



①



SCHWEIZERISCHE EidGENOSSENSCHAFT  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 686 590 A5

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>: G 02 B 005/20  
G 08 B 013/19**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑳ Gesuchsnummer: 02231/93

⑦③ Inhaber:  
Cerberus AG, 8708 Männedorf (CH)

㉒ Anmeldungsdatum: 23.07.1993

㉔ Patent erteilt: 30.04.1996

⑦② Erfinder:  
Müller, Kurt Albert, Stäfa (CH)  
Allemann, Martin, Hinwil (CH)  
Lange, René, Hombrechtikon (CH)  
Wieser, Dieter, Zürich (CH)④⑤ Patentschrift  
veröffentlicht: 30.04.1996⑤④ **Infrarotfilterscheibe für passive Infraroteindringdetektoren.**

⑤⑦ Infrarotfilterscheiben für passive Infraroteindringdetektoren weisen eine verbesserte Undurchlässigkeit für Störlicht auf, wenn sie aus einem für Infrarot-Strahlung durchlässigen Kunststoff bestehen, der Diamantpartikeln mit einer Partikelgrösse von 0,5  $\mu\text{m}$  bis 1,25  $\mu\text{m}$  bei einer mittleren Partikelgrösse von 0,7 bis 1  $\mu\text{m}$  in einer Konzentration von einigen Gewichtsprozenten gleichmässig darin verteilt enthält. Die Streuwirkung der Pigmentpartikeln wird noch verbessert, wenn die Oberfläche der Infrarotfilterscheiben eine Oberflächenrauigkeit von circa 1  $\mu\text{m}$  aufweist. Die Begrenzung des Durchlässigkeitsbereichs der Filterscheiben wird weiter verbessert, wenn die Korngrößenverteilung der Diamantpartikeln möglichst gering ist.



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Infrarotfilterscheibe für passive Infraroteindringdetektoren gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Solche Infraroteindringdetektoren sind allgemein bekannt. Sie dienen zur Erkennung des Eindringens von Objekten, die Infrarotstrahlung aussenden, in zu überwachen- de Räume.

Beispielsweise ist in der US-A 3 703 718 ein Infrarot-Eindring-Detektions-System beschrieben, bei dem zwischen einem Sensorelement und einem Spiegel zur Fokussierung von Infrarotstrahlung auf dem Sensorelement ein Filter angeordnet ist, das für elektromagnetische Strahlung im Bereich von 4,5 bis 20  $\mu\text{m}$  (Körperstrahlung von Lebewesen) durchlässig ist.

Zur Fokussierung der Infrarotstrahlung auf das Sensor-Element können sowohl Spiegel als auch Linsen dienen. Insbesondere bei der Verwendung von Spiegeln ist der Innenraum des Gehäuses, in dem der Sensor angeordnet ist, weitgehend gegenüber der Atmosphäre offen. Zum Schutz des Sensors gegenüber Fluktuationen der Umgebungsluft etc. hat es sich als vorteilhaft erwiesen, die Eintrittsöffnung der Infrarot-Strahlung in das Innere des Gehäuses durch ein für Infrarotstrahlung durchlässiges Fenster zu verschliessen. Hierfür besonders geeignet ist ein Fenster aus Polyethylen, das sich leicht im Extrusionsverfahren zu Folien oder im Spritzgussverfahren zu Platten verarbeiten lässt. Polyethylen hat den Vorteil, dass es in dem gewünschten Wellenlängenbereich für Infrarotstrahlung weitgehend durchlässig ist. Im Falle der Verwendung von Linsen als Fokussierungsmittel hat Polyethylen den weiteren Vorteil, dass die Linsen in Form von Fresnel-Linsen bei der Herstellung der Folien, bzw. Platten eingeprägt werden können.

Es ist bekannt (A. H. Pfund; Journal of the Optical Society of America, Vol. 24, 143 [1934]), Pulverfilme als Infrarot-Transmissions-Filter zu verwenden, z.B. solche mit Pulvern aus Quarz, Zinkoxid oder Magnesiumoxid. Es wurden Versuche (R. L. Henry; Journal of the Optical Society of America, Vol. 38, No. 9, 775 [1948]) mit verschiedenen Materialien (Quarz- und Zinksulfidpulver) unternommen, wobei die Pulverschichten auf Platten aus Glas oder Steinsalz untersucht wurden. Es wurde festgestellt, dass die Faktoren, die die Filtertransmission bestimmen, die Partikelkonzentration, die Partikelgrössenverteilung und die Brechungsindices von Partikelmaterial und Matrix sind. Ferner sind aus Applied Optics, Vol. 12, No. 9, 2007 ff. (September 1973) und Applied Optics, Vol. 13, No. 2, 425 ff. (September 1973) Streufilter bekannt, bei denen Diamantpulver auf eine Polyethylenfolie aufgestreut ist. Diese Filter dienten zur Herstellung von Filtern, die im fernen Infrarotbereich (33  $\mu\text{m}$  bis 550  $\mu\text{m}$ ) durchlässig sein sollten und Strahlung mit kürzerer Wellenlänge reflektieren sollten. Ausser in der Astronomie fanden diese Filter keine Anwendung.

