

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 637 801 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
22.03.2006 Patentblatt 2006/12

(51) Int Cl.:
F21V 17/00 ^(2006.01) **F21V 17/10** ^(2006.01)
F21W 101/00 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **05017295.6**

(22) Anmeldetag: **09.08.2005**

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

(30) Priorität: **17.09.2004 DE 102004045590**

(71) Anmelder:
• **Hella KGaA Hueck & Co.**
59552 Lippstadt (DE)
• **Hella Autotechnik, s.r.o.**
78985 Mohelnice (CZ)

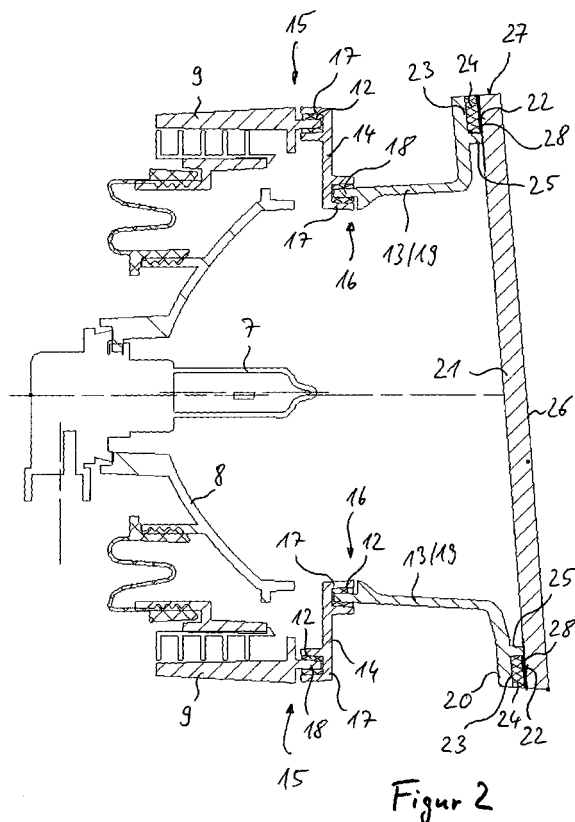
(72) Erfinder:
• **Formanek, Jan, Dipl.-Ing.**
78985 Mohelnice (CZ)

• **Hilsenbeck, Thomas, Dipl.-Ing.**
59597 Erwitte (DE)
• **Cernoch, Jiri, Dipl.-Ing.**
78335 Olomouc-Chomoutor (CZ)
• **Diekmann, Karsten, Dipl.-Ing.**
59590 Geseke (DE)
• **Merkelbach, Frank, Dr. Ing.**
59590 Geseke (DE)
• **Wicker, Horst**
59557 Lippstadt (DE)

(74) Vertreter: **Ostermann, Thomas**
Klausheider Strasse 31
33106 Paderborn (DE)

(54) Leuchtvorrichtung für Kraftfahrzeuge und Befestigungsverfahren

(57) Die Erfindung betrifft eine Leuchtvorrichtung für Kraftfahrzeuge mit einem Lichtkomponenten tragenden Gehäuse (13) bestehend aus einem Kunststoffmaterial, wobei das Gehäuse an einem vorderen Umfangsrand durch Verklebung mit einer die durch den Umfangsrand begrenzten Öffnung des Gehäuses abdeckenden Lichtscheibe (21) aus Glasmaterial verbunden ist, wobei die Lichtscheibe eine ebene Randfläche (22) aufweist, die mittels eines aushärtbaren und thermisch elastischen Klebstoffs unter Ausbildung eines flächigen Klebestreifens (24) mit einer ebenen Befestigungsfläche (23) des Gehäuses verbunden ist.



Figur 2

EP 1 637 801 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Leuchtvorrichtung für Kraftfahrzeuge mit einem Lichtkomponenten tragenden Gehäuse bestehend aus einem Kunststoffmaterial, wobei das Gehäuse an einem vorderen Umfangsrand durch Verklebung mit einer die durch den Umfangsrand begrenzten Öffnung des Gehäuses abdeckenden Lichtscheibe aus Glasmaterial verbunden ist.

[0002] Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Befestigen einer Lichtscheibe an ein Gehäuse einer Leuchtvorrichtung für Kraftfahrzeuge, wobei die Lichtscheibe randseitig mit dem Gehäuse verbunden wird.

[0003] Aus der EP 0 589 189 B1 ist eine Leuchtvorrichtung für Kraftfahrzeuge bekannt, wobei in einem topfförmigen Gehäuse Lichtkomponenten, wie zum Beispiel ein Reflektor sowie eine Lichtquelle, untergebracht sind. Ein vorderer Umfangsrand des Gehäuses weist eine Aufnahme auf, in die ein Fuß einer transparenten Lichtscheibe eingesetzt und mittels einer seitlich aufgesetzten Halteklammer mechanisch verbunden wird. Die Lichtscheibe deckt die durch den Umfangsrand begrenzte Öffnung des Gehäuses vollständig ab. In der Aufnahme des Gehäusevorderrandes sind hervorspringende Erhöhungen vorgesehen, so dass die Lichtscheibe im Gehäuse quer zu ihrer Aufsetzrichtung zentriert ist.

[0004] Aus der DE 28 46 990 A1 ist eine Leuchtvorrichtung für Kraftfahrzeuge mit einem Lichtkomponenten, wie Lichtquelle und Reflektor, tragenden Gehäuse bekannt, bei dem an einen vorderen Umfangsrand des Gehäuses in einer Aufnahme eine dauerelastische Dichtungsmittel eingesetzt ist, das als ein Klebebett für einen abragenden Steg einer transparenten Lichtscheibe dient. Das dickflüssig in die Aufnahme eingebrachte Dichtungsmittel hat nur eine begrenzte Klebewirkung; es dient in erster Linie der Abdichtung zwischen Gehäuse und Lichtscheibe. Zur Erzeugung einer erforderlichen Haltekraft ist der Umfangsrand des Gehäuses mit einer Rastnase versehen, die den Rand der Lichtscheibe hintergreift. Die Lichtscheiben sind üblicherweise aus einem Pressglas gebildet, die relativ große Fertigungstoleranzen aufweisen.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Leuchtvorrichtung für Kraftfahrzeuge sowie ein Verfahren zum Befestigen einer Lichtscheibe an einem Gehäuse einer Leuchtvorrichtung anzugeben, so dass auf kostengünstige Art und Weise eine sichere und dauerhafte Befestigung zwischen einer Lichtscheibe und einem Gehäuse gewährleistet ist.

[0006] Zur Lösung dieser Aufgabe ist die erfindungsgemäße Leuchtvorrichtung in Verbindung mit dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtscheibe eine ebene Randfläche aufweist, die mittels eines aushärtbaren und thermisch elastischen Klebstoffs unter Ausbildung eines flächigen Klebestreifens mit einer ebenen Befestigungsfläche des Gehäuses verbunden ist.

[0007] Nach der Erfindung wird die aus einem warm-

geformten Flachglas bestehende Lichtscheibe lediglich mittels eines aushärtbaren Klebstoffs an einem Vorder-
rand des Gehäuses befestigt. Erfindungsgemäß sind die
Klebeflächen der Lichtscheibe einerseits und des Ge-
häuses andererseits flächig und/oder eben ausgebildet,
wobei sich zwischen denselben ein flächiger Klebestrei-
fen erstreckt. Vorteilhaft ermöglicht die Erfindung, dass
ein ansonsten übliches Klebebett, das in einer Nut ein-
gepasst ist, nicht erforderlich ist. Der Randbereich der
Lichtscheibe und des Gehäuses kann somit kostengün-
stig gestaltet werden. Durch die Verwendung eines ther-
misch elastischen Klebstoffs kann eine langzeitstabile
und innige Klebeverbindung zwischen den Klebeflächen
des Gehäuses einerseits und der Lichtscheibe anderer-
seits erzeugt werden. Der thermisch elastische Klebstoff
ist in der Lage, die unterschiedlichen Ausdehnungen der
Lichtscheibe und des Gehäuses infolge einer thermi-
schen Belastung auszugleichen. Die unterschiedlichen
Wärmeausdehnungskoeffizienten werden bei Tempera-
turänderungen infolge der Elastizität des Klebstoffs aus-
geglichen.

[0008] Nach einer besonderen Ausführungsform der Erfindung sind die ebene Randfläche der Lichtscheibe und die ebene Befestigungsfläche des Gehäuses parallel zueinander angeordnet, wobei die zwischen denselben verlaufende Klebeschicht eine dauerhafte und sichere Verbindung ermöglicht.

[0009] Nach einer Weiterbildung der Erfindung erstreckt sich quer zur Klebeschicht bzw. zu dem Klebestreifen von der Lichtscheibe oder dem Gehäuse ein Abstandshalter, der die Dicke des Klebestreifens vorgibt. Die Höhe des Abstandshalters bzw. die Dicke des Klebestreifens ist abhängig von der Materialwahl der Lichtscheibe und des Gehäuses. Mit zunehmender betragsmäßiger Differenz zwischen dem Wärmeausdehnungskoeffizienten der Lichtscheibe einerseits und des Gehäuses andererseits nimmt die Höhe des Abstandshalters zu.

[0010] Nach einer Weiterbildung der Erfindung geht die ebene Randfläche der Lichtscheibe, die mit der Klebeschicht beaufschlagt ist, stetig in eine mittlere Hauptfläche der Lichtscheibe über, so dass auch der Rand der Lichtscheibe frei von unerwünschten abragenden Stegen ist. Vorzugsweise ist die Lichtscheibe aus einem warmgeformten Flachglas hergestellt, wobei eine gewünschte Wölbung der Lichtscheibe durch Erwärmung des Glasmaterials und Ausnutzung des Eigengewichts desselben bei dem Verformvorgang erzielt wird.

[0011] Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Klebstoff als ein durch Feuchtigkeit aushärtbarer Einkomponenten-Polyurethan-Klebstoff ausgebildet, der in der Lage ist, Materialausdehnungen der zu befestigenden Bauteilflächen bei Temperaturschwankungen aufzunehmen.

[0012] Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist das Gehäuse vorzugsweise aus einem Duroplast-Kunststoffmaterial hergestellt, dessen Wärmeausdehnungskoeffizient sich nur begrenzt von dem Wärmeausdehnungs-

koeffizienten des Glases der Lichtscheibe unterscheidet. Vorzugsweise ist das Gehäuse aus einem LPP-Kunststoffmaterial (UP-GF, BMC) oder aus einem Polybutylen-terephthalat (PBT).

[0013] Nach einer Weiterbildung der Erfindung weist die Lichtscheibe in einem Befestigungsbereich eine Kaschierschicht auf, so dass eine optische Abdeckung der Klebeverbindung gegeben ist.

[0014] Zur Lösung der Aufgabe ist die Erfindung in Verbindung mit dem Oberbegriff des Patentanspruchs 9 dadurch gekennzeichnet, dass in einem vorderen Randbereich des Gehäuses auf eine ebene Befestigungsfläche desselben eine thermisch elastische Klebstoffschicht aufgetragen wird, dass die Lichtscheibe mit einer ebenen Randfläche derselben unter Bildung eines vorgegebenen Abstands zu der ebenen Befestigungsfläche des Gehäuses an die Klebstoffschicht angelegt wird und so lange in dieser Position gehalten wird, bis die Klebstoffschicht ausgehärtet ist.

[0015] Der besondere Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass lediglich ein einziger Befestigungsschritt unter Bildung einer thermisch elastischen Klebstoffschicht zwischen einer ebenen Befestigungsfläche des Gehäuses und einer ebenen Randfläche der Lichtscheibe erforderlich ist, um die Lichtscheibe mit dem Gehäuse zu verbinden. Hierdurch kann in einem einzigen Arbeitsschritt eine ausreichende Dichtigkeit und Festigkeit erzielt werden. Eine zusätzliche Fixierung mittels Halteklammern ist nicht erforderlich.

[0016] Nach einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Lichtscheibe vor dem Befestigungsvorgang einem Härtungsvorgang unterzogen. Die Härtung kann thermisch, chemisch oder durch Hüttenröschern erfolgen, so dass eine ausreichende Temperaturschockbeständigkeit für die Leuchtvorrichtung gegeben ist.

[0017] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgen anhand der Zeichnungen näher erläutert.

[0018] Es zeigen:

Figur 1 einen Horizontalschnitt durch eine erfindungsgemäße Leuchtvorrichtung und

Figur 2 einen Vertikalschnitt durch eine Leuchteinheit entlang der Schnittlinie A in Figur 1

[0019] Eine erfindungsgemäße Leuchtvorrichtung 1 für Kraftfahrzeuge wird insbesondere als Scheinwerfer für Nutzkraftfahrzeuge eingesetzt, in dem gemäß Figur 1 mehrere Lichtfunktionen integriert sind.

[0020] Die Leuchtvorrichtung 1 weist vier in horizontaler Richtung reihenförmig angeordnete Kammern 2 auf, die jeweils Leuchteinheiten zur Bildung unterschiedlicher Lichtfunktionen bilden. Beispielsweise kann eine erste Leuchteinheit 3 zur Erzeugung einer Zusatzfernlichtfunktion, eine zweite Leuchteinheit 4 zur Erzeugung einer Nebellichtfunktion, eine dritte Leuchteinheit 5 zur Erzeugung einer Abblendlichtfunktion und eine vierte Leuchteinheit 6 zur Erzeugung einer statischen Kurvenlichtfunktion bzw. einer Positionslichtfunktion dienen.

[0021] Hierzu weisen die Leuchteinheiten 3, 4, 5, 6 jeweils Lichtquellen 7 sowie Reflektoren 8 auf, die jeweils in einem der jeweiligen Leuchteinheit 3, 4, 5, 6 zugeordneten Leuchteinheit-Gehäuse 9, 10, 11 eingefasst sind.

[0022] Die Lichtquellen 7 und die Reflektoren 8 bilden Lichtkomponenten zur Erzeugung einer vorgegebenen Lichtverteilung und werden durch das jeweilige Leuchteinheit-Gehäuse 9, 10, 11 getragen. Dem Leuchteinheit-Gehäuse 9, 10, 11 der Leuchteinheiten 3, 4, 5, 6 ist ein gemeinsamer Blendrahmen 13 vorgelagert, wobei zwischen den Leuchteinheit-Gehäusen 9, 10, 11 ein Adapter 14 vorgesehen ist zur Anpassung des vorderen Öffnungsrandes 15 des Leuchteinheit-Gehäuses 9, 10, 11 an einen hinteren Öffnungsrand 16 des Blendrahmens 13. Den Leuchteinheiten 3, 4, 5 ist jeweils ein Adapter 14 zugeordnet, wobei der Adapter 14 auf an einem dem Öffnungsrand 15 des Leuchteinheit-Gehäuses 9, 10, 11 zugewandten Ende sowie dem Öffnungsrand 16 des Blendrahmens 13 zugewandten weiteren Ende eine Aufnahmerinne 17 aufweist, in die ein Befestigungssteg 18 des jeweiligen Leuchteinheit-Gehäuses 9, 10, 11 bzw. des Blendrahmens 13 eingreift. Die umlaufende Aufnahmerinne 17 weist ein Klebebett 12 mit einem Silikonmaterial auf, so dass in bekannter Weise eine Verklebung zwischen dem Blendrahmen 13 und dem Adapter 14 einerseits und den Leuchteinheit-Gehäusen 9, 10, 11 mit dem Adapter 14 andererseits gegeben ist.

[0023] Die Leuchteinheit-Gehäuse 9, 10, 11 bilden zusammen mit den jeweils zugeordneten Adaptern 14 sowie dem Blendrahmen 13 ein Gehäuse 19 der Leuchtvorrichtung 1, das an einem vorderen Umfangsrand 20 mit einer die durch den Umfangsrand 20 begrenzte Öffnung des Gehäuses 19 abdeckenden Lichtscheibe 21 durch Verklebung verbunden ist. Als Klebefläche dienen zum einen eine ebene Randfläche 22 der Lichtscheibe 21 sowie eine ebene Befestigungsfläche 23 des Gehäuses 19 bzw. des Blendrahmens 13. Die ebene Befestigungsfläche 23 des Blendrahmens 13 schließt bündig mit der ebenen Randfläche 22 der Lichtscheibe 21 ab und erstreckt sich zu derselben in paralleler Richtung. Zur klebenden Haftung ist eine Klebeschicht 24 (flächiger Klebestreifen) vorgesehen, der sich randseitig zwischen der ebenen Randfläche 22 der Lichtscheibe 21 und der Befestigungsfläche 23 des Blendrahmens 13 mit konstanter Dicke erstreckt. Die Klebeschicht 24 wird durch einen thermisch elastischen Klebstoff, vorzugsweise einen Einkomponenten-Polyurethan-Klebstoff, gebildet. Der Klebstoff 24 ist derart dick ausgebildet, dass Ausdehnungen der Lichtscheibe 21 bzw. des Blendrahmens 13 infolge thermischer Belastung ausgeglichen werden.

[0024] Zur Vorgabe der Dicke der Klebeschicht 24 ist ein Abstandshalter 25 vorgesehen, der sich als umlaufende Abstandsrille oder als eine Mehrzahl von randseitig verteilt angeordneten Abstandsnocken ausgebildet ist, die von der Befestigungsfläche 23 des Blendrahmens 13 abragen und an demselben angeformt sind.

Darüber hinaus verhindert der Abstandshalter 25 ein Überquellen des Klebstoffs 24 in einen dekorativen Bereich der Lichtscheibe 21, der durch eine mittlere Hauptfläche 26 gebildet wird. Von der mittleren Hauptfläche 26 erstreckt sich stetig die umlaufende Randfläche 22, die sich zwischen einer Randkante 27 der Lichtscheibe 21 und einer Linie erstreckt, entlang der der Abstandshalter 25 verläuft. Die Höhe des Abstandshalters 25 kann in einem Bereich von 2 mm bis 8 mm liegen.

[0025] Damit die Klebeschicht 25 von außen nicht sichtbar ist, ist die ebene Randfläche 22 der Lichtscheibe 21 mit einer durch ein Siebdruckverfahren aufgetragenen Kaschierschicht 28 versehen. Sie ermöglicht eine Abdeckung der Klebeverbindung 24 und weist eine vorgegebene Farbe, beispielsweise Silber, auf.

[0026] Die Klebeschicht 24 bildet einen Klebestreifen, der sich in einer Breite von wenigen Millimetern randseitig des Gehäuses 19 und der Lichtscheibe 21 erstreckt und von der Randkante 27 und dem Abstandshalter 25 seitlich begrenzt ist.

[0027] Die Lichtscheibe 21 ist aus einem warmgeformten Flachglas gebildet. Das Flachglas kann beispielsweise mittels eines Schwimmverfahrens (Floatverfahren) hergestellt sein. Zur Formgebung der gebogenen Lichtscheibe 21 wird der ebene Flachglas-Zuschnitt erwärmt, wobei die Verformung infolge des Eigengewichtes des Flachglasteils unter Zuhilfenahme geeigneter Anlagewerkzeuge ausgebildet wird.

[0028] Das fertige Formstück wird nachfolgend soweit aufgeheizt, dass es seine Form nicht verliert. Es erfolgt ein langsames Abkühlen des Formstücks, bei dem weniger Spannungen im Glas auftreten. Durch diesen Härtevorgang kann eine Temperaturschockfestigkeit ΔT von größer als 110 Kelvin erzeugt werden.

[0029] Vor dem Härtevorgang wird optional auf den innen liegenden ebenen Randflächen 22 der Lichtscheibe 21 (im Befestigungsbereich) die Kaschierschicht 28 mittels eines Siebdruckverfahrens aufgebracht.

[0030] Zur Befestigung der Lichtscheibe 21 an dem Gehäuse 19 wird auf der ebenen Befestigungsfläche 23 ein durch Feuchtigkeit aushärtbarer Einkomponenten-Polyurethan-Klebstoff aufgetragen. Der Abstandshalter 25 verhindert ein Aufbringen der Klebeschicht 24 in den Bereich der mittleren Hauptfläche 26 der Lichtscheibe 21. Nachfolgend wird die Lichtscheibe 21 unter Anlage der ebenen Randfläche 22 an den Abstandshalter 25 an den Vorderrand 23 des Gehäuses 19 angelegt und so lange in dieser Position gehalten, bis die Klebstoffschicht 24 ausgehärtet ist. Der Befestigungsvorgang ist nunmehr beendet.

[0031] Das Gehäuse 19, insbesondere der Blendrahmen 13, ist aus einem Duroplast- oder Thermoplast-Kunststoffmaterial hergestellt. Beispielsweise kann das Duroplast-Material als LPP (UP-GF, BMC) und das Thermoplast-Material als PBT (Polybutylenterephthalat) ausgebildet sein.

[0032] Die Kaschierschicht 28 wird vorzugsweise nur dann auf die Lichtscheibe 21 aufgebracht, wenn die

Lichtscheibe 21 im montierten Zustand der Leuchtvorrichtung 1 innerhalb einer Karosserieöffnung einen Spalt zu einem Rand der Karosserieöffnung bildet. Deckt der Rand der Karosserieöffnung den Klebestreifen ab, kann auf die Kaschierschicht 28 verzichtet werden.

[0033] Nach einer nicht dargestellten alternativen Ausbildung der Erfindung kann die Lichtscheibe 21 auch direkt mit einem Vorderrand der Leuchteinheit-Gehäuse 9, 10, 11 verbunden sein. Diese Ausführung kommt für solche Anwendungen in Frage, in denen auf einen Blendrahmen 13 bzw. ein Adapter 14 verzichtet werden kann.

Patentansprüche

1. Leuchtvorrichtung für Kraftfahrzeuge mit einem Lichtkomponenten tragenden Gehäuse bestehend aus einem Kunststoffmaterial, wobei das Gehäuse an einem vorderen Umfangsrand durch Verklebung mit einer die durch den Umfangsrand begrenzten Öffnung des Gehäuses abdeckenden Lichtscheibe aus Glasmaterial verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lichtscheibe (21) eine ebene Randfläche (22) aufweist, die mittels eines aushärtbaren und thermisch elastischen Klebstoffs (24) unter Ausbildung eines flächigen Klebestreifens mit einer ebenen Befestigungsfläche (23) des Gehäuses (13) verbunden ist.
2. Leuchtvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ebene Randfläche (22) der Lichtscheibe (21) und die ebene Befestigungsfläche (23) des Gehäuses (13) parallel zueinander verlaufen.
3. Leuchtvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Bereich der ebenen Randfläche (22) der Lichtscheibe (21) oder der ebenen Befestigungsfläche (23) des Gehäuses (13) ein Abstandshalter (25) abragt, der die Dicke des Klebestreifens (24) vorgibt.
4. Leuchtvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Höhe des Abstandshalters (25), der an dem Gehäuse (13) oder der Lichtscheibe (21) angeformt ist, in einem Bereich von 2 mm bis 8 mm liegt.
5. Leuchtvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich an die ebene Randfläche (22) der Lichtscheibe (21) eine mittlere Hauptfläche (26) der Lichtscheibe (21) stetig anschließt.
6. Leuchtvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Klebstoff (24) als ein durch Feuchtigkeit aushärtbarer Einkomponenten-Polyurethan-Klebstoff ausgebildet ist.

7. Leuchtvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuse (13) aus einem Duroplast- oder Thermoplast-Kunststoffmaterial, vorzugsweise aus LPP oder PBT, und die Lichtscheibe (21) aus einem warmgeformten Flachglas besteht. 5
8. Leuchtvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lichtscheibe (21) auf der ebenen Randfläche (22) mit einer durch Siebdruckverfahren hergestellten Kaschierschicht (28) versehen ist. 10
9. Verfahren zum Befestigen einer Lichtscheibe an ein Gehäuse einer Leuchtvorrichtung für Kraftfahrzeuge, wobei die Lichtscheibe randseitig mit dem Gehäuse verbunden wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem vorderen Randbereich des Gehäuses (19) auf eine ebene Befestigungsfläche (23) desselben eine thermisch elastische Klebstoffschicht (24) aufgetragen wird, dass die Lichtscheibe (21) mit einer ebenen Randfläche (22) derselben unter Bildung eines vorgegebenen Abstands (25) zu der ebenen Befestigungsfläche (23) des Gehäuses (19) an die Klebstoffschicht (24) angelegt wird und so lange in dieser Position gehalten wird, bis die Klebstoffschicht (24) ausgehärtet ist. 15
20
25
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lichtscheibe (21) vor der Befestigung an dem Gehäuse (19) derart gehärtet wird, dass die Temperaturschockfestigkeit (ΔT) größer als 110 Kelvin ist. 30

35

40

45

50

55

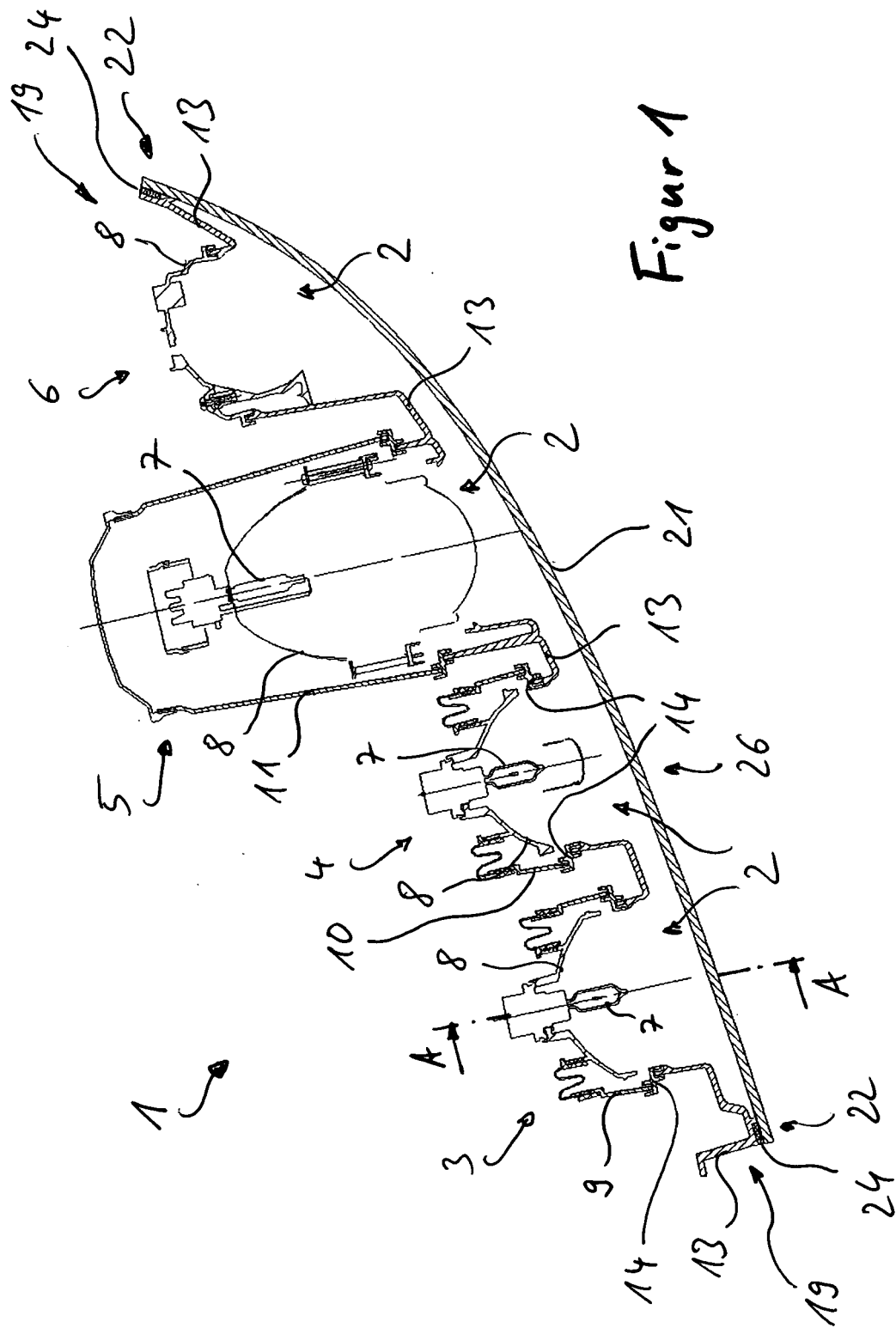


Figure 1

