

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

11

Veröffentlichungsnummer:

**0 250 742
A1**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 87105585.1

51 Int. Cl. 4: **F41H 3/02**

22 Anmeldetag: 15.04.87

30 Priorität: 25.04.86 DE 3614016

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.01.88 Patentblatt 88/01

54 Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB IT LI SE

71 Anmelder: **DORNIER SYSTEM GmbH**
Postfach 1360
D-7990 Friedrichshafen(DE)

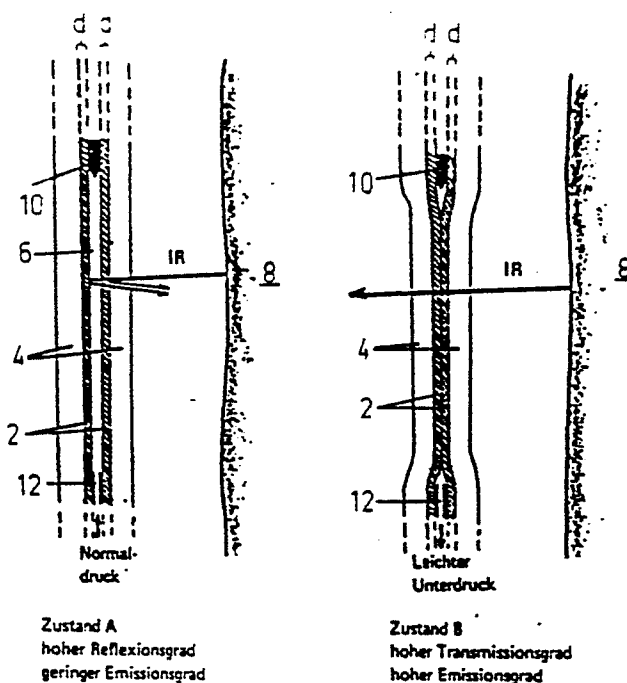
72 Erfinder: **Scherber, Werner, Dr. Dipl.-Phys.**
Unterer Höhenweg 22
D-7775 Bermatingen(DE)

74 Vertreter: **Landsmann, Ralf, Dipl.-Ing.**
Kleeweg 3
D-7990 Friedrichshafen 1(DE)

54 **Radartransparente Folie mit steuerbarer Infrarotreflexion für Tarnzwecke.**

57 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Tarnung von Objekten gegen eine Aufklärung durch Wärmebildgeräte oder Radaraufklärung, wobei das zu tarnende Objekt mit einer flächenhaften Anordnung von Zellen überzogen ist und durch Veränderung der Abstände von Folien oder Platten in den Zellen der Emissionsgrad der Zellen unabhängig voneinander steuerbar ist.

Fig. 1



EP 0 250 742 A1

Radartransparente Folie mit steuerbarer Infrarotreflexion für Tarnzwecke

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung, die es erlaubt, die Wärmeabstrahlung von Oberflächen zu regulieren und dadurch das Wärmebild eines Objektes zu beeinflussen. Die Vorrichtung eignet sich zur Tarnung gegen Wärmebildgeräte, indem die Konturen des Hintergrundes am Ort des Objektes erzeugt werden oder indem die Konturen eines Objektes so erzeugt werden, dass ein vermeintliches Objekt entsteht, das in Wirklichkeit nicht vorhanden ist.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung besteht darin, dass die Vorrichtung ohne Verwendung metallischer Flächen realisiert werden kann und deshalb durchlässig ist für Radio- und Mikrowellen. Bevorzugte Anwendungen ergeben sich dadurch für die Tarnung von Radarkuppeln (Radome) und für die multispektrale Tarnung.

Die Tarnung von Objekten gegen Aufklärung durch Wärmebildgeräte enthält eine besondere Problematik. Anders als im Sichtbaren ist im thermischen Infrarot-Bereich die Erkennbarkeit eines Objektes nicht nur von dessen Oberflächeneigenschaften (wie Farbe, Reflexionsgrad, Rauigkeit) abhängig, sondern wird zusätzlich durch die Temperatur der Oberfläche und die Temperaturen der Umgebung, des Hintergrundes und des Himmels bestimmt.

