



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
24.02.2010 Patentblatt 2010/08

(51) Int Cl.:
F21V 23/04 ^(2006.01) **F21V 29/02** ^(2006.01)
H05B 33/08 ^(2006.01) **F21W 101/10** ^(2006.01)
F21S 8/12 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09450126.9**

(22) Anmeldetag: **08.07.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
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:
AL BA RS

- **Krenn, Günther**
3071 Böheimkirchen (AT)
- **Lahner, Markus**
3100 St. Pölten (AT)
- **Plank, Josef**
3251 Purgstall/Erlauf (AT)

(30) Priorität: **11.08.2008 AT 12472008**

(74) Vertreter: **Patentanwaltskanzlei**
Matschnig & Forsthuber OG
Siebensterngasse 54
1071 Wien (AT)

(72) Erfinder:
• **Aichinger, Michael**
3620 Spitz (AT)

(54) **Verfahren und Steuergerät zur Temperaturregulierung in einem Kraftfahrzeugscheinwerfer**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie ein Steuergerät zur Temperaturregulierung in einem Kraftfahrzeugscheinwerfer (1), welcher in seinem Scheinwerfer-Innenraum (3) eine Anzahl von LED-Lichtquellen (2) zur Erzeugung von einer oder mehreren Lichtfunktionen aufweist. Erfindungsgemäß wird im Betrieb des Scheinwerfers laufend die aktuell dem Scheinwerfer-Innenraum (3) zugeführte Leistungszufuhr ermittelt wird, weiters lau-

fend die aktuell mögliche Leistungsabgabe aus dem Scheinwerfer-Innenraum (3) ermittelt wird, aus der ermittelten zugeführten Leistungszufuhr und der möglichen Leistungsabgabe eine Leistungsbilanz gebildet wird, und an Hand der Leistungsbilanz eine Entscheidung getroffen wird, ob und welche Wärmeregulierungsmaßnahmen für den Scheinwerfer-Innenraum (3) durchzuführen sind.

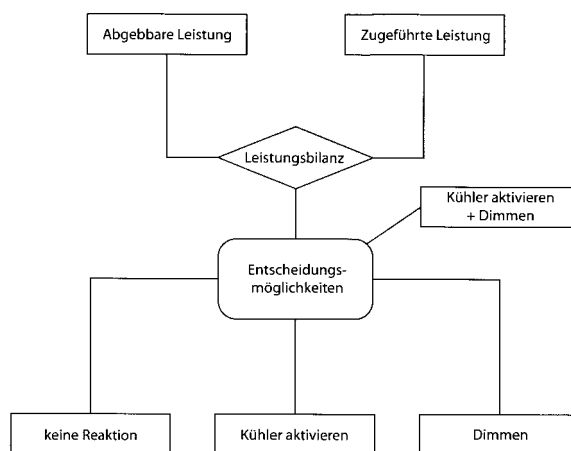


Fig.4

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Temperaturregulierung in einem Kraftfahrzeugscheinwerfer, welcher in seinem Scheinwerfer-Innenraum eine Anzahl von LED-Lichtquellen zur Erzeugung von einer oder mehreren Lichtfunktionen aufweist.

[0002] Weiters betrifft die Erfindung ein Steuergerät zur Temperaturregulierung in einem Kraftfahrzeugscheinwerfer, welcher in seinem Scheinwerfer-Innenraum eine Anzahl von LED-Lichtquellen zur Erzeugung von einer oder mehreren Lichtfunktionen aufweist.

[0003] Außerdem betrifft die Erfindung auch noch einen Fahrzeugscheinwerfer mit einem oben genannten Steuergerät.

[0004] Leuchtdioden (LED) haben in den letzten Jahren im Kraftfahrzeugbau zunehmend an Bedeutung als Lichtquellen für Fahrzeugleuchten und auch für Scheinwerfer gewonnen, und LED's kommen nun vermehrt auch in Hauptscheinwerfern zum Einsatz. Allerdings erfordern die engen thermischen Auslegungsgrenzen von LED-Hauptscheinwerfern ein aktives Thermomanagement, um das Überhitzen dieser Scheinwerfer zu verhindern.

[0005] Ein Überhitzen des Scheinwerfer-Innenraums hat zur Folge, dass der von den Leuchtdioden emittierte Lichtstrom abnimmt. Bei Überschreiten einer spezifizierten Temperatur wird weiters die Lebensdauer der LED reduziert.

[0006] Die DE 10 2004 011 939 B4 liefert eine Lösung dieses Problems. Bei dem in diesem Dokument beschriebenen Scheinwerfer wird, damit die LED's ihr Licht ordnungsgemäß emittieren können, mittels einer Stromsteuereinheit basierend auf der Geschwindigkeit des Fahrzeuges der den LED's zugeführte Strom geändert. Im Detail wird dabei der Strom reduziert, falls die Geschwindigkeit des Fahrzeuges einen vorbestimmten Wert unterschreitet, und die Temperatur der Fahrzeugleuchte eine vorbestimmte Temperatur übersteigt.

[0007] Die in diesem Dokument beschriebene Lösung arbeitet auf der Basis von Grenzwerten, wobei bei Über- bzw. Unterschreiten dieser Grenzwerte durch Ändern der Stromzufuhr die von den Leuchtdioden abgegebene Wärme reduziert und dementsprechend dafür gesorgt wird, dass der Scheinwerfer abkühlt oder sich zumindest nicht weiter erwärmt.

[0008] Nachteilig an dieser Vorgangsweise ist allerdings, dass es relativ schwierig ist, entsprechende Grenzwerte zu definieren, welche außerdem nicht an unterschiedliche äußere Gegebenheiten angepasst werden können. Werden die Grenzwerte somit zu großzügig bemessen, so kann die Stromreduzierung unter Umständen bereits zu spät erfolgen, oder die Grenzwerte werden zu eng gesetzt, was dann oftmals in einer nicht notwendigen, zu frühen Stromreduzierung und dementsprechend in einer nicht notwendigen Verschlechterung des Lichtbildes resultiert.

[0009] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, die beschriebenen Nachteile zu beheben und das Thermomanagement für LED-Scheinwerfer deutlich zu verbessern.

[0010] Diese Aufgabe wird mit einem eingangs erwähnten Verfahren dadurch gelöst, dass erfindungsgemäß im Betrieb des Scheinwerfers laufend die aktuell dem Scheinwerfer-Innenraum zugeführte Leistungszufuhr ermittelt wird, weiters laufend die aktuell mögliche Leistungsabgabe aus dem Scheinwerfer-Innenraum ermittelt wird, aus der ermittelten zugeführten Leistungszufuhr und der möglichen Leistungsabgabe eine Leistungsbilanz gebildet wird, und an Hand der Leistungsbilanz eine Entscheidung getroffen wird, ob und welche Wärmeregulierungsmaßnahmen für den Scheinwerfer-Innenraum durchzuführen sind.

[0011] Basierend auf der zugeführten Leistung und der aktuell möglichen Leistungsabgabe wird entsprechend der Erfindung laufend die Entscheidung getroffen, welche Kühlstrategie für den Scheinwerfer aktiv ist: keine aktive Kühlung, Kühlung über Lüfter, Dimmen der LEDs, Kühlung über Lüfter und zusätzliches Dimmen der LEDs. Das Dimmen kann dabei in einer oder mehreren Stufen (auch stufenlos) erfolgen, natürlich kann entsprechend auch der Lüfter mit unterschiedlicher Kühlleistung betrieben werden.

[0012] Im Gegensatz zu bekannten Verfahren, wo an Hand von Einzelparametern, welche über/unterschritten werden, entsprechende Schritte eingeleitet werden, wird bei der vorliegenden Erfindung permanent die Leistungsbilanz überwacht, sodass bereits lange bevor der Scheinwerfer-Innenraum zu überhitzen beginnt, entsprechende Kühlungsmaßnahmen gesetzt werden können. Eine Überhitzung und Schädigung der LEDs wird mit der Erfindung bereits im Ansatz erstickt, und entsprechend können diese Maßnahme wesentlich moderater ausfallen wie im Falle des Über-/Unterschreitens von Grenzwerten, sodass Kühlungsmaßnahme entsprechend der Erfindung in der Regel ohne größere Beeinträchtigung des Lichtbildes vor sich gehen.

[0013] Erfolgt die Stromreduktion erst nach Überschreiten einer Temperaturgrenze, wie dies aus dem Stand der Technik bekannt ist, so bedeutet dies, dass erst im Nachhinein reagiert wird und nicht bereits vorab eine Erhöhung der Temperatur verhindert wird, wie dies bei der vorliegenden Erfindung geschieht. Die Stromreduktion bei Überschreiten einer bestimmten Temperaturgrenze hat insbesondere in dem Fall negative Auswirkungen auf das Lichtbild, wenn beim Losfahren der des Kraftfahrzeuges der Strom erst wieder erhöht werden kann, wenn der Scheinwerfer weit genug abgekühlt ist.

[0014] Besonders Ziel führend ist es, wenn Wärmeregulierungsmaßnahmen dann durchgeführt werden, wenn die Leistungsbilanz größer und/oder größer gleich Null ist. Eine positive Leistungsbilanz führt unweigerlich zu einer Erwärmung des Innenraums des Fahrzeugscheinwerfers; dementsprechend ist es in diesem Fall sinnvoll, geeignete Wärmeregulierungsmaßnahmen zur Kühlung des Innenraums zu setzen.

[0015] Für den Fall, dass der Innenraum des Scheinwerfers bereits eine relativ hohe Temperatur aufweist, die in der Nähe der vorgegebenen Maximaltemperatur für den Innenraum liegt, kann auch vorgesehen sein, dass bei einer ausgeglichenen Leistungsbilanz oder auch bei einer negativen Bilanz gekühlt wird, um den Temperatur abzusenken und so wieder mehr Spielraum für entsprechende Wärmeregulierungsmaßnahmen zu bekommen.

[0016] Besonders gezielt kann gekühlt werden, wenn die Entscheidung, ob und welche Wärmeregulierungsmaßnahmen für den Scheinwerfer-Innenraum durchzuführen sind, weiters von der Temperatur im Scheinwerfer-Innenraum sowie von dem Ausmaß der Leistungsbilanz abhängig gemacht wird.

[0017] Grundsätzlich kann man davon ausgehen, dass der Scheinwerfer-Innenraum gekühlt wird, sobald die Leistungsbilanz positiv ist, damit der Scheinwerfer keine Möglichkeit hat, sich aufzuheizen. Unter Umständen kann es aber zweckmäßig oder (noch) nicht notwendig sein, zu kühlen, etwa wenn die Temperatur im Innenraum noch weit von der kritischen Temperatur entfernt ist und/oder die Leistungsbilanz nur leicht positiv ist. Auch solange sich die Temperatur im Innenraum des Scheinwerfers unter der Betriebstemperatur befindet, sind Kühlungsmaßnahmen nicht oder nur dann notwendig, wenn eine stark positive Leistungsbilanz vorliegt.

[0018] Als Wärmeregulierungsmaßnahme kommen das Aktivieren von zumindest einem Lüfter für den Innenraum des Fahrzeugscheinwerfers und das Dimmen von einer, mehreren oder allen LED-Lichtquellen in Frage.

[0019] Günstig ist es dabei, wenn bei niedrigeren Temperaturen bei einer positiven Leistungsbilanz vorerst der oder die Lüfter aktiviert wird/werden, bevor alternativ oder zusätzlich LED-Lichtquellen gedimmt werden. Dimmen der LED-Leuchtquellen führt zu einer Verschlechterung des Lichtbildes; solange dies mit anderen Kühlmaßnahmen verhindert werden kann, eben durch Aktivierung eines Lüfters, werden diese Maßnahmen gesetzt, und die Lichtquellen erst dann zusätzlich oder alternativ gedimmt, wenn dies unbedingt notwendig erscheint.

[0020] Die Leistungsbilanz ist nicht direkt messbar und muss rechnerisch ermittelt werden. Für diese rechnerische Ermittlung der Leistungsbilanz wird daher einerseits zur Ermittlung der Leistungszufuhr ein Satz von für die Leistungszufuhr des Scheinwerfers relevanten Leistungszufuhr-Parametern gemessen, andererseits wird ein Satz von für die Leistungsabgabe des Scheinwerfers relevanten Leistungsabgabe-Parametern gemessen.

[0021] Der Satz von Leistungszufuhr-Parametern umfasst dabei zumindest einen Parameter, welcher aus der folgenden Menge stammt: Leistungsabgabe der Lichtquellen, Temperatur im Motorraum des Kraftfahrzeuges, Sonneneinstrahlung (die pro Fläche eingestrahlte Energie). In modernen Personenkraftwagen kann die Sonneneinstrahlung üblicherweise über die Klimaanlage gemessen werden, diese Werte können verwendet werden.

[0022] Der Satz von Leistungsabgabe-Parametern umfasst zumindest einen Parameter, welcher aus der folgenden Menge stammt: Fahrzeuggeschwindigkeit, Motorraumtemperatur des Kraftfahrzeuges, Außentemperatur, Sonneneinstrahlung, Niederschlag (Regen). Die Niederschlagsmenge kann z.B. über einen Regensensor für die Scheibenwischerautomatik ermittelt und diese Daten verwendet werden.

[0023] An Hand des Satzes von Leistungszufuhr-Parametern wird die dem Scheinwerfer-Innenraum zugeführte Leistungszufuhr ermittelt, und an Hand des Satzes von Leistungsabgabe-Parametern wird die aus dem Scheinwerfer-Innenraum abgebbare Leistungsabgabe ermittelt.

[0024] Die Ermittlung der Leistungszufuhr und der Leistungsabgabe erfolgt dabei mittels eines mathematischen Modells des Scheinwerfers. Diese mathematische Modell umfasst einerseits konkrete Rechenvorschriften, andererseits gehen eine Reihe von Eigenschaften des Scheinwerfers an sich in dieses Modell ein, etwa Materialparameter wie Wärmeleitkoeffizienten, die Dicke von Materialien, die Größe und geometrische Form von Flächen (Frontscheibe, Gehäuse, ...), die spezielle Strömungssituation im SW (Wärmeübergangskoeffizienten), sowie z.B. die Oberflächen im Scheinwerfer für die Absorption von Sonneneinstrahlung.

[0025] Diese Parameter werden in den thermischen Übergangswiderständen zusammengefasst. Während sich die Rechenvorschriften zwischen unterschiedlichen Scheinwerfern nicht ändern, ändern sich natürlich diese Übergangswiderstände.

[0026] Die oben genannten Parameter bzw. Übergangswiderstände für einen Scheinwerfer werden empirisch oder in Simulationen, z.B. durch Finite-Elemente-Simulationen ermittelt.

[0027] Zur Berechnung der Leistungszufuhr und der abgeführten Leistung wird ein mathematisches Modell verwendet, welches aus 2 Teilen besteht, einem Teil, mit welchem die Leistungszufuhr und einem Teil, mit welchem die Leistungsabfuhr berechnet wird.

[0028] Sofern Scheinwerfer gleich aufgebaut sind, wird auch ihr thermisches Verhalten im Rahmen der Toleranzen gleich sein. Was die Toleranzen betrifft, sollte das Modell auf den "worst case" ausgelegt sein, damit die theoretisch mögliche Leistungsabgabe nicht über der tatsächlich erreichten Abgabe liegt.

[0029] Um den oder die Lüfter in kritischen temperaturkritischen Situation, auch wenn der Scheinwerfer nicht in Betrieb ist, aktivieren zu können, ist es noch von Vorteil, wenn die Leistungsbilanz bereits vor Inbetriebnahme und/oder nach der Außerbetriebnahme des Scheinwerfers ermittelt wird.

[0030] Im Betrieb des Scheinwerfers erfolgt die laufende Ermittlung der Leistungsbilanz in regelmäßigen Abständen erfolgt. Typische Zeitabstände für die Ermittlung liegen im Bereich von ca. 100ms.

[0031] In der Regel nicht notwendig, insbesondere nicht bei kleinen Zeitabständen, aber prinzipiell trotzdem denkbar

ist es, die Zeitabstände anzupassen, beispielsweise können die Zeitabstände bei höheren Temperaturen verringert werden, damit in kritischen Bereichen nahe der maximal zulässigen Temperatur im Scheinwerfer-Innenraum eine höhere Auflösung bei der Berechnung der Leistungsbilanz erzielt werden kann.

[0032] Im Folgenden ist die Erfindung an Hand der Zeichnung näher erläutert. In dieser zeigt

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Fahrzeugscheinwerfers in einem Vertikalschnitt,

Fig. 2 ein Flussdiagramm betreffend die Ermittlung der aus dem Scheinwerfer abgebbaren Leistung,

Fig. 3 ein Flussdiagramm betreffend die Ermittlung der in dem Scheinwerfer zugeführten Leistung,

Fig. 4 ein Flussdiagramm betreffend die Ermittlung der Leistungsbilanz,

Fig. 5 ein Zustandsdiagramm der möglichen Kühlungsstufen, und

Fig. 6 ein Temperaturschwellendiagramm.

[0033] Figur 1 zeigt schematisch einen Kraftfahrzeugscheinwerfer 1 mit Leuchtdioden 2, welche in einem Gehäuse 5 des Scheinwerfers untergebracht sind. Die Leuchtdioden 2 sind auf einem Trägerelement 4, welches einen Kühlkörper umfasst oder als solcher ausgebildet ist, montiert. Zur Umgebung 8 hin ist das Gehäuse 5 mit einer Abdeckscheibe 6 verschlossen, nach hinten zum Motorraum 7 weist das Gehäuse 5 einen entsprechenden Wandabschnitt 6 auf.

[0034] Zum Durchführen des Verfahrens wie im Folgenden beschrieben ist beispielweise ein Steuergerät 100 vorgesehen, welches an Hand der relevanten Daten eine Entscheidung trifft, welche Kühlungsmaßnahmen zu treffen sind und die entsprechenden Maßnahmen dann veranlasst.

[0035] Die Temperatur im Scheinwerfer-Innenraum 3 ist mit T_i bezeichnet, jene der Umgebung 8 mit T_u , weiters bezeichnet T_m die Temperatur im Motorraum 7.

[0036] Der thermische Widerstand des Gehäuses ist mit R_B bezeichnet, jener der Abdeckscheibe mit R_F .

[0037] Ein Überhitzen des Scheinwerfer-Innenraums hat zur Folge, dass der von den Leuchtdioden emittierte Lichtstrom abnimmt. Bei Überschreiten einer spezifizierten Temperatur wird weiters die Lebensdauer der LED reduziert. Ein solches Überhitzen soll mit dem erfindungsgemäßen Verfahren verhindert werden.

[0038] Dazu wird zumindest im Betrieb des Scheinwerfers laufend die aktuell dem Scheinwerfer-Innenraum zugeführte Leistungszufuhr ermittelt wird, wie dies schematisch in Figur 2 dargestellt ist.

[0039] Weiters wird laufend die aktuell mögliche Leistungsabgabe aus dem Scheinwerfer-Innenraum ermittelt wird (Figur 3).

[0040] Aus der ermittelten zugeführten Leistungszufuhr und der möglichen Leistungsabgabe wird entsprechend Figur 4 eine Leistungsbilanz ermittelt, und an Hand der Leistungsbilanz wird eine Entscheidung getroffen, ob und welche Wärmeregulierungsmaßnahmen für den Scheinwerfer-Innenraum (3) durchzuführen sind.

[0041] Basierend auf der zugeführten Leistung der aktuell möglichen Leistungsabgabe kann dann entsprechend der Erfindung laufend die Entscheidung getroffen werden, welche Kühlstrategie für den Scheinwerfer aktiv ist: keine aktive Kühlung, Kühlung über Lüfter, Dimmen der LEDs, Kühlung über Lüfter und zusätzliches Dimmen der LEDs. Weiters können unterschiedliche Dimmstufen vorgesehen sein, etwa dass zuerst nur das Fernlicht gedimmt wird, anschließend auch das Abblendlicht gedimmt wird, anschließend das Fernlicht ganz ausgeschaltet wird; die Übergänge können auch stufenlos erfolgen.

[0042] Wie Figur 2 im Detail entnommen werden kann, wird für die rechnerische Ermittlung der Leistungsbilanz einerseits zur Ermittlung der Leistungszufuhr ein Satz von für die Leistungszufuhr in den Innenraum des Scheinwerfers relevanten Leistungszufuhr-Parametern gemessen. Der Satz von Leistungsaufnahme-Parametern umfasst dabei zumindest einen Parameter, welcher aus der folgenden Menge stammt: Leistungsabgabe der Lichtquellen, Temperatur im Motorraum des Kraftfahrzeuges, mittels welcher auf den Leistungseintrag aus dem Motorraum geschlossen werden kann, Sonneneinstrahlung (die pro Fläche eingestrahelte Energie). In modernen Personenkraftwagen kann die Sonneneinstrahlung üblicherweise über die Klimaanlage gemessen werden, diese Werte können verwendet werden.

[0043] Unter Verwendung eines mathematischen Modells werden die zugeführte Leistungsbeiträge in den Innenraum des Scheinwerfers ermittelt und aufsummiert (Figur 2).

[0044] Weiters wird ein Satz von für die Leistungsabgabe des Scheinwerfers 1 relevanten Leistungsabgabe-Parametern gemessen.

[0045] Der Satz von Leistungsabgabe-Parametern umfasst zumindest einen Parameter, welcher aus der folgenden Menge stammt: Fahrzeuggeschwindigkeit, Motorraumtemperatur des Kraftfahrzeuges, Außentemperatur, Sonneneinstrahlung, Niederschlag (Regen), die letzten drei Punkte in Figur 3 zusammengefasst unter dem Begriff "Witterungsbedingungen". Die Niederschlagsmenge kann z.B. über einen Regensensor für die Scheibenwischerautomatik ermittelt

und diese Daten verwendet werden.

[0046] An Hand des Satzes von Leistungsaufnahme-Parametern wird die dem Scheinwerfer-Innenraum 3 zugeführte Leistung mittels eines mathematischen Modells ermittelt (Figur 3). Die Ermittlung der Leistungszufuhr und der Leistungsabgabe erfolgt dabei mittels eines mathematischen Modells des Scheinwerfers. Diese mathematische Modell umfasst

einerseits konkrete Rechenvorschriften, andererseits gehen eine Reihe von Eigenschaften des Scheinwerfers an sich in dieses Modell ein, etwa Materialparameter wie Wärmeleitkoeffizienten, die Dicke von Materialien, die Größe und geometrische Form von Flächen (Frontscheibe, Gehäuse, ...), die spezielle Strömungssituation im SW (Wärmeübergangskoeffizienten), sowie z.B. die Oberflächen im Scheinwerfer für die Absorption von Sonneneinstrahlung.

[0047] Diese Parameter werden in den thermischen Übergangswiderständen RB und RF zusammengefasst. Während sich die Rechenvorschriften zwischen unterschiedlichen Scheinwerfern nicht ändern, ändern sich natürlich diese Übergangswiderstände.

[0048] Die oben genannten Parameter bzw. Übergangswiderstände für einen Scheinwerfer werden empirisch oder in Simulationen, z.B. durch Finite-Elemente-Simulationen ermittelt.

[0049] Zur Berechnung der Leistungszufuhr und der abgeführten Leistung wird ein mathematisches Modell verwendet, welches aus 2 Teilen besteht, einem Teil, mit welchem die Leistungszufuhr und einem Teil, mit welchem die Leistungsabfuhr berechnet wird.

[0050] Sofern Scheinwerfer gleich aufgebaut sind, wird auch ihr thermisches Verhalten im Rahmen der Toleranzen gleich sein. Was die Toleranzen betrifft, sollte das Modell auf den "worst case" ausgelegt sein, damit die theoretisch mögliche Leistungsabgabe nicht über der tatsächlich erreichten Abgabe liegt.

[0051] Durch Ermitteln der Leistungszufuhr in den Scheinwerfer-Innenraum 3 kann ermittelt werden, wie sich die aktuelle Temperatur im Innenraum entwickeln wird und es können entsprechende Gegenmaßnahmen eingeleitet werden.

[0052] Die Temperatur im Innenraum ergibt sich dabei in einer einfachen Näherung wie folgt:

$$T_i = (RF \times T_M + RB \times T_U + dQ/dt \times RF \times RB) / (RB + RF).$$

[0053] Der Leistungsanteil steckt dabei im Anteil dQ/dt, d.h. der pro Zeiteinheit dem ScheinwerferInnenraum zu- bzw. abgeführten Energiemenge (Energie/Zeiteinheit).

[0054] Im Gegensatz zu bekannten Verfahren, wo an Hand von Einzelparametern, welche über/unterschritten werden, entsprechende Schritte eingeleitet werden, wird bei der vorliegenden Erfindung permanent die Leistungsbilanz überwacht, sodass bereits lange bevor der Scheinwerfer-Innenraum zu überhitzen beginnt, entsprechende Kühlungsmaßnahmen gesetzt werden können. Eine Überhitzung und Schädigung der LEDs wird mit der Erfindung bereits im Ansatz erstickt, und entsprechend können diese Maßnahme wesentlich moderater ausfallen wie im Falle des Über-/Unterschreitens von Grenzwerten, sodass Kühlungsmaßnahme entsprechend der Erfindung in der Regel ohne größere Beeinträchtigung des Lichtbildes vor sich gehen.

[0055] Besonders Ziel führend ist es, wenn Wärmeregulierungsmaßnahmen dann durchgeführt werden, wenn die Leistungsbilanz größer und/oder größer gleich Null ist. Eine positive Leistungsbilanz führt unweigerlich zu einer Erwärmung des Innenraums des Fahrzeugscheinwerfers; dementsprechend ist es in diesem Fall sinnvoll, geeignete Wärmeregulierungsmaßnahmen zur Kühlung des Innenraums zu setzen.

[0056] Figur 5 und Figur 6 zeigen, welche Entscheidung bezüglich der zu wählenden Kühlstrategie getroffen werden können: Basierend auf der zugeführten Leistung und der möglichen Leistungsabgabe sowie der aktuellen Scheinwerfer - Innentemperatur wird die Entscheidung getroffen, welche Kühlstrategie aktiv ist. Dabei sind 3 Stufen möglich: Keine aktive Kühlung; Kühlung über Lüfter; Kühlung über Lüfter und zusätzliches Dimmen. Das Diagramm aus Figur 5 zeigt das Zustandsdiagramm für diese 3 Stufen, Figur 6 zeigt die Zusammenhänge in Abhängigkeit von der Temperatur im Innenraum des Fahrzeugscheinwerfers.

[0057] Die Übergänge sind dabei wie folgt definiert:

Ü1: Lüfter auf volle Leistung, wenn die Temperaturreserve ($T_{iMax} - T_{i_akt}$) im Scheinwerfer einen 1. Grenzwert unterschreitet ($T_{iMax} - T_{i_akt} < dTL_Max$) oder die Leistungsbilanz ohne Dimmung und ohne aktiviertem Lüfter größer Null ist ($P_{zu} > P_{ab}$)

Ü2: Lüfter auf reduzierte Leistung, wenn die Temperaturreserve im Scheinwerfer einen 2. Grenzwert überschreitet ($T_{iMax} - T_{i_akt} > dTL_MIN$) und die Leistungsbilanz ohne Dimmung und ohne aktivierten Lüfter kleiner Null ist ($P_{zu} < P_{ab}$)

Ü3: Scheinwerfer dimmen, wenn die Temperaturreserve im Scheinwerfer einen 3. Grenzwert unterschreitet ($T_{iMax} - T_{i_akt} < dTD_MAX$) und die Leistungsbilanz ohne Dimmung und ohne aktiviertem Lüfter größer oder gleich Null

ist ($P_{zu} \geq P_{ab}$)

Ü4: Scheinwerfer auf volle Leistung wenn die Temperaturreserve im Scheinwerfer einen 4. Grenzwert überschreitet ($T_{iMax} - T_{i_akt} > dTD_MIN$) oder die Leistungsbilanz ohne Dimmung und ohne aktiviertem Lüfter kleiner Null ist

Ü5: Scheinwerfer auf volle Leistung, wenn die Temperaturreserve im Scheinwerfer einen 5. Grenzwert unterschreitet ($T_{iMax} - T_{i_akt} < dTD_MINHIGH$) und die Leistungsbilanz bei aktiviertem Lüfter kleiner Null ist

Ü6: Scheinwerfer auf volle Leistung, wenn die Temperaturreserve im Scheinwerfer den 5. Grenzwert überschreitet ($T_{iMax} - T_{i_akt} > dTD_MIN$) und die Leistungsbilanz bei Dimmung kleiner Null ($P_{zu} < P_{ab}$) und die Fahrzeugschwindigkeit größer einem festgelegten Wert ist.

[0058] Dabei ist die Temperaturreserve die Differenz zwischen maximal erlaubter (T_{iMax}) und aktueller (T_{i_akt}) Temperatur im Scheinwerfer - Innenraum. P_{zu} ist die aktuell zugeführte Leistung und P_{ab} die abgeführte Leistung.

[0059] TD_Min stellt eine Differenz zur maximal erlaubten Temperatur T_{iMax} dar. Das ist insofern wichtig, da die die Temperaturgrenzen immer relativ zur maximalen Temperatur gesehen werden, sich die maximale Temperatur aber laufend ändert abhängig von der Leistung in den LEDs. Z.B. könnte bei voller Lichtleistung ein T_{iMAX} von $100^{\circ}C$ und somit ein TD_Min von $100^{\circ}C - 20^{\circ}C = 80^{\circ}C$ zulässig sein, jedoch bei gedimmem Betrieb ein T_{iMax} von 110° , womit sich entsprechend ein $TD_Min = 110^{\circ} - 20^{\circ} = 90^{\circ}$ ergeben würde (siehe dazu Figur 6).

[0060] Für den Fall, dass der Innenraum des Scheinwerfers bereits eine relativ hohe Temperatur aufweist, die in der Nähe der vorgegebenen Maximaltemperatur für den Innenraum liegt, kann auch vorgesehen sein, dass bei einer ausgeglichenen Leistungsbilanz oder auch bei einer negativen Bilanz gekühlt wird, um den Temperatur abzusenken und so wieder mehr Spielraum für entsprechende Wärmeregulierungsmaßnahmen zu bekommen.

[0061] Besonders gezielt kann gekühlt werden, wenn die Entscheidung, ob und welche Wärmeregulierungsmaßnahmen für den Scheinwerfer-Innenraum 3 durchzuführen sind, weiters von der Temperatur im Scheinwerfer-Innenraum 3 sowie von dem Ausmaß der Leistungsbilanz abhängig gemacht wird.

[0062] Grundsätzlich kann man davon ausgehen, dass der Scheinwerfer-Innenraum gekühlt wird, sobald die Leistungsbilanz positiv ist, damit der Scheinwerfer keine Möglichkeit hat, sich aufzuheizen. Unter Umständen kann es aber zweckmäßig oder (noch) nicht notwendig sein, zu kühlen, etwa wenn die Temperatur im Innenraum noch weit von der kritischen Temperatur entfernt ist und/oder die Leistungsbilanz nur leicht positiv ist. Auch solange sich die Temperatur im Innenraum des Scheinwerfers unter der Betriebstemperatur befindet, sind Kühlungsmaßnahmen nicht oder nur dann notwendig, wenn eine stark positive Leistungsbilanz vorliegt.

[0063] Günstig ist es dabei, wenn bei niedrigeren Temperaturen bei einer positiven Leistungsbilanz vorerst der oder die Lüfter aktiviert wird/werden, bevor alternativ oder zusätzlich LED-Lichtquellen gedimmt werden. Dimmen der LED-Leuchtquellen führt zu einer Verschlechterung des Lichtbildes; solange dies mit anderen Kühlmaßnahmen verhindert werden kann, eben durch Aktivierung eines Lüfters, werden diese Maßnahmen gesetzt, und die Lichtquellen erst dann zusätzlich oder alternativ gedimmt, wenn dies unbedingt notwendig erscheint.

[0064] Um den oder die Lüfter in kritischen temperaturkritischen Situation, auch wenn der Scheinwerfer nicht in Betrieb ist, aktivieren zu können, ist es noch von Vorteil, wenn die Leistungsbilanz bereits vor Inbetriebnahme und/oder nach der Außerbetriebnahme des Scheinwerfers ermittelt wird.

[0065] Im Betrieb des Scheinwerfers erfolgt die laufende Ermittlung der Leistungsbilanz in regelmäßigen Abständen erfolgt. Typische Zeitabstände für die Ermittlung liegen im Bereich von ca. 100ms.

[0066] In diesem Zusammen wichtig von Bedeutung ist auch, dass die Entscheidung hinsichtlich der Frage, ob und welche Wärmeregulierungsmaßnahmen für den Scheinwerfer-Innenraum 3 durchzuführen sind, ebenfalls laufend getroffen wird. D.h., es wird praktisch permanent neu entschieden, welche Maßnahmen zu treffen sind, sodass rasch auf sich ändernde Situationen reagiert werden kann.

[0067] Besonders rasch kann reagiert werden, wenn für jede ermittelte Leistungsbilanz die Entscheidung hinsichtlich der Kühlmaßnahmen neu getroffen wird, d.h. dass - etwa bei 100 ms Abstand für die Berechnung der Leistungsbilanz - auch alle 100 ms die Entscheidung hinsichtlich der Kühlstrategie neu "überdacht" wird.

[0068] Falls die Zeitabstände der Ermittlung der Leistungsbilanz zu kurz sind, kann aber auch vorgesehen sein, dass nur für bestimmte ermittelte Leistungsbilanzen, z.B. für jede 10te Leistungsbilanz, die Entscheidung neu getroffen wird.

[0069] Abschließend ist in der folgenden Tabelle zum besseren Verständnis rein exemplarisch noch der Zusammenhang zwischen Lüfter ein - aus, voller Leistung der LEDs, und Dimmen (Reduktion um 1 bzw. 2 Stufen) dargestellt. Gezeigt ist jeweils die Energie in Watt, welche in den Scheinwerfer eingebracht wird, ein negatives Vorzeichen beschreibt eine Energieabfuhr aus dem Scheinwerfer und liefert entsprechend einen Kühleffekt:

			Volle Leistung	Dimmen Stufe 1	Dimmen Stufe 2
	Lüfter Ein	Fahrtwind	-30 W	-60 W	-63 W
	Lüfter Aus	Fahrtwind	+120 W	+98 W	+67 W
5	Lüfter Ein	kein Fahrtw.	+22 W	+1 W	-8 W
	Lüfter Aus	kein Fahrtw.	+140 W	+110 W	+82 W

Patentansprüche

1. Verfahren zur Temperaturregulierung in einem Kraftfahrzeugscheinwerfer (1), welcher in seinem Scheinwerfer-Innenraum (3) eine Anzahl von LED-Lichtquellen (2) zur Erzeugung von einer oder mehreren Lichtfunktionen aufweist,
dadurch gekennzeichnet, dass
im Betrieb des Scheinwerfers laufend die aktuell dem Scheinwerfer-Innenraum (3) zugeführte Leistungszufuhr ermittelt wird, weiters laufend die aktuell mögliche Leistungsabgabe aus dem Scheinwerfer-Innenraum (3) ermittelt wird, aus der ermittelten zugeführten Leistungszufuhr und der möglichen Leistungsabgabe eine Leistungsbilanz gebildet wird, und an Hand der Leistungsbilanz eine Entscheidung getroffen wird, ob und welche Wärmeregulierungsmaßnahmen für den Scheinwerfer-Innenraum (3) durchzuführen sind.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** für den Fall, dass die Leistungsbilanz größer und/oder größer gleich Null ist, Wärmeregulierungsmaßnahmen durchgeführt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Entscheidung, ob und welche Wärmeregulierungsmaßnahmen für den Scheinwerfer-Innenraum (3) durchzuführen sind, weiters von der Temperatur im Scheinwerfer-Innenraum (3) sowie von dem Ausmaß der Leistungsbilanz abhängig gemacht wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Ermittlung der Leistungszufuhr ein Satz von für die Leistungszufuhr des Scheinwerfers (1) relevanten Leistungszufuhr-Parametern gemessen wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Satz von Leistungszufuhr-Parametern zumindest einen Parameter umfasst, welcher aus der folgenden Menge stammt: Leistungsabgabe der Lichtquellen, Temperatur im Motorraum des Kraftfahrzeuges, Sonneneinstrahlung.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Satz von für die Leistungsabgabe des Scheinwerfers (1) relevanten Leistungsabgabe-Parametern gemessen wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Satz von Leistungsabgabe-Parametern zumindest einen Parameter umfasst, welcher aus der folgenden Menge stammt: Fahrzeuggeschwindigkeit, Motorraumtemperatur des Kraftfahrzeuges, Außentemperatur, Sonneneinstrahlung, Niederschlag (Regen).
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** an Hand des Satzes von Leistungsaufnahme-Parametern die dem Scheinwerfer-Innenraum (3) zugeführte Leistungszufuhr ermittelt wird und an Hand des Satzes von Leistungsabgabe-Parametern die aus dem Scheinwerfer-Innenraum (3) abgebbare Leistungsabgabe ermittelt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ermittlung der Leistungszufuhr und der Leistungsabgabe mittels eines mathematischen Modells des Scheinwerfers erfolgt.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leistungsbilanz bereits vor Inbetriebnahme und/oder nach der Außerbetriebnahme des Scheinwerfers ermittelt wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die laufende Ermittlung der Leistungsbilanz in regelmäßigen Abständen erfolgt.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Wärmeregulierungsmaßnahme das Aktivieren von zumindest einem Lüfter für den Innenraum des Fahrzeugscheinwerfers vorgesehen ist.

EP 2 157 371 A2

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Wärmeregulierungsmaßnahme das Dimmen von einer, mehreren oder allen LED-Lichtquellen vorgesehen ist.
- 5 14. Verfahren nach Anspruch 12 und 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei niedrigeren Temperaturen bei einer positiven Leistungsbilanz vorerst der oder die Lüfter aktiviert wird/werden, bevor alternativ oder zusätzlich LED-Lichtquellen gedimmt werden.
- 10 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Entscheidung hinsichtlich der Frage, ob und welche Wärmeregulierungsmaßnahmen für den Scheinwerfer-Innenraum (3) durchzuführen sind, laufend getroffen wird.
16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** für jede ermittelte Leistungsbilanz oder für bestimmte ermittelte Leistungsbilanzen neu getroffen wird.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

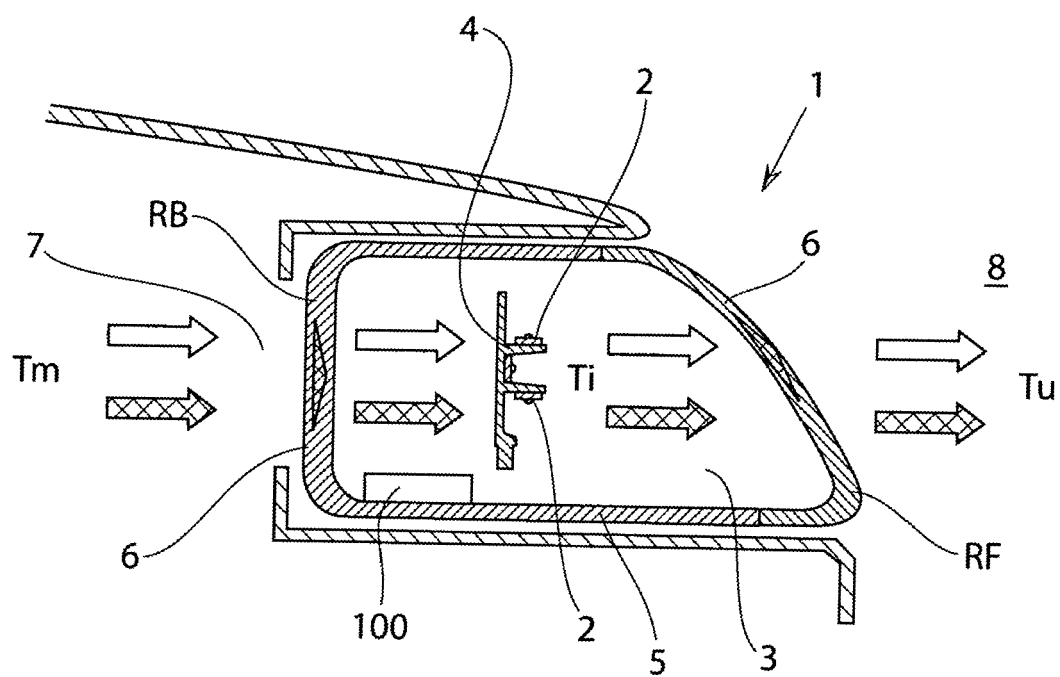


Fig. 1

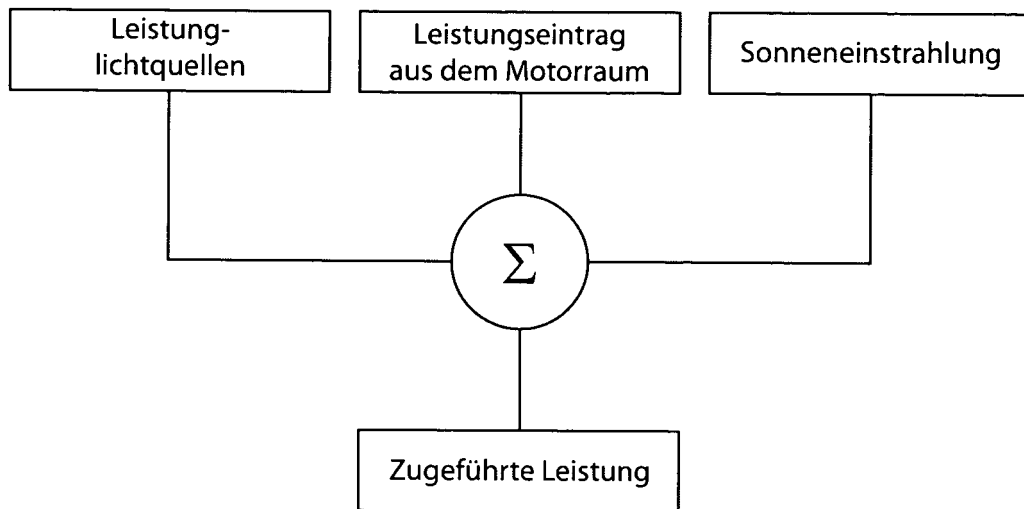


Fig. 2

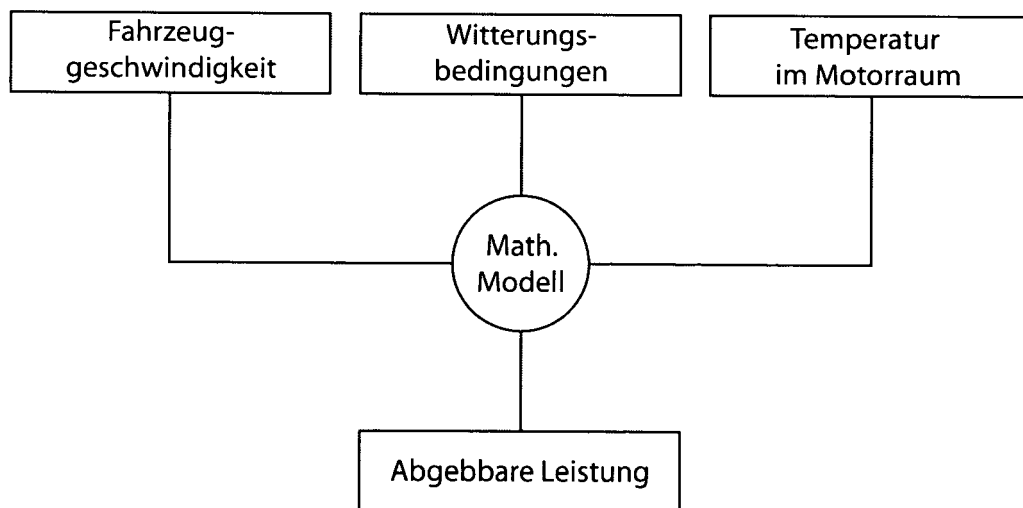


Fig. 3

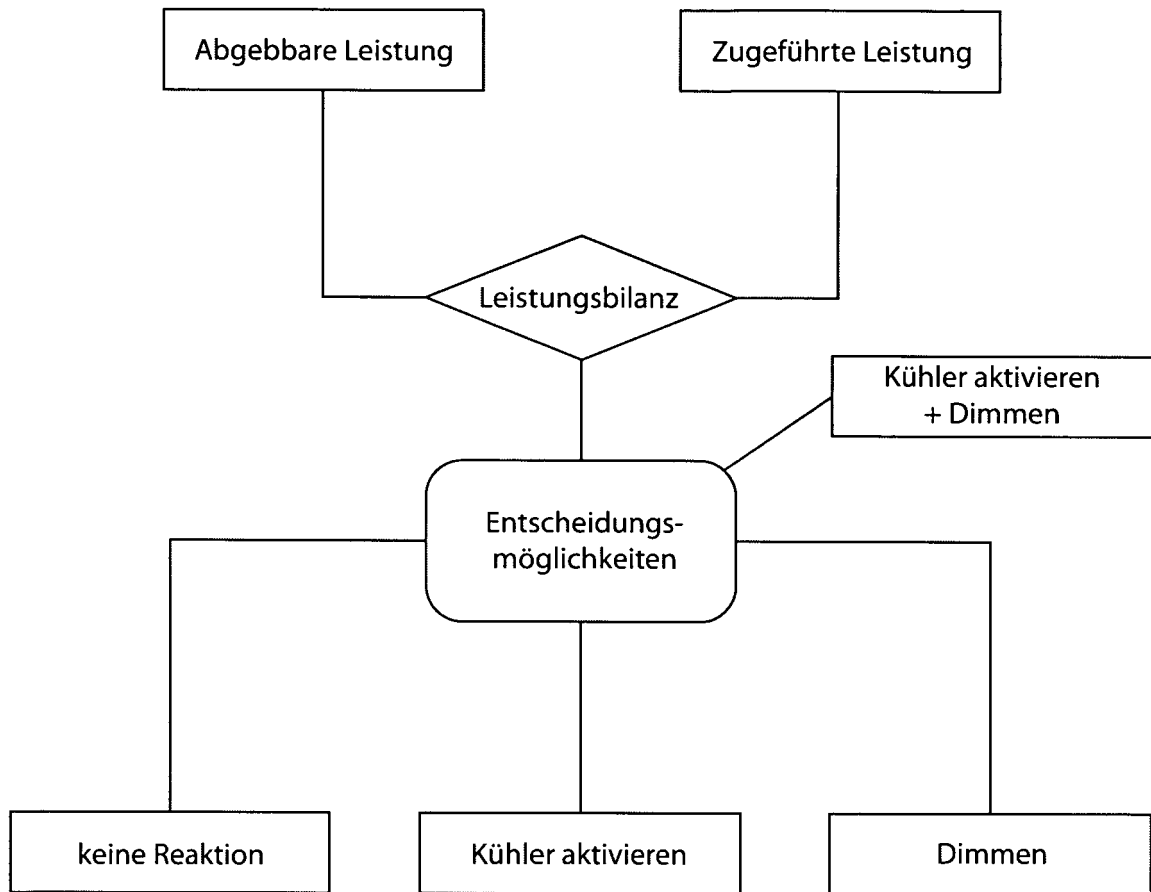


Fig. 4

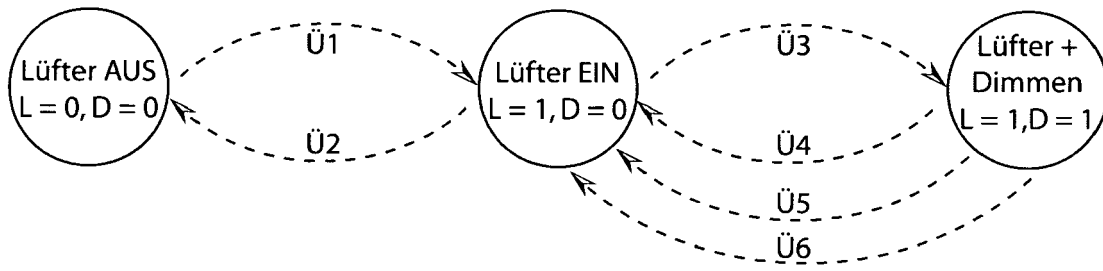


Fig. 5

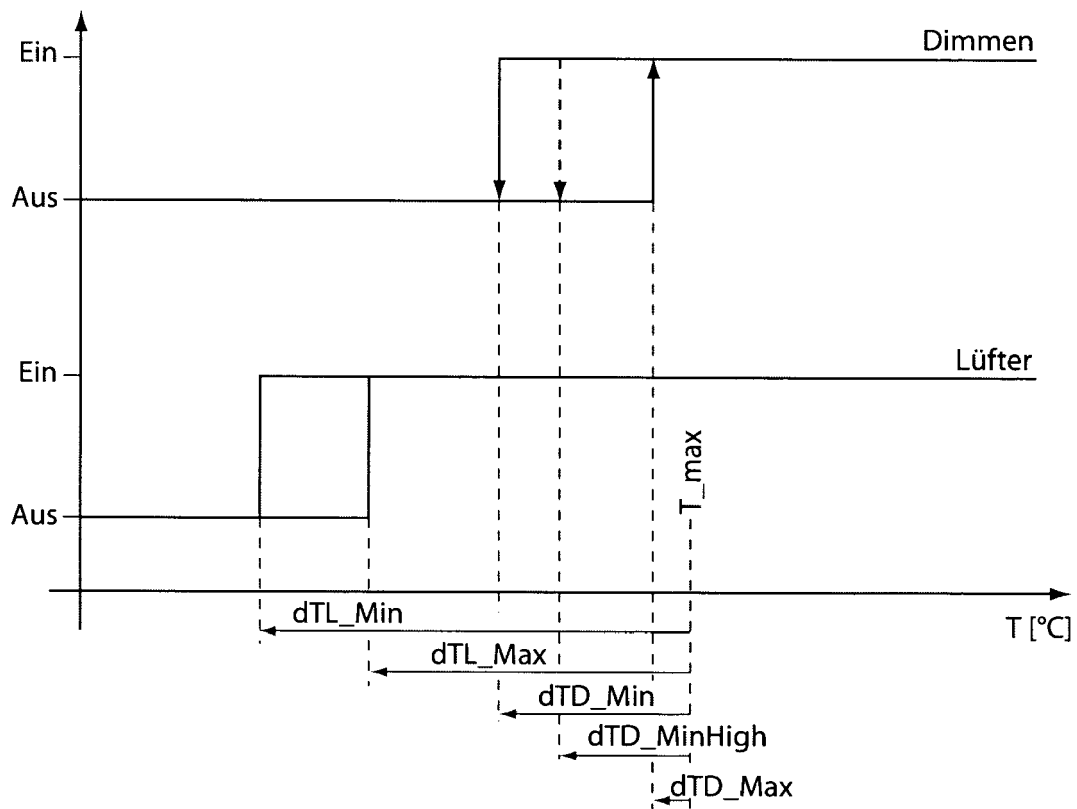


Fig. 6

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

- DE 102004011939 B4 [0006]