

(19)



österreichisches
patentamt

(10)

AT 507 734 A1 2010-07-15

(12)

Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: **A 1956/2008**

(22) Anmeldetag: **16.12.2008**

(43) Veröffentlicht am: **15.07.2010**

(51) Int. Cl.⁸: **H01L 33/00** (2010.01),

H01L 33/50 (2010.01),

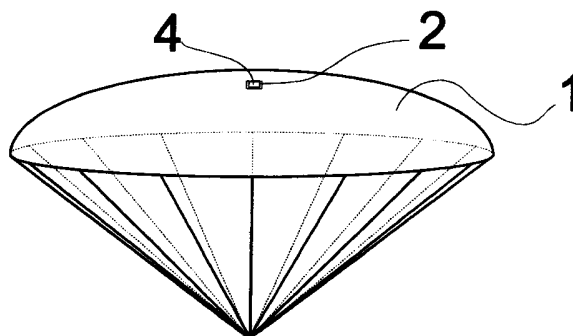
G09F 9/33 (2006.01)

(73) Patentinhaber:

D. SWAROVSKI & CO.
A-6112 WATTENS (AT)

(54) TRANSPARENTER KÖRPER

(57) Körper (1) aus transparentem Material, gekennzeichnet durch wenigstens eine unsichtbar im oder am Körper (1) angeordnete lichterzeugenden Vorrichtung (2), die zumindest einen anorganischen Halbleiterchip (4) aufweist.



AT 507 734 A1 2010-07-15

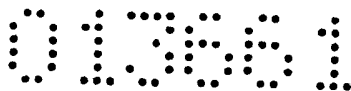
013551
1

1

Zusammenfassung

Körper (1) aus transparentem Material, gekennzeichnet durch wenigstens eine unsichtbar im oder am Körper (1) angeordnete lichterzeugenden Vorrichtung (2), die zumindest einen anorganischen Halbleiterchip (4) aufweist.

(Fig. 2)



Die vorliegende Erfindung betrifft einen Körper aus transparentem Material.

Ein solcher Körper geht beispielsweise aus der WO 2006/130887 A2 hervor. Diese Schrift beschäftigt sich mit der Aufgabenstellung, einen Körper aus transparentem Material mit einer Markierung zu versehen, welche das optische Erscheinungsbild des Körpers nur unter bestimmten Bedingungen beeinflusst. Vorgeschlagen wird hierfür, den Körper mit einer Vielzahl von Mikrolöchern zu versehen, welche mit in einer Matrix eingebetteten licht-emittierenden Nanopartikel gefüllt sind. So wird erreicht, dass die Markierung nur dann sichtbar wird, wenn der Körper mit elektromagnetischer Strahlung beleuchtet wird, deren Wellenlänge vorzugsweise im nicht sichtbaren Spektralbereich liegt. Die elektromagnetische Strahlung wird durch eine außerhalb des Körpers angeordnete Vorrichtung, beispielsweise einen UV-A-Strahler, bereitgestellt.

Diese Lösung ist im Hinblick auf das in der WO 2006/130887 A2 beschriebene Hauptanwendungsgebiet (Markierungen als Fälschungsschutz) durchaus zufriedenstellend. Wie bereits in der WO 2006/130887 A2 angedacht, können derartige Markierungen jedoch auch einen künstlerischen Zweck haben, in dem sie beispielsweise in Form von ansprechenden Grafiken ausgebildet sind.

Ganz allgemein kann es wünschenswert sein, bestimmte Eigenschaften eines Körpers aus transparentem Material durch einen geeigneten Lichteinfall hervorzuheben. Um vom Umgebungslicht unabhängig zu sein, ist es bereits bekanntgeworden, in Hohlräumen derartiger Körper lichterzeugende Vorrichtungen anzuordnen, die jedoch ihrerseits das optische Erscheinungsbild des Körpers stören. Bisherige Maßnahmen, derartige lichterzeugende Vorrichtungen verdeckt am Körper anzubringen, sind je nach Körper entweder nur bedingt erfolgreich oder mit beträchtlichem konstruktivem Aufwand verbunden.

