



(10) **DE 11 2009 001 839 T5** 2011.09.29

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2010/012084**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2009 001 839.4**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/CA2009/001050**
(86) PCT-Anmeldetag: **30.07.2009**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **04.02.2010**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **29.09.2011**

(51) Int Cl.: **H01L 23/34** (2006.01)
F21V 29/02 (2006.01)
H01L 23/467 (2006.01)
H05B 33/08 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
12/182,972 **30.07.2008** **US**

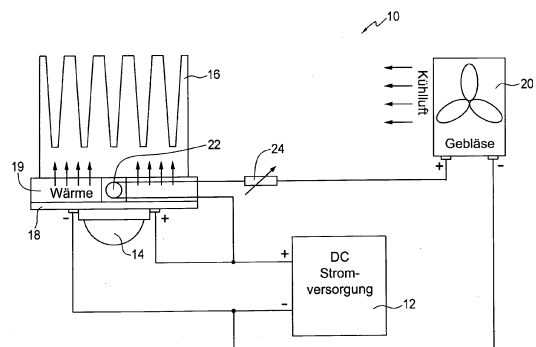
(74) Vertreter:
Walther, Walther & Hinz GbR, 34130, Kassel, DE

(71) Anmelder:
MP Design Inc., Vancouver, CA

(72) Erfinder:
**Kornitz, Alexander, Richmond, CA; Pospisil,
Mirek, West Vancouver, CA**

(54) Bezeichnung: **Wärmeregulierungssystem für eine LED-Beleuchtungsvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Ein Wärmeregulierungssystem für eine Leuchtdiode umfasst einen Thermistor, der mit einem Kühlkörper thermisch gekoppelt ist. Vorzugsweise ist der Thermistor innerhalb eines Wärme leitenden Elementes angeordnet. Eine Stromversorgung ist mit dem Thermistor elektrisch verbunden. Eine Kühleinrichtung ist mit der Stromversorgung und dem Thermistor elektrisch in Reihe geschaltet. Der Thermistor befindet sich zwischen der Stromversorgung und dem Thermistor. Ein Rheostat kann außerdem zwischen dem Thermistor und der Stromversorgung elektrisch in Reihe geschaltet sein.



Beschreibung

ERFINDUNGSHINTERGRUND

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Leuchtdioden und insbesondere auf ein Wärmeregulierungssystem für eine LED-Beleuchtungsvorrichtung.

Beschreibung einschlägiger Technik

[0002] Wie jeder Halbleiter geben Leuchtdioden während ihres Betriebes Wärme ab. Der Grund dafür besteht darin, dass nicht die gesamte elektrische Energie, mit der eine Leuchtdiode versorgt wird, in Lichtenergie umgewandelt wird. Ein erheblicher Teil der elektrischen Energie wird in Wärmeenergie umgewandelt, was zu einer Temperaturerhöhung der Leuchtdiode führt. Bei von einem Widerstand gesteuerten Schaltkreisen fällt die Durchlassspannung ab, und der Strom, der durch den PN-Übergang der Leuchtdiode fließt, nimmt zu, während sich die Temperatur der Leuchtdiode erhöht. Der erhöhte Strom verursacht ein zusätzliches Erwärmen des PN-Übergangs und kann die Leuchtdiode thermisch belasten.

[0003] Leuchtdioden unter thermischer Belastung verlieren an Effizienz und ihre Leistung vermindert sich. In bestimmten Situationen können sich die optischen Wellenlängen sogar verlagern, was dazu führt, dass weißes Licht mit einem blauen Farbton erscheint. Leuchtdioden unter thermischer Belastung können auch zugehörige Treiberbauteile stärker belasten, wodurch sich auch deren Temperatur erhöht. Das kann zu gebrochenen Drahtkontaktierungen, Aufblättern, Ablösen interner Lötstellen, Schäden an dem die-bond Epoxid und zur Linsenvergilbung führen. Wenn nichts unternommen wird, um die ansteigende Temperatur der Leuchtdiode zu kontrollieren, kann es zum Ausfall des PN-Übergangs kommen, was möglicherweise zu einem thermischen Durchbruch und zu einem katastrophalen Ausfall führen kann.

