



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.03.2011 Patentblatt 2011/09

(51) Int Cl.:
H05B 33/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10166780.6**

(22) Anmeldetag: **22.06.2010**

(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 SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME RS

(30) Priorität: **24.08.2009 EP 09168498**

(71) Anmelder: **Siemens Schweiz AG**
8047 Zürich (CH)

(72) Erfinder: **Windisch, Arthur**
8184, Bachenbuelach (CH)

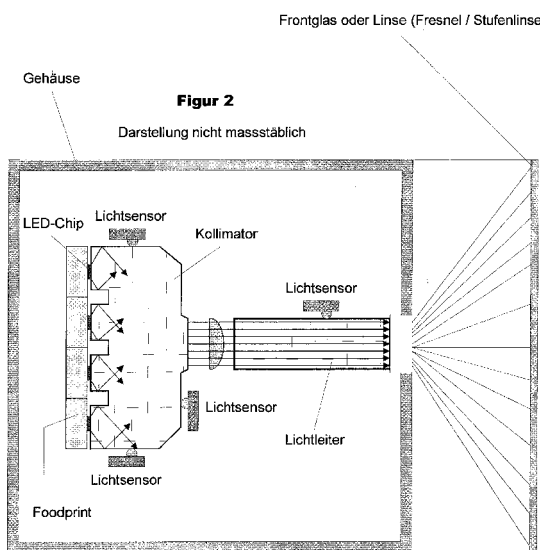
(74) Vertreter: **Fischer, Michael**
Siemens AG
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)

(54) **Verfahren und Einrichtung zur Überwachung und Adaption an Störeinflüsse des Lichtstromes bei Lichtquellen in technischen Anlagen und in der Signalisierung**

(57) LED-Leuchtmittel vorzugsweise für Informationsübermittlung, Informationsdarstellung oder Signalisierung bestehend aus mindestens einer LED, mindestens einem optischen Funktionselement im Lichtkanal zwischen Quelle und Austrittsöffnung des Lichtes, welches mindestens weitgehend die Eigenschaften einer Ulbrichtschen Kugel aufweist und somit an der Aussenwand über den kleinen austretenden Lichtanteil mittels mindestens eines Lichtsensors der gesamthaft erzeugte Lichtstrom gemessen werden kann.

D.h Es wird ein Kollimator bei einer LED für die Formung der Abstrahlkeule, bei mehreren LED für die Summation des Lichtes und die Formung eingesetzt. An der Kollimator Aussenkontur im Bereich der Totalreflektion kann nun ungehindert über das austretende Streulicht die Lichtemission der LED und das eindringende Aussenlicht mittels Lichtsensor gemessen werden. Durch Ansteuer- und Messverfahren mit selektiven Abschaltungen können nun das abgestrahlte wie das eindringende Licht diagnostiziert werden.

Es ist dadurch möglich, Veränderungen und Ausfälle an den Lichtquellen zu erkennen, zu kompensieren und auch die Lichtemission der Aussenbeeinflussung der bestimmungsgemässen Funktion durch z.B. das Sonnenlicht entsprechend anzupassen und zu optimieren. Es können auch bei der Verwendung von mehr als einer LED die LED invers betrieben werden und Lichtsensor arbeiten.



Diese Darstellung ist einfachheitshalber nur zweidimensional und zeigt nicht zwangsläufig einen Schnitt. Der Teil links wird als eine Variante in Bild 1 dargestellt.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Einrichtung zur Überwachung und Adaption an Störeinflüsse des Lichtstromes bei Lichtquellen in technischen Anlagen und in der Signalisierung.

[0002] An die Lichtemission und damit verbunden den Lichtstrom einer Lichtquelle, insbesondere ausgeführt in Halbleitertechnik (LED), wird in spezifischen Anwendungen eine sehr hohe Anforderung an die Zuverlässigkeit der Lichtabgabe bezüglich Qualität, Quantität und optischer Funktionalität insbesondere bei der Erkennbarkeit durch den Nutzer gestellt. So muss zum Beispiel bei Lichtsignalen für den Einsatz in sicherheitskritischen Anwendungen wie z.B. in den Eisenbahnnetzen für die Abgabe von

Fahrterlaubnisinformation folgendes sichergestellt sein. Die bestimmungsgemässe Lichtabgabe erfolgt beim Einschalten eines Fahrtbegriffes gerichtet an den Fahrzeugführer bei solchen Signalen auch tatsächlich mit den festgelegten lichttechnischen Parametern.