Zur Tarnung werden niedrigemittierende Anstriche eingesetzt. Diese Maßnahme verringert, proportional zur Höhe des Emissionsgrades ϵ der Oberfläche, die von diesem Objekt ausgehende Wärmestrahlung; besonders bei stärker erwärmten Objekten kann auf diese Weise eine Minderung der Entdeckbarkeit erreicht werden. Neben den Anstrichen sind andere Infrarot-Tarnmittel mit ähnlicher Wirkung bekannt: beispielsweise niedrigemittierende Textilien, kaschierte Metallfolien, Infrarot-Tarnnetze mit metallischen Elementen (Schichten, Folien, Fäden), galvanische niedrigemittierende Beschichtungen und Ähnliches. Da sich aber die thermischen Verhältnisse der Umgebung, bedingt durch Sonnenstand, Wetterverhältnisse, Jahreszeiten und andere Einflüsse ständig ändern, ist es nicht möglich, ein Objekt im Infraroten mit einem Anstrich oder einem Tarnnetz vollkommen wirksam zu tarnen, solange das Tarnmittel fest eingestellte Oberflächeneigenschaften besitzt. Um eine effektive Infrarot-Tarnung zu erreichen, sind also Tarnmittel erwünscht, deren Wärmestrahlung steuerbar ist und somit zu jeder Zeit an das Wärmebild des Hintergrundes angepasst werden kann.

Eine Vorrichtung dieser Art ist in der DE-OS 32 17 977 beschrieben. Nach dieser Erfindung wird die dem Beobachter zugewandte Seite des Objektes mit einer geometrischen Struktur von heizbaren Flächen versehen, welche die Erzeugung einer beliebigen Temperaturverteilung ermöglicht.

Zur Aufrechterhaltung eines Temperaturprofils ist die ständige Zufuhr von Energie zur Heizung der Oberflächenelemente in der Größenordnung von 100 W/m^2 erforderlich. Diese Energie wird bei grösseren Flächen oder bei beweglichen Objekten oft nicht zur Verfügung stehen. In vielen Fällen, bei denen das Objekt bereits wärmer als die Umgebung ist, wird sich durch das Heizen der Temperaturkontrast noch verstärken. Man könnte entsprechend an die Anwendung von Kühlelementen (z.B. Peltierelemente oder Verdunstungsflächen) denken, diese Lösung würde sich jedoch in der technischen Ausführung sehr aufwendig gestalten, einen noch höheren Energiebedarf besitzen und darüberhinaus Probleme aufgrund von Kondensations- und Vereisungseffekten aufwerfen. Die Wärmeabstrahlung eines Körpers wird nicht nur von seiner Temperatur, sondern auch vom Emissionsgrad ϵ seiner Oberfläche bestimmt. Ein niedriger ϵ -Wert verleiht erwärmten Körpern eine niedrige, scheinbare Temperatur, wodurch unter bestimmten Umständen eine Minderung der Entdeckbarkeit entstehen kann. Der Einsatz niedrig emittierender (nicht variabler) Oberflächenschichten für die Infrarot-Tarnung ist bekannt und z.B. in der DE-PS 30 43 381 beschrieben. Wie eingangs dargestellt, ist nach diesem Stand der Technik eine universelle, wirksame Wärmebildtarnung ebenfalls nicht gegeben.

Gemeinsames Merkmal dieser infrarotaktiven Tarnmittel ist, dass die niedrigemittierende Wirkung durch Einlagerung von metallischen Schichten oder Partikeln erreicht wird. Niedrige Infrarot-Emissionsgrade unter etwa 70 %, treten an homogenen Materialien nur auf, wenn diese metallischen Charakter und eine gewisse metallische Leitfähigkeit besitzen. Herkömmliche metallhaltige IR-Tarnanstriche und IR-Tarnmittel besitzen einige typische Nachteile, welche ihre Verwendungsmöglichkeiten und Wirksamkeit stark einschränken. Die Metallkomponente bewirkt, dass die Schichten für elektromagnetische Strahlung allgemein undurchlässig sind und eine starke Reflexionswirkung zeigen. Im sichtoptischen Bereich wird die unerwünschte Reflexion üblicherweise mit Hilfe von Farbpigmenten unterdrückt, dies ist jedoch im Mikrowellen- und Radiowellenbereich nicht möglich, so dass diese IR-Tarnmittel gegenüber Radaraufklärung keine tarnende Wirkung zeigen oder die Entdeckbarkeit eher noch erhöht wird, wenn das Objekt selbst

