(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 664 876 B1

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
15.10.1997 Patentblatt 1997/42

(21) Anmeldenummer: **94920388.9**

(22) Anmeldetag: **04.07.1994**

(51) Int Cl.[6]: **F41H 9/06**, C06D 3/00

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE94/00783

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 95/05572 (23.02.1995 Gazette 1995/09)

(54) **VERFAHREN ZUR SCHEINZIELERZEUGUNG**

METHOD FOR THE CREATION OF AN ARTIFICIAL TARGET

METHODE POUR LA CREATION D'UNE CIBLE ARTIFICIELLE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE DK ES GB GR IT NL PT

(30) Priorität: **19.08.1993 DE 4327976**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.08.1995 Patentblatt 1995/31

(73) Patentinhaber: **Buck Werke GmbH & Co**
73337 Bad Überkingen (DE)

(72) Erfinder:
- **BANNASCH, Heinz**
  D-83471 Schönau a.K. (DE)
- **WEGSCHEIDER, Martin**
  D-83457 Bayerische Gmain (DE)
- **FEGG, Martin**
  D-83471 Berchtesgaden (DE)
- **BÜSEL, Horst**
  D-83471 Berchtesgaden (DE)

(74) Vertreter: **Goddar, Heinz J., Dr. et al**
FORRESTER & BOEHMERT
Franz-Joseph-Strasse 38
80801 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 037 515
EP-A- 0 106 334
DE-A- 3 443 778
DE-A- 3 905 748
DE-C- 2 359 758
DE-C- 4 238 038
US-A- 2 658 874
US-A- 3 888 177

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).

EP 0 664 876 B1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Scheinzielerzeugung zum Schutz gegen Zielsuchflugköpfe, die zwischen Strahlstärken im kurzwellenlängigen Infrarotbereich und mittelwellenlängigen Infrarotbereich differenzieren.

Zu schützende Objekte, wie Schiffe, Bohrplattformen, Panzer und dergleichen, weisen großflächig nur geringe Oberflächentemperaturen von ca. 0°C bis 20°C für ein Chassis oder einen Bootsrumpf und max. 80°C bis 100°C für einen Schornstein auf. Dies führt gemäß dem Planck'schen Strahlungsgesetz dazu, daß die zu schützenden Objekte die Koinzidenzmerkmale haben, daß sie niedrige Strahlstärken im kurzwellenlängigen Infrarotbereich (SWIR-Bereich: 2...2,5 µm) und hohe Strahlstärken im mittelwellenlängigen Infrarotbereich (MWIR-Bereich: 3...5 µm) und langwellenlängigen Infrarotbereich (LWIR-Bereich: 8.....14 µm) besitzen.

Zielsuchflugkörper, wie die sogenannten "Zweifarb-Infrarot-Zielsuchflugköpfe", können zwischen Strahlstärken im SWIR-Bereich und denen im MWIR-Bereich differenzieren. Zum Erfassen und Verfolgen eines Ziels detektieren die Zielsuchkörper Strahlstärken im MWIR-Bereich, während sie gleichzeitig zum Diskriminieren von Scheinzielen Strahlstärken im SWIR-Bereich feststellen können.

Aus der (nicht vorveröffentlichten) deutschen Patentanmeldung DE-PS 42 38 038 ist bereits ein Verfahren zum Bereitstellen eines Scheinzielkörpers bekannt, das dem Simulieren der Zielsignatur eines zu schützenden Objekts für einen abbildenden Zielsuchflugkörper dient, wobei Flaremassen räumlich bzw. zeitlich versetzt am Ort des aufzubauenden Scheinzielkörpers zur Zerlegung gebracht werden. Die sich gemäß der DE-PS 42 38 038 aus einem Gemisch aus Phosphorgranulat und kleinen Phosphorflares zusammensetzende Flaremasse weist zwar eine spektrale Strahldichte mit einem gewünscht hohen Anteil im MWIR-Bereich auf, jedoch übersteigt die Gesamtstrahlstärke im SWIR-Bereich deutlich die von zu schützenden Objekten. Dies führt dazu, daß Zielsuchflugkörper Scheinziele, die nach der DE-PS 42 38 038 hergestellt werden, aufgrund der Strahldichte im SWIR-Bereich als Täuschung klassifizieren und somit nicht anvisieren.

In der Druckschrift DE 26 14 196 A1 ist ein Infrarotstrahler offenbart, der durch einen aus Kaliumnitrat und metallischem Bor oder Schwarzpulver oder Festtreibstoffen bestehenden Brandsatz erzeugt wird, wobei die Abbrandtemperatur auf jeden Fall höher als eine Objekttemperatur von ungefähr 20 °C ist. Somit befindet sich gemäß dem Planck'schen Strahlungsgesetz bzw. dem Wien'schen Verschiebungsgesetz das Maximum der spektralen Strahldichte des nach der DE 26 14 196 A1 hergestellten Scheinziels bei niedrigeren Wellenlängen als das Maximum der spektralen Strahldichte eines zu schützenden Objekts, was Zielsuchflugkörpern ermöglicht, das Scheinziel vom zu beschießenden Objekt zu unterscheiden.

Die Druckschrift DE 35 15 166 A1 beschreibt einen Wurfkörper zur Darstellung eines Infrarotflächenstrahlers, dessen Flaremasse sich aus Phosphor zuzüglich der Passivierung von Phosphor dienendem Aluminiumhydroxyd zusammensetzt, um für eine Verlangsamung der Abbrennzeit zu sorgen. Das gemäß der DE 35 15 166 A1 erzeugte Scheinziel weist einen nicht vernachlässigbaren Strahlungsdichteanteil im SWIR-Bereich auf, wodurch Zielsuchkörper erkennen können, was Scheinziel und was zu verfolgendes Objekt ist. Der Aluminiumhydroxyd-Zusatz sorgt dabei nur für eine geringfügige Veränderung des spezifischen Gewichts der Flaremasse, was im wesentlichen zu keiner Verlängerung der Wirkzeit der Flaremasse bzw. der Standzeit des Scheinziels führt.

Aus der Druckschrift DE 23 59 758 ist eine Flaremasse bekannt, bei der die Inertkomponente aus Metall-Trägerfolien besteht, die mit der Brandmassenkomponente beschichtet sind. Es handelt sich dabei um einen Infrarot-Störstrahler, bei dem das Gewichts- oder Mengenverhältnis zwischen der Brandmassenkomponente und der Inertkomponente unter dem Gesichtspunkt einer Verlängerung der Strahlungsdauer durch Verlangsamung des Abbrandes optimiert ist, ohne daß eine Anpassung der spektralen Strahldichteverteilung an diejenige der zu simulierenden Zielsignatur angesprochen wäre.

Die Druckschrift EP 0 037 515 A2 offenbart ein Verfahren zum Erzeugen eines Nebels, der Strahlen im Wellenlängenbereich von 3 bis 15 µm absorbiert, um Objekte vor IR- oder Radardetektoren zu verbergen. Dabei wird roter Phosphor zu Phosphorpentoxyd verbrannt, das wiederum mit der Luftfeuchtigkeit zu Phosphor- und phosphoriger Säure reagiert und somit eine Dekkung bewirkt. Ferner sind dort Mikroballons beschrieben, die der Erhöhung der Schwebe fähigkeit dienen und durch deren Größe und Form eine Absorption erreicht wird.

Aus der Druckschrift DE 34 43 778 A1 ist ein Verfahren zur Herstellung eines pyrotechnischen Gemisches zum Erzeugen eines IR-deckenden Nebels bekannt, wobei die dortige Nebelerzeugung auf demselben Prinzip beruht, wie bereits in der EP 0 037 515 A2 offenbart. Dabei umfaßt das pyrotechnische Gemisch wiederum roten Phosphor und ein Bindemittel, beispielsweise Gummi.