[0003] Darüber hinaus ist es für die sicherere Erkennung des Signals in der Anwendung von Vorteil, wenn die Lichtstärke auf die aktuelle Umgebungsbeleuchtung angepasst werden kann. Dabei ist besonders vorteilhaft, wenn die Lichtstärke so gesteuert wird, dass spezifisch auf den Lichtaustritt des Lichtsignals einfallendes Licht in der Stärke auf die für den Nutzer physiologisch optimierte Erkennbarkeit eingestellt wird.

[0004] Bei Thermostrahmern (Glühlampen) besteht eine gute Korrelation zwischen elektrischen Prozessparametern und dem Lichtstrom, unabhängig von Umwelteinflüssen wie z.B. der Umgebungs- und damit der Bauteiletemperatur. Beim Betrieb von LED Lichtquellen ist diese Korrelation nicht gegeben. Es bestehen Temperaturgradienten und Degradation für die quantitativen Parameter der Lichtemission über die Zeit. Die Degradation ist statistisch angegeben, Ausreisser mit grösserem Delta pro Zeiteinheit bestehen jedoch generell. Daraus besteht die Notwendigkeit für ein entsprechendes Verfahren für mindestens die Überwachung der für die Anwendung quantitativ relevanten Lichtabgabe der Leuchtmittel.

[0005] Eine derartige Überwachungseinrichtung muss geeignet sein, die Lichtabgabe des Leuchtmittels in den relevanten lichttechnischen Parametern zu kontrollieren. Weiter sollen, so relevant, Fremdeinflüsse von aussen durch andere Lichtquellen erkannt und bewertet werden können. Aus diesen Resultaten kann sodann auf geeignete Weise mittels eines Regelkreises die zweckmässige Stärke der Lichtabgabe eingestellt werden. Bei einer solchen Regelung wird der Einfluss der Degradation eliminiert. Die Regelung kann zyklisch oder allenfalls kontinuierlich sein. Auswerte Algorithmen sind anwendbar.

[0006] Diese Aufgabe hat eine Reihe von Einflussfaktoren, welche es in der der Aufgabe zur Lösung zu beachten gilt:

1. Im Strahlengang von der Lichtquelle bis zum Austritt, ausgehend von einer oder einer Mehrzahl von erzeugenden LED Strahlern mit ihren Halbleiterkristallen bis zum Lichtaustritt beispielsweise aus einem Lichtsignal an Verkehrswegen befindet sich darin mindestens ein optisches Element, zum Beispiel ein Kollimator. Meist ist es jedoch eine Mehrzahl von in Reihe angeordneten unterschiedlichen optischen Elementen mit spezifischen lichttechnischen Eigenschaften mit dem Zweck der verlustarmen Lichtleitung und der Abgabe der Lichtinformation in das Gesichtsfeld der Anwender.

2. Die Materialien dieser optischen Elemente haben physikalische Wirkgrössen wie z.B. Transmission, Absorption Brechungsindex, Dispersion, Rauigkeit, Reflektion, Temperatur, Alterung usw. Die Elemente beeinflussen mit den Eigenschaften vorstehend und ihrer konstruktiven Gestaltung die Lichtleitung.

3. Die Lichtleitung durch diese Elemente besteht jedoch immer bidirektional. Fortwährend und damit auch während bestimmungsgemäss ein Lichtstrom ausgegeben wird, kann insbesondere bei Tageslicht in den Strahlengang eindringen. Dadurch wird die messtechnische Erfassung des emittierten Lichtes durch die LED-Lichtquelle(n) des Signals beeinträchtigt.