radarneutral ist. Aus dem gleichen Grund können herkömmliche niedrigemittierende Schichten nicht zur Tarnung von Kommunikationsanlagen, wie Sende- und Empfangsantennen, Radarkuppeln und anderen derartigen Anlagen verwendet werden.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zu schaffen, mit der das Wärmebild eines Objektes gezielt beeinflussbar und insbesondere an das Wärmebild seines Hintergrundes angleichbar ist, wobei diese Beeinflussung nicht wesentlich mit einer Temperatursteuerung des Objektes oder der Vorrichtung verbunden ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss durch Steuerung des Wärmeemissionsgrades gelöst. Dazu wird der zu tarnende Körper mit einer flächenhaften Anordnung von Zellen überzogen. Jede Zelle besteht aus zwei übereinanderliegenden, infrarottransparenten Folien, welche auf der Innenseite je eine Interferenzschicht tragen. Durch Abstandsveränderung der Folien wird unter Ausnutzung von Interferenzbeziehungen ein Schaltvorgang zwischen zwei Zuständen mit unterschiedlichem IR-Reflexionsgrad erreicht. Die erfindungsgemässe ϵ -Steuerung bietet gegenüber der bekannten Temperatursteuerung entscheidende Vorteile, wie geringer Energiebedarf, selbständiges Halten eines optischen Zustandes, einfache, leichte Ausführungsform.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Figuren näher beschrieben.

Es zeigen:

Figur 1 die Wirkungsweise des vorgeschlagenen Tarnsystems mit pneumatischer Steuerung in zwei Zuständen,

Figur 2 die Darstellung einer Kuppel und die Möglichkeit der Simulation nichtvorhandener Strukturen auf der Kuppel.

In Figur 1 bestehen die Interferenzschichten 2 aus einem im Wärmestrahlungsbereich 8 - 12 μm (3. atmosphärisches Fenster) und 3 - 5 μm (2. atmosphärisches Fenster) durchlässigen Material. Die Trägerfolien 4, beispielsweise aus Polyethylen, besitzen geringere Brechungsindizes als die Schichten 2. Die Schichtdicke wird auf maximale Reflexion ($d = \lambda/(4 \cdot n)$) an der Einzelschicht abgestimmt, wobei n den Brechungsindex der Schicht und λ die Wellenlänge der Abstrahlung bedeutet.

Im Ausgangszustand sollen sich beide Flächen leicht voneinander lösen, so dass ein Luftspalt 6 von einigen Mikrometern oder mehr entsteht. In diesem Zustand besitzt die Anordnung einen hohen Reflexionsgrad (Zustand A). Werden nun die beiden Folien zusammengebracht, z.B. durch Erzeu-

gen eines leichten Unterdrucks im Zwischenraum 6, so entsteht aus den beiden reflektierenden $\lambda/4$ -Schichten eine $\lambda/2$ -Schicht mit hoher Durchlässigkeit (Zustand B).

Der Emissionsgrad im Zustand B wird bei der Verwendung von IR-transparenten Folien 4 durch den Emissionsgrad des dahinterliegenden Objektes 8 bestimmt, ist also in der Regel (keine metallisch blanke Oberflächen!) hoch. Als mögliches Schichtmaterial kommt eine grössere Anzahl von Substanzen in Betracht. Die Auswahl richtet sich nach dem geforderten Transmissionsbereich im infraroten und im sichtoptischen Spektrum, sowie nach praktischen, technischen Gesichtspunkten, wie Herstellbarkeit, Haltbarkeit und Kosten. Breitbandige Tarnwirkung und gute Stabilität bietet die Gruppe der Halbleiter, wie Silizium, Germanium; Graphit, sowie Metallsulfide, Metallselenide und Metelltelluride, die auch als Rohstoff für kompakte IR-Fenster herangezogen Bereich gewünscht, sind oxidische Materialien wie beispielsweise SiO_2 , Al_2O_3 , SnO_2 , In_2O_3 , TiO_2 , CeO_2 , MgO , Fluoride wie MgF_2 , PbF_2 , BaF_2 und andere Verbindungen mit ähnlichen Eigenschaften einsetzbar.