Schließlich offenbart auch die Druckschrift US 2,658,874 (nächtstliegender Stand der Technik) eine Munition zum Erzeugen von Rauch, die roten Phosphor und ein Plastifizierungsmittel umfaßt, durch das die Abbrandgeschwindigkeit steuerbar wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Scheinzielerzeugung zum Schutz gegen Zielsuchflugköpfe, die zwischen Strahlstärken im kurzwellenlängigen Infrarotbereich und mittelwellenlängigen Infrarotbereich differenzieren, zu liefern, so daß das Erzeugen von Scheinzielen ermöglicht wird, welche ent-

sprechend der zu simulierenden Zielsignatur der zu schützenden Objekte im MWIR-Bereich hohe und im SWIR-Bereich geringe Strahlstärken aufweisen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch das Verfahren gemäß Anspruch 1 gelöst.

Besondere Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Vorzugsweise wird die Flaremasse nach der Erfindung so ausgebildet, daß die MWIR-Strahlstärke des erzeugten Scheinzieles größer als die des zu schützenden Objektes ist, damit das Scheinziel einen überoptimalen Schlüsselreiz für einen Infrarotzielflugsuchkörper darstellt und somit von diesem anstelle des zu schützenden Objekts anvisiert wird. Es ist vorteilhaft, wenn bei der Flaremasse nach der Erfindung gleichzeitig auch die Abbrandgeschwindigkeit verlangsamt wird.

Als Flaremasse eignen sich insbesondere Mischungen aus Inertkomponente und Brandmassenkomponente, welche ungefähr 5 Gew.-% bis 99 Gew.-% pyrotechnischer Brandmasse, Rest Inertkomponente, aufweisen. Bei der Auswahl der thermischen Eigenschaften der Inertkomponente können beispielsweise die spezifische Wärme und/oder thermische Expansion der Inertkomponente, neben der Dichte derselben, berücksichtigt werden, wobei letztere wegen ihres Einflusses auf das spezifische Gewicht der Flaremasse auch die Standzeit des erzeugten Scheinzieles beeinflußt. Die spektrale Strahldichte des Scheinzieles läßt sich auch über selektive Strahlungseigenschaften der Inertkomponente, nämlich Emissionsgrad, Absorptionsgrad, Transmissionsgrad und Reflexionsgrad der Inertkomponente, selektiv modifizieren. Besteht die Inertkomponente aus eine Teilchenfüllung und eine Teilchenhülle aufweisenden Partikeln, kann die spektrale Strahldichte des Scheinziels ferner über das Material und/oder das Volumen der Teilchenfüllung sowie über deren Dichte und/oder den in der Teilchenfüllung herrschenden Druck eingestellt werden. Die spektrale Strahldichte des Scheinziels läßt sich auch über das Material der Teilchenhülle, über deren Oberflächenbeschaffenheit und/oder deren Dicke einstellen.

Vorzugsweise werden für die Brandmassenkomponente Materialien mit einer Abbrandtemperatur von unterhalb 600°C verwendet. Die Brandmassenkomponente besteht vorzugsweise aus rotem Phosphor, wobei dieser eine Entzündungstemperatur von ungefähr 400°C haben kann. Besonders vorteilhaft ist es, wenn der rote Phosphor so behandelt wird, daß er eine Entzündungstemperatur von weniger als 400°C benötigt, wobei dies dadurch bewirkt werden kann, daß dem roten Phosphor zur Reduktion der Entzündungstemperatur eine weitere Substanz, beispielsweise mindestens ein Katalysator, zugesetzt und/oder der rote Phosphorpartikel partikelweise ummantelt wird, beispielsweise mit Paraffinwachs.

Die Inertkomponente sollte aus einem Material bestehen, welches von etwa 0°C bis ungefähr 600°C im wesentlichen inert ist. Als Material für die Inertkomponente haben sich Silikate, wie Kieselgur, bewährt. Vorzugsweise ist die Inertkomponente durch Mikroballone gebildet, beispielsweise aus Materialien, wie sie unter den Handelsbezeichnungen Q-Cell® oder Extendospheres® bekannt sind.

Die Inertkomponente kann als Bindemittel oder auch Trägermaterial für die Brandmassenkomponente vorliegen. Die spektrale Strahldichte des Scheinzieles kann dabei durch die Materialwahl und die Dicke und/oder die spezifischen thermischen Eigenschaften des Trägermaterials eingestellt sein. Innerhalb des Erfindungsgedankens liegt es auch, die spektrale Strahldichte des Scheinzieles durch die strahlungsphysikalischen Eigenschaften des Trägermaterials, nämlich spektrale Emissions-, Absorbtions- und/oder Transmissionsvermögen, einzustellen.

In dem Fall, daß die Inertkomponente Partikel aufweist, welche eine Teilchenfüllung und eine Teilchenhülle aufweisen, kann als Teilchenfüllung ein Gas oder ein Schaum mit speziellen Absorbtionsbanden ausgewählt sein. Für die Teilchenhülle hat sich dabei ein Glas mit optisch filternden Eigenschaft bewährt.

Der Erfindung liegt die überraschende Erkenntnis zugrunde, daß es gelingt, ein Verfahren zur Scheinzielerzeugung zum Schutz gegen Zielsuchflugköpfe, die zwischen Strahlstärken im kurzwellenlängigen Infrarotbereich und mittelwellenlängigen Infrarotbereich differenzieren, im Prinzip für jedes denkbare zu schützende Objekt zu liefern, wobei das Scheinziel durch geschickte Wahl der Parameter der pyrotechnischen Brandmasse und des inerten Zusatzes, vorallem des Gewichtsverhältnisses der Komponenten zueinander, einen Strahldichteverlauf in Abhängigkeit von der Wellenlänge aufweist, der dem des zu schützenden Objekts täuschend ähnlich und für einen Zielsuchkörper attraktiver ist, da das Strahlungsmaximum im Vergleich zu dem bekannter Flaremassen in den längerwellenlängigen Infrarotbereich verschoben ist, und zusätzlich die Möglichkeit besteht, daß durch selektive Strahlung die Strahlstärken im SWIR-Bereich unterdrückt sowie die Strahlstärken im MWIR-Bereich erhöht werden.

Nachstehend sind Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der schematischen Zeichnung im einzelnen erläutert. Dabei zeigt:

Fig. 1 die graphische Darstellung der spektralen Strahldichte eines Schwarzkörperstrahlers nach Planck mit einer Oberflächentemperatur von 100 °C bzw. 20 °C;

Fig. 2 eine graphische Darstellung der spektrale Strahlstärke eines herkömmlich aufgebauten Scheinziels im Vergleich zu der eines typischerweise zu schützenden Objekts;

Fig. 3a eine Darstellung der Anordnung der Bestandteile einer erfindungsgemäßen Flaremasse bezüglich des Abbrandweges dersel-

ben;

Fig. 3b den Temperaturverlauf der in Fig. 3a gezeigten, abbrennenden Flaremasse gegen den Abbrandweg derselben;

Fig. 3c die graphische Darstellung der spektralen Strahldichte der in Fig. 3a gezeigten Flaremasse, die durch Überlagerung der ebenfalls abgebildeten Strahldichteverläufe ihrer Bestandteile entsteht und gestrichelt dargestellt ist;

Fig. 4 eine graphische Darstellung der spektralen Strahldichte eines schwarzen Strahlers, eines grauen Strahlers bzw. eines selektiven Strahlers;

Fig. 5a eine Darstellung eines Teils einer erfindungsgemäßen, gezündeten Flaremasse mit möglichen Strahlengängen an der Oberfläche derselben;

Fig. 5b eine graphische Darstellung, die die Entstehung der selektiven Strahlungscharakteristik einer Flaremasse anhand eines Teilchens des Zusatzes exemplarisch wiedergibt;

Fig. 6a die graphische Darstellung der spektralen Strahldichte einer MWIR-Flaremasse gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung im Vergleich zu der einer Standardflaremasse; und

Fig. 6b die graphische Darstellung der spektralen Strahldichte einer Flaremasse eines weiteren Ausführungsbeispiels der Erfindung im Vergleich zu der Standardflaremasse.