4. Diese von aussen störend einwirkenden Lichtquellen verhalten sich jedoch bezüglich Intensität des Lichteinfalls nicht stabil, nicht periodisch, nicht kontinuierlich, nicht deterministisch. Bezüglich der Einfallrichtung sind im besten Falle begrenzende Raumwinkel-Koordinaten definierbar.

5. Es können daraus einzelne Wirkeffekte durch einfallendes Licht benannt werden, welche zu einer Beeinträchtigung des emittierten Lichtes führen. Bei einfachen Mechanismen einer Einwirkung sind als Abschirmung oder Kompensation am Signalgehäuse oder im Strahlengang Massnahmen denkbar, z.B. Schutten). Jedoch treten die Beeinträchtigungen oft nicht isoliert auf. Die Interaktion mehrerer Einflussgrössen ist komplex und damit nur schwer die resultierende Wirkung abzuschätzen. Damit ist die generelle Wirkung von möglichen Massnahmen auf das Anwesenspektrum kaum hinreichend beurteilbar.

6. Eine Anforderung ist das Phantomlicht-Verhalten. Simuliert wird ein Signal mit einer Lichtquelle von aussen angestrahlt und das reflektierte durch den Signalausstritt tretende Licht gemessen. Das Signal leuchtet wider Willen.

Die Phantomlicht-Messung (Normative Vorgaben) erfolgt durch eine um 7° aus der Horizontalen stehenden Lichtquelle (Sonne) mit einer Beleuchtungsstärke von 40'000 Lux gegen den Lichtausgang des Lichtsignals gerichtet.

Die sichere Erkennbarkeit des aktiven Signalbegriffes muss gegeben sein. Über die Lichtmessung und

Regelung der Lichtemission nach oben ist eine Kompensation in Grenzen einstellbar. Das von aussen induzierte Phantomlicht kann mit der internen Lichtmesseinrichtung erfasst werden und es ist bei einer Grenzwertüberschreitung das Absetzen einer Risikomeldung zum Beispiel bei Fahrtbegriffen möglich. Interne Diagnosemittel nach dem Stand der Technik mit Speicherung, Berechnungen, Übermittlung an rückwärtigen Systemen sind an dieser Stelle erwähnt.

7. Die Lichtstrommessung direkt an der Lichtquelle oder im Strahlengang zur Bestimmung der Emission der Lichtquelle, der LED, wird demzufolge durch die sehr vielfältigen immer wieder ändernden Lichteinflüsse von aussen, den Eigenschaften des Strahlenganges und durch allfällige Toleranzen bei den Strahlern selbst und bei den für die Messung verwendeten Komponenten beeinflusst.

[0007] Die Lichtmessung wurde bisher auf verschiedene Weise realisiert. So zum Beispiel in der Offenlegungsschrift EP 0 935 145 A1 mit einer Art von "Ulbrichtschen Kugel". Diese Kugel erlaubt an Lichtquellen die integrale Messung von lichttechnischen Parametern wie Lichtstrom, Farbort etc., Parameter, bei welcher das Licht idealer Weise in einem total reflektierenden Raum gemessen wird. Dabei wird erfindungsgemäss ein kleiner Anteil des Lichtes der LED, vom LED- Frontlichtfeld dieser "Ulbrichtschen Kugel" zugeführt und dabei der erzeugte Lichtstrom bestimmt. Es ist jedoch wichtig, eine solche Mess-Einrichtung vom durch die Austrittsöffnung des Signales eintretenden Lichtes zu schützen, die Exposition bezüglich Fremdbeeinflussung ist gross. Zudem ist eine solche Messung nur ansatzweise integral, sie entnimmt nur eine kleine statistische Probe aus der Gesamt-Signal-Lichtaustrittsfläche.

[0008] Eine solche Lösung hat demzufolge erhebliche Nachteile. Es ist zu berücksichtigen, dass bei einem Flächenstrahler gebildet aus einer Vielzahl von LED's für eine repräsentative Messung der Lichtabgabe eine hinreichende statistische Erfassung von Rückleitpunkten aus der ganzen Signalleuchtfäche mit einbezogen werden muss. Andere Lösungen sind schon durch das Anbringen einer oder mehrerer Säulen mit einem gegen den Lichtaustritt gerichteten Lichtsensor realisiert worden. Gemeinsam bei diesen Lösungen ist, dass die Fremdlichteinflüsse durch die Geometrie der optischen Elemente und die vielen Mechanismen der Einwirkung kaum mehr bezüglich Fremdeinflüssen zu beherrschen sind.