[0004] Die Wärmeregulierung von Leuchtdioden beinhaltet die Übertragung von Wärmeenergie von der Leuchtdiode. Demzufolge besteht ein Aspekt der Konstruktion der LED-Beleuchtungsvorrichtung darin, so viel Wärmeenergie wie möglich auf effiziente Art und Weise von dem PN-Übergang der Leuchtdiode weg zu übertragen. Dies kann im allgemeinen zumindest teilweise durch die Verwendung eines Kühlkörpers erreicht werden. Doch bei leistungsstärkeren LED-Beleuchtungsvorrichtungen im 20 bis 60 Watt-Bereich oder bei Anwendungen, in denen zahlreiche Leuchtdioden auf engstem Raum angeordnet sind, können auch weitere Möglichkeiten zum Kühlen erforderlich sein, um die Leistungsfähigkeit aufrechtzuerhalten. Der Grund dafür liegt darin, dass die von

den Leuchtdioden erzeugte Energie manchmal die von dem Kühlkörper aufgenommene und abgeleitete Wärmeenergie übersteigt. In diesen Situationen wird meistens ein Kühlgebläse in Verbindung mit dem Kühlkörper verwendet.

[0005] In einem herkömmlichen Wärmeregulierungssystem für LED-Beleuchtungsvorrichtungen sind ein Kühlkörper und ein Kühlgebläse mit einer Lichtquelle thermisch gekoppelt, wobei die Lichtquelle aus einer Vielzahl von Leuchtdioden besteht. Ein Wärmefühler erfasst die Temperatur der Lichtquelle und gibt an einen Controller das Signal, auf der Grundlage der Temperatur der Lichtquelle ein Kühlgebläse mit variabler Drehzahl in Betrieb zu nehmen, um die Beleuchtungsvorrichtung innerhalb eines gewünschten Temperaturbereichs zu halten. Doch der Bedarf nach einem Controller, meistens in Form eines Mikroprozessors, erhöht die Anzahl der Komponenten in dem Wärmeregulierungssystem und damit die Herstellungskosten.

KURZE ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0006] Es ist eine Zielsetzung der Erfindung, ein verbessertes Wärmeregulierungssystem für eine LED-Beleuchtungsvorrichtung bereitzustellen.

[0007] Insbesondere ist es eine Zielsetzung der vorliegenden Erfindung, ein Wärmeregulierungssystem für eine LED-Beleuchtungsvorrichtung bereitzustellen, das eine reduzierte Anzahl von Komponententeilen besitzt.

[0008] Demzufolge wird ein Wärmeregulierungssystem für eine Leuchtdiode mit einem Thermistor bereitgestellt, der mit einem Kühlkörper thermisch gekoppelt ist. Vorzugsweise ist der Thermistor innerhalb eines wärmeleitenden Elementes angeordnet. Eine Stromversorgung ist mit dem Thermistor elektrisch verbunden. Eine Kühleinrichtung ist mit der Stromversorgung und dem Thermistor elektrisch in Reihe geschaltet, wobei der Thermistor zwischen der Stromversorgung und der Kühleinrichtung angeordnet ist. Außerdem kann ein Rheostat zwischen dem Thermistor und der Stromversorgung elektrisch in Reihe geschaltet sein.

[0009] Es wird auch eine LED-Beleuchtungsvorrichtung mit einem Wärmeregulierungssystem bereitgestellt. Die Beleuchtungsvorrichtung besitzt einen Kühlkörper, der mit einer Leuchtdiode thermisch gekoppelt ist. Ein Thermistor ist mit dem Kühlkörper thermisch gekoppelt. Vorzugsweise ist der Thermistor innerhalb eines wärmeleitenden Elementes angeordnet. Eine Stromversorgung ist zu der Leuchtdiode und dem Thermistor elektrisch parallel geschaltet. Eine Kühleinrichtung ist mit der Stromversorgung und dem Thermistor elektrisch in Reihe geschaltet, wobei der Thermistor zwischen der Stromversorgung

und der Kühleinrichtung angeordnet ist. Außerdem kann ein Rheostat zwischen dem Thermistor und der Stromversorgung elektrisch in Reihe geschaltet sein.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0010] Die vorliegende Erfindung wird anhand der nachfolgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsart noch verständlicher, die beispielhaft unter Bezugnahme auf die Begleitzeichnungen angegeben wird. Es zeigen:

[0011] [Fig. 1](#) ein vereinfachtes Blockdiagramm eines verbesserten Wärmeregulierungssystems für eine LED-Beleuchtungsvorrichtung gemäß einer Ausführungsart der vorliegenden Erfindung;