Fig. 1 zeigt die gemäß dem Planck'schen Strahlungsgesetz berechnete spektrale Strahldichte für ein typischerweise zu schützendes Objekt der obengenannten Art mit Oberflächentemperaturen von ungefähr 20 °C bzw. 100 °C. Deutlich sind die bereits erwähnten Koinzidenzmerkamle von zu schützenden Objekten, nämlich geringe Infrarotstrahlungsleistung pro Flächeninhalt im Bereich von 2 - 2,5 µm und hohe Strahlungsleistung pro Flächeninhalt im Bereich von 3 - 5 µm, Fig. 1 zu entnehmen.

Herkömmlich aufgebaute Scheinziele geben jedoch im SWIR-Bereich deutlich mehr und aufgrund ihrer zu geringen Fläche im MWIR-Bereich deutlich weniger Strahlung als die Objekte, zu deren Schutz sie bereitgestellt werden sollen, ab, wie in Fig. 2 dargestellt. Somit können Zielsuchflugkörper, insbesondere Zweifarb-Infrarot-Zielsuchflugköpfe, einfach zwischen Scheinzielen und den durch diese zu schützenden Objekten unterscheiden, indem sie das Messen von Strahlung im MWIR-Bereich verwenden, um ein Objekt aufzuspüren und zu verfolgen, und das Detektieren von Strahlung im SWIR-Bereich nutzen, um Scheinziele von den eigentlich anzuvisierenden Objekten unterscheiden zu können. Zur spektralen Scheinzielanpassung muß daher eine Verschiebung des Strahldichtemaximums zu höheren Wellenlängen durchgeführt werden. Nach dem Wien'schen Verschiebungsgesetz läßt sich dies dadurch realisieren, daß die Temperatur des Scheinziels abgesenkt wird, wobei jedoch gleichzeitig der Betrag der Strahldichte im MWIR-Bereich reduziert wird. Eine Temperatur des Scheinziels von ungefähr 300 °C bis 500 °C stellt diesbezüglich einen guten Kompromiß dar.

Gemäß der Erfindung wird eine Flaremasse zur spekralen Scheinzielanpassung verwendet, die sich aus einer pyrotechnischen Brandmasse A und einem inerten Zusatz B zusammensetzt (verbunden mit einem Bindemittel auf einem Trägermaterial), wie z. B. in Fig. 3a gezeigt.

Bei der pyrotechnischen Brandmasse handelt es sich gemäß der Erfindung vorzugsweise um roten Phosphor mit einer Entzündungstemperatur von ungefähr 400 °C oder um roten Phosphor, dem geringe Mengen einer zusätzlichen Substanz, wie beispielsweise ein Katalysator, zugesetzt und/oder der partikelweise, mit beispielsweise Paraffinwachs, ummantelt ist, so daß er eine deutlich geringere Entzündungstemperatur benötigt.

Als inerter Zusatz kommen erfindungsgemäß alle im Temperaturbereich von ungefähr 0 °C bis ungefähr 600 °C inerten Stoffe in Frage. Vorzugsweise finden Inertstoffe, wie Kieselgur und/oder Mikroballone, die Q-Cell®, Extendospheres® und dergleichen umfassen, bestimmte Bindemittel und/oder spezifische Trägermaterialien Verwendung.

Der inerte, der Wärmeleitung bzw. Wärmeableitung dienende Zusatz B, das Bindemittel und das Trägermaterial sind dabei so gewählt, daß sie für ein Absenken der Temperatur des Scheinziels sorgen, wodurch die spektrale Strahldichte des Scheinziels zu höheren Wellenlängen im Infrarotbereich verschoben wird, und somit zum einen hohe Strahlstärken im MWIR-Bereich und zum anderen niedrige Strahl stärken im SWIR-Bereich vorhanden sind. Diese Temperaturabsenkung, durch die das Scheinziel für einen strahlungsempfindlichen Zielsuchkörper attraktiver als das zu schützende Objekte gemacht wird, ist im folgenden mit Bezug auf die Fig.en 3a, 3b und 3c beschrieben:

Eine Flaremasse, die bezüglich ihres Abbrandweges aus hintereinander angeordneten Einheiten, die jeweils ein pyrotechnisches Brandmassenteilchen A und zwei Teilchen B aus inertem Zusatz aufweisen, so besteht, daß_die in Fig. 3a dargestellte räumliche Anordnung "A B B A B B" entsteht, wird zum Zeitpunkt t_1 gezündet. Das Zünden der Flaremasse führt dazu, daß das erste Teilchen A der pyrotechnischen Brandmasse im ersten Abbrandschritt auf seine Abbrandtemperatur gebracht wird, die, beispielsweise, 500 °C beträgt. Im

zweiten, durch den Zeitpunkt t_2 charakterisierten Abbrandschritt sorgt das zweite entlang des Abbrandweges angeordnete Teilchen, ein wärmeableitendes Zusatzteilchen B, dafür, daß die Temperatur sinkt. Das dritte Teilchen, das ebenfalls ein wärmeableitendes Zusatzteilchen B ist, dient ebenso dem Absenken der Temperatur, so daß nach dem dritten, durch den Zeitpunkt t_3 charakterisierten Abbrandschritt schließlich die Zündtemperatur der pyrotechnischen Brandmasse erreicht wird, die, beispielsweise, 300 °C beträgt. Zum Zeitpunkt t_4 wird dann das vierte Teilchen, das ein Teilchen A aus pyrotechnischer Brandmasse ist, gezündet, wodurch die Temperatur wieder auf die Abbrandtemperatur der pyrotechnischen Brandmasse gebracht wird. Somit entsteht wieder die bereits zum Zeitpunkt t_1 vorliegende Situation, woraufhin sich die soeben beschriebenen drei Abbrandschritte zyklisch wiederholen, so daß der Temperaturverlauf gegen den Abbrandweg im wesentlichen einen sägezahnähnlichen Verlauf bekommt, wie Fig. 3b zu entnehmen.

Dabei strahlt gemäß dem Planck'schen Strahlungsgesetz das erste, brennende Teilchen A der pyrotechnischen Brandmasse zum Zeitpunkt t_1 die höchste spektrale Strahldichte mit einem Maximum bei der niedrigsten Wellenlänge und das vierte, erwärmte Teilchen A der pyrotechnischen Brandmasse zum Zeitpunkt t_4 die niedrigste spektrale Strahldichte mit einem Maximum bei der höchsten Wellenlänge ab, wie Fig. 3c zu entnehmen. Die spektrale Strahldichte der Flaremasse, die in Fig. 3c gestrichelt dargestellt ist und sich aus dem zeitlichen Mittel der spektralen Strahldichten, die während eines Zyklusses aus drei Abbrandschritten entstehen, zusammensetzt, liefert im MWIR-Bereich eine deutlich höhere Gesamtstrahldichte als im SWIR-Bereich.

Diese Verschiebung zu höheren Wellenlängen hin läßt sich durch das Mengenverhältnis von pyrotechnischer Brandmasse A und inertem Zusatz B und/oder durch ausgewählte thermische Eigenschaften des inerten Zusatzes, wie, beispielsweise, spezifische Wärme und thermische Expansion, einstellen. Dabei wird die Größenordnung der Verschiebung des Maximums der spektralen Strahldichte des Scheinziels primär von der Zündtemperatur der verwendeten pyrotechnischen Brandmasse A begrenzt.

Das Hinzufügen des inerten Zusatzes B zu der pyrotechnischen Brandmasse A verbunden durch ein Bindemittel auf einem Trägermaterial führt nicht nur zur gewünschten Verschiebung des Maximums der spektralen Strahldichte in den MWIR-Bereich, sondern auch zur Verlangsamung der Abbrandgeschwindigkeit. Wenn der Zusatz B außerdem so gewählt wird, daß durch sein spezifisches Gewicht die Gewichtskraft und somit die Sinkgeschwindigkeit der Flaremasse reduziert wird, ohne die Auftriebskraft zu verändern, verlängert sich auch vorteilhafterweise die Wirkzeit der Flaremasse bzw. die Standzeit des durch die Flaremasse aufgebauten Scheinziels.