[0009] Die vorliegende Aufgabe wird nun mehr erfindungsgemäss mit den nachfolgenden Merkmalen gelöst. Es wird im Strahlengang zwischen Erzeugung des Lichtes z.B. durch LED's und dem Austritt für die bestimmungsgemässe Funktion an mindestens einer geeigneten Stelle eine Lichtmessstelle mittels eines Lichtmesssensors angelegt. Diese erste Lichtmessstelle liegt vorteilhaft nahe der einen oder mehreren zu überwa-

chenden Lichtquelle(n) (LED's) der Funktionseinheit. Geeignet als ein solcher Messpunkt ist z.B. ein den LED-Lichtquellen nach geschalteter Kollimator, welche die Aufgabe hat, dem Lichtstrom als optisches Element den für die Anwendung geeigneten Lichtstrahlenverlauf zu geben. Bei mehreren LED's wirkt der Kollimator als Summator. Die verwendeten Kollimatoren aus Kunststoff, meist Polycarbonat, sind transparent, d.h. sie verfügen über keine Aussenbeschichtung, und dadurch tritt in geringem Masse Streulicht über die Aussenkonturen, welche nicht zur Lichtauskopplung bestimmt sind, nach aussen. Es wird entsprechend der Beleuchtungsstärke der LED vorteilhaft eine Messstelle definiert, welche an den Messbereich des Lichtmesssensors angepasst ist.

[0010] Vorteilhaft werden bei den Lichtmesssensoren solche Typen verwendet, welche den Messwert in Form einer digitalen Information ausgeben, z.B. eine der Beleuchtungsstärke proportionale Frequenz. Damit ist eine einfache digitale Verarbeitung möglich.

[0011] Kollimatoren haben weitgehend die Eigenschaften entsprechend dem Prinzip der Ulbricht'schen Kugel.

[0012] Damit kann am Kollimator an einer den Strahlengang beeinflussenden Fläche das erzeugte Licht der Quelle sowie das Fremdlicht von aussen gemessen und verglichen werden. Es sind drei Messbedingungen möglich:

1. Nur das emittierte Licht wird gemessen, das ist nur bei Dunkelheit aussen möglich. Wird die Leuchtquelle während der Nachtzeit gedimmt, so erhält die Lichtquellensteuerung bei der Umschaltung eine Zeitinformation, welche eine solche Messung möglich macht.
2. Nur das einfallende Aussenlicht wird gemessen (Lichtquelle ausgeschaltet)
3. Das erzeugte und das einfallende Aussenlicht werden summarisch gemessen.
4. Bei einer LED wie bei mehreren LED's als Lichtquelle kann durch eine Einzelanschaltung die Degradation oder der Ausfall der einzelnen LED festgestellt werden.

[0013] Das Verfahren sieht wie folgt aus:

Der Sensor misst das einwirkende Licht kontinuierlich und übergibt die Werte an eine Auswerteeinheit.

Ist die eigene Lichtquelle nicht aktiv, so wird nur das momentan von aussen eindringende Licht gemessen. Ist die Lichtquelle aktiv, wird die Lichtleistung der internen Lichtquelle und des einwirkenden Aussenlichts gemessen. Aus den Lichtwerten der inaktiven Phase kann nun das effektive Licht im Strahlengang infolge der Immission (Eindringen) bestimmt werden.

Wird nun in der aktiven Phase ein Anstieg oder ein Abfall der gesamten Lichtmenge gemessen, kann die interne Lichtquelle für kurze Zeit (z.B. 1 ms) ausgeschaltet wer-

den um das von aussen einwirkende Störlight zu messen und zu bewerten.

