



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**16.02.2022 Patentblatt 2022/07**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**F21S 45/60** <sup>(2018.01)</sup> **F21S 41/20** <sup>(2018.01)</sup>  
**B60S 1/60** <sup>(2006.01)</sup> **H05B 3/84** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **21187652.9**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**F21S 45/60; F21S 41/28; H05B 3/145; H05B 3/84;**  
**H05B 2203/013; H05B 2203/037; H05B 2214/04**

(22) Anmeldetag: **26.07.2021**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB**  
**GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO**  
**PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**KH MA MD TN**

(72) Erfinder:  
• **KRATSCHMANN, Klaus**  
**72762 Reutlingen (DE)**  
• **BREITENBACH, Uwe**  
**72762 Reutlingen (DE)**

(74) Vertreter: **Wörz, Volker Alfred**  
**Herrmann Patentanwälte**  
**Königstraße 30**  
**70173 Stuttgart (DE)**

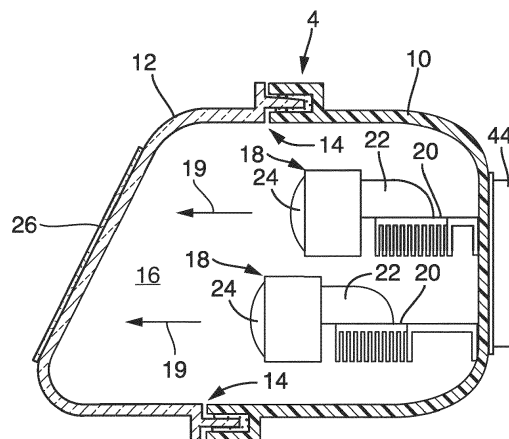
(30) Priorität: **10.08.2020 DE 102020121024**

(71) Anmelder: **Marelli Automotive Lighting**  
**Reutlingen (Germany)**  
**GmbH**  
**72762 Reutlingen (DE)**

(54) **KRAFTFAHRZEUGBELEUCHTUNGSEINRICHTUNG MIT BEHEIZBARER ABDECKSCHEIBE**

(57) Die Erfindung betrifft eine Kraftfahrzeugbeleuchtungseinrichtung (4) umfassend ein Gehäuse (10) mit einer durch eine transparente Abdeckscheibe (12) verschlossenen Lichtaustrittsöffnung (14) und ein in dem Gehäuse (10) angeordnetes Lichtmodul (18) zum Erzeugen einer Lichtverteilung und zum Aussenden der Lichtverteilung entlang eines Strahlengangs (19) durch die Abdeckscheibe (12) hindurch. Die Abdeckscheibe (12) ist beheizbar. Um ein möglichst homogenes Erwärmen der Abdeckscheibe (12) zu ermöglichen, wird vorge-

schlagen, dass die Abdeckscheibe (12) in dem Strahlengang (19) eine elektrisch leitfähige Schicht (26) mit Nano-Tubes aus mindestens einem elektrisch leitfähigen Material aufweist und zumindest vorübergehend an der Schicht (26) eine elektrische Spannung (U) anliegt, so dass durch die Schicht (26) ein elektrischer Strom (I) fließt, infolgedessen sich die Schicht (26) gleichmäßig erwärmt und die Wärme der Schicht (26) die Abdeckscheibe (12) beheizt.



**Fig. 3**

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Kraftfahrzeugbeleuchtungseinrichtung umfassend ein Gehäuse mit einer Lichtaustrittsöffnung, die durch eine transparente Abdeckscheibe verschlossen ist, und ein in dem Gehäuse angeordnetes Lichtmodul zum Erzeugen einer Lichtverteilung und zum Aussenden der Lichtverteilung entlang eines Strahlengangs durch die Abdeckscheibe hindurch, wobei die Abdeckscheibe beheizbar ist.

**[0002]** Eine solche Kraftfahrzeugbeleuchtungseinrichtung ist bspw. aus der JP H10-109 587 A bekannt. Dort wird ein flächiges Heizelement vorgeschlagen, das an der Innen- oder Außenseite einer Abdeckscheibe eines Kraftfahrzeugscheinwerfers befestigt ist. Das Heizelement umfasst eine transparente Folie aus Polycarbonat, auf der parallel zueinander oder mäanderartig Leiterbahnen aufgebracht sind. Zur Befestigung des Heizelements wird dieses während einer Herstellung der Abdeckscheibe mittels eines Spritzgussverfahrens mit Kunststoff- oder Glasmaterial über- oder umspritzt. Durch Bestromen der Leiterbahnen soll die Abdeckscheibe aufgewärmt werden, so dass auf der Innenseite der Abdeckscheibe Kondensation und auf der Außenseite Feuchtigkeit in Form von Eis- und Schneeablagerungen beseitigt bzw. verhindert werden können (sog. Enttauung oder Enteisung der Abdeckscheibe).

**[0003]** Problematisch bei der bekannten Kraftfahrzeugbeleuchtungseinrichtung ist es, dass die Abdeckscheibe aus Kunststoff gefertigt ist (z.B. Polycarbonat (PC) oder Polymethylmethacrylat (PMMA)) und gleichzeitig das Heizelement zueinander beabstandete diskrete Leiterbahnen aufweist, die lediglich eine lokale Erwärmung der Abdeckscheibe in unmittelbarer Nähe zu den Leiterbahnen bewirken. Kunststoff ist ein relativ schlechter Wärmeleiter, so dass die Temperatur der Abdeckscheibe mit zunehmendem Abstand zu den Leiterbahnen überproportional abnimmt und es somit zwischen benachbarten Leiterbahnen ein starkes Temperaturgefälle (große Temperaturgradienten) gibt. Die Brechzahl der für Abdeckscheiben verwendeten Kunststoffe ist jedoch stark temperaturabhängig. Dies bedeutet, dass die Brechzahl der Abdeckscheibe über ihre gesamte Fläche bereichsweise starken Schwankungen und starken Unterschieden zwischen benachbarten Flächenbereichen unterworfen ist. Das durch die Abdeckscheibe hindurchtretende Licht wird also lokal unterschiedlich gebrochen. Die Folge ist eine unerwünschte starke Temperaturabhängigkeit der resultierenden räumlichen Lichtverteilung. Zusammenfassend bedeutet dies, dass es aufgrund der Temperaturgradienten auf bzw. in der Abdeckscheibe und den daraus resultierenden lokalen Unterschieden der Brechzahl des Kunststoffmaterials der Abdeckscheibe zu unerwünschten lokalen oder bereichsweisen Abweichungen der Lichtverteilung von einer vorgegebenen Soll-Lichtverteilung kommt.

**[0004]** Ausgehend von dem beschriebenen Stand der

Technik liegt der vorliegenden Erfindung deshalb die Aufgabe zugrunde, eine einfache und kostengünstige Möglichkeit zu schaffen, eine wirksame Enttauung einer Kunststoff-Abdeckscheibe einer Kraftfahrzeugbeleuchtungseinrichtung zu realisieren, ohne dass dies gleichzeitig zu einer temperaturabhängigen unerwünschten lokalen Variation der Lichtverteilung führt.