Jedoch, wie einem Vergleich von Fig. 1 mit Fig. 3c zu entnehmen, übersteigen die Strahldichten des Scheinziels im kompletten SWIR-Bereich noch immer die Strahldichten eines zu schützenden Objekts. Das Verhältnis der Strahlstärke im SWIR-Bereich zur Strahlstärke im MWIR-Bereich, das nach dem Planck'schen Strahlungsgesetz ausschließliche eine Funktion der Temperatur ist, kann zur weiteren spektralen Scheinzielanpassung gemäß der Erfindung durch das Ausnutzen von selektiven Strahlungseigenschaften des inerten Zusatzes noch besser eingestellt werden.

Nach Kirchhoff gibt es die drei in Fig. 4 gezeigten Arten von Infrarotstrahlern, die sich über ihren jeweiligen Emissionsgrad E als Funktion der Wellenlänge λ klassifizieren lassen. Ein schwarzer Strahler liegt für $\varepsilon(\lambda) = 1$; ein grauer Strahler für $\varepsilon(\lambda) =$ konstant < 1 und ein selektiver Strahler für $\varepsilon(\lambda) = f(\lambda)$ vor. Somit sind selektive Strahler durch ihre von der Wellenlänge λ abhängigen Strahlungseigenschaften gekennzeichnet.

Die selektiven Strahlungseigenschaften des inerten Zusatzes B werden durch dessen selektiven Emissionsgrad, selektiven Absorptionsgrad, selektiven Transmissionsgrad und/oder selektiven Reflexionsgrad bestimmt, was mit Bezug auf die Fig.en 5a und 5b im folgenden beschrieben ist:

In Fig. 5a ist eine kleine Auswahl möglicher, durch die selektiven Strahlungseigenschaften bestimmter Strahlengänge an der Oberfläche 12 einer Flaremasse 10 mit Pfeilen dargestellt, wobei die Flaremasse 10 sowohl Teilchen A aus pyrotechnischer Brandmasse als auch Teilchen B aus inertem Zusatz umfaßt. Die wichtigsten Strahlengänge im Bereich eines Teilchens B vom inerten Zusatz, das eine von einer Teilchenhülle 14 umgebene Teilchenfüllung 16 aufweist, sind in Fig. 5b illustriert. Dabei stellt der mittlere Strahlengang S_1 die selektive Emission der Temperaturstrahlung des Zusatzteilchens B selbst, der rechte Strahlengang S_2 die selektive Reflexion von Fremdstrahlung, die sowohl von der Infrarotstrahlung der pyrotechnischen Substanz B als auch der Infrarotstrahlung benachbarter Zusatzteilchen herrühren kann, und der linke Strahlengang S_3 die selektive Absorption und/oder Transmission von besagter Fremdstrahlung an der Teilchenhülle 14 und der Teilchenfüllung 16 dar.

Außer durch die selektive Emission, selektive Reflexion, selektive Absorption und/oder selektive Transmission läßt sich die Strahlungscharakteristik der Flaremasse über das Material der Teilchenhülle 14, das z. B. eine spezielle Filterglassorte umfaßt; die Oberflächenbeschaffenheit der Teilchenhülle 14; die Stärke der Teilchenhülle 14; das Material der Teilchenfüllung 16, das z. B. ein Gas oder einen Schaum mit speziellen Absorptionsbanden umfaßt; das Volumen der Teilchenfüllung 16; die Dichte der Teilchenfüllung 16; den in der Teilchenfüllung 16 herrschenden Druck; und/oder das Mischungsverhältnis von pyrotechnischer Brandmasse A und Zusatz B einstellen.

Die Figuren 6a und 6b zeigen zwei MWIR-Flaremassen gemäß der Erfindung jeweils im Vergleich zu

einer Standardflaremasse. Dabei wird die MWIR-Flaremasse von Fig. 6a aus 90 Gew.-% Q-Cell® und 10 Gew.-% rotem Phosphor und die MWIR-Flaremasse von Fig. 6b aus 90 Gew.-% Kieselgur und 10 Gew.-% rotem Phosphor gebildet. Jedoch sind im Prinzip alle Mischungen mit einem Phosphoranteil von 5 Gew.-% bis 99 Gew.-% möglich.

In Fig. 6a ist deutlich aus einem Vergleich der MWIR-Flaremasse mit der Standardflaremasse die Verschiebung des spektralen Strahlungsmaximums auf ungefähr 5 µm und somit zu den größten Wellenlängen des MWIR-Bereichs hin sowie der Einbruch der Strahldichte bis ungefähr 2,6 µm und somit im kompletten SWIR-Bereich aufgrund der selektiven Strahlungseigenschaft von Q-Cell® erkennbar.

Die spektrale, in Fig. 6b gezeigte Charakteristik ist der in Fig. 6a gezeigten sehr ähnlich. Sie weist ihr Strahlungsmaximum im MWIR-Bereich auf, nämlich ungefähr bei 4,5 µm, und sorgt für eine Unterdrückung der Strahlungsleistung bis ungefähr 2,6 µm, so daß im SWIR-Bereich im wesentlichen eine vernachlässigbare spektrale Strahldichte vorhanden ist.

Im Gegensatz zur Standardflaremasse, die nicht nur im SWIR-Bereich eine nicht vernachlässigbare spektrale Strahldichte aufweist, sondern das Integral über ihre spektrale Strahldichte im SWIR-Bereich sogar größer als das Integral über ihre spektrale Strahldichte im MWIR-Bereich ist, wie den Fig.en 6a und 6b zu entnehmen, führen die erfindungsgemäßen MWIR-Flaremassen dann zu Scheinzielen, die für einen strahlungsempfindlichen Zielsuchflugkörper das zu schützende Objekt in der spektralen Charakteristik und der Fläche naturgetreu und außerdem attraktiver nachbilden. Dies führt zu dem gewünschten Umlenken des Zielsuchflugkörpers von einem Objekt auf ein Scheinziel. Somit stellt eine MWIR-Flaremasse gemäß der Erfindung den Schutz eines Objektes selbst vor Geschossen, die mit Zweifarb-Infrarot-Zielköpfen ausgerüstet sind, sicher.

BEZUGSZEICHENLISTE

A Teichen aus pyrotechnischer Brandmasse

B Teilchen aus inertem Zusatz

10 Flaremasse

12 Flaremassenoberfläche

14 Hülle eines Zusatzteilchens

16 Füllung eines Zusatzteilchens

Patentansprüche

1. Verfahren zur Scheinzielerzeugung zum Schutz gegen Zielsuchflugköpfe, die zwischen Strahlstärken im kurzwellenlängigen Infrarotbereich und mittelwellenlängigen Infrarotbereich differenzieren, bei dem

   - eine Flaremasse, die eine Brandmassenkomponente und eine Inertkomponente umfaßt, verbrannt wird, wobei

     -- die Brandmassenkomponente bei alleinigem Abbrand eine spektrale Strahldichte mit einem Maximum bei kürzeren Wellenlängen als die spektrale Strahldichte der zu simulierenden Zielsignatur aufweist, und
     -- die Zündtemperatur der Brandmassenkomponente, relativ zu der Abbrandtemperatur, die Größenordnung einer Verschiebung dieses Maximums der spektralen Strahldichte in bezug auf die Wellenlänge im wesentlichen bestimmt; und

   - das Gewichtsverhältnis der Brandmassenkomponente zur Inertkomponente zum Reduzieren der inneren Wärmeleitung in der Flaremasse so eingestellt wird, daß die spektrale Strahldichte der Flaremasse durch Verschieben zu den längeren Wellenlängen an die spektrale Strahldichte der zu simulierenden Zielsignatur angepaßt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die spektrale Strahldichte des Scheinziels über die die innere Wärmeleitung der Flaremasse beeinflussende räumliche Form der Brandmassenkomponente und/oder der Inertkomponente eingestellt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die spektrale Strahldichte des Scheinziels durch die die innere Wärmeleitung der Flaremasse beeinflussende räumliche Anordnung der Brandmassenkomponente und der Inertkomponente zueinander eingestellt wird.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahldichte der Flaremasse durch strahlungsbeeinflussende Eigenschaften, wie einen bestimmten Emissionsgrad, Absorptionsgrad, Transmissionsgrad und/oder Reflexionsgrad, der Inertkomponente moduliert wird.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die spektrale Strahldichte des Scheinziels über die Dichte der Inertkomponente eingestellt wird.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die spektrale

Strahldichte des Scheinziels über die thermischen Eigenschaften der Inertkomponente eingestellt wird.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß diskrete Partikel die Brandmassenkomponente und/oder die Inertkomponente bilden.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Inertkomponente Partikel aufweist, die, aus einer Teilchenhülle (14) und einer Teilchenfüllung (16) bestehen.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die spektrale Strahldichte des Scheinziels über die Materialauswahl für die Teilchenhülle und/oder die Teilchenfüllung eingestellt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilchenhülle aus Glas gebildet wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilchenhülle aus optisch selektiv filterndem Glas gebildet wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilchenfüllung aus einem Gas mit selektiven Absorptionsbanden gebildet wird.

13. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Brandmassenkomponente aus rotem Phosphor gebildet wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Entzündungstemperatur des Phosphors reduziert wird.

Claims

1. A method of generating a decoy target for protection against homing heads which distinguish between the strength of radiation in the short-wave infrared range and the medium-wave infrared range, wherein

- a flare composition comprising an incendiary component and an inert component is burnt, wherein

  -- the incendiary component, when it burns alone, has a spectral radiation density with a maximum at shorter wavelengths than the spectral radiation density of the target signature for simulation, and

  -- the ignition temperature of the incendiary component, relative to the burning temperature, substantially determines the extent of displacement of the maximum of the spectral radiation density relative to the wavelength; and

- the weight of the incendiary component in proportion to the inert component is so adjusted, in order to reduce the internal conduction of heat in the flare composition, that the spectral radiation density of the flare composition is shifted to longer wavelengths and thus adapted to the spectral radiation density of the target signature for simulation.

2. A method according to claim 1, characterised in that the spectral radiation density of the decoy target is adjusted by way of the physical shape of the incendiary component and/or of the inert component, which shape influences the internal heat conduction of the flare composition.

3. A method according to claim 1 or 2, characterised in that the spectral radiation density of the decoy target is adjusted by way of the spatial arrangement of the incendiary component relative to the inert component, which arrangement influences the internal heat conduction of the flare composition.

4. A method according to any of the preceding claims, characterised in that the radiation density of the flare composition is modulated by properties of the inert component which influence the radiation, such as a given emission or absorption or transmission and/or reflection coefficient.

5. A method according to any of the preceding claims, characterised in that the spectral radiation density of the decoy target is adjusted by way of the density of the inert component.

6. A method according to any of the preceding claims, characterised in that the spectral radiation density of the decoy target is adjusted by way of the thermal properties of the inert component.

7. A method according to any of the preceding claims, characterised in that the incendiary component and/or the inert component is made up of discrete particles.

8. A method according to claim 7, characterised in that the inert component comprises particles which consist of a shell (14) and a filling (16).

9. A method according to claim 8, characterised in that the spectral radiation density of the decoy target is

adjusted by selection of the material for the particle shell and/or the particle filling.

10. A method according to claim 8 or 9, characterised in that the particle shell is made of glass.

11. A method according to claim 10, characterised in that the particle shell is made of optically selectively filtering glass.

12. A method according to any of claims 8 to 11, characterised in that the particle filling consists of a gas with selective absorption bands.

13. A method according to any of the preceding claims, characterised in that the incendiary component is of red phosphorus.

14. A method according to claim 13, characterised in that the ignition temperature of the phosphorus is reduced.

Revendications

1. Méthode pour la création d'une cible artificielle destinée à fournir une protection contre les autodirecteurs capables de différencier les intensités du rayonnement dans le domaine de l'infrarouge à ondes courtes et dans le domaine de l'infrarouge à ondes moyennes, selon laquelle

- on fait brûler une masse éclairante de leurre comprenant un composant de masse incendiaire et un composant inerte, de sorte que
  - -- le composant de masse incendiaire lors d'une unique combustion présente une luminance énergétique spectrale dont le maximum se trouve sur des longueurs d'onde plus courtes que la luminance énergétique spectrale de l'empreinte de cible à simuler, et
  - -- la température d'ignition du composant de masse incendiaire par rapport à la température de combustion définit globalement l'ordre de grandeur d'un déplacement de ce maximum de la luminance énergétique par rapport à la longueur d'onde ; et
- le rapport de masse entre le composant de masse incendiaire et le composant inerte destiné à réduire la conduction thermique interne dans la masse éclairante de leurre est établi de telle sorte que la luminance énergétique spectrale de la masse éclairante de leurre est adaptée à la luminance énergétique spectrale de l'empreinte de cible à simuler par déplacement sur les longueurs d'onde plus longues.

2. Méthode selon la Revendication 1, caractérisée en ce que la luminance énergétique spectrale de la cible artificielle est mise au point en fonction de la forme spatiale influençant la conduction thermique intérieure de la masse éclairante de leurre du composant de masse incendiaire et/ou du composant inerte.

3. Méthode selon la Revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que la luminance énergétique spectrale de la cible artificielle est mise au point en fonction de la disposition spatiale influençant la conduction thermique interne de la masse éclairante de leurre du composant de masse incendiaire par rapport au composant inerte.

4. Méthode selon l'une quelconque des Revendications précédentes, caractérisée en ce que la luminance énergétique de la masse éclairante de leurre est modulée en fonction des caractéristiques du composant inerte qui influencent le rayonnement, tels qu'un certain taux d'émission, un certain taux d'absorption, un certain taux de transmission et/ou un certain taux de réflexion.

5. Méthode selon l'une quelconque des Revendications précédentes, caractérisée en ce que la luminance énergétique spectrale de la cible artificielle est mise au point en fonction de la densité du composant inerte.

6. Méthode selon l'une quelconque des Revendications précédentes, caractérisée en ce que la luminance énergétique spectrale de la cible artificielle est mise au point en fonction des caractéristiques thermiques du composant inerte.

7. Méthode selon l'une quelconque des Revendications précédentes, caractérisée en ce que des particules discrètes constituent le composant de masse incendiaire et/ou le composant inerte.

8. Méthode selon la Revendication 7, caractérisée en ce que le composant inerte présente des particules qui se composent d'une enveloppe de particules (14) et d'une charge de particules (16).

9. Méthode selon la Revendication 8, caractérisée en ce que la luminance énergétique spectrale de la cible artificielle est mise au point en fonction du choix du matériau de l'enveloppe de particules et/ou de la charge de particules.

10. Méthode selon la Revendication 8 ou 9, caractérisée en ce que l'enveloppe de particules est constituée de verre.

11. Méthode selon la Revendication 10, caractérisée en ce que l'enveloppe de particules est constituée de verre filtrant optiquement sélectif.

12. Méthode selon l'une des Revendications 8 à 11, caractérisée en ce que la charge de particules est constituée d'un gaz présentant des bandes d'absorption sélectives.

13. Méthode selon l'une quelconque des Revendications précédentes, caractérisée en ce que le composant de masse incendiaire est constitué de phosphore rouge.