In den letzten Jahren sind sogenannte TOLEDs (das sind transparente organische LEDs) bekanntgeworden. Diese weisen eine ganze Reihe von Nachteilen auf. So sind derartige TOLEDs aufgrund ihrer geringen Leuchtdichte nur flächig anwendbar. Ihre Lebensdauer ist zum heutigen Zeitpunkt relativ gering. Sie weisen eine schlechte Farbqualität auf und sie sind relativ empfindlich auf Feuchtigkeit und Sauerstoff.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Körper aus transparentem Material bereitzustellen, bei dem ein gewünschtes optisches Erscheinungsbild unabhängig von einer Umgebungsbeleuchtung erzielbar ist.

Diese Aufgabe wird durch einen Körper mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Durch die Verwendung von anorganischen Halbleiterchips können lichterzeugende Vorrichtungen realisiert werden, die unsichtbar im oder am Körper angeordnet sind und eine oder mehrere quasi-punktförmige Quellen aufweisen.

In der gesamten Offenbarung wird unter „Licht“ elektromagnetische Strahlung verstanden, deren Wellenlänge im sichtbaren Spektralbereich liegt.

Unter „unsichtbar“ wird in der vorliegenden Offenbarung ein Gegenstand verstanden, welcher zumindest bei Beleuchtung mit diffusem, unpolarisiertem, weißem Licht – vorzugsweise aber auch bei Beleuchtung mit direktem, unpolarisiertem, weißem Licht, bei weißem Hintergrund, vorzugsweise aber auch bei schwarzem Hintergrund - mit einer Beleuchtungsstärke von 500 Lux (gemessen am Ort des Gegenstandes) – vorzugsweise auch bei etwa 1000 Lux - bei einem, der Funktion angemessenen Betrachtungsabstands (zum Beispiel 0,2 m bei dekorativen Stell-Gegenständen, 1 m bei hängenden Beleuchtungs-Gegenständen) -für einen normalsichtigen Betrachter unabhängig von der Betrachtungsrichtung ohne technische Hilfsmittel („unbewaffnetes Auge“) nicht erkennbar ist.

Der anorganische Halbleiterchip (der stets wenigstens eine Diode aufweist, die zur Emission von elektromagnetischer Strahlung, zum Beispiel Licht geeignet ist) kann selbst bereits Licht emittieren. Alternativ kann jedoch auch vorgesehen sein, dass der Halbleiterchip zur Emission von elektromagnetischer Strahlung außerhalb des sichtbaren Spektralbereichs ausgebildet ist. In diesem Fall wird es in den meisten Fällen erforderlich sein, dass die Vorrichtung einen Wellenlängenkonverter zur wenigstens teilweisen Konvertierung wenigstens eines Teiles der vom Halbleiterchip emittierten Strahlung in Licht aufweist. Der Wellenlängenkonverter kann beispielsweise von einer Vielzahl von im Nanometerbereich großen lichtemittierenden Partikeln gebildet werden, wobei die Partikelgröße vorzugsweise kleiner als ca. 1/20 der Wellenlänge von Licht sein soll, um die Streuung von Licht im sichtbaren Spektralbereich zu vermeiden.

Um die Effizienz der Vorrichtung zu vergrößern, kann vorgesehen sein, dass sie einen wenigstens teiltransparenten Spiegel aufweist, durch den zumindest ein Teil der vom Halbleiterchip emittierten Strahlung in den Körper hineinreflektierbar ist. Dieser Spiegel kann beispielsweise in Form eines UV-Reflektors ausgebildet sein, welcher zwar UV-A Strahlung

reflektiert, Licht jedoch ungehindert passieren lässt. Solche Spiegel können beispielsweise mittels Mehrschichtsystemen und/oder photonischen Kristallen realisiert werden.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass im Körper zur wenigstens teilweisen Aufnahme des Halbleiterchips ein Mikroloch ausgebildet ist. Vorteilhaft ist dabei, wenn der Halbleiterchip zumindest im Wesentlichen bündig mit der das Mikroloch umgebenden Oberfläche abschließt. Das Mikroloch kann einen Durchmesser in der Größenordnung von wenigen 100 μm bis einige 10 μm aufweisen. Solche Mikrolöcher unterschiedlicher Querschnitte und hoher Qualität können beispielsweise mittels Laser berührungslos und effizient realisiert werden. Zur einfachen Sicherstellung der Bündigkeit des Halbleiterchips mit der Oberfläche des transparenten Materials, sowie – falls erforderlich – eines entsprechenden Wellenlängenkonverters bestimmter Dicke, können geeignete Abstandhalter im Mikroloch platziert werden. Dies kann zum Beispiel bei der Herstellung der Mikrolöcher geschehen.