An Fenster zum Verschluss von Strahlungseintrittsöffnungen von Infraroteindringdetektoren werden unter anderem folgende Anforderungen gestellt:

a) Sie sollen eine dem Detektor, d.h. der Umgebung angepasste Färbung aufweisen,

b) sie sollen kurzwelliges Licht mit einer Wellenlänge  $< 4,0 \mu\text{m}$  durch Absorption, Reflexion oder Streuung vom Sensor fernhalten und

c) sie sollen Strahlung mit einer Wellenlänge im Bereich von 4 bis 15  $\mu\text{m}$  möglichst ungehindert hindurchlassen.

In der Praxis werden als Fenster für Infraroteindringdetektoren meist Polyethylenfolien verwendet. Die Lichtstreuung erfolgt auf zwei Arten, einmal durch ein (farbiges oder farbloses) Pigment im Polyethylen als Matrix oder durch Mikrokristallite im Polyethylen. Die Mikrokristallite streuen bei geeigneter Dimensionierung kurzwellige Strahlung (sichtbares Licht), die Fenster erscheinen daher weiss; langwellige Strahlung (Infrarotstrahlung im Bereich der Körperstrahlung von Lebewesen) lassen sie nahezu ungehindert durch.

Es sind verschiedene passive Infraroteindringdetektoren im Handel, bei denen die Lichtstreuung in den Eintrittsfenstern durch in die Polyethylenmatrix eingebetteten Mikrokristallite erfolgt. Beispiele für Infraroteindringdetektoren mit Fenstern, die mit Weisspigmenten eingefärbt sind, sind z.B. die von der Cerberus AG vertriebenen PIR-Melder IR210 und IR212, deren Eintrittsfenster mit Titandioxid, das an sich farblos ist, aber durch Streuung weiss erscheint, gefärbt sind.

Um die Fehlalarmicherheit von passiven Infraroteindringdetektoren zu erhöhen, wurde es im Laufe der Zeit immer mehr erforderlich, den Einfluss von Störlicht zu vermindern. Insbesondere sollen die passiven Infraroteindringdetektoren eine geringe Empfindlichkeit gegenüber Strahlung mit einer Wellenlänge von  $< 6 \mu\text{m}$  aufweisen.

Es ist bekannt, dass eine sehr starke Scheinwerferlampe auch bei direkt abgedecktem Sensorfenster noch Alarm auslösen kann. Dies liegt daran, dass durch Erwärmung des Sensorgehäuses und über Wärmeleitung und Sekundärstrahlung eine asymmetrische Erwärmung der differentiell geschalteten Sensorelemente erfolgt. Teilweise Abhilfe kann durch Verpacken des Sensors in einen Mantel aus Kunststoff oder Blech geschaffen werden. Diese Massnahme genügt aber bei weitem nicht, um einen passiven Infraroteindringdetektor sicher gegen Fehlalarme zu machen, die durch Scheinwerfer, beispielsweise von Autos, ausgelöst werden.

Die unmittelbar auf den Sensoren verwendeten Filter, z.B. mit dünnen Mehrfach-Schichten aus dielektrischem Material überzogene Germanium- oder Siliciumplatten, sind sehr teuer und können mit vernünftigem finanziellem Aufwand nicht so ausgestattet werden, dass sie den genannten Anforderungen genügen. Beispielsweise weisen die am häufigsten auf Sensoren für PIR-Melder verwendeten Filter im Wellenlängenbereich zwischen 1,6  $\mu\text{m}$  und 2,5  $\mu\text{m}$  noch Resttransmissionspeaks von einigen zehntel Promille auf. Da die verwendeten Sensoren u.a. pyroelektrische, also thermische Sensoren sind, deren Empfindlichkeit von der Wellenlänge unabhängig ist, kann das Licht einer starken Scheinwerferlampe in

genügender Reststärke durch das Filter gelangen, um einen Alarm auszulösen.