14. Méthode selon la Revendication 13, caractérisée en ce que la température d'inflammation du phosphore est réduite.

Fig.1

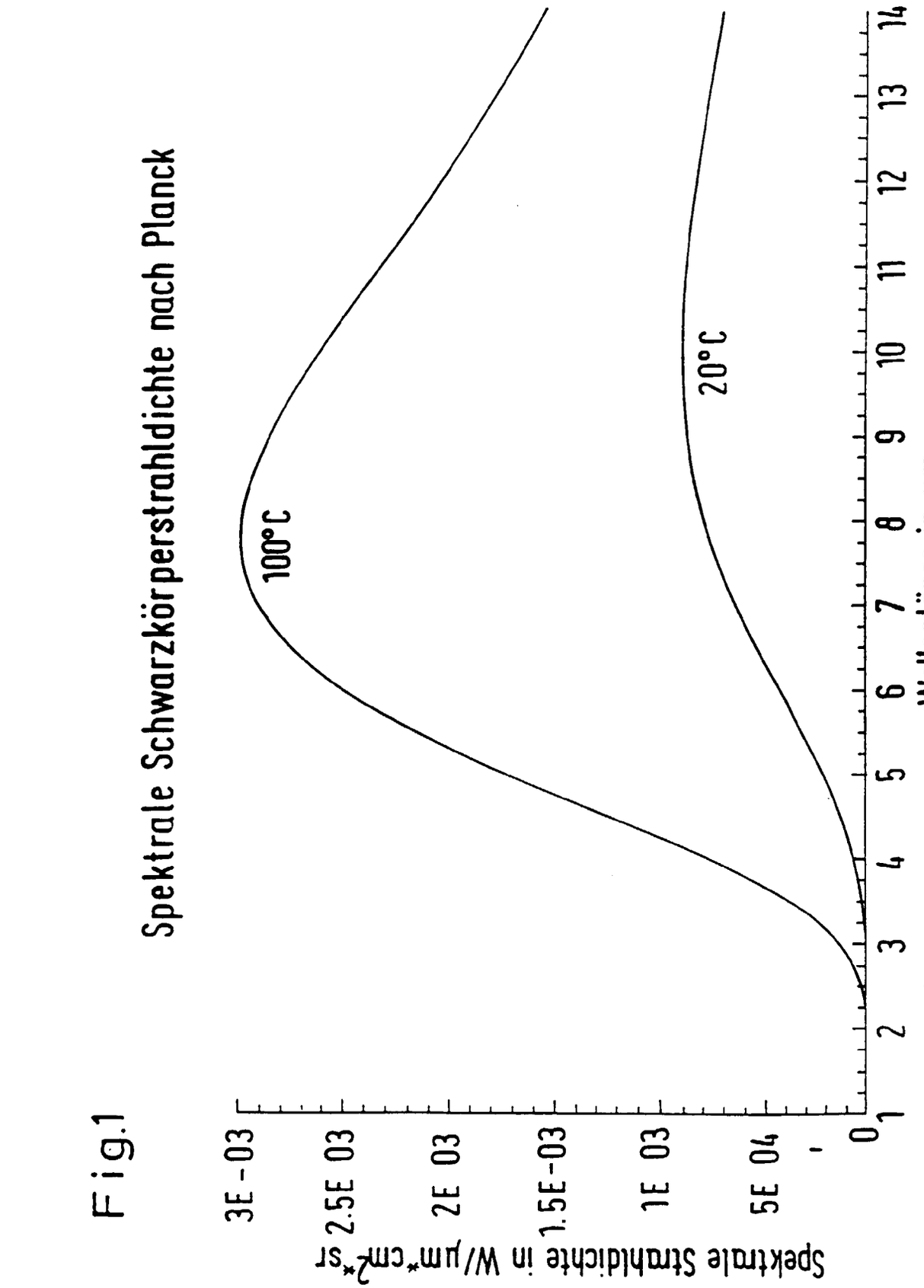
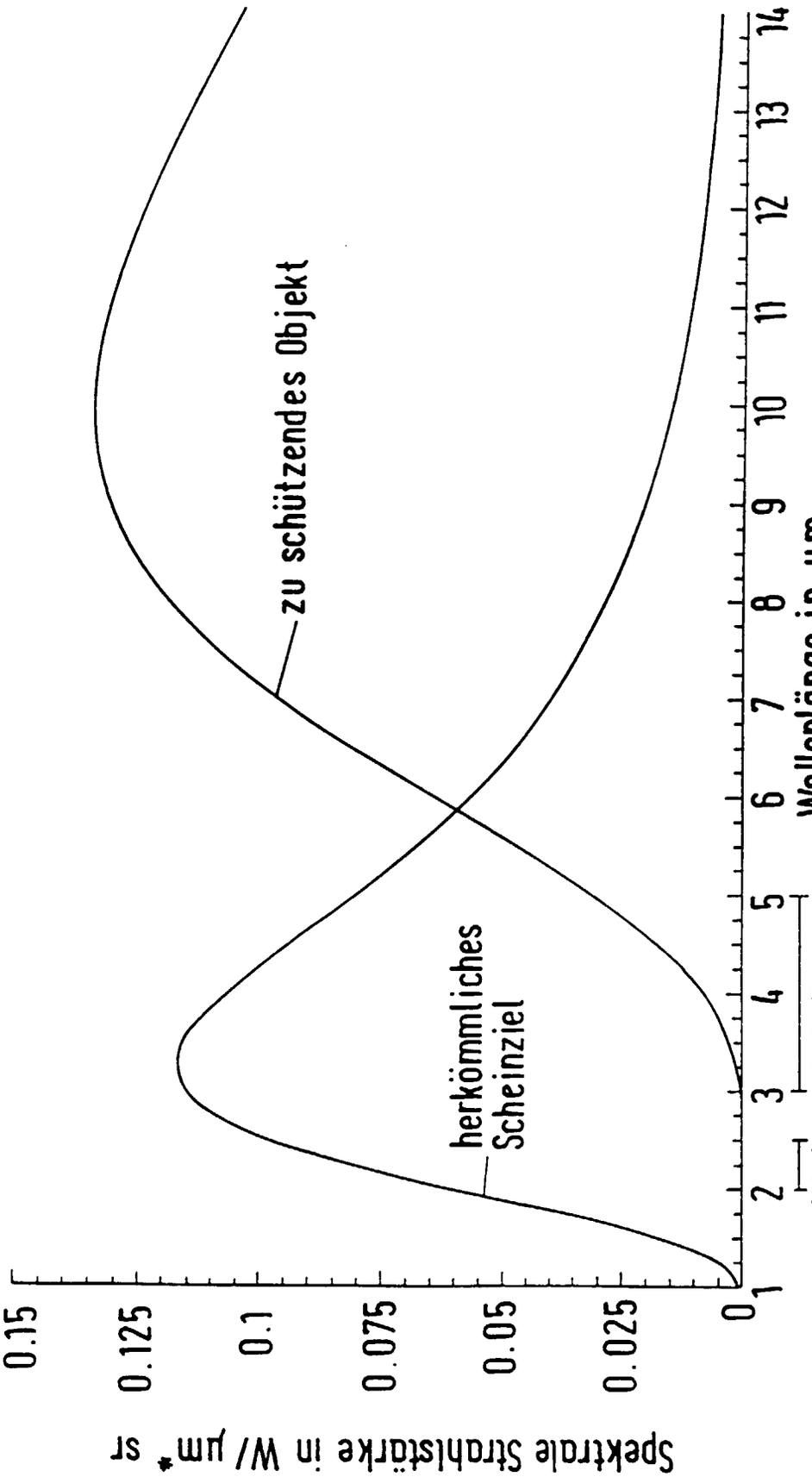

Spektrale Schwarzkörperstrahldichte nach Planck
100°C
20°C
3E-03
2.5E 03
2E 03
1.5E-03
1E 03
5E 04
0
Spektrale Strahldichte in W/µm*cm²*sr
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
Wellenlänge in µm
SWIR
MWIR

Fig.2


Spektrale Schwarzkörperstrahlstärke nach Planck
Spektrale Strahlstärke in W/ µm* sr
0.15
0.125
0.1
0.075
0.05
0.025
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
Wellenlänge in µm
SWIR
MWIR
zu schützendes Objekt
herkömmliches Scheinziel

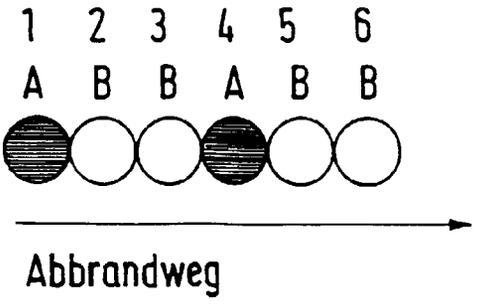


Fig.3a

Fig.3b

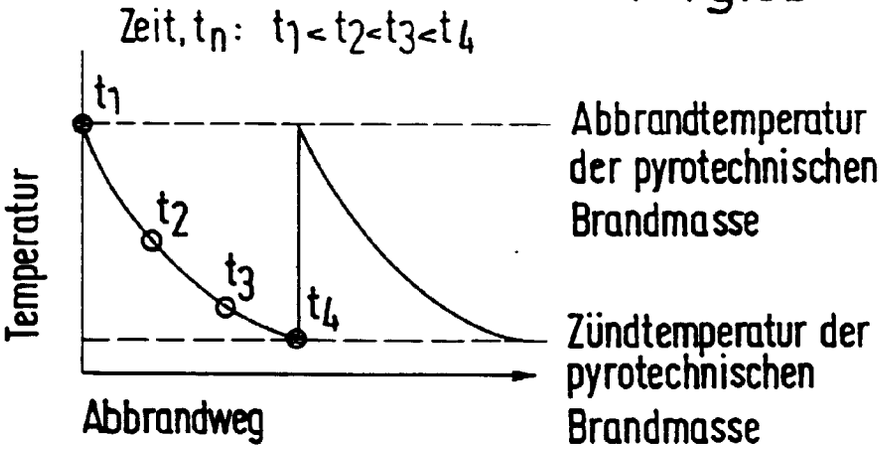


Fig.3c

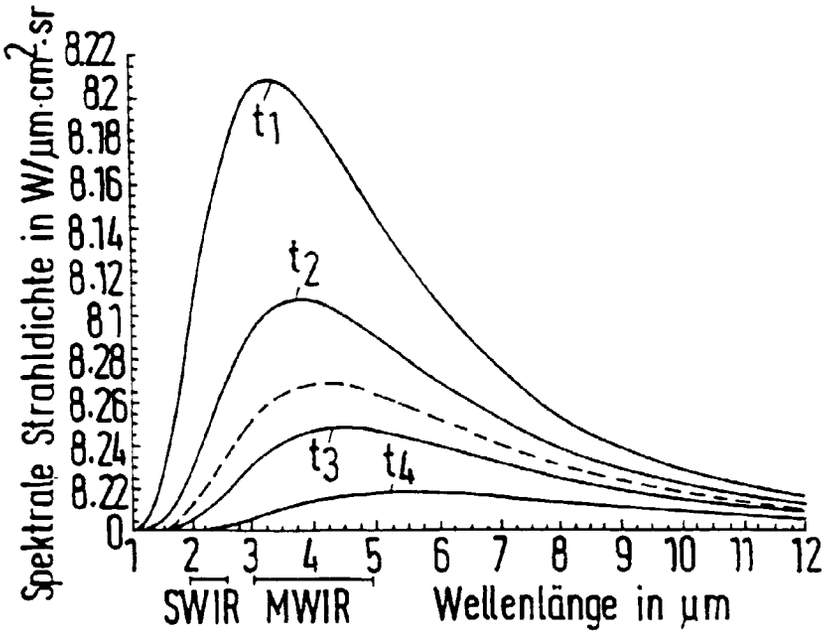


Fig.4

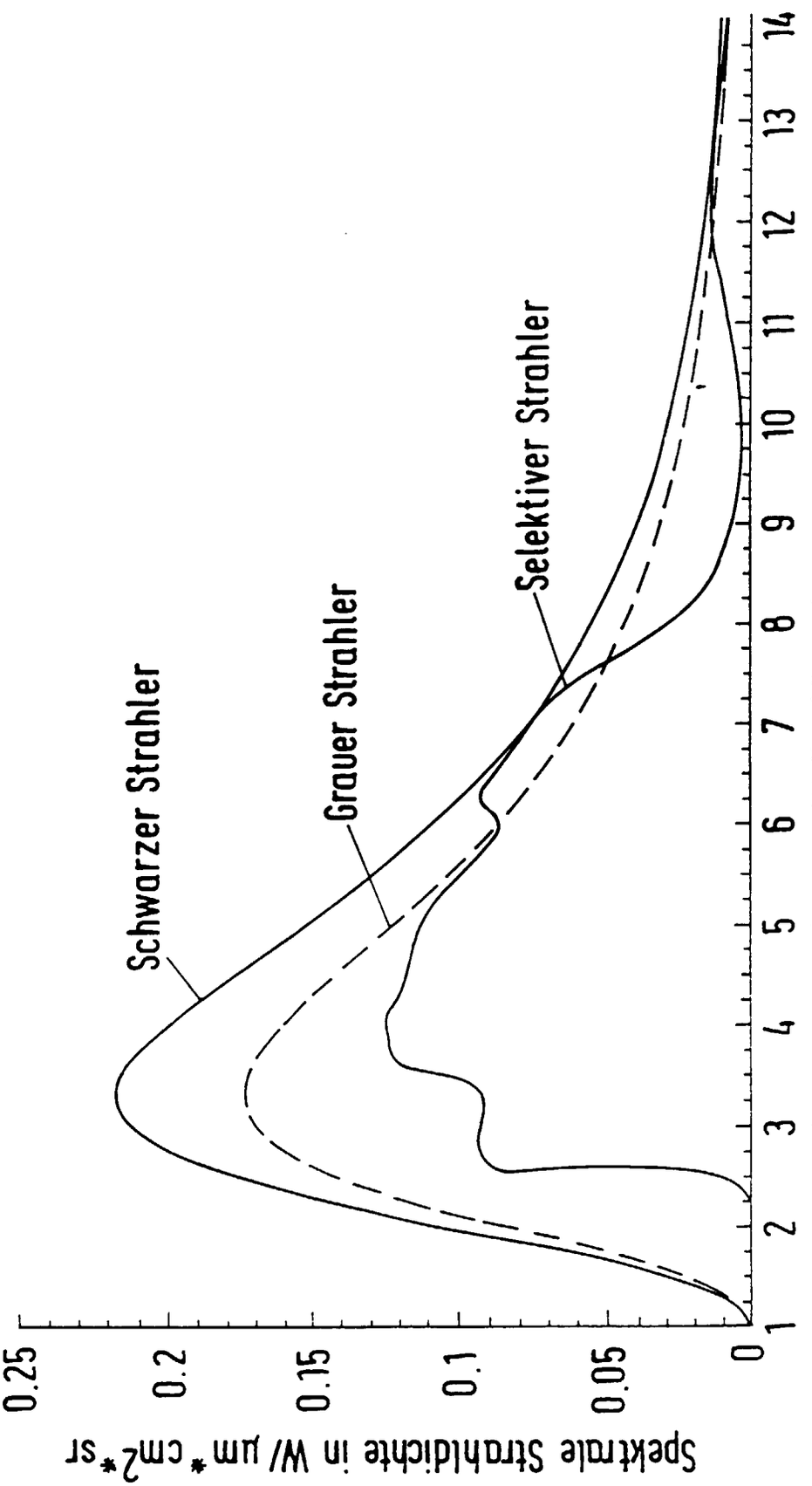

Gegenüberstellung von verschiedenen IR-Strahlern
Schwarzer Strahler
Grauer Strahler
Selektiver Strahler
Spektrale Strahldichte in W/µm*cm²*sr
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
SWIR
MWIR
Wellenlänge in µm

Fig.5a

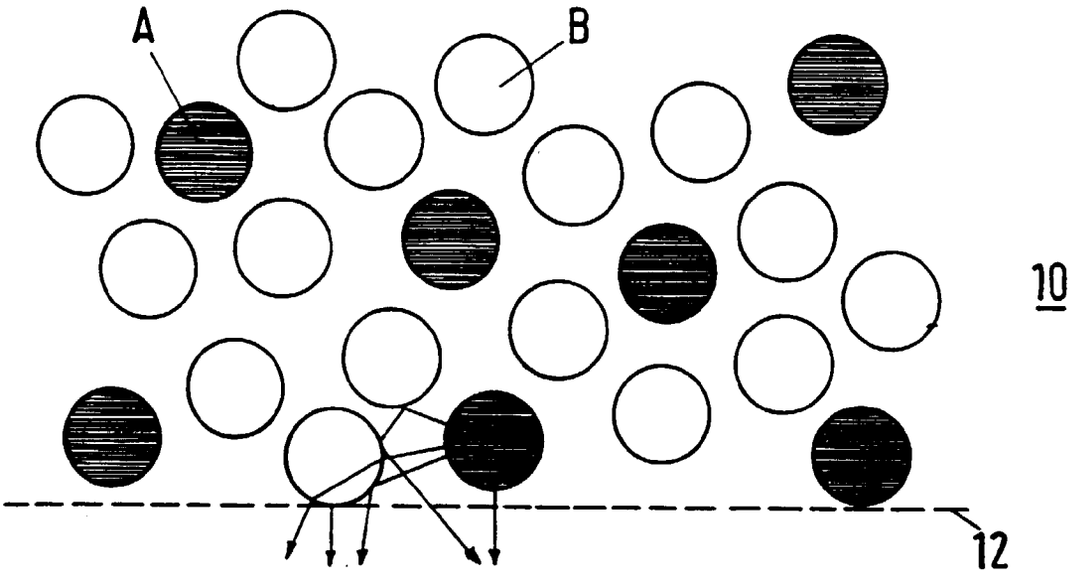


Fig.5b

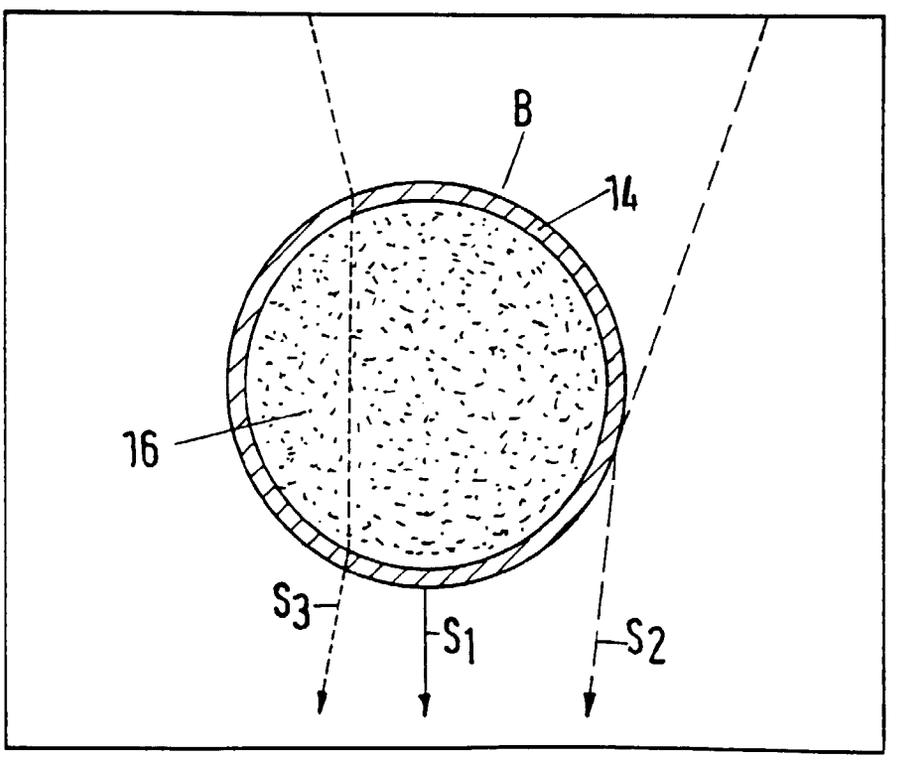


Fig.6a

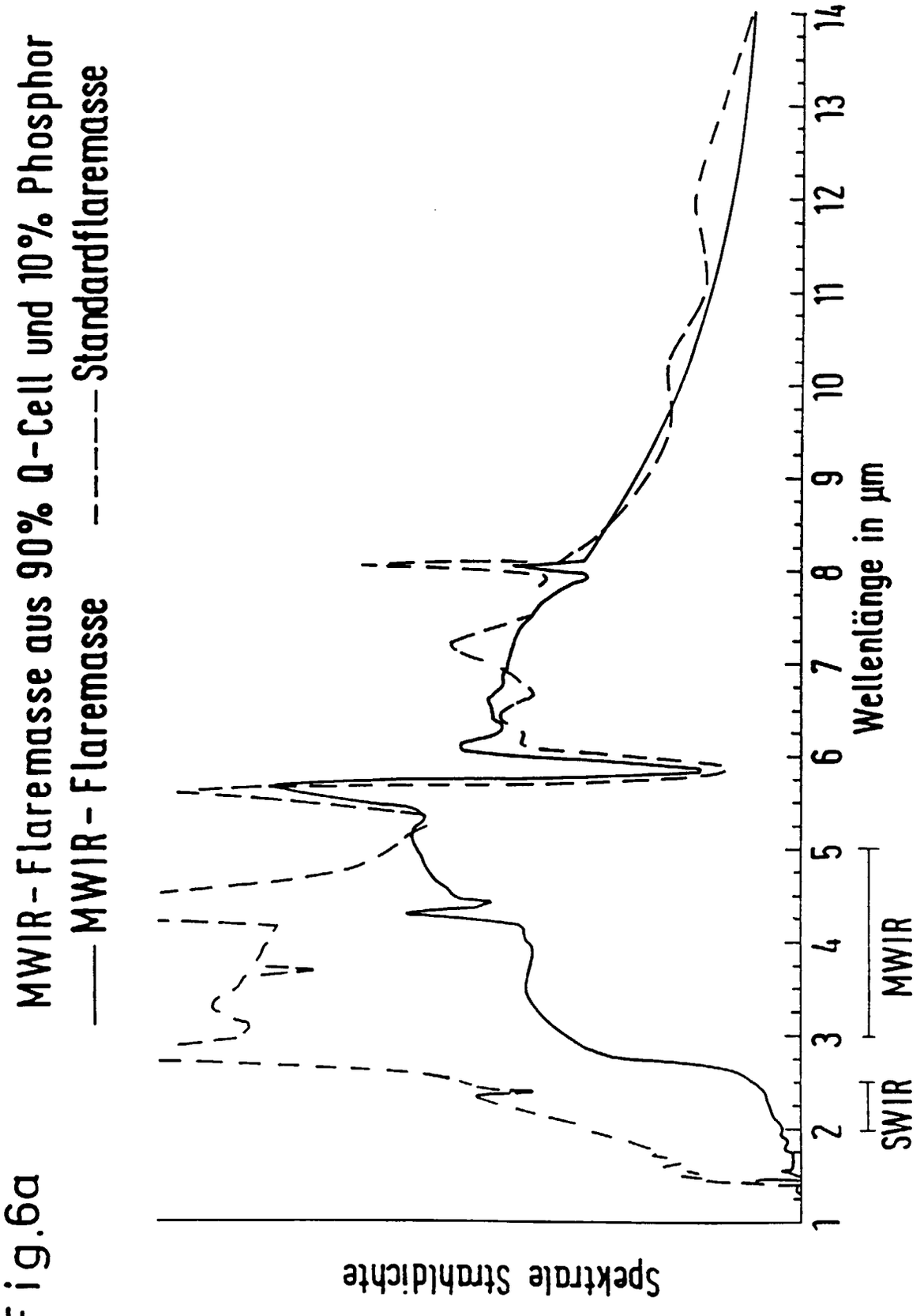

MWIR-Flaremasse aus 90% Q-Cell und 10% Phosphor
—— MWIR-Flaremasse
- - - - - Standardflaremasse
Spektrale Strahldichte
Wellenlänge in µm
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
SWIR
MWIR

Fig.6b MWIR-Flaremasse aus 90% Kieselgur und 10% Phosphor