Grundsätzlich kann das Mikroloch entweder im Körper unterhalb der Oberfläche angeordnet sein oder sich an einer Oberfläche des Körpers befinden.

Vorteilhafterweise erfolgt die Energieversorgung der Vorrichtung über unsichtbar im oder am Körper angeordnete elektrische Zuleitungen und Kontakte. Zu diesem Zweck kann beispielsweise eine entsprechende leitfähige Schicht, wie etwa aus transparenten, leitfähigen Oxiden (engl. Transparent Contacting Oxids oder TCO) in geeigneter Weise auf die Oberfläche des Körpers aufgebracht werden. Ein Beispiel für ein geeignetes TCO ist ITO (Indiumzinnoxid). Solche transparenten leitfähigen ITO-Beschichtungen können beispielsweise auf die Oberfläche des Körpers aufgesputtert oder aufgedampft werden. Andere Möglichkeiten der Aufbringung von elektrischen Kontaktierungsmitteln, wie zum Beispiel transparente leitfähige Polymere, können ebenfalls zum Einsatz kommen (beispielsweise durch aufdrucken mittels Siebdruck oder Tintenstrahldrucker).

Besonders bevorzugt ist vorgesehen, dass die Vorrichtung zur Abgabe von weißem Licht ausgebildet ist. Dies kann entweder derart erfolgen, dass der Halbleiterchip nur zur Emission von elektromagnetischer Strahlung einer einzigen Wellenlänge ausgebildet ist und Wellenlängenkonverter bereitgestellt werden, welche die vom Halbleiterchip emittierte Strahlung in jene Lichtkomponenten transformieren, welche benötigt werden, um insgesamt weißes Licht entsprechender Qualität (das heißt zum Beispiel Licht mit einer geforderten Spektrallinienverteilung, Color Rendering Index und Farbtemperatur) zur Verfügung zu haben. Beispielsweise kann auch vorgesehen sein, in einem einzigen Halbleiterchip Mittel

zur Erzeugung von Licht mit zwei verschiedenen Wellenlängen bereitzustellen (zum Beispiel blau und grün) und die fehlende Wellenlänge (zum Beispiel rot) über einen Wellenlängenkonverter bereitzustellen. Vorstellbar ist auch die Erzeugung von Licht mit drei und mehr unterschiedlichen Wellenlängen in einem monolithischen Ansatz, das heißt in einem einzigen Halbleiterchip.

Besonders bevorzugt ist es, wenn die Vorrichtung weißes Licht abgibt, welches sehr viele Spektrallinien aufweist und nach Möglichkeit dem Sonnenspektrum vergleichbar ist, da dann besonders bei zumindest abschnittsweise facettiert ausgebildeten Körpern bei der Betrachtung und Drehung des Körpers viele verschiedene Farben sichtbar werden.

Als transparentes Material des Körpers kommt beispielsweise farbloses Glas in Frage. Natürlich kann der Körper auch aus einem farbigen Glas, Edelstein, Halbedelstein, Keramik, Kunststoff oder einem kristallinen transparenten Materialien bestehen. Das transparente Material kann natürlich aus unterschiedlichen Gründen an manchen Stellen nicht-transparent abgeschlossen sein, zum Beispiel durch Verspiegelungen, Farbeffektschichten, Verklebungen etc.

Besonders dann, wenn der Körper eine dekorative Funktion aufweisen soll, kann vorgesehen sein, den Körper wenigstens abschnittsweise facettiert auszubilden.

Die unsichtbare Anordnung der Vorrichtung im Körper kann grundsätzlich durch zwei verschiedene Methoden erfolgen, die sich allerdings nicht gegenseitig ausschließen, sondern durchaus auch kombiniert werden können.

