneinander verlaufen und deren Oberflächen winklig zueinander angeordnet sind, wobei die Tarneinrichtung mittels einer Mechanik derart an dem Objekt angeordnet werden kann, dass die Tarneinrichtung in Bezug auf die angenommene Position einer Strahlungsquelle (S) vor der reflektierenden Oberfläche angeordnet ist und die winklige Anordnung der jeweils zugeordneten Einzelflächen (21, 22) derart verläuft, dass die Flächennormale (31) einer ersten 21 der Einzelflächen nach unten geneigt ist, die Flächennormale (32) einer zweiten 22 der Einzelflächen steiler als 80° zur Horizontalebene zeigt, und deren Oberflächenverläufe einen Winkel von < 90° zueinander bilden.
2. Tarneinrichtung nach dem Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die tatsächliche Breite der Einzelflächen (21, 22) zwischen 2 und 5 mm liegt.
3. Tarneinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einer Verwendung der Tarneinrichtung für die Tarnung einer Antenne die der Antenne zugewandte Rückseite (R) der Außenschicht (10) ein Paar von Einzelflächen (21, 22) aufweist, die in deren Längsrichtung (L) nebeneinander verlaufen und deren Oberflächen winklig zueinander angeordnet

sind, um Verzerrungen der Antennenstrahlung aufgrund der Strukturierung der Außenseite der Außenschicht (10) zumindest teilweise kompensiert wird.

5

4. Tarneinrichtung zum Tarnen von spekulär reflektierenden Oberflächen eines zu tarnenden Objektes mit Funktionselementen zur Beeinflussung der Reflexion einer angenommenen Strahlungsquelle (S),
dadurch gekennzeichnet, dass

10

jedes Funktionselement als Teil einer Außenschicht (10) auf seiner der Strahlungsquelle (S) zugewandten Seite Täler und Erhebungen mit Höhenunterschieden zwischen 2 und 4 mm bei einer Weite der Täler, die ein- bis zweimal größer ist als die Tiefe der Täler, aufweist, wobei die Tarneinrichtung mittels einer Mechanik derart an dem Objekt angeordnet werden kann, dass die Längsrichtung der Täler und Erhebungen in der Horizontalebene verläuft bei einer Schwankungsbreite von $\pm 10^\circ$.

15

20

25

30

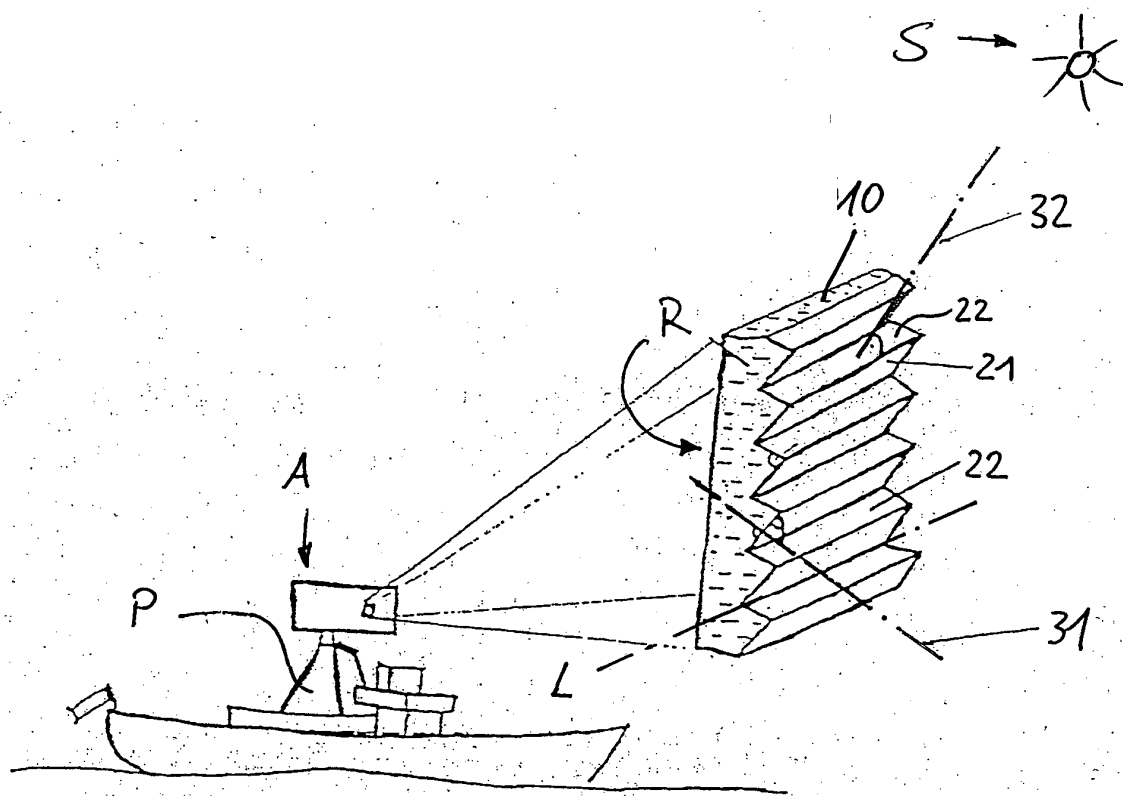
35

40

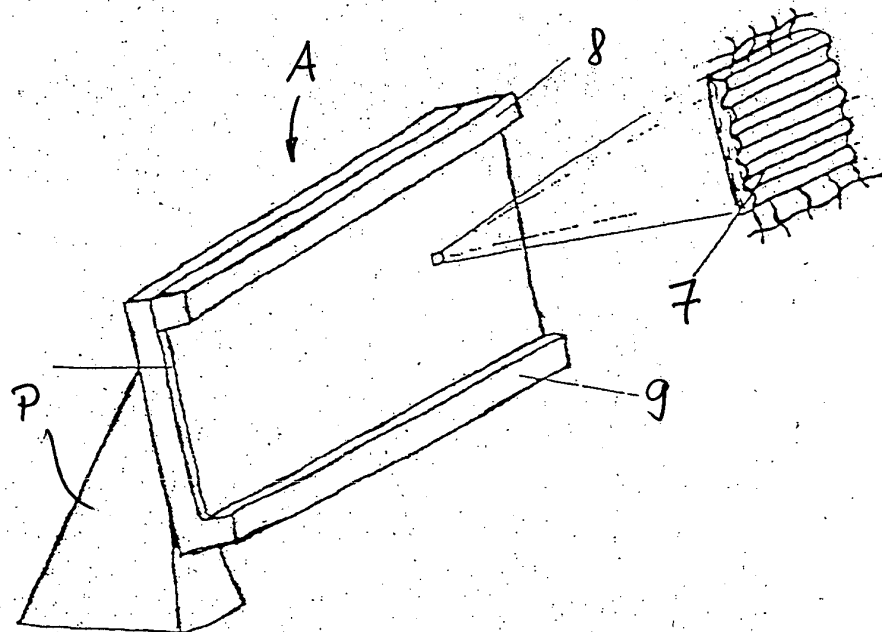
45

50

55



Figur 1



Figur 2