[0014] Es besteht dadurch die Möglichkeit durch ein periodisches kurzzeitiges Abschalten der Lichtquelle den Einfluss der Aussenlichtverhältnisse zu erfassen und für die Überwachung der Lichtstärke der bestimmungsgemässen Innenlichtquelle durch eine gezielte Messkorrektur mittels Subtraktion die effektive Lichtabgabe der internen Lichtquelle zu bestimmen.

[0015] Mit der aktuellen Messkorrektur oder mit einem geglätteten Mittelwert (Moving average) lässt sich die Quelle (Signal) z.B. mittels einer Tabelle (look up table) auf optimale Erkennbarkeit für den Zielnutzer der Signalinformation ohne Überblendung anpassen.

[0016] Es besteht auch die Möglichkeit, eine Degradation oder auch der Totalausfall einer der internen LED-Lichtquelle(n) zum Beispiel durch Anheben des Betriebsstromes für die anderen Lichtquellen zu kompensieren.

[0017] Vorteilhaft ist eine redundante Ausführung der Sensoren, beispielhaft mit zwei oder drei derselben. Die Redundanz kann horizontal oder Vertikal erfolgen.

Horizontal heisst, die Sensoren haben gleiche lichttechnische Bedingungen und Messgrössen. Sie sind z.B. an lichttechnisch äquivalenten Stellen am Kollimator angebracht. Damit lassen sich Ausfälle im Messsystem erkennen und die Verfügbarkeit durch 2v3 Voting erhöhen. Solche Ansätze des Auswertverfahrens sind für das Erreichen hoher Safety Integrity Level erforderlich.

[0018] Vertikal heisst, die Sensoren sind entlang des Lichtkanals platziert und messen entsprechend ihrer Platzierung schwermittelmässig die Lichtemission der internen Lichtquelle oder dann vermehrt die Aussenbeeinflussung durch Fremdlicht.

[0019] Verwendung der LED als Licht Emitter und als Lichtmesseinrichtung. Das reduziert den Einsatz auf die horizontale Anordnung. Zudem ist die Messsequenz schwieriger zu bewerkstelligen. Vom Verfahren her bestehen jedoch keine Einschränkungen, da die Reaktionszeiten hinreichend klein sind.

[0020] Physikalisch ist es möglich LED auch zum Zwecke der Lichtmessung einzusetzen. Sie arbeitet dann wie eine Fotodiode. Photonen befreien Elektronen in der Sperrschicht der Diode. Dabei fliesst ein grösserer Sperrstrom, wenn die LED Licht ausgesetzt wird. Eine solche Lösung ist in bestimmten Anwendungen vorteilhaft.

[0021] Die Lichtquelle einer lichttechnischen Einrichtung, welche bestimmungsgemäss Licht nach aussen abgibt, wird an einem geeigneten Ort im internen Lichtleitkanal mittels Lichtmesssensoren überwacht. Dabei wird der für den erforderlichen Strahlengang benötigte Kollimator als "Ulbricht'sche Kugel" oder andere optische Elemente im Strahlengang mit entsprechenden Eigenschaften dazu verwendet. Dabei wird das Streulicht dieser optischen Elemente gemessen, dadurch entstehen durch die Messung keine Beeinträchtigung und kein Verlust an Lichtstrom. Dadurch steht ein Verfahren und eine Einrichtung für die Überwachung der Lichtemission und

die Erfassung der Aussenbeeinflussung der bestimmungsgemässen Funktion.

[0022] Das Überwachungsverfahren erlaubt es, die Lichtstärke der Innenquelle sowie das von Aussenwelt eindringende Licht quantitativ messtechnisch zu erfassen.

[0023] Damit kann die Degradation der Innenlichtquelle verfolgt und kompensiert werden, Die Aussenlichtverhältnisse erfasst und bei Bedarf die Lichtstärke des emittierten Lichtes auf optimale Erkennbarkeit für den Nutzer angepasst werden.

[0024] Das Verfahren geht entsprechend weiter mit wesentlichen zusätzlichen funktionalen Eigenschaften.

[0025] Blatt 1 mit Figur 1 und Figur 2 mit der Darstellung zweier beispielhafter Lösungen, eine in Figur 1 sehr einfach, die zweite komplexer und im Prinzip mit der Ausführung in Bild 1 im Grundsatz vergleichbar.