Die durch die Einfärbung der als optische Filter dienenden Polyethylenfolien mit Weisspigmenten, wie z.B. durch kommerziell erhältliches Titandioxid, erzielte Undurchlässigkeit der Fenster für Störlicht ist jedoch noch nicht hinreichend, um den Anforderungen an die Fehlalarmesicherheit von passiven Infraroteindringdetektoren zu genügen. Dazu sind einerseits die Partikeln des erhältlichen Titandioxids zu klein, wodurch ihre Streuwirkung bei zu kleinen Wellenlängen eintritt, andererseits kann Titandioxid wegen seiner breiten Absorptionsbande im Bereich von  $< 11 \mu\text{m}$  mit einem ausgesprochenen Maximum bei  $15 \mu\text{m}$  nur in kleinen Konzentrationen verwendet werden. Beispielsweise gibt eine einprozentige Konzentration in Polyethylen bereits eine Abschwächung des Intrusionssignals auf ca. 75%. Die Abschwächung der Störstrahlung ist bei dieser Konzentration zu gering, um Fehlalarme wirksam zu unterdrücken.

Wird die Lichtstreuung in den Eintrittsfenstern durch die Einbettung von Polyethylenmikrokristalliten in die Polyethylenmatrix erzeugt, so lässt sich durch geeignete Dimensionierung der Mikrokristallite kurzweilige Strahlung in gewünschter Weise streuen (die Fenster erscheinen weiss), wobei langweilige Strahlung nahezu ungehindert durchgelassen wird. Die Methode erscheint elegant, leider ist es aber verfahrenstechnisch nicht leicht, die Teilchengrösse und Konzentration der Mikrokristallite den Anforderungen anzupassen. In der Praxis bestehen Fenster dieser Art meist aus zwei Lagen, einer dünnen Schicht aus Polyethylen mit Mikrokristalliten für die Lichtstreuung und einer dicken Schicht aus reinem Polyethylen zur Erzielung der nötigen Stabilität. Ferner sind dicke Polyethylenfolien mit der geforderten Kristallitkonzentration nicht spritzgiessbar, da die beim Spritzgiessen erforderlichen hohen Temperaturen die Mikrokristallite zum Verschwinden bringen. Es ist daher nicht möglich, nach dieser Methode auf technische einfache Weise und preiswert geeignete Infrarotfilterscheiben herzustellen.

In der EP-A1 0 440 112 wurde eine Infrarotfilterscheibe für Strahlungsdetektoren vorgeschlagen, welche aus einem für Infrarot-Strahlung durchlässigen Kunststoff besteht, der Zinksulfidpartikeln mit einer Partikelgrösse von  $0,5 \mu\text{m}$  bis  $50 \mu\text{m}$  gleichmässig darin verteilt, enthält. Die Korngrössenverteilung des Zinksulfids ergibt jedoch, insbesondere bei der Verwendung von höheren Konzentrationen an Zinksulfid, keine scharfe Abgrenzung des Durchlässigkeitsbereichs der Filterscheibe gegenüber Strahlung mit kürzerer Wellenlänge. Angesichts der gestiegenen Anforderungen hinsichtlich der Sicherheit von Infraroteindringdetektoren gegen Störstrahlung erscheint die Verminderung des einfallenden Störlichts noch verbesserungsbedürftig; vor allem im Hinblick darauf, dass die für die Detektion von unbefugten Eindringlingen benutzte Infrarotstrahlung dicht an der Grenze des Durchlässigkeitsbereichs der Filterscheibe liegt.

Von diesem Stand der Technik ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, die Nachteile

der bisher verwendeten Infrarotfilterscheiben für Infraroteindringdetektoren zu vermeiden und insbesondere solche verbesserten Infrarotfilterscheiben für Infraroteindringdetektoren zu schaffen, die eine verbesserte Undurchlässigkeit für Störlicht im Bereich zwischen  $0,4$  und  $4 \mu\text{m}$  aufweisen, ohne dass die Durchlässigkeit für Infrarot-Strahlung im gewünschten Bereich von  $6 \mu\text{m}$  bis  $15 \mu\text{m}$  in unzulässiger Weise vermindert wird und deren Durchlässigkeitsbereich für Strahlung eine scharfe Abgrenzung zwischen erwünschter Strahlung und Störstrahlung aufweist.

Diese Aufgabe wird bei einer Infrarotfilterscheibe der eingangs genannten Art durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung und Ausgestaltungen sind in den abhängigen Patentansprüchen umschrieben.

Gemäss einer bevorzugten Ausführungsform besteht die Infrarotfilterscheibe aus einer  $0,1$  bis  $0,6$  mm dicken Folie aus Polyethylen und enthält Diamantpartikeln in einer Menge von  $0,5$  bis  $5$  Gewichtsprozent, vorzugsweise von etwa  $1$  Gewichtsprozent. Die Teilchengrösse der Diamantpartikeln ist dabei vorzugsweise  $< 2 \mu\text{m}$  insbesondere  $0,5$  bis  $1,25 \mu\text{m}$ .