Statt flexibler Folien können ein oder zwei plattenartige Träger eingesetzt werden; stets muss jedoch mindestens das dem Wärmebildgerät zugewandte Element IR-transparent sein, um die gewünschte Wirkung zu erzeugen. Wahlweise kann die Folie oder Platte mit einer Schutzschicht überzogen sein, sie muss aber ebenfalls in jedem Fall in IR-Frequenzbereich der Anwendung transparent sein.

Zur Erhöhung der mechanischen Festigkeit - insbesondere bei der Ausführung mittels flexibler Folien 4 - wird zweckmässigerweise ein die Zellen umgebender stabiler Rahmen 10 aus Kunststoff oder anderen Materialien verwendet. Der Rahmen 10 muss so dicht mit den Folien oder Platten abschliessen, dass ein Unterdruck aufgebaut werden kann. Werden plattenartige, selbsttragende Elemente eingesetzt, können die Zellen einfach durch Aufkleben oder Aufschweissen von Folien in Form luftdichter Blasen hergestellt werden. An einer Stelle in jeder Zelle muss die Zuführung einer Unterdruckleitung vorgesehen sein 12.

Anstelle der pneumatischen Steuerung können auch andere Bewegungsmechanismen mit elektromagnetischem, elektrostatischem, elektrostrikativem, elektromotorischem oder anderem Antrieb eingesetzt werden. Besonders interessant an der pneumatischen Steuerung ist jedoch, dass sie völlig aus Kunststoff und nichtleitenden Komponenten aufgebaut werden kann und damit die Durchlässigkeit gegenüber anderen Spektralbereichen - Radiowellen, Mikrowellen, Licht - erhalten bleibt.

Weitere Merkmale und Vorzüge der Erfindung sollen anhand typischer Anwendungen beschrieben werden, für die bisher keine Lösungen existieren.

Die erfindungsgemässe Tarnfolie kann sehr vorteilhaft zur Verkleidung von Radarkuppeln (Radome) eingesetzt werden. Die heutige Bauweise von Radomen hat sich im Hinblick auf die Detektierbarkeit im IR-Bereich als ausgesprochen ungünstig erwiesen. Aufgrund der geringen Wärmeleitfähigkeit und Wärmekapazität der Radomaussenhaut (Kunststoff-Schaummaterial oder -Folien) ist die Oberflächentemperatur starken witterungsbedingten Schwankungen unterworfen, was diesen Objekten eine ungewöhnlich gut ausgeprägte Wärmebildsignatur verleiht. Gegenmaßnahmen mit herkömmlichen Tarnmitteln ohne Beeinträchtigung der Radartransmission sind nicht bekannt.

Die Figur 2 zeigt symbolisiert diesen Anwendungsfall. In Figur 2a ist eine typische Signatur eines Radoms bei Sonneneinstrahlung gezeigt. Die obere Hälfte der Kugel ist stark erwärmt und hebt sich charakteristisch gegen den viel dunkleren Hintergrund ab. Bei Nacht sind die Hell-Dunkel-Verhältnisse wegen der niedrigen Himmelstemperatur gerade umgekehrt, aber ebenso gut erkennbar. Mit Hilfe der erfindungsgemässen, an der Aussenfläche des Radoms angebrachten Vorrichtung, wird eine wirkungsvolle Konturenzerlegung hervorgerufen, indem typische Strukturen der Umgebung wie z.B. rechteckige Flächen bei landwirtschaftlichen Feldern (Figur 2b, ohne Hintergrund) oder Siedlungen, Gebäudestrukturen (Figur 2c) oder sonstige Landschaftformationen (Horizontlinien, Hügelketten, Waldflächen, Flußläufe) simuliert werden.