[0026] Grundsätzlich beschreibt die Erfindung daher ein LED-Leuchtmittel, vorzugsweise für Informationsübermittlung, Informationsdarstellung oder Signalisierung, umfassend mindestens eine LED, mindestens ein optisches Funktionselement im Lichtkanal zwischen Quelle und Austrittsöffnung des Lichtes, welches mindestens weitgehend die Eigenschaften einer Ulbricht'schen Kugel aufweist und somit an der Aussenwand über den kleinen austretenden Lichtanteil mittels mindestens eines Lichtsensors der gesamthaft erzeugte Lichtstrom gemessen werden kann.

[0027] D.h Es wird ein Kollimator bei einer LED für die Formung der Abstrahlkeule, bei mehreren LED für die Summation des Lichtes und die Formung eingesetzt. An der Kollimator Aussenkontur im Bereich der Totalreflektion kann nun ungehindert über das austretende Streulicht die Lichtemission der LED und das eindringende Aussenlicht mittels Lichtsensor gemessen werden. Durch Ansteuer- und Messverfahren mit selektiven Abschaltungen können nun das abgestrahlte wie das eindringende Licht diagnostiziert werden. Es ist dadurch möglich, Veränderungen und Ausfälle an den Lichtquellen zu erkennen, zu kompensieren und auch die Lichtemission der Aussenbeeinflussung der bestimmungsgemässen Funktion durch z.B. das Sonnenlicht entsprechend anzupassen und zu optimieren.

Es können auch bei der Verwendung von mehr als einer LED die LED invers betrieben werden und Lichtsensor arbeiten.

Patentansprüche

1. LED-Leuchtmittel vorzugsweise für Informationsübermittlung, Informationsdarstellung oder Signalisierung bestehend aus mindestens einer LED, mindestens einem optischen Funktionselement im Lichtkanal zwischen Quelle und Austrittsöffnung des Lichtes, welches mindestens weitgehend die Eigenschaften einer Ulbricht'schen Kugel aufweist und somit an der Aussenwand über den kleinen austreten-

den Lichtanteil mittels mindestens eines Lichtsensors der gesamthaft erzeugte Lichtstrom gemessen werden kann.

2. LED-Leuchtmittel nach Anspruch 1, bei der ein Kollimator bei einer LED für die Formung der Abstrahlkeule, bei mehreren LED für die Summation des Lichtes und die Formung eingesetzt wird. 5

3. LED-Leuchtmittel nach Anspruch 2, wobei an der Kollimator-Aussenkontur im Bereich der Totalreflektion mittels Lichtsensor über das austretende Streulicht die Lichtemission der LED und/oder das eindringende Aussenlicht gemessen wird. 10

4. LED-Leuchtmittel nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei durch ein Ansteuer- und/oder Messverfahren mit selektiven Abschaltungen wird das abgestrahlte Licht und/oder das eindringende Licht diagnostiziert, um Veränderungen der Aussenlichtsituation und Ausfälle an den Lichtquellen zu erkennen und ggfs. zu kompensieren und auch die Lichtemission der Aussenbeeinflussung der bestimmungsgemässen Funktion, durch z.B. das Sonnenlicht, entsprechend anzupassen und zu optimieren. 15

5. LED-Leuchtmittel nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei bei der Verwendung von mehr als einer LED eine der LED's invers betrieben wird und als Lichtsensor arbeitet. 20

- 25

- 30

35

40

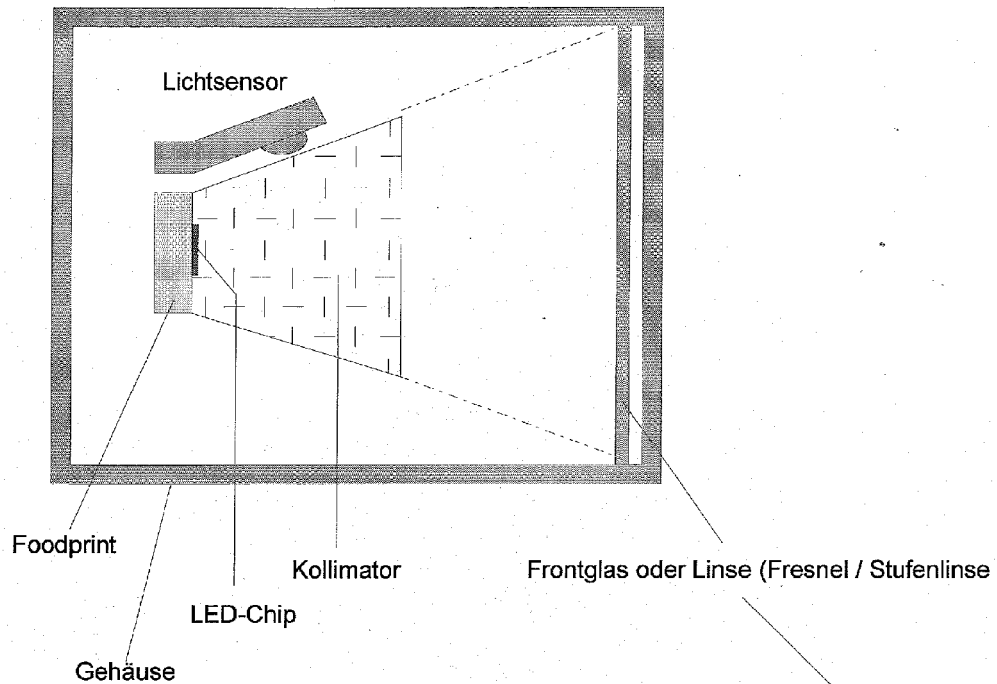
45

50

55

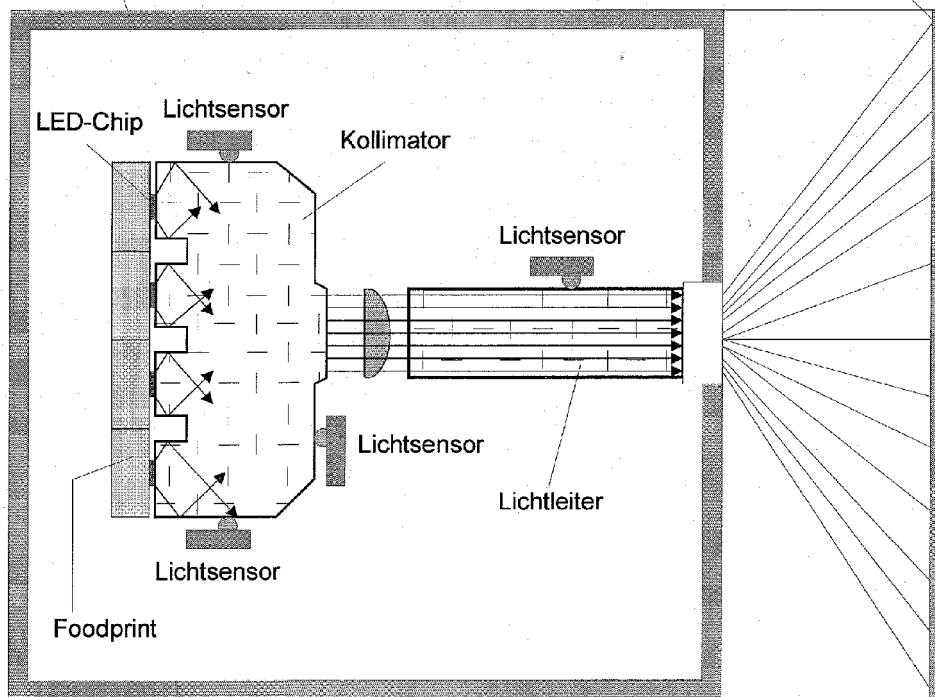
Figur 1

Darstellung nicht massstäblich



Figur 2

Darstellung nicht massstäblich



Diese Darstellung ist einfachheitshalber nur zweidimensional und zeigt nicht zwangsläufig einen Schnitt
Der Teil links wird als eine Variante in Bild 1 dargestellt

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

- EP 0935145 A1 [0007]