Gemäss einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die Infrarotfilterscheibe als dünne, planparallele Platte ausgebildet.

Eine bevorzugte Ausgestaltung der erfindungsgemässen Infrarotfilterscheibe besteht darin, dass sie als optisches Element ausgebildet ist, das mindestens eine Fresnel-Linse umfasst.

Eine besonders bevorzugte Ausführungsform einer erfindungsgemässen Infrarotfilterscheibe besteht darin, dass sie eine Oberflächenrauigkeit von etwa  $1 \mu\text{m}$  aufweist.

Eine Infrarotfilterscheibe gemäss vorliegender Erfindung wird gemäss folgendem Ausführungsbeispiel hergestellt:

#### Beispiel

Eine erfindungsgemässe Infrarotfilterscheibe wird wie folgt erhalten:

$1$  Gewichtsteil Diamantpulver mit einer Korngrösse im Bereich von  $0,75$  bis  $1,25 \mu\text{m}$  (z.B. von der Firma Struers A/S, Valhøjs A116 176, Rødovre/København, Danmark erhältlich) wird mit  $99$  Gewichtsteilen Polyethylengranulat (z.B. Hostalen GB 6450 der Fa. Hoechst AG) in einer Compoundieranlage gemischt und granuliert. Daraus werden im normalen Extrusionsverfahren Polyethylenfenster in einer Dicke von  $0,4$  mm hergestellt.

Die so erhaltene Infrarotfilterscheibe weist im Bereich von  $3$  bis  $15 \mu\text{m}$  eine gegenüber bekannten Infrarotfilterscheiben aus Polyethylen mit Einlagerungen von Titandioxid oder Zinksulfid erheblich bessere Transmission auf. Insbesondere ist der Anstieg der Transmission im Bereich von etwa  $2$  bis  $3 \mu\text{m}$  erheblich steiler.

Das in einem typischen Fremdlichttest, z.B. in dem vom Verband der Sachverständiger in der Bundesrepublik Deutschland vorgeschriebenen Test, gemessene Restsignal schwächt sich durch die

Streuung von 1 Gewichtsprozent Diamantpulver in einer 0,4 mm dicken Polyethylenfolie im Vergleich zu einer Pigmentierung mit Titandioxid auf 5 bis 20 Prozent ab, in Abhängigkeit von der Optik des passiven Infrarotdetektors, in dem es gemessen wird. 5

### Patentansprüche

1. Infrarotfilterscheibe für passive Infraroteindringdetektoren, welche ein strahlungsundurchlässiges Gehäuse mit einer Eintrittsöffnung für die Strahlung und ein Sensorelement, das in Abhängigkeit von der Intensität der auftreffenden Strahlung ein elektrisches Signal abgibt, aufweisen, dadurch gekennzeichnet, dass sie aus einem für Infrarotstrahlung durchlässigen Kunststoff besteht, der Diamantpartikeln mit einer Partikelgrösse von 0,1  $\mu\text{m}$  bis 10  $\mu\text{m}$ , gleichmässig darin verteilt, enthält. 10
2. Infrarotfilterscheibe gemäss Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie Diamantpartikeln mit einer Partikelgrösse von 0,5  $\mu\text{m}$  bis 1,25  $\mu\text{m}$  mit einem Mittelwert von 0,7  $\mu\text{m}$  bis 1,0  $\mu\text{m}$  enthält. 15
3. Infrarotfilterscheibe gemäss einem der Patentansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass sie aus Polyethylen besteht und dass sie Diamantpartikeln in einer Menge von 0,5 bis 5 Gewichtsprozent, vorzugsweise etwa 1 Gewichtsprozent, enthält. 20
4. Infrarotfilterscheibe gemäss einem der Patentansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Dicke von 0.1 bis 0.6 mm aufweist. 25
5. Infrarotfilterscheibe gemäss einem der Patentansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass sie als optisches Element ausgebildet ist, das mindestens eine Fresnel-Linse umfasst. 30
6. Infrarotfilterscheibe gemäss einem der Patentansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Oberflächenrauigkeit von etwa 1  $\mu\text{m}$  aufweist. 35
7. Verwendung der Infrarotfilterscheibe gemäss einem der Patentansprüche 1 bis 6 als strahlungsdurchlässiges Fenster zum Verschluss der Strahlungseintrittsöffnung eines passiven Infraroteindringdetektors. 40

45

50

55

60

65

4