Eine ähnliche Situation liegt vor bei der Tarnung von anderen Anlagen und Komponenten der Übertragungstechnik, also Rundfunksendern, Fernmeldestationen, Satellitenempfangsantennen, Funkleitsystemen, Peil- und Aufklärungssystemen und anderen Anlagen. Alle diese im Verteidigungsfall unentbehrlichen Anlagen, die bisher als leicht erkennbar und verwundbar gelten, können mit Hilfe der Erfindung wirksam gegen Wärmebildaufklärung getarnt werden ohne jede Beeinträchtigung ihrer Funktion.

Weitere Anwendungen liegen bei der IR-Tarnung von Gebäuden, Strassen, Brücken etc.; ebenfalls strategisch sehr wichtige Objekte, die bisher gegenüber der Wärmebildbeobachtung nicht oder nur auf Kosten erhöhter Radarerkennbarkeit zu schützen sind. Vorteilhaft hierbei ist auch, dass die erfindungsgemässe Tarnvorrichtung nicht ständig wie ein Anstrich vorhanden sein muss.

Eine Anwendung, bei der die Durchlässigkeit im Mikrowellenbereich ebenfalls als entscheidende Voraussetzung eingeht, sind radarabsorbierende Materialien und Strukturen. Diese heute bekannten Tarnmittel gegen Radaraufklärung sind ausnahmslos gute IR-Emitter und deshalb im Wärmebild leicht detektierbar, andererseits aber mit niedrige-mittleren Anstrichen auf Metallbasis nicht zu behandeln, da dann die Radarabsorberwirkung verloren geht.

Die oben erwähnten Varianten zur Konturenzerlegung und Signatursimulation können natürlich auch hier vorteilhaft eingesetzt werden.

Bei der denkbaren Anwendung der erfindungsgemässen Tarnvorrichtung auf Fahrzeuge, Schiffe, Flugzeuge, Stahlbrücken, Stahlmasten und anderen Einrichtungen kommt ein besonderer Aspekt hinzu. Diese Objekte weisen aufgrund ihrer vorwiegend aus Metall bestehenden Struktur eine deutliche und charakteristische Radarsignatur auf. Dieses Problem kann grundsätzlich durch Anwendung von Radarabsorbern und multispektraler Tarnvorrichtung, wie oben beschrieben, gelöst werden. Sind jedoch Radarabsorber aus irgendwelchen Gründen (Gewicht, Kosten, Verfügbarkeit) nicht erwünscht oder nicht möglich, dann kann mit Hilfe der erfindungsgemässen Tarnvorrichtung ein kombinierter IR-Radareffekt dadurch erzielt werden, dass die Zellen der Tarnvorrichtung objektseitig ganzflächig oder teilweise metallisiert werden. Bestimmte charakteristische Radarsignaturen des Objektes können auf diese Weise aufgehoben oder verfälscht werden.

Eine zusätzliche Tarnwirkung im Sichtbaren oder nahen Infrarot ist durch Anwendung eingefärbter Kunststoff-Folien möglich. Werden Folien oder Platten mit guter optischer Transparenz eingesetzt, dann kann die visuelle Tarnwirkung durch hinterlegte und damit leicht veränderbare Farbanstriche erreicht werden oder sie ist durch den vorhandenen Tarnanstrich des Objektes bereits gegeben.

Nachfolgend werden einige weitere vorteilhafte Aspekte der Erfindung erwähnt: Bei Verwendung von Interferenzschichten mit hohem Brechungsindex wird die erzielte Wirkung weitgehend unabhängig vom Beobachtungswinkel. Die mit der einfachen Anordnung von Figur 1 entstehenden Interferenzeffekte sind so breitbandig, dass bei entsprechender Schichtdickenabstimmung der gesamte Frequenzbereich des Detektors im 3 - 5 μm oder 8 - 12 μm Band erfasst wird. Es können auf diese Weise Schalthebe im Emissionsgrad von 60 % erzeugt werden (Zustand A: $\epsilon = 20$ %; Zustand B: $\epsilon = 80$ %). Es ist auch ein Simultaneffekt in beiden IR-Fenstern möglich, dann muss der

Brechungsindex der Interferenzschichten jedoch auf einen bestimmten, berechenbaren Wert festgelegt werden, oder es müssen mehrlagige Interferenzfilme eingesetzt werden.