[0012] [Fig. 2](#) ein Schaltbild des Wärmeregulierungssystems aus [Fig. 1](#);

[0013] [Fig. 3](#) eine perspektivische Ansicht, teilweise im Schnitt, einer LED-Beleuchtungsvorrichtung, die mit dem Wärmeregulierungssystem aus [Fig. 1](#) versehen ist; und

[0014] [Fig. 4](#) ein Schaubild mit verschiedenen Temperaturen einer LED-Beleuchtungsvorrichtung, die mit dem Wärmeregulierungssystem aus [Fig. 1](#) versehen ist.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSARTEN

[0015] [Fig. 1](#) zeigt ein vereinfachtes Blockdiagramm des Kühlsystems eines verbesserten Wärmeregulierungssystems **10** für eine LED-Beleuchtungsvorrichtung **11**, die in [Fig. 3](#) gezeigt ist. In [Fig. 1](#) ist eine DC-Stromversorgung **12** an eine Leuchtdiode **14** angeschlossen, die auf einer Leiterplatte **18** montiert ist. In diesem Beispiel sind die Leuchtdiode **14** und die Leiterplatte **18** über ein wärmeleitendes Element, in diesem Fall eine Metallplatte **19**, mit einem Kühlkörper **16** thermisch gekoppelt. Doch das ist keine Voraussetzung. Die Metallplatte **19**, die vorzugsweise aus Kupfer oder Aluminium gebildet ist, ist zwischen der Leiterplatte **18** und dem Kühlkörper **16** angeordnet. Die Stromversorgung **12** ist ebenfalls mit einer Kühleinrichtung verbunden, wobei es sich in diesem Beispiel um ein Gebläse **20** handelt. Ein Thermistor **22**, der mit dem Kühlkörper **16** thermisch gekoppelt ist, ist zwischen der DC-Stromversorgung **12** und dem Kühlgebläse **20** in Reihe geschaltet. Vorzugsweise ist der Thermistor **22** innerhalb der Metallplatte **19** angeordnet oder in ihr verschachtelt. Ein Widerstand in Form eines Rheostats **24** ist außerdem zwischen dem Thermistor **22** und dem Kühlgebläse **20** in Reihe geschaltet. Das Kühlgebläse **20**, der Thermistor **22** und der Rheostat **24** bilden einen Steuerschaltkreis.

[0016] [Fig. 2](#) zeigt ein Schaltbild des Wärmeregulierungssystems **10**. Eine Vielzahl von Leuchtdioden **14a**, **14b**, **14c** und **14d** bildet eine LED-Anordnung **15**. Wie in [Fig. 2](#) gezeigt, können die Leuchtdioden sowohl in Reihe als auch parallel geschaltet sein. Die LED-Anordnung **15** ist mit dem Kühlkörper **16** thermisch gekoppelt. Die DC-Stromversorgung **12** liefert Strom an die einzelnen Leuchtdioden **14a**, **14b**, **14c** und **14d**. Die LED-Anordnung **15** wandelt elektrische Energie aus dem von der DC-Stromversorgung **12** gelieferten Strom sowohl in Lichtenergie als auch in Wärmeenergie um. Die Lichtenergie wird als Licht ausgestrahlt und die Wärmeenergie wird aufgenommen und anschließend durch den Kühlkörper **16** abgeleitet.

[0017] Die DC-Stromversorgung **12** liefert auch Strom an einen DC-Motor **26** des Kühlgebläses **20**. Eine Vielzahl von Thermistoren mit negativem Temperaturkoeffizienten **22a**, **22b**, **22c** und **22d**, die sowohl in Reihe als auch parallel geschaltet sind, bilden eine Thermistor-Anordnung **28**, die wiederum zwischen der DC-Stromversorgung **12** und dem Kühlgebläse **20** in Reihe geschaltet ist. Die Thermistor-Anordnung **28** ist thermisch an den Kühlkörper **16** gekoppelt und reagiert auf die Temperatur des Kühlkörpers **16**. Wenn die Temperatur des Kühlkörpers **16** zunimmt, verringert sich der Widerstand der Thermistor-Anordnung **28**. Wenn die Temperatur des Kühlkörpers **16** abnimmt, erhöht sich der Widerstand der Thermistor-Anordnung **28**. Demzufolge ist der Stromdurchfluss zu dem Motor **26** des Kühlgebläses **20** abhängig von der Temperatur des Kühlkörpers **16**.

[0018] Der Rheostat **24**, der zwischen der Thermistor-Anordnung **28** und dem Kühlgebläse **20** in Reihe geschaltet ist, steuert die Drehzahl des Motors **26** des Kühlgebläses **20** auf eine Art und Weise, wie sie dem Fachmann auf dem Gebiet bekannt ist. Daher wird sie hier nicht in allen Einzelheiten beschrieben.

[0019] Dies ist wünschenswert, um weiterhin Energie zu sparen und die Geräusche zu minimieren, doch es ist nicht erforderlich. Andere Ausführungsarten des Wärmeregulierungssystems könnten auch keinen Rheostat enthalten, der zwischen der Thermistor-Anordnung und dem Kühlgebläse in Reihe geschaltet ist. Bei diesen Ausführungsarten arbeitet das Kühlgebläse je nach dem Stromdurchfluss zu dem Motor des Kühlgebläses oder auch nicht, was aufgrund der Thermistor-Anordnung von der Temperatur des Kühlkörpers abhängt. Einem Fachmann auf dem Gebiet wird außerdem klar sein, dass in anderen Ausführungsarten des Wärmeregulierungssystems andere Verdrahtungsschemata für die Leuchtdioden und Thermistoren verwendet werden können, um die LED-Anordnung und die Thermistor-Anordnung zu bilden.

[0020] Fig. 3 zeigt das Wärmeregulierungssystem 10, das innerhalb eines Gehäuses 30 der LED-Beleuchtungsvorrichtung 11 angeordnet ist. Vorzugsweise ist der Kühlkörper 16 mit dem Gehäuse 30 verbunden und der Kühlkörper 16 ist im hinteren Teil des Gehäuses 30 integriert. Diese Konstruktion hat sich für die Ableitung von Wärmeenergie als besonders erfolgreich erwiesen. Der Kühlkörper 16 ist in diesem Beispiel aus Kupfer oder aus Aluminium gebildet und besitzt eine Vielzahl von Rippen 32a und 32b, welche den Oberflächenbereich des Kühlkörpers 16 erhöhen. Die von den Leuchtdioden 14a, 14b, 14c und 14d in der LED-Anordnung 15 erzeugte Wärmeenergie wird durch Konduktion auf den Kühlkörper 16 übertragen. Das Kühlgebläse 20 ist ebenfalls in dem Gehäuse 30 angeordnet und befindet sich gegenüber dem Kühlkörper 16. Das Kühlgebläse 20 versorgt den Kühlkörper 16 mit Kühlluft, um die Übertragung der Wärmeenergie von dem Kühlkörper 16 durch Konvektion zu unterstützen. Das Hinzufügen der Kühlluft erhöht die Effizienz des Kühlkörpers 16 um 20% bis 30%.

[0021] Um die geeigneten Komponentenwerte für das Wärmeregulierungssystem 10 auszuwählen, wird der nachfolgende Algorithmus verwendet:

1. Der annähernde Gesamtstromverbrauch (P_S) der LED-Anordnung wird unter Verwendung der folgenden Gleichung bestimmt:

$$P_S = P_D \times N \quad (\text{Gleichung 1})$$

wobei

P_D der Nennwertstrom der einzelnen Leuchtdioden ist und

N die Gesamtzahl von Leuchtdioden in der LED-Anordnung ist.

2. Auf der Grundlage des Verdrahtungsschemas der LED-Anordnung wird die erforderliche Spannung (V_S) unter Verwendung der folgenden Gleichung bestimmt:

$$V_S = V_f \times n \quad (\text{Gleichung 2})$$

wobei

V_S der Durchlassspannungsabfall der Leuchtdioden ist; und

n die Anzahl der Leuchtdioden ist, die in der LED-Anordnung in Reihe geschaltet sind;

und der erforderliche Strom (I_S) wird unter Verwendung der folgenden Gleichung bestimmt:

$$I_S = I_f \times m \quad (\text{Gleichung 3})$$

wobei

I_f der Durchlassstrom der Leuchtdioden ist; und

m die Anzahl der strings oder legs ist, die in der LED-Anordnung parallel geschaltet sind.

3. Auf der Grundlage des Gesamtstromverbrauchs (P_S) der LED-Anordnung wird der annä-

hernde Wert des erforderlichen dissipativen Oberflächenbereichs (S_{HS}) des Kühlkörpers zum Erreichen einer gewünschten Temperatur (T_{PCB}) der LED-Anordnung unter Verwendung der folgenden Gleichung bestimmt:

$$S_{HS} = P_S / S_1 \quad (\text{Gleichung 4})$$

wobei

S_1 der Wert des dissipativen Mindestoberflächenbereichs des Kühlkörpers ist, der erforderlich ist, um die gewünschte Temperatur (T_{PCB}) der LED-Anordnung aufrechtzuerhalten, und die Wärmeenergie von 1 W des Gesamtenergieverbrauchs (P_S) der LED-Anordnung auszugleichen. Die S_1 Werte kann man durch statistische Analyse von Versuchsdaten aus Tests verschiedener Kühlkörper und LED-Anordnungen erhalten.

4. Auf der Grundlage des erforderlichen dissipativen Oberflächenbereichs (S_{HS}) des Kühlkörpers und ästhetischer Designüberlegungen werden die Grundfläche (S_B) oder Basisfläche des Kühlkörpers und die Höhe (H_{HS}) des Kühlkörpers unter Verwendung geometrischer Grundsätze bestimmt.

5. Auf der Grundlage des Energieverbrauchs (P_S) der LED-Anordnung werden die erforderliche Spannung (V_S), der erforderliche Strom (I_S), die Grundfläche (S_B) und die Höhe (H_{HS}) des Kühlkörpers, die Art, Menge und der Schaltplan für das oder die Kühlgebläse, die in dem Wärmeregulierungssystem verwendet werden, bestimmt, um folgende Bedingungen zu erfüllen:

Die Gesamtenergie (P_{FT}) für die Gebläse darf nicht mehr betragen als:

$$P_{FT} \leq (0,05 \text{ bis } 0,1) \times P_S \quad (\text{Gleichung 5})$$

Der Spannungsabfall (V_{FS}) des Gebläses oder in Reihe geschalteter Gebläse und der Spannungsabfall des Steuerschaltkreises (V_C), d. h. der Durchlassspannungsabfall der Reihenschaltung des Widerstandes der Thermistor-Anordnung und des Rheostats, darf nicht mehr betragen als:

$$V_{FS} + V_C = V_S \quad (\text{Gleichung 6})$$

Unter der Berücksichtigung, dass:

$$P_S = V_S \times I_S \quad (\text{Gleichung 7})$$

und unter Beachtung von Gleichung 5 und Gleichung 6 beträgt der Wert des Stromes (I_{FS}) durch das Gebläse oder die in Reihe geschalteten Gebläse und den Steuerschaltkreis:

$$I_{FS} = I_C = (0,05 \text{ bis } 0,1) \times I_S \quad (\text{Gleichung 8})$$

Die empirische Analyse hat gezeigt, dass ein akzeptables Verhältnis zwischen V_{FS} und V_C definiert werden kann als:

$$V_{FS} = 0,6 \times V_S \quad (\text{Gleichung 9})$$

demzufolge ist

$$V_C = 0,4 \times V_S \quad (\text{Gleichung 10})$$

Auf der Grundlage von Gleichung 5, Gleichung 8 und Gleichung 9 kann die richtige Art von Gebläsen ausgewählt werden. Die Gesamtabmessungen der ausgewählten Gebläse müssen auf die berechneten Gesamtabmessungen des Kühlkörpers abgestimmt werden.

6. Ein akzeptables Verhältnis zwischen dem Spannungsabfall (V_T) des Thermistors und dem Spannungsabfall (V_R) in dem Steuerschaltkreis wurde aus der empirischen Analyse bestimmt und wird wie folgt definiert:

$$V_T = (0,7 \times V_C) = (0,7 \times (0,4 \times V_S)) = (0,28 \times V_S) \approx (0,3 \times V_S) \quad (\text{Gleichung 11})$$

$$V_R = (0,3 \times V_C) = (0,3 \times (0,4 \times V_S)) = (0,12 \times V_S) \approx (0,1 \times V_S) \quad (\text{Gleichung 12})$$

7. Der äquivalente Widerstand der LED-Anordnung beträgt:

$$R_S = V_S / I_S \quad (\text{Gleichung 13})$$

8. Auf der Grundlage von Gleichung 8, Gleichung 11 und Gleichung 13 wird der Wert (R_T) des Thermistors unter Verwendung der folgenden Gleichung bestimmt:

$$R_T = (V_T / I_C) = (0,3 \times V_S) / (0,05 \text{ bis } 0,1) I_S \approx (3 \text{ bis } 6) R_S \quad (\text{Gleichung 14})$$

9. Auf der Grundlage von Gleichung 8 und Gleichung 11 wird der Wert (P_T) der von dem Thermistor abgeleiteten Energie unter Verwendung der folgenden Gleichung bestimmt:

$$P_T = (V_T \times I_C) = (0,3 \times V_S) \times (0,05 \text{ bis } 0,1) I_S \approx (0,015 \text{ bis } 0,03) P_S \quad (\text{Gleichung 15})$$

was gerade 1,5% bis 3,0% der von der LED-Anordnung abgeleiteten Energie entspricht.

10. Auf der Grundlage von Gleichung 8, Gleichung 12 und Gleichung 13 wird der Wert R_R unter Verwendung der folgenden Gleichung bestimmt:

$$R_R = (V_R / I_C) = (0,1 \times V_S) / (0,05 \text{ bis } 0,1) I_S \approx (1 \text{ bis } 2) R_S \quad (\text{Gleichung 16})$$

11. Auf der Grundlage von Gleichung 8 und Gleichung 12 wird der Wert (PR) der von dem Rheostat abgeleiteten Energie unter Verwendung der folgenden Gleichung bestimmt:

$$PR = (V_R \times I_C) = (0,1 \times V_S) \times (0,05 \text{ bis } 0,1) I_S \approx (0,005 \text{ bis } 0,01) R_S \quad (\text{Gleichung 17})$$

was gerade 0,5% bis 1,0% der von der LED-Anordnung abgeleiteten Energie entspricht.

12. Unter Berücksichtigung von Gleichung 8 und Gleichung 9, zusammen mit der Tatsache, dass Strom durch den Steuerschaltkreis auch durch das Gebläse fließt, folgt:

$$R_{FS} = (V_F / I_C) = (0,6 \times V_S) / (0,05 \text{ bis } 0,1) I_S \approx (6 \text{ bis } 12) R_S \quad (\text{Gleichung 18})$$

[0022] Ein Fachmann auf dem Gebiet wird verstehen, dass Gleichung 14, Gleichung 15, Gleichung 16 und Gleichung 18 ermöglichen, die Grundkomponenten des Wärmeregulierungssystems **10** auszuwählen, d. h. die Thermistoren **22a**, **22b** und **22d**, den Rheostat **24** und das Kühlgebläse **20**, und zwar unter Verwendung eines Grundwertes, nämlich des Widerstandes (R_S) der LED-Anordnung **15**.

[0023] Auf der Grundlage des Widerstandes (R_T) der Thermistor-Anordnung **28**, der unter Verwendung von Gleichung 14 berechnet wurde, des Stromes (I_C), der durch das Kühlgebläse **20** fließt und unter Verwendung von Gleichung 8 berechnet wurde, und der Grundfläche (S_B) oder Basisfläche des Kühlkörpers **16**, kann ein Fachmann auf dem Gebiet die Anzahl der in der Thermistor-Anordnung **28** erforderlichen Thermistoren und die zwischen den Thermistoren erforderliche elektrische Schaltung, nämlich Reihenschaltung, Parallelschaltung oder beides, leicht bestimmen, um die Bedingungen von Gleichung 14 zu erfüllen. Auf dieser Grundlage können die Verschachtelung oder Einbettung der Thermistoren **22a**, **22b**, **22c** und **22d** in den Boden des Kühlkörpers **16** und die allgemeine Konstellation des Wärmeregulierungssystems **10** bestimmt werden.

[0024] Im Betrieb verändert sich die Temperatur der Beleuchtungsvorrichtung **11** infolge wechselnder Umgebungstemperaturen und elektrischer Belastung. Wenn die Beleuchtungsvorrichtung **11** eingeschaltet ist, übersteigt die Temperatur der Beleuchtungsvorrichtung **11** die Temperatur der Umgebungstemperatur oder Raumtemperatur, wie in [Fig. 4](#) am besten zu sehen ist. Der Grund dafür liegt darin, dass die elektrische Energie, die den Leuchtdioden **14