**[0005]** Zur Lösung dieser Aufgabe wird eine Kraftfahrzeugbeleuchtungseinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 vorgeschlagen. Insbesondere wird ausgehend von der Kraftfahrzeugbeleuchtungseinrichtung der eingangs genannten Art vorgeschlagen, dass die Abdeckscheibe in dem Strahlengang eine elektrisch leitfähige Schicht mit Nano-Tubes (sog. Nano-Röhren) aus mindestens einem elektrisch leitfähigen Material aufweist und zumindest vorübergehend an der Schicht eine elektrische Spannung anliegt, so dass durch die Schicht ein elektrischer Strom fließt, infolgedessen sich die Schicht gleichmäßig erwärmt und die Wärme der Schicht die Abdeckscheibe beheizt. Dabei kann die elektrisch leitfähige Schicht mit den Nano-Tubes auf der Innen- und/oder Außenseite der Abdeckscheibe angeordnet sein.

**[0006]** Der durch die Schicht fließende Strom stößt auf den Widerstand der Nano-Tubes, wodurch elektrische Energie in Wärme umgewandelt wird. Die große Anzahl an Nano-Tubes und deren gleichmäßige Verteilung in der Schicht sorgt für eine besonders homogene und gleichförmige Erwärmung der Schicht zwischen den Anschlusselektroden und damit auch für eine besonders homogene und gleichförmige Erwärmung der Abdeckscheibe. Damit hat die Abdeckscheibe über die gesamte beheizte Fläche eine im Wesentlichen konstante Brechzahl und Variationen in der räumlichen Lichtverteilung werden verhindert. Insbesondere bleibt die resultierende Lichtverteilung der Beleuchtungseinrichtung trotz Erwärmung der Abdeckscheibe in ihrer Gesamtheit unverändert erhalten bzw. verändert sich allenfalls geringfügig gleichförmig über die gesamte beheizte Fläche der Abdeckscheibe.

**[0007]** Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, dass die Heizschicht mit den Nano-Tubes unmittelbar auf die Abdeckscheibe aufgebracht ist und nicht etwa auf andere Bauteile im Inneren des Scheinwerfergehäuses, wie bspw. Zierblenden, Reflektoren, Linsen oder dgl.

**[0008]** Die elektrisch leitfähige Schicht mit den Nano-Tubes weist eine relativ hohe Transparenz auf, so dass besonders geringe Transparenzverluste gewährleistet sind. Diese liegen in der Regel bei deutlich <10%. Eventuelle Transparenzverluste können durch geeignete Maßnahmen in Ausgestaltung oder im Betrieb der Beleuchtungseinrichtung kompensiert werden, z.B. durch Verwendung einer größeren Anzahl oder leistungsfähigerer Lichtquellen, Betrieb der Lichtquellen mit einem höheren Strom, Verlängern der ON-Zeiten einer PWM-Ansteuerung der Lichtquellen, Verwendung größerer oder effizienterer optischer Bauteile, z.B. Reflektoren,

Blenden, etc. Die Dicke der Schicht samt der Nano-Tubes beträgt nur einige Mikrometer. Die Schicht weist ein besonders niedriges Gewicht auf.

**[0009]** Bei der vorliegenden Erfindung wird also erstmals eine Kombination der geringen Abmessungen der Nano-Tubes bzw. der geringen Stärke einer aus Nano-Tubes bestehenden Schicht, der guten Transparenz der Schicht sowie der feinen und gleichmäßigen Verteilung der Nano-Tubes in der Schicht für einen neuartigen Einsatzzweck genutzt.

**[0010]** Das Material der Nano-Tubes kann eines oder mehrere der folgenden Materialien umfassen: Silber, Kupfer, Gold, Aluminium, Wolfram, Zink, Nickel, Lithium, Platin, Titan, Carbon, Graphite. Selbstverständlich kann das Material der Nano-Tubes auch andere Materialien umfassen, wie bspw. Halbleitermaterialien (z.B. Silicium, Germanium und/oder Galliumarsenid) oder Materialien, die erst durch die Nanostrukturierung Halbleitereigenschaften oder elektrisch leitende Eigenschaften bekommen. Ferner kann das Material der Nano-Tubes auch eine beliebige Kombination der zuvor genannten Materialien miteinander oder mit wiederum anderen Materialien umfassen.

**[0011]** Die Nano-Tubes können einfach ("single"), zweifach ("double"), dreifach ("triple") oder mehrfach ("multi") wandige Röhren sein. Mehrwandige Nanoröhren ("multi-wall nano tubes") bestehen aus ineinander verschachtelten einwandigen Nanoröhren. Der Begriff "Kohlenstoff-Nanoröhren" ("carbon nano tube; CNT") bezieht sich oft auch auf mehrwandige Kohlenstoff-Nanoröhren ("multi-wall carbon nano tubes; MW-CNTs").

**[0012]** Der Begriff "Nano-Tubes" im Sinne der vorliegenden Erfindung umfasst auch daraus abgeleitete Materialien bzw. Strukturen, wie bspw. Nano-Wires (Nanodrähte) oder Nanobuds® (Nanoknospen). Nano-Wires sind Strukturen mit Durchmessern, die typischerweise in einem Bereich von 10-200 nm ( $10^{-9}$  m) liegen, und Längen in einem Bereich von 5-100  $\mu$ m ( $10^{-6}$  m). In der Nanotechnologie ist ein Carbon Nanobud (CNB) ein Material, das neben Kohlenstoff-Nano-Tubes (carbon nanotubes) auch sphäroidale Fullerene, beides Allotrope des Kohlenstoffs, in der gleichen Struktur kombiniert und an den Nano-Röhren befestigte "Buds" ("Knospen") bildet. Die Nanobuds können auch andere Materialien als Carbon oder Kohlenstoff umfassen.

**[0013]** Die Erfindung betrifft also ein System, bei welchem die nahezu transparente Nano-Tube Schicht, bspw. in Form einer Carbon Nano-Tube Schicht, bzw. eine daraus abgeleitete Schicht, bspw. mit Carbon-Nano-Buds (CNBs) oder Silber-Nano-Wires (AgNWs), eine besonders homogene und gleichförmige Wärmeabgabe an die Abdeckscheibe ermöglicht. Die Schicht wird zwischen den Anschlusselektroden erwärmt. Vorzugsweise verlaufen die Elektroden außen um die Schicht herum, wobei besonders bevorzugt eine Elektrode einen Teil des Umfangs um die Schicht und eine andere Elektrode einen anderen Teil des Umfangs abdeckt. Auf diese Weise

kann eine besonders homogene Erwärmung der gesamten Schicht ermöglicht werden.

**[0014]** Die Erfindung hat insbesondere bei Kraftfahrzeugassistentensystemen Vorteile, die mit Funktionen für Fahrzeugassistentensysteme ausgestattet sind bzw. sein werden (z.B. mit optische Sensoren, Kamera, LiDAR, o.ä.). Die Erfindung schlägt ein System vor, das Feuchtigkeit, Eis, Schnee und/oder Kondensation auf der Abdeckscheibe sicher und zuverlässig entfernt, so dass die volle Transparenz der Abdeckscheibe auch bei widrigen Witterungen erhalten bleibt. Gleichzeitig kommt es nicht zu den unerwünschten lokalen Variationen der Brechzahl des Materials der Abdeckscheibe, die eine ordnungsgemäße Funktion der Fahrzeugassistentensysteme beeinträchtigen könnten.