Die Methode ist nicht auf die Schaltung von zwei Extremzuständen beschränkt. Es können auch Zwischenwerte des Emissionsgrades eingestellt werden, wenn eine Zellfläche in weitere Einheiten unterteilt wird, deren Dimension nicht mehr vom beobachtenden Wärmebildgerät aufgelöst wird. Dann entspricht die Anzahl der Unterelemente, die sich in einem Zustand befinden, einer bestimmten ϵ -Abstufung.

Aus der Optik der Interferenzschichten ist bekannt oder kann sofort abgeleitet werden, dass die hier vorgeschlagene Lösung über Abstandveränderung verschiedene Extremwerte der Interferenz einzustellen, durch eine Vielzahl von Schichtanordnungen verwirklicht werden kann. Diese grundsätzlich vorhandenen Kenntnisse können nutzbringend zur technischen Ausgestaltung der Erfindung herangezogen werden. Stellvertretend für die vielen möglichen Varianten, sollen hier einige Beispiele genannt werden:

-Statt der symmetrischen Anordnung von $\lambda/4$ -Schichten (Figur 1) kann auch nur eine $\lambda/4$ -Schicht zum Einsatz kommen. Hat die korrespondierende Oberfläche (zu der der Abstand variiert wird) einen höheren Brechungsindex als die Interferenzschicht selbst, kann der Phasensprung an der Grenzfläche Interferenzschicht/Luftspalt verändert werden.

Aus einem Reflexionsmaximum im Zustand mit Luftspalt wird ebenfalls ein Reflexionsminimum im Zustand ohne Luftspalt.

-Dieses Prinzip kann auch verwendet werden für eine Antireflex-Schicht auf Metall (Zustand: Minimum der Reflexion). Wird die Schicht vom Metall getrennt, ergänzen sich die Reflexionsanteile an der Schicht und an der Metalloberfläche zu sehr hohen Werten. Wegen des Imaginäranteils des Brechungsindex des Metalls ergibt sich in diesem Fall für die Interferenzschichtdicke keine reine $\lambda/4$ -Beziehung.

-Eine weitere Variante besteht darin, dass die Interferenzschichten nicht aus homogenem Material bestehen, sondern aus zwei halbdurchlässigen Metallfilmen, welche durch eine Abstandsschicht ($\lambda/4$, $\lambda/2$) getrennt sind.

Die beiden letztgenannten Versionen würden wegen der Metallflächen den Vorteil der multispektralen Anwendung nicht oder nicht in vollem Maße vermitteln.

Ansprüche

1. Vorrichtung zur Tarnung von Objekten gegen eine Aufklärung, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Objekt mit einer flächenhaften Anordnung von Zellen überzogen ist und der Emissionsgrad der Zellen unabhängig voneinander steuerbar ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zellen aus mindestens zwei Folien (4) bestehen, von denen mindestens eine infrarottransparent ist und mindestens eine auf der Innenseite eine Infrarot-Interferenzschicht (2) trägt, und dass der Luftspalt zwischen den Folien mit einem Mechanismus aufbaubar und abbaubar ist.

3. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass, unter Ausnutzung von Interferenzbeziehungen, der IR-Reflexionsgrad und Emissionsgrad des Foliensystems zwischen zwei Zuständen schaltbar ist.

4. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Folien (4) nach den Ansprüchen 1 bis 3 durch plattenartige Elemente ersetzt sind.

5. Vorrichtung nach Ansprüchen 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Zusammenpressen und Lösen der Elemente pneumatisch, beispielsweise durch einen geringen Unterdruck und Überdruck, steuerbar ist.

6. Vorrichtung nach Ansprüchen 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bewegung der Elemente mittels eines elektromagnetischen, elektrostatischen, elektrostriktiven oder elektromotorischen Antriebs steuerbar ist.

7. Vorrichtung nach Ansprüchen 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Form und Anordnung der Zellen in beliebiger geometrischer Form gestaltet ist.