So kann beispielsweise vorgesehen sein, die Vorrichtung kleiner als $100\text{ }\mu\text{m}$, bevorzugt kleiner als $50\text{ }\mu\text{m}$ auszubilden. Diese würde bei einem angenommenen Betrachterabstand von etwa $0,2\text{ m}$ einer Winkelgröße von etwa 50 Bogensekunden und somit der Punktschärfe des menschlichen Auges entsprechen (jenem Abstand zwischen zwei Bildpunkten, welche das Auge noch als getrennt wahrnehmen kann). In diesem Fall ist es also nicht unbedingt erforderlich, die Vorrichtung selbst zur Gänze transparent auszubilden, jedoch ist zu berücksichtigen, dass sich die resultierende Sichtbarkeit aus einer gewichteten Summe der Sichtbarkeit der einzelnen Elemente der Vorrichtung ergibt. Das heißt, der „Gauwert“ des jeweiligen Elementes teilt sich entsprechend seines Betrages und seiner beanspruchten Fläche auf die Fläche des minimal auflösbaren Punktes auf.

Zusätzlich oder alternativ kann vorgesehen sein, dass zumindest der Halbleiterchip transparent ausgebildet ist. In diesem Fall kann der Halbleiterchip durchaus auch größer als 50 μm oder 100 μm (zum Beispiel einige 100 μm) sein. Zur Erzielung einer erhöhten Unsichtbarkeit der Vorrichtung kann diese in ein optisches Immersionsmedium eingebettet werden, dessen Brechungszahl auf jene des transparenten Materials des Körpers abgestimmt ist.

Dabei ist es nicht unbedingt erforderlich aller Komponenten der Vorrichtung transparent auszubilden, da ja der Halbleiterchip selbst die größte Dimensionierung aufweist und es durchaus sein kann, dass beispielsweise Stromkontakte oder Ähnliches ohnehin so klein sind, dass sie für das menschliche Auge nicht erkennbar sind. Es liegt aber natürlich durchaus im Rahmen der Erfindung, alle Komponenten der Vorrichtung transparent auszubilden.

Zum Ableiten der in der Vorrichtung erzeugten Wärme können – falls erforderlich – entsprechende Wärmeableitmittel bereitgestellt werden. Zum Beispiel kann eine Kohlenstoff-Nano-Röhrchen enthaltende transparente Paste oder auch eine mit mikro- oder nanokristallinem Diamant versehene transparente Paste vorgesehen sein, durch welche die Wärme in das Umgebungsmaterial der Vorrichtung in den transparenten Körper geführt wird.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich anhand der Figuren sowie der dazugehörigen Figurenbeschreibung.

Die Fig. 1 zeigt die unsichtbare Einbettung einer lichterzeugenden Vorrichtung 2, welche einen anorganischen Halbleiterchip 4 aufweist, in ein Mikroloch 9 eines transparenten Körpers 1. Der transparente Körper 1 als Ganzes ist in der Fig. 2 erkennbar.

In einem ersten Schritt kann von einem Wafer 3 die Substratschicht entfernt werden, welche dazu gedient hat, ein möglichst gleichmäßiges Wachstum der Kristallschicht zu gestatten. Dies kann zum einen erforderlich sein, wenn das Substrat nicht lichtdurchlässig ist. Es kann jedoch auch von Vorteil sein, um die Tiefe der Vorrichtung erheblich zu reduzieren. Die mechanische Stabilität wird nach erfolgtem Einbau vom transparenten Körper 1 selbst gewährleistet – der Körper 1 selbst bildet dann also das Substrat. Anschließend wird der Wafer 3 in einzelne Halbleiterchips 4 zerlegt (Fig. 1a). Erkennbar ist eine optionale Oberflächenstrukturierung 5 an der Unterseite der Halbleiterchips 4 zur Erhöhung der Auskoppelleffizienz der in der/den aktiven Schicht/Schichten der Strahlung emittierenden

Diode des Halbleiterchips 4 erzeugten Strahlung. Eine andere Möglichkeit der Erhöhung der Auskoppel-effizienz stellen zum Beispiel photonische Kristalle dar.

Anschließend kann der Halbleiterchip 4 mit einem als Wellenlängenkonverter 6 fungierendem Phosphor umgeben und an der einen Seite mit einem entsprechenden Reflektor als Spiegel 7 versehen werden. In diesem Fall ist der anorganische Halbleiterchip 4 also bevorzugt als UV-A- oder blaue LED ausgebildet. Diese Anordnung kann mit einer transparenten, wärmeleitenden Schicht, zum Beispiel einer Silikon-/Kohlenstoff-Nano-Röhrchen Zusammensetzung als Wärmeableiter 8 ummantelt werden, welche die im Betrieb entstehende Wärme in den Körper 1 abführt.

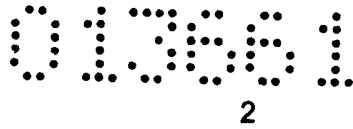
Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist die obere Schicht 4a des Halbleiterchips 4, der bevorzugt aus einem III-V Nitrid Halbleiter-Material System, wie zum Beispiel GaN besteht, p-dotiert und die untere Schicht 4b ist n-dotiert.

In Fig. 1b ist die Vorrichtung 2 in einem Mikroloch 9 eines Körpers 1 aus transparentem Material im Wesentlichen bündig mit der Oberfläche des Körpers 1 eingesetzt. Erkennbar ist die Kontaktierung der Vorrichtung 2 über eine transparente leitfähige Schicht, hier eine TCO (ITO) Schicht, welche zum Beispiel aufgedampft oder aufgesputtert wurde und als elektrischer Kontakt 10 fungiert.

Die Fig. 2 zeigt noch eine Gesamtansicht des Körpers 1. Die Darstellung des Mikrolochs 9 und der Vorrichtung 2 ist natürlich nicht maßstabsgerecht.

Patentansprüche

1. Körper aus transparentem Material, gekennzeichnet durch wenigstens eine unsichtbar im oder am Körper (1) angeordnete lichterzeugenden Vorrichtung (2), die zumindest einen anorganischen Halbleiterchip (4) aufweist.
2. Körper nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Halbleiterchip (4) zur Emission von elektromagnetischer Strahlung im sichtbaren Spektralbereich ausgebildet ist.
3. Körper nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Halbleiterchip (4) zur Emission von elektromagnetischer Strahlung außerhalb des sichtbaren Spektralbereichs ausgebildet ist.
4. Körper nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (2) einen Wellenlängenkonverter (6) zur wenigstens teilweisen Konvertierung wenigstens eines Teiles der vom Halbleiterchip (4) emittierten Strahlung in Licht aufweist.
5. Körper nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (2) einen wenigstens teiltransparenten Spiegel (7) aufweist, durch den zumindest ein Teil der vom Halbleiterchip (4) emittierten Strahlung in den Körper (1) hinein reflektierbar ist.
6. Körper nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass im Körper (1) zur wenigstens teilweisen Aufnahme des Halbleiterchips (4) ein Mikroloch (9) ausgebildet ist.
7. Körper nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Mikroloch (9) an einer Oberfläche des Körpers (1) angeordnet ist.
8. Körper nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Energieversorgung der Vorrichtung (2) über unsichtbar im oder am Körper (1) angeordnete elektrische Kontakte (10) erfolgt.
9. Körper nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (2) zur Abgabe von weißem Licht ausgebildet ist.



10. Körper nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das transparente Material Glas ist.
11. Körper nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Körper (1) wenigstens abschnittsweise facettiert ist.
12. Körper nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (2) kleiner als 100 µm ist.
13. Körper nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest der Halbleiterchip (4) transparent ausgebildet ist.
14. Körper nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass alle Komponenten der Vorrichtung (2) transparent ausgebildet sind.
15. Körper nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (2) in ein optisches Immersionsmedium eingebettet ist, dessen Brechungszahl auf jene des transparenten Materials des Körpers (1) abgestimmt ist.
16. Körper nach Anspruch 13, 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass zur Positionierung der Vorrichtung Abstandhalter (11) vorgesehen sind.

Innsbruck, am 12. Dezember 2008

Fig. 1b

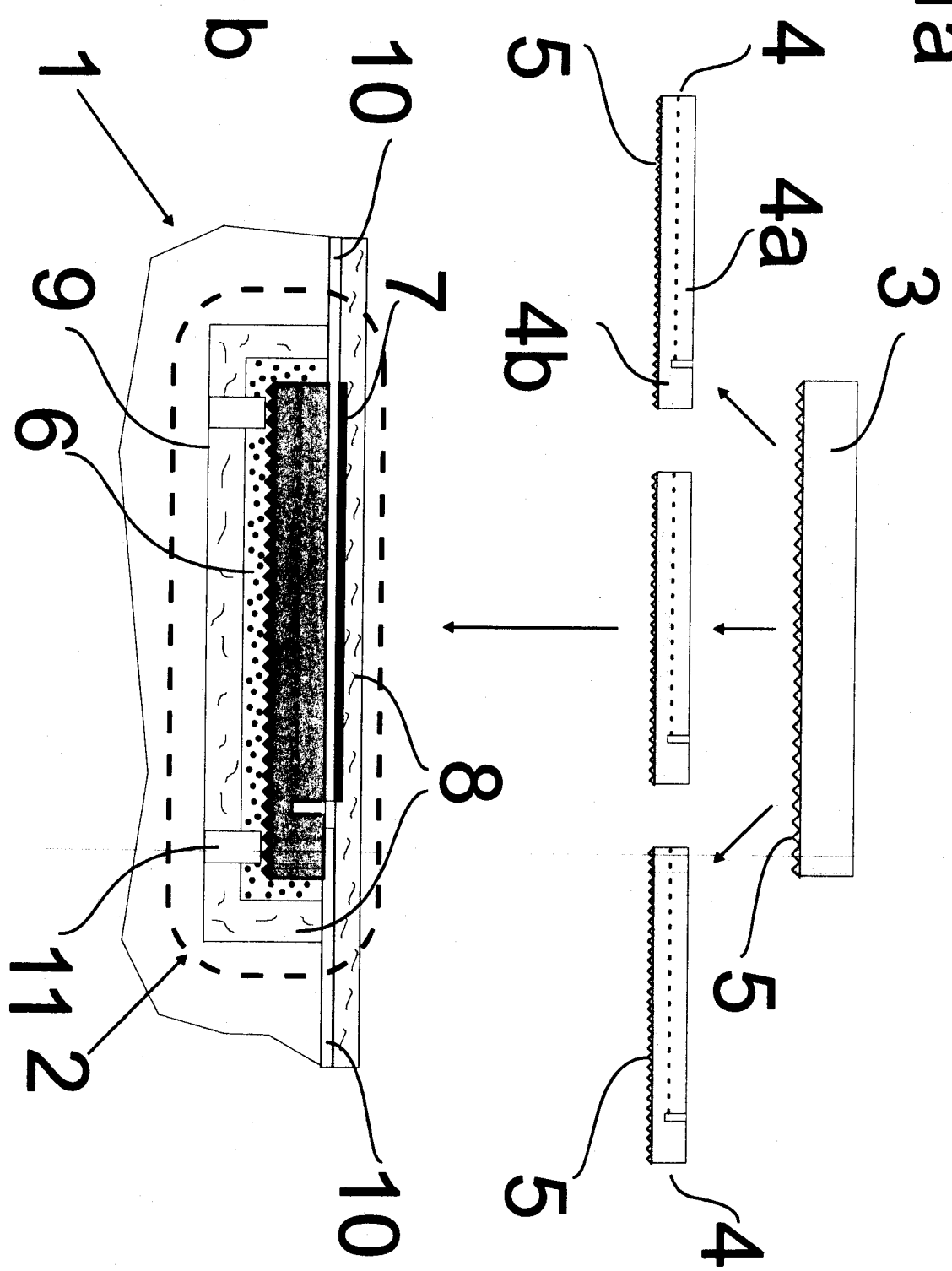
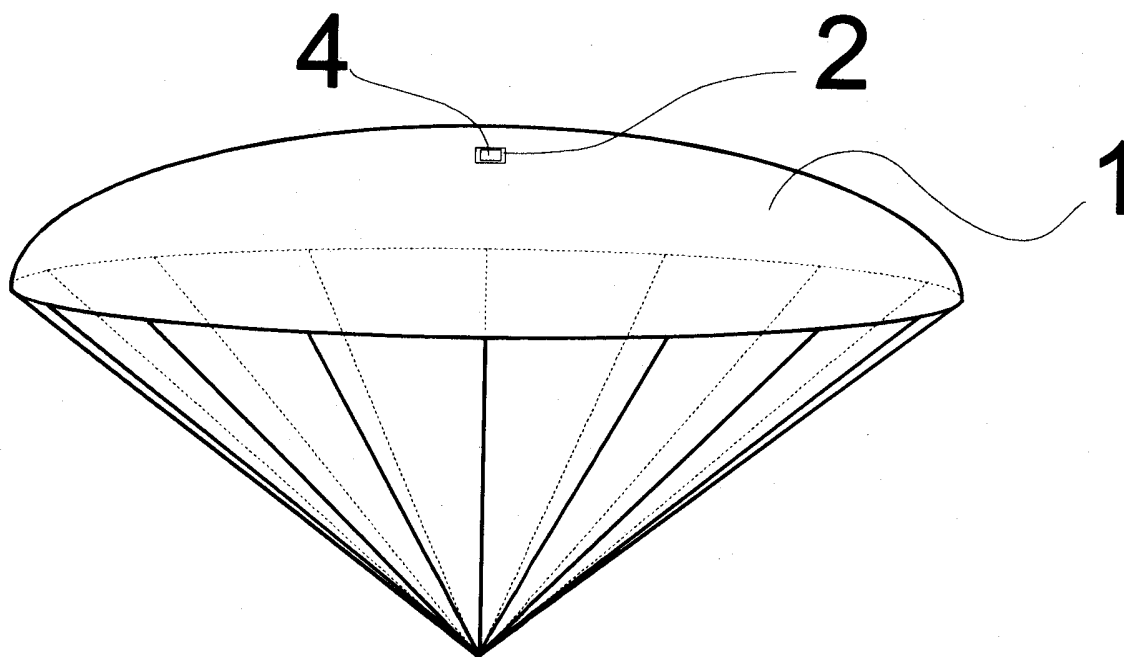


Fig. 2



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC ⁸ : H01L 33/00 (2010.01); H01L 33/50 (2010.01); G09F 9/33 (2006.01)
Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß ECLA: H01L 33/00, H01L 33/50, G09F 9/33
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): H05B H01L B44F F21S F21V G09F
Konsultierte Online-Datenbank: EPODOC, WPI, X-FULL
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 16. Dezember 2008 eingereichten Ansprüchen 1-16 erstellt.

Kategorie ⁹	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	WO 2005/025933 A2 (SCHEFENACKER VISION SYSTEMS USA INC.) 24. März 2005 (24.03.2005) <i>Figur 3; Seite 1, Absatz [0004] - Seite 2, Absatz [0006]; Seite 2, Absatz [0008]; Seite 3, Absatz [0017] - Seite 4, Absatz [0020]; Ansprüche 1, 14, 19.</i>	1-9, 12, 16
X	EP 1 008 802 A1 (NOKIA MOBILE PHONES LTD.) 14. Juni 2000 (14.06.2000) <i>Figuren 3a, 3b; Spalte 3, Absatz [0013]; Spalte 4, Absatz [0016]; Anspruch 1.</i>	1, 2, 11
X	WO 2006/111805 A1 (ACOL TECHNOLOGIES SA) 26. Oktober 2006 (26.10.2006) <i>Figur 6; Seite 5, Zeilen 1-6; Seite 8, Zeilen 1-15.</i>	1, 2, 5

Datum der Beendigung der Recherche: 14. Oktober 2009	☐ Fortsetzung siehe Folgeblatt	Prüfer(in): Dipl.-Ing. WENNINGER
⁹ Kategorien der angeführten Dokumente: X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung : der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. Y Veröffentlichung von Bedeutung : der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist. A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert. P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein älteres Recht hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.		