**[0015]** Das hier beschriebene System ermöglicht es, Feuchtigkeit, Eis und Schnee auf einer Außenseite der Abdeckscheibe und/oder einen Kondensationsfilm auf der Innenseite zu entfernen und somit sicher zu stellen, dass die in die Beleuchtungseinrichtung integrierten Sensoren alle erforderlichen Informationen erfassen können.

**[0016]** Es sind verschiedene Möglichkeiten denkbar, wie die elektrisch leitfähige Schicht mit den Nano-Tubes auf die Abdeckscheibe aufgebracht und befestigt werden kann. So wäre es bspw. denkbar, die elektrisch leitfähige Schicht bzw. die Nano-Tubes direkt zumindest auf einen Teil einer Innenseite und/oder einer Außenseite der Abdeckscheibe flächig aufzubringen. Dazu kann ein Sprühverfahren in Verbindung mit einer Nano-Tube-Dispersion oder ein Druckverfahren in Verbindung mit einer Nano-Tube-Tinte im Anschluss an die eigentliche Herstellung der Abdeckscheibe zum Einsatz kommen.

**[0017]** Vorteilhafterweise wird die elektrisch leitfähige Schicht mit den Nano-Tubes zunächst auf eine transparente Trägerfolie aufgebracht, die ihrerseits dann zumindest auf einem Teil der Innenseite oder der Außenseite der Abdeckscheibe flächig befestigt wird. Die Trägerfolie ist flexibel und besteht vorzugsweise aus Polycarbonat (PC). Durch die Flexibilität kann sich die Folie an unterschiedliche Formen der Abdeckscheibe anpassen, insbesondere an Wölbungen im zweidimensionalen (z.B. Zylinderform) oder im dreidimensionalen Bereich (z.B. Kugelform). Insbesondere kann die Folie mittels geeigneter Technologien auf eine 3-D-Form, bspw. Kugel- oder Torusflächen, aufgebracht werden, bspw. mittels eines wärmeunterstützten Tiefziehprozesses. Durch die Verwendung von PC ist die Folie resistent gegen Witterungen sowie chemische oder physikalische Einwirkungen. Die Trägerfolie hat vorzugsweise eine Dicke von ebenfalls nur einigen Mikrometern.

**[0018]** Das Befestigen der Trägerfolie mit der darauf aufgetragenen elektrisch leitfähigen Schicht auf der Abdeckscheibe kann ein flächiges Aufkleben der Trägerfolie auf der Innenseite oder der Außenseite der Abdeckscheibe oder ein Überspritzen oder Umspritzen der Trägerfolie mit der darauf aufgetragenen Schicht mit Kunststoff- oder Glasmaterial, aus dem die Abdeckscheibe ge-

fertigt wird, während der Herstellung der Abdeckscheibe mittels eines Spritzgussverfahrens umfassen. Zum Überspritzen der Trägerfolie mit der Nano-Tube-Schicht mit dem Kunststoff- oder Glasmaterial wird die Trägerfolie mit der Nano-Tube-Schicht vorzugsweise in ein Spritzgusswerkzeug gelegt und mit dem Kunststoff- oder Glasmaterial überspritzt. Anschließend kann die Nano-Tube-Schicht mit einer kratzresistenten und/oder UVbeständigen Beschichtung (sog. Hardcoat-Beschichtung) versehen werden. Beim Umspritzen wird bevorzugt zunächst in einem ersten Schritt eine erste Kunststoff- oder Glasschicht in das Spritzgusswerkzeug eingebracht, darauf dann die Trägerfolie mit der Nano-Tube-Schicht gelegt und diese dann in einem zweiten Schritt mit weiterem Kunststoff- oder Glasmaterial umspritzt, so dass sich eine zweite Kunststoff- oder Glasschicht bildet.

**[0019]** Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass für einen elektrischen Anschluss der elektrisch leitfähigen Schicht Anschlusselektroden an unterschiedlichen Stellen der Schicht, bevorzugt an gegenüberliegenden Seiten der Schicht, angebracht sind. Diese können auf unterschiedliche Weise an der Schicht angebracht werden. Denkbar ist bspw. ein Aufkleben der Elektroden auf die elektrisch leitfähige Schicht. Dazu könne bspw. selbstklebende Elektroden verwendet werden. Das von der Schicht abgewandte Ende der Elektroden wird an eine Spannungsquelle angeschlossen, bspw. eine Fahrzeugbatterie oder eine Verarbeitungselektronik (ECU). Dabei sollte die elektrische leitfähige Schicht mit den Nano-Tubes bei einer Spannung der Fahrzeugbatterie (z.B. 12 V oder 24 V) arbeiten. Denkbar wäre aber auch, die Spannung der Fahrzeugbatterie (z.B. 48 V) auf eine Betriebsspannung der Schicht mit den Nano-Tubes herunterzutransformieren.

**[0020]** Besonders bevorzugt ist es, wenn die elektrisch leitfähige Schicht, vorzugsweise mittels der Anschluss-elektroden, über einen manuell oder automatisch betätigbaren Schalter oder Regler an einer Spannungsquelle des Kraftfahrzeugs, bspw. der Fahrzeugbatterie, angeschlossen ist. Die Heizung der Abdeckscheibe kann so entweder manuell oder automatisch mittels des Schalters ein- und ausgeschaltet oder mittels des Reglers mit einem gewünschten Stromwert beaufschlagt werden. Eine automatische Schaltung könnte die Heizung der Abdeckscheibe automatisch zusammen mit anderen Verbrauchern, bspw. einer Innenraumheizung, einer Heckscheibenheizung und/oder Scheibenwischern für die Frontscheibe einschalten bzw. ausschalten oder mit einem entsprechenden Stromwert beaufschlagen. Das Ausschalten der Heizung der Abdeckscheibe kann zeitverzögert erfolgen. Ebenfalls denkbar wäre ein automatisches Einschalten der Heizung der Abdeckscheibe zu bestimmten Zeitpunkten (z.B. in regelmäßigen Abständen, bspw. zu Beginn einer Fahrt mit dem Kraftfahrzeug, dann in der 1. Stunde alle 10 min und danach alle 30 min) jeweils für eine bestimmte Zeitdauer, bspw. 1 min. Diese Vorgehensweise wird bevorzugt in Abstimmung

mit der Fahrzeug-Umgebungstemperatur automatisch definiert und gesteuert.

**[0021]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird vorgeschlagen, dass der elektrisch leitfähigen Schicht ein Sensor zugeordnet ist, welcher die Temperatur der elektrisch leitfähigen Schicht oder eine davon abhängige Größe misst und ein entsprechendes Messsignal ausgibt, und der Beleuchtungseinrichtung eine Verarbeitungselektronik zugeordnet ist, welche das Messsignal empfängt und in Abhängigkeit von dem Messsignal ein elektrisches Ansteuersignal für die elektrisch leitfähige Schicht generiert. Der Temperatursensor kann bspw. direkt die Temperatur der elektrisch leitfähigen Schicht erfassen oder aber die Temperatur der elektrisch leitfähigen Schicht aus anderen gemessenen Größen ableiten, bspw. der Temperatur der Abdeckscheibe, der Temperatur des Gehäuses der Beleuchtungseinrichtung, der Temperatur im Inneren des Gehäuses und/oder der Außentemperatur. Die Verarbeitungselektronik kann auch als ECU (electronic control unit) bezeichnet werden und umfasst bspw. einen Mikroprozessor oder einen Mikrocontroller. Auf der Verarbeitungselektronik kann ein Computerprogramm zur Steuerung bzw. Regelung des Betriebs der Heizung der Abdeckscheibe ablaufen. In dem beschriebenen Beispiel wird die erfasste oder ermittelte Temperatur der elektrisch leitfähigen Schicht mit den Nano-Tubes als Istwert für eine Regelung herangezogen. Die Regelstrecke der Regelung wird durch die Abdeckscheibe und das Stellglied durch die elektrisch leitfähige Schicht mit den Nano-Tubes gebildet. Das elektrische Ansteuersignal entspricht der Steuergröße der Regelung, die Stellgröße wird durch die von der elektrisch leitfähigen Schicht abgegebene Temperatur gebildet und die Temperatur der Abdeckscheibe bildet die Regelgröße. Die Führungsgröße (der Sollwert) der Regelung, d.h. die Zieltemperatur der Abdeckscheibe, ist so vorgegeben, dass ein sicheres und zuverlässiges Enttauen der Abdeckscheibe an der Innen- und Außenseite gewährleistet ist. Die Führungsgröße kann abhängig von der aktuellen Umgebungstemperatur variiert werden, insbesondere umgekehrt proportional zu der Umgebungstemperatur. Als Störgrößen können bspw. die Umgebungs- oder Außentemperatur und/oder eine Abwärme des Motors des Kraftfahrzeugs wirken.

**[0022]** Besonders bevorzugt ist es, wenn die erfindungsgemäße Kraftfahrzeugbeleuchtungseinrichtung als ein Kraftfahrzeugscheinwerfer ausgebildet ist. Da ein Scheinwerfer nicht nur eine Signalfunktion, sondern auch eine Ausleuchtungsfunktion im Vorfeld des Kraftfahrzeugs hat, des mit dem Scheinwerfer ausgestattet ist, ist es für die Sicherheit des Fahrers des Fahrzeugs besonders wichtig, dass die Abdeckscheibe frei von Feuchtigkeit, Kondensation, Eis und/oder Schnee ist. Dies gilt umso mehr, wenn in den Scheinwerfer zusätzliche Systeme zur Fahrzeugassistentz integriert sind, deren ordnungsgemäße Funktion eine klare und uneingeschränkte Sicht durch die Abdeckscheibe ohne Feuchtigkeit, Kondensation, Eis und/oder Schnee voraussetzt.

Selbstverständlich wäre es jedoch auch denkbar, dass die erfindungsgemäße Kraftfahrzeugbeleuchtungseinrichtung als eine Fahrzeugleuchte (z.B. Front-, Seiten- oder Heckleuchte) ausgebildet ist. Ferner könnte die Beleuchtungseinrichtung auch als ein Standalone-Modul (z.B. ein separater Suchscheinwerfer für Einsatzfahrzeuge) ausgebildet sein.

**[0023]** Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Kraftfahrzeug mit zwei als Scheinwerfer ausgebildeten erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugbeleuchtungseinrichtungen;

Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel einer als Scheinwerfer ausgebildeten erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugbeleuchtungseinrichtung in einem Vertikalschnitt;

Fig. 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer als Scheinwerfer ausgebildeten erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugbeleuchtungseinrichtung in einem Vertikalschnitt;

Fig. 4 beispielhafte Wärmeverteilung einer auf einer Abdeckscheibe einer erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugbeleuchtungseinrichtung aufgetragenen Schicht mit Nano-Tubes;

Fig. 5 eine Abdeckscheibe einer erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugbeleuchtungseinrichtung mit teilweise aufgetragener Schicht mit Nano-Tubes; und

Fig. 6 eine schematische elektrische Schaltung zum Betrieb einer elektrisch leitfähigen Schicht mit Nano-Tubes, die auf oder in eine Abdeckscheibe einer erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugbeleuchtungseinrichtung auf- oder eingebracht ist.

**[0024]** In Fig. 1 ist ein Kraftfahrzeug 2 mit zwei im Frontbereich zu beiden Seiten des Fahrzeugs 2 angeordneten Scheinwerfern 4 gezeigt. Jeder der Scheinwerfer 4 kann eine Kraftfahrzeugbeleuchtungseinrichtung im Sinne der vorliegenden Erfindung darstellen. Die Beleuchtungseinrichtung könnte auch als eine vordere Fahrzeugleuchte 6 ausgebildet sein, wie sie beispielhaft in Fig. 1 dargestellt ist. Die vordere Fahrzeugleuchte 6 kann als eine Leuchte für Blinklicht, Positionslicht, Standlicht und/oder Tagfahrlicht ausgebildet sein. Selbstverständlich könnte die Beleuchtungseinrichtung auch als eine Heckleuchte (nicht gezeigt) oder als eine Seitenleuchte 8 ausgebildet sein. Die Heckleuchte kann als eine Leuchte für Blinklicht, Positionslicht, Standlicht, Bremslicht, Rückfahrlicht und/oder Nebelrücklicht ausgebildet sein. Die Seitenleuchte 8 kann als eine Leuchte für Blinklicht und/oder

Markierungslicht ausgebildet sein.

**[0025]** Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung beispielhaft anhand eines Kraftfahrzeugscheinwerfers 4 näher erläutert. Die nachfolgenden Ausführungen gelten jedoch gleichermaßen für beliebige Fahrzeugleuchten 6, 8 sowie für Standalone-Module (z.B. ein separate Suchscheinwerfer für Einsatzfahrzeuge).

**[0026]** In Fig. 2 ist ein erfindungsgemäßer Kraftfahrzeugscheinwerfer 4 in einem Vertikalschnitt gezeigt. Der Scheinwerfer 4 umfasst ein Gehäuse 10 mit einer durch eine transparente Abdeckscheibe 12 verschlossenen Lichtaustrittsöffnung 14. Die Abdeckscheibe besteht aus Kunststoff, vorzugsweise PC oder PMMA. Im Inneren 16 des Gehäuses 10 ist mindestens ein Lichtmodul 18 zum Erzeugen einer Lichtverteilung und zum Aussenden der Lichtverteilung entlang eines Strahlengangs 19 durch die Abdeckscheibe 12 hindurch angeordnet. In dem gezeigten Beispiel sind zwei Lichtmodule 18 vorgesehen. Selbstverständlich können jedoch auch weniger oder mehr Lichtmodule 18 vorgesehen sein. In dem gezeigten Beispiel sind die Lichtmodule 18 als LED-Module ausgebildet, die jeweils eine oder mehrere LEDs als Lichtquellen aufweisen. Die LEDs sind vorzugsweise auf einem Kühlkörper 20 montiert. Die Hauptabstrahlrichtung der LEDs ist vorzugsweise nach oben gerichtet, wobei das Licht üblicherweise in einen 180°-Halbraum oberhalb der LEDs abgestrahlt wird. Das abgestrahlte Licht wird mittels einer Primäroptik, die in dem gezeigten Beispiel als ein Reflektor 22, insbesondere als ein Halbschalenreflektor, der den 180°-Halbraum umfasst, ausgebildet ist. Das von den LEDs abgestrahlte Licht wird mittels der Reflektoren 22 gebündelt, das Lichtbündel zur Erzeugung einer vorgegebenen Lichtverteilung geformt und in Fahrtrichtung durch die Abdeckscheibe 12 in das Vorfeld des Kraftfahrzeugs 2 gelenkt. Selbstverständlich könnte die Primäroptik auch eine oder mehrere Vorsatzoptiken aus einem massiven transparenten Material aufweisen, in die das abgestrahlte Licht eingekoppelt und mittels Brechung und/oder interner Totalreflexion gebündelt wird. Auch eine Kombination aus Reflektoren 22 und Vorsatzoptiken wäre denkbar. Im Strahlengang 19 nach der Primäroptik weist jedes Lichtmodul 18 eine Projektionslinse 24 auf, die das geformte Lichtbündel zur Erzeugung der Lichtverteilung in dem Vorfeld abbildet.

**[0027]** Die Abdeckscheibe 12 ist beheizbar. Um eine möglichst homogene und über die gesamte beheizte Fläche gleichförmige Erwärmung der Abdeckscheibe 12 sicherstellen zu können, wird vorgeschlagen, dass die Abdeckscheibe 12 in dem Strahlengang 19 eine elektrisch leitfähige Schicht 26 mit Nano-Tubes aus mindestens einem elektrisch leitfähigen Material aufweist und zumindest vorübergehend an der Schicht 26 eine elektrische Spannung anliegt, so dass durch die Schicht 26 ein elektrischer Strom fließt, infolgedessen sich die Schicht 26 gleichmäßig erwärmt und die Wärme der Schicht 26 die Abdeckscheibe 12 beheizt. Die Schicht 26 mit Nano-Tubes ist vorzugsweise transparent, d.h. sie weist Transmissionsverluste von <10% auf.

**[0028]** Das Material der Nano-Tubes kann eines oder mehrere der folgenden Materialien umfassen: Silber, Kupfer, Gold, Aluminium, Wolfram, Zink, Nickel, Lithium, Platin, Titan, Carbon, Graphite. Selbstverständlich kann das Material der Nano-Tubes auch andere Materialien umfassen, wie bspw. Halbleitermaterialien (z.B. Silicium, Germanium und/oder Galliumarsenid) oder Materialien, die erst durch die Nanostrukturierung Halbleitereigenschaften oder elektrisch leitende Eigenschaften bekommen. Ferner kann das Material der Nano-Tubes auch eine beliebige Kombination der zuvor genannten Materialien miteinander oder mit wiederum anderen Materialien umfassen.

**[0029]** Die Nano-Tubes können einfach ("single"), zweifach ("double"), dreifach ("triple") oder mehrfach ("multi") wandige Röhren sein. Mehrwandige Nanoröhren ("multi-wall nano tubes") bestehen aus ineinander verschachtelten einwandigen Nanoröhren. Der Begriff "Kohlenstoff-Nanoröhren" ("carbon nano tube; CNT") bezieht sich oft auch auf mehrwandige Kohlenstoff-Nanoröhren ("multi-wall carbon nano tubes; MW-CNTs").

**[0030]** Der Begriff "Nano-Tubes" im Sinne der vorliegenden Erfindung umfasst auch daraus abgeleitete Materialien bzw. Strukturen, wie bspw. Nano-Wires (Nanodrähte) oder Nanobuds® (Nanoknospen). Nano-Wires sind Strukturen mit Durchmessern, die typischerweise in einem Bereich von 10-200 nm ( $10^{-9}$  m) liegen, und Längen in einem Bereich von 5-100  $\mu$ m ( $10^{-6}$  m). In der Nanotechnologie ist ein Carbon Nanobud (CNB) ein Material, das neben Kohlenstoff-Nano-Tubes (carbon nano tubes) auch sphäroidale Fullerene, beides Allotrope des Kohlenstoffs, in der gleichen Struktur kombiniert und an den Nano-Röhren befestigte "Buds" ("Knospen") bildet. Die Nanobuds können auch andere Materialien als Carbon oder Kohlenstoff umfassen.

**[0031]** Während in Fig. 2 die elektrisch leitfähige Schicht 26 mit den Nano-Tubes von Kunststoffmaterial der Abdeckscheibe 12 umspritzt ist, ist die Schicht 26 in Fig. 3 auf eine Außenseite der Abdeckscheibe 12 aufgebracht. Alternativ oder zusätzlich kann die Schicht 26 auch auf der Innenseite der Abdeckscheibe 12 aufgebracht sein. Die Schicht 26 mit den Nano-Tubes kann in ein Spritzgusswerkzeug eingelegt werden und dann mit Kunststoffmaterial der Abdeckscheibe 12 überspritzt werden (vgl. Fig. 3). Ebenfalls denkbar wäre es, wenn zunächst eine erste Schicht 12a der Abdeckscheibe 12 aus dem Kunststoffmaterial der Abdeckscheibe 12 in dem Spritzgusswerkzeug gebildet wird, dann die Schicht 26 mit den Nano-Tubes auf die erste Schicht 12a in das Spritzgusswerkzeug gelegt wird und die Schicht 26 dann mit weiterem Kunststoffmaterial der Abdeckscheibe 12 zur Bildung einer zweiten Schicht 12b überspritzt wird (vgl. Fig. 2).

**[0032]** Besonders bevorzugt ist die Schicht 26 mit den Nano-Tubes zunächst auf eine flexible transparente Trägerfolie aufgebracht, die dann von dem Kunststoffmaterial der Abdeckscheibe 12 umspritzt oder auf die Außen-

seite der Abdeckscheibe 12 aufgebracht wird. Die Trägerfolie besteht vorzugsweise ebenfalls aus Kunststoff, insbesondere PC. Die Trägerfolie kann auf der der Schicht 26 abgewandten Seite eine Klebeschicht aufweisen, die ein einfaches Befestigen der Trägerfolie zusammen mit der Schicht 26 mit den Nano-Tubes auf der Abdeckscheibe 12 erlaubt (vgl. Fig. 3). Aufgrund der Flexibilität der Trägerfolie und der Schicht 26 können diese beim Aufbringen auf die Abdeckscheibe 12 einer Wölbung der Abdeckscheibe 12 folgen. Insbesondere kann die Schicht 26 mittels geeigneter Technologien auf eine 3-D-Form, bspw. Kugel- oder Torusflächen, aufgebracht werden, bspw. mittels eines wärmeunterstützten Tiefziehprozesses.

**[0033]** Fig. 4 zeigt eine Wärmeverteilung der Schicht 26 mit den Nano-Tubes, wenn diese bestromt ist. Die rechts in der Figur gezeigte Temperaturskala verläuft beispielhaft von 14.7°C bis 117°C. Ein Randbereich 28 der Schicht 26 liegt in einem Temperaturbereich T<sub>28</sub>, was in dem vorliegenden Beispiel etwa 60°C entspricht. Ein Bereich 30 außerhalb des Randbereichs 28 hat eine deutlich niedrigere Temperatur, die in einem Temperaturbereich T<sub>30</sub> liegt, was in etwa 30°C entspricht. Der Bereich der eigentlichen Schicht 26 hat eine Temperatur, die in einem Temperaturbereich T<sub>26</sub> liegt, was in etwa 90°C entspricht. Besonders auffällig ist, dass die gesamte Schicht 26, mit Ausnahme eines kleinen Kontaktierungsbereichs 32, homogen und gleichförmig erwärmt wird.

**[0034]** In Fig. 5 ist die Außenseite einer schwarz umrandeten Abdeckscheibe 12 gezeigt, auf die eine transparente Trägerfolie 34 mit der elektrisch leitfähigen Schicht 26 mit den Nano-Tubes aufgebracht wird. Vorzugsweise ist die Trägerfolie 34 selbstklebend. In Fig. 5 erfolgt das Aufbringen der Trägerfolie 34 mit der Schicht 26 manuell. Selbstverständlich kann das Aufbringen auch automatisiert erfolgen.

**[0035]** Fig. 6 zeigt beispielhaft eine elektrische Schaltung zum Betrieb der Schicht 26 mit den Nano-Tubes. Anschlusselektroden 36 sind an der Schicht 26 befestigt, bspw. aufgeklebt, und an eine Energiequelle, bspw. eine Fahrzeugbatterie 38, angeschlossen. Die elektrisch leitfähige Schicht kann über einen manuell oder automatisch betätigbaren Schalter 40 oder Regler an der Energiequelle 38 angeschlossen sein. Die Heizung der Abdeckscheibe 12 kann so entweder manuell oder automatisch mittels des Schalters 40 ein- und ausgeschaltet oder mittels des Reglers mit einem gewünschten Stromwert beaufschlagt werden.

**[0036]** Ferner kann der elektrisch leitfähigen Schicht 26 ein Sensor 42 zugeordnet sein, welcher die Temperatur der elektrisch leitfähigen Schicht 26 oder eine davon abhängige Größe misst und ein entsprechendes Messsignal ausgibt. Der Beleuchtungseinrichtung 4 kann eine Verarbeitungselektronik 44 (ECU; electronic control unit) zugeordnet sein, welche das Messsignal 46 empfängt und in Abhängigkeit von dem Messsignal 46 ein elektrisches Ansteuersignal 48 für die elektrisch leitfähige

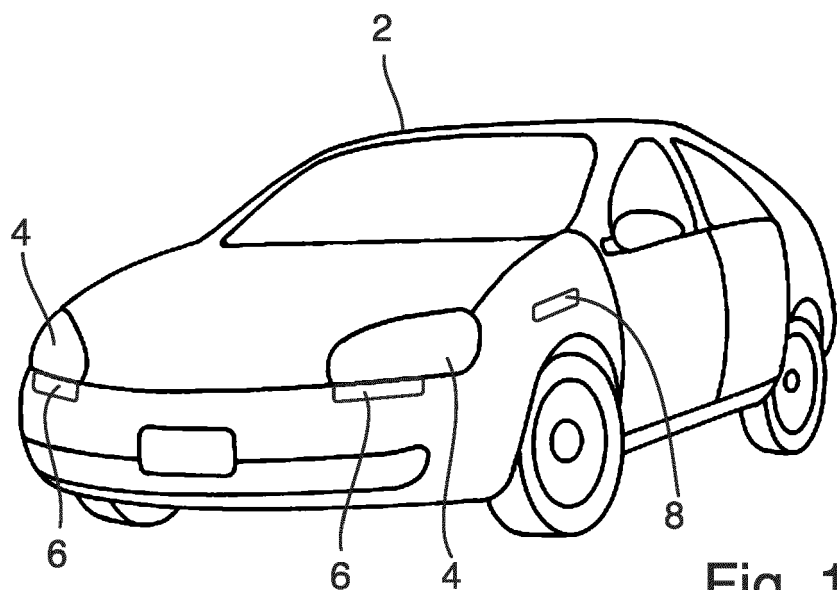
Schicht 26 generiert. Genauer gesagt steuert das Ansteuersignal 48 den Schalter 40, so dass die Stromzufuhr zu der Schicht 26 verändert werden kann. Die Verarbeitungselektronik 44 kann einen Mikroprozessor oder einen Mikrocontroller umfassen, auf dem ein Computerprogramm zur Steuerung bzw. Regelung des Betriebs der Heizung (Schicht 26) der Abdeckscheibe 12 ablaufen. In dem beschriebenen Beispiel wird die erfasste oder ermittelte Temperatur der elektrisch leitfähigen Schicht 26 mit den Nano-Tubes als Istwert für eine Regelung herangezogen. Das elektrische Ansteuersignal 48 entspricht der Steuergröße der Regelung.

## Patentansprüche

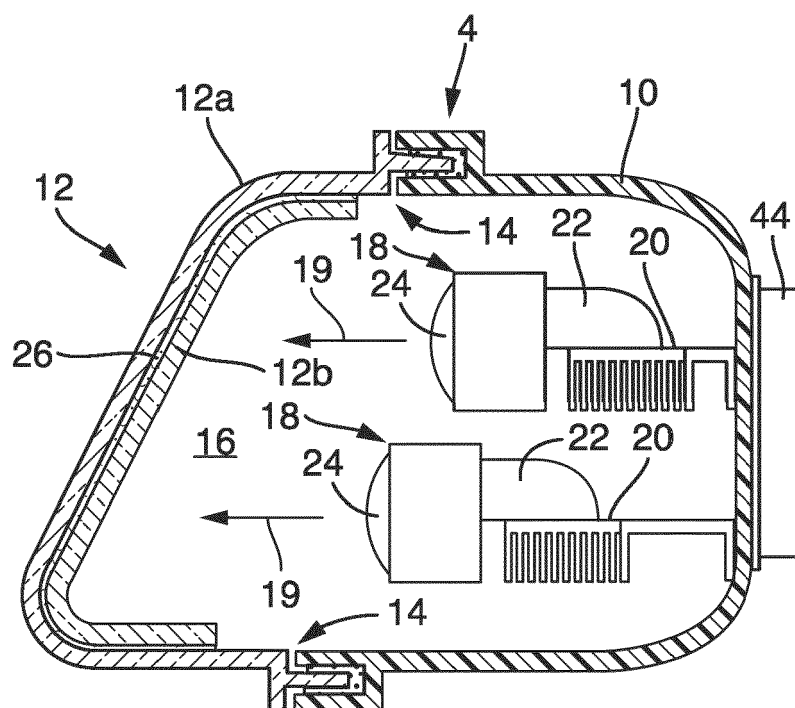
1. Kraftfahrzeugbeleuchtungseinrichtung (4) umfassend ein Gehäuse (10) mit einer durch eine transparente Abdeckscheibe (12) verschlossenen Lichtaustrittsöffnung (14) und ein in dem Gehäuse (10) angeordnetes Lichtmodul (18) zum Erzeugen einer Lichtverteilung und zum Aussenden der Lichtverteilung entlang eines Strahlengangs (19) durch die Abdeckscheibe (12) hindurch, wobei die Abdeckscheibe (12) beheizbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abdeckscheibe (12) in dem Strahlengang (19) eine elektrisch leitfähige Schicht (26) mit Nano-Tubes aus mindestens einem elektrisch leitfähigen Material aufweist und zumindest vorübergehend an der Schicht (26) eine elektrische Spannung (U) anliegt, so dass durch die Schicht (26) ein elektrischer Strom (I) fließt, infolgedessen sich die Schicht (26) gleichmäßig erwärmt und die Wärme der Schicht (26) die Abdeckscheibe (12) beheizt.
2. Kraftfahrzeugbeleuchtungseinrichtung (4) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Material der Nano-Tubes eines oder mehrere der folgenden Materialien umfasst: Silber, Kupfer, Gold, Aluminium, Wolfram, Zink, Nickel, Lithium, Platin, Titan, Carbon, Graphite.
3. Kraftfahrzeugbeleuchtungseinrichtung (4) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrisch leitfähige Schicht (26) sphäroidale Fullerene aufweist.
4. Kraftfahrzeugbeleuchtungseinrichtung (4) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrisch leitfähige Schicht (26) direkt zumindest auf einen Teil einer Innenseite oder einer Außenseite der Abdeckscheibe (12) flächig aufgebracht ist.
5. Kraftfahrzeugbeleuchtungseinrichtung (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrisch leitfähige Schicht (26) auf

eine transparente Trägerfolie (34) aufgebracht ist, die ihrerseits zumindest auf einen Teil einer Innenseite oder einer Außenseite der Abdeckscheibe (12) flächig aufgebracht ist.

6. Kraftfahrzeugbeleuchtungseinrichtung (4) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Aufbringen der Trägerfolie (34) mit der darauf aufgetragenen elektrisch leitfähigen Schicht (26) ein flächiges Aufkleben der Trägerfolie (34) auf der Innenseite oder der Außenseite der Abdeckscheibe (12) oder ein Überspritzen oder Umspritzen der Trägerfolie (34) mit der darauf aufgetragenen Schicht (26) mit Nano-Tubes mit Kunststoff- oder Glasmaterial während einer Herstellung der Abdeckscheibe (12) mittels eines Spritzgussverfahrens umfasst.
7. Kraftfahrzeugbeleuchtungseinrichtung (4) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** für einen elektrischen Anschluss der elektrisch leitfähigen Schicht (26) Anschlusselektroden (36) an unterschiedlichen Stellen der Schicht (26) angebracht sind.
8. Kraftfahrzeugbeleuchtungseinrichtung (4) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Anbringen der Anschlusselektroden (36) ein Aufkleben der Elektroden (36) auf die elektrisch leitfähige Schicht (26) umfasst.
9. Kraftfahrzeugbeleuchtungseinrichtung (4) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrisch leitfähige Schicht (26), vorzugsweise mittels Anschlusselektroden (36), über einen manuell oder automatisch betätigbaren Schalter (40) oder Regler an einer Spannungsquelle (38) des Kraftfahrzeugs angeschlossen ist.
10. Kraftfahrzeugbeleuchtungseinrichtung (4) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der elektrisch leitfähigen Schicht (26) ein Sensor (42) zugeordnet ist, welcher die Temperatur der elektrisch leitfähigen Schicht (26) oder eine davon abhängige Größe misst und ein entsprechendes Messsignal (46) ausgibt, und der Beleuchtungseinrichtung (4) eine Verarbeitungselektronik (44) zugeordnet ist, welche das Messsignal (46) empfängt und in Abhängigkeit von dem Messsignal (46) ein elektrisches Ansteuersignal (48) für die elektrisch leitfähige Schicht (26) generiert.
11. Kraftfahrzeugbeleuchtungseinrichtung (4) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beleuchtungseinrichtung (4) als ein Kraftfahrzeugscheinwerfer ausgebildet ist.



**Fig. 1**



**Fig. 2**



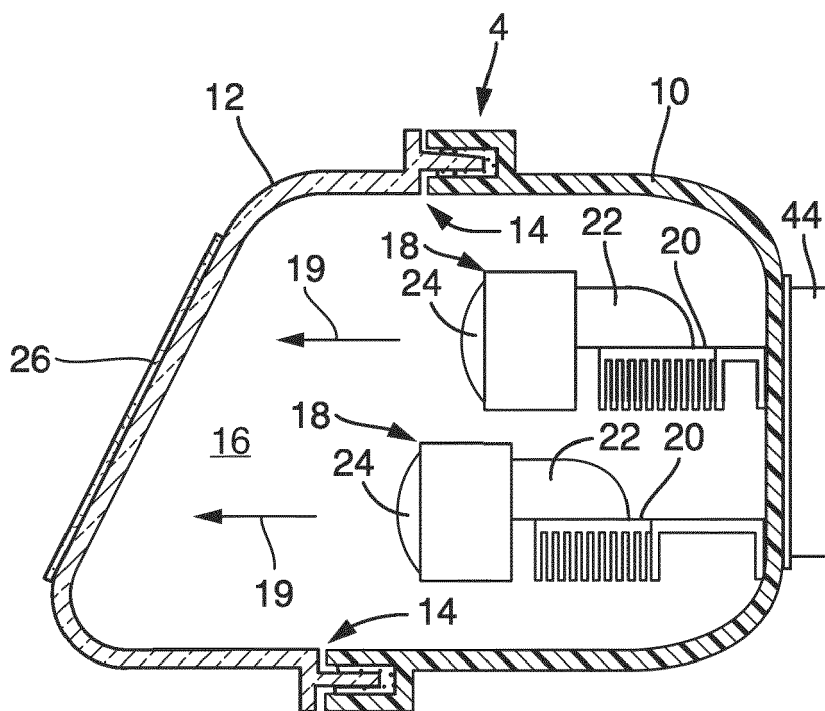


Fig. 3

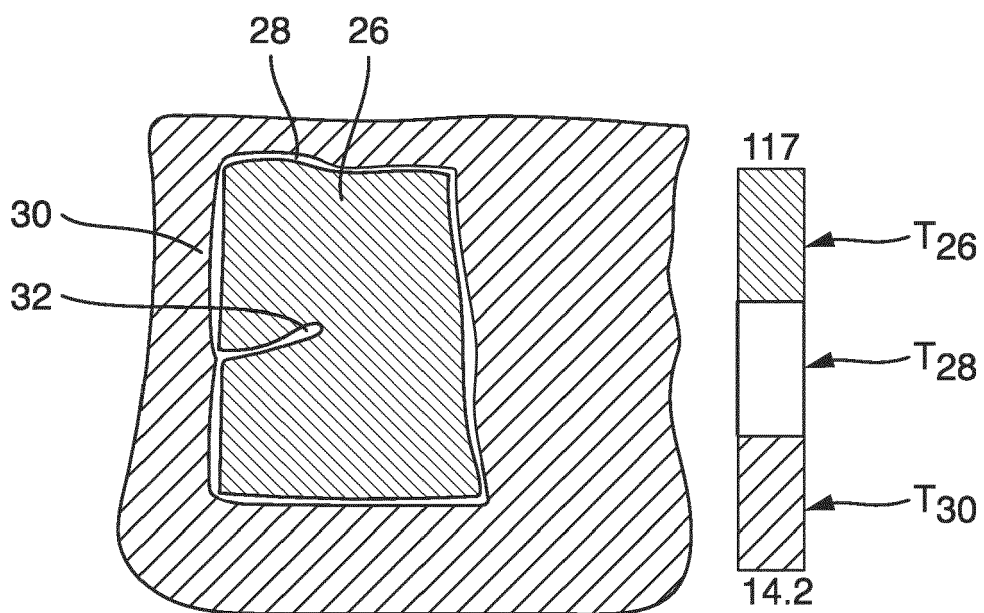


Fig. 4

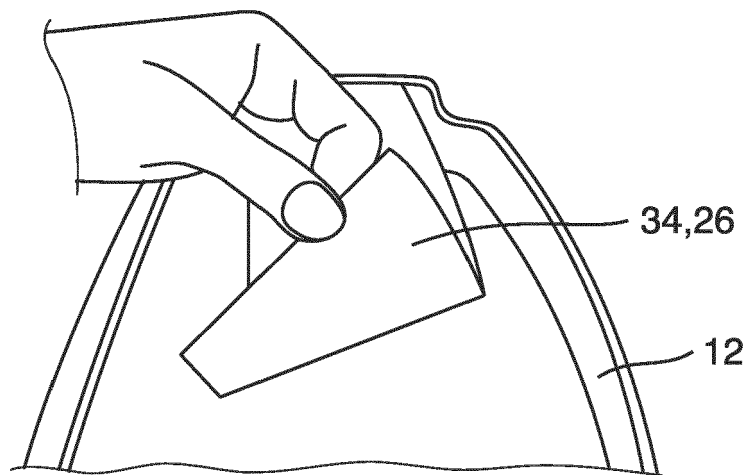


Fig. 5

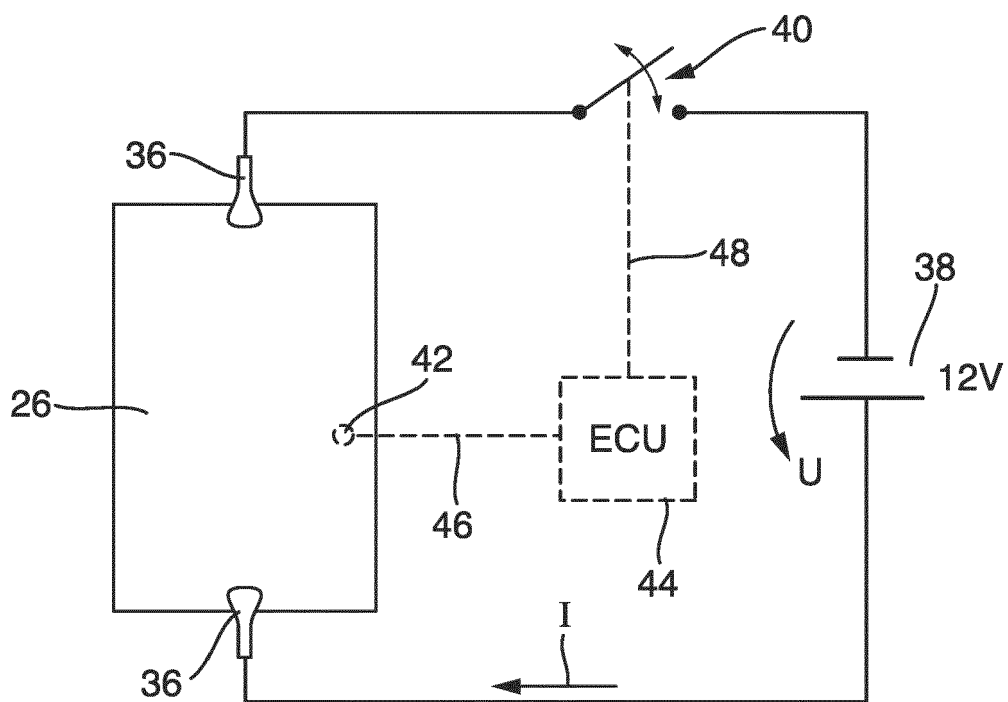


Fig. 6



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
 EP 21 18 7652

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE  |   |   |  |
|---|---|---|--|
| Kategorie   | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile   | Betrifft Anspruch   | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)                     |
| X   | DE 20 2012 005908 U1 (AUTOMOTIVE LIGHTING REUTLINGEN [DE]) 5. Juli 2012 (2012-07-05)  | 1-6,9-11  | INV.<br>F21S45/60<br>F21S41/20<br>B60S1/60<br>H05B3/84 |
| Y   | * Absätze [0001], [0007] - [0027], [0035] - [0041]; Abbildungen 1-5 *   | 7,8   |  |
| Y   | EP 3 339 726 A1 (VALEO VISION [FR]) 27. Juni 2018 (2018-06-27)<br>* Absätze [0005] - [0025]; Abbildungen 1,2 *  | 7,8   |  |
| X   | FR 3 066 350 A1 (VALEO VISION [FR]) 16. November 2018 (2018-11-16)<br>* das ganze Dokument *  | 1,2,4, 7-9,11   |  |
| X   | EP 2 315 494 A1 (FUJIFILM CORP [JP]) 27. April 2011 (2011-04-27)<br>* Absätze [0020] - [0023], [0033], [0047] - [0049], [0053], [0054], [0114] - [0124]; Abbildungen 1,2,8,14 * | 1-9,11  |  |
|   |   |   | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)                        |
|   |   |   | F21S<br>B60S<br>H05B                                   |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt   |   |   |  |
| Recherchenort<br><b>München</b>   |   | Abschlußdatum der Recherche<br><b>22. September 2021</b>  | Prüfer<br><b>Goltes, Matjaz</b>                        |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : mündliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |   | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |  |

 1  
 EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 21 18 7652

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

22-09-2021

| 10 | Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
|    | DE 202012005908 U1                                 | 05-07-2012                    | KEINE                             |                               |
| 15 | EP 3339726 A1                                      | 27-06-2018                    | EP 3339726 A1                     | 27-06-2018                    |
|    |  |                               | FR 3060711 A1                     | 22-06-2018                    |
|    | FR 3066350 A1                                      | 16-11-2018                    | KEINE                             |                               |
| 20 | EP 2315494 A1                                      | 27-04-2011                    | EP 2315494 A1                     | 27-04-2011                    |
|    |  |                               | JP 5409094 B2                     | 05-02-2014                    |
|    |  |                               | JP 2010045014 A                   | 25-02-2010                    |
|    |  |                               | US 2011134655 A1                  | 09-06-2011                    |
|    |  |                               | WO 2010007871 A1                  | 21-01-2010                    |
| 25 |  |                               |                                   |                               |
| 30 |  |                               |                                   |                               |
| 35 |  |                               |                                   |                               |
| 40 |  |                               |                                   |                               |
| 45 |  |                               |                                   |                               |
| 50 |  |                               |                                   |                               |
| 55 |  |                               |                                   |                               |

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- JP H10109587 A [0002]