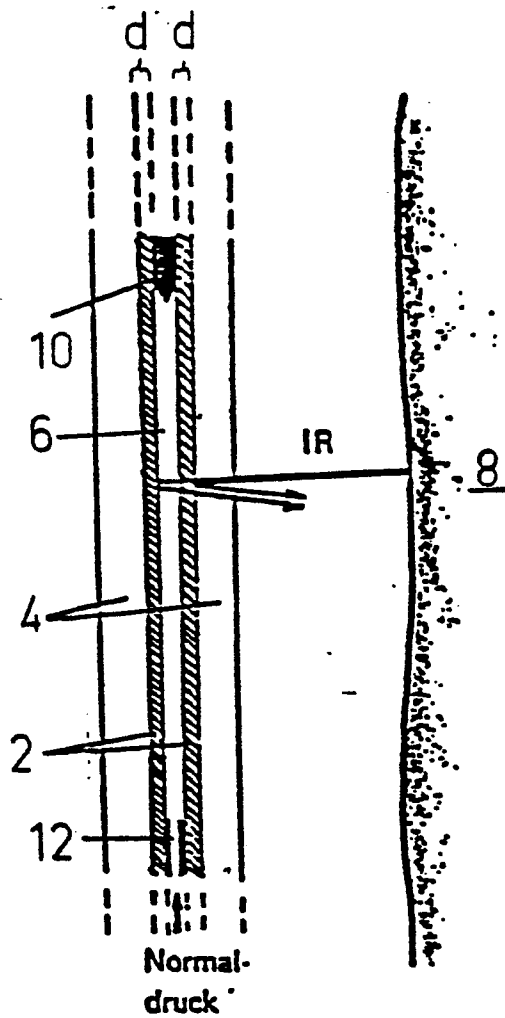
8. Vorrichtung nach Ansprüchen 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ausdehnung der Zellen kleiner gewählt ist als die laterale Auflösung der Wärmebildkamera des Beobachters und dadurch Grauwertabstufungen und weiche Konturen hervorrufbar sind.

9. Vorrichtung nach Ansprüchen 1 bis 5 und 7 und 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie zur Wärmebildtarnung von Radomen und anderen Antennenanlagen und Übertragungsstationen einsetzbar ist.

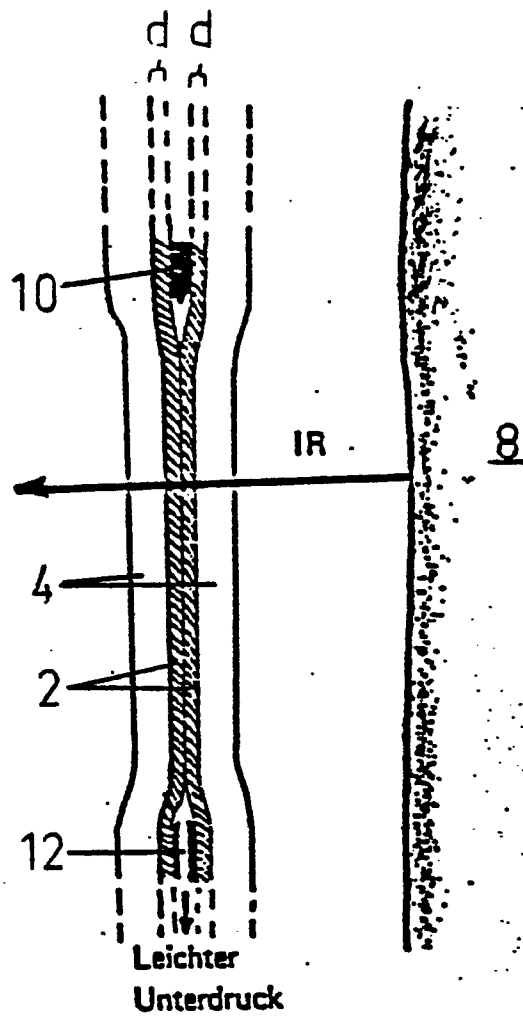
10. Vorrichtung nach Ansprüchen 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie zur Wärmebildtarnung von Gebäuden, Brücken, Straßen, Flugplätzen und ähnlichen Einrichtungen einsetzbar ist.

11. Vorrichtung nach Ansprüchen 1 bis 8 und 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zellen objektiv ganz oder fleckenweise metallisiert sind und zur multispektralen Tarnung von vorwiegend metallischen Objekten einsetzbar sind.

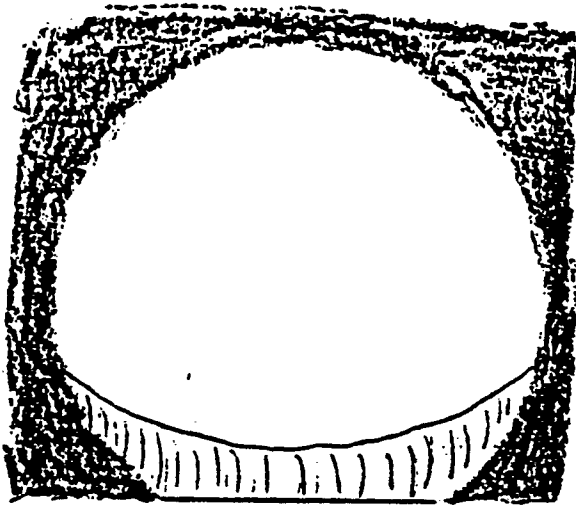
Fig. 1



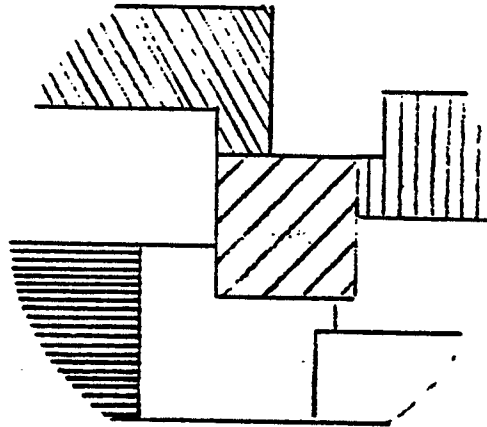
Zustand A
 hoher Reflexionsgrad
 geringer Emissionsgrad



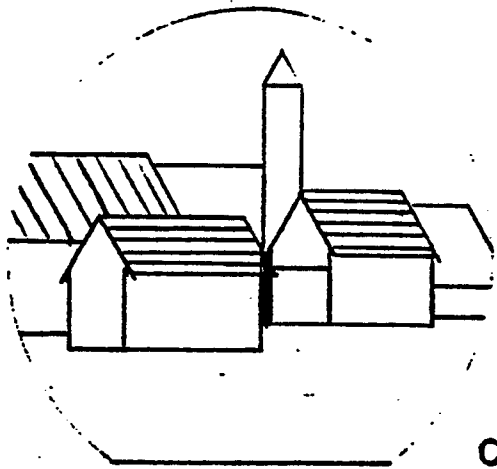
Zustand B
 hoher Transmissionsgrad
 hoher Emissionsgrad



a



b



c

Fig. 2



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			EP 87105585.6														
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)														
D, A	DE - A1 - 3 217 977 (BUNDESREPU- BLIK DEUTSCHLAND) * Gesamt * --		F 41 H 3/02														
A	DE - C2 - 3 043 381 (DORNIER SYSTEM GMBH) * Gesamt * ----																
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4)														
			F 41 H 3/00 F 41 J 9/00 B 05 D 5/00														
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.																	
Recherchenort WIEN		Abschlußdatum der Recherche 15-10-1987	Prüfer KALANDRA														
<table border="0"><tr><td>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</td><td>E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</td></tr><tr><td>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet</td><td>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument</td></tr><tr><td>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie</td><td>L : aus andern Gründen angeführtes Dokument</td></tr><tr><td>A : technologischer Hintergrund</td><td></td></tr><tr><td>O : mündliche Offenbarung</td><td></td></tr><tr><td>P : Zwischenliteratur</td><td></td></tr><tr><td>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</td><td>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</td></tr></table>				KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN	E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	A : technologischer Hintergrund		O : mündliche Offenbarung		P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN	E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist																
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument																
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument																
A : technologischer Hintergrund																	
O : mündliche Offenbarung																	
P : Zwischenliteratur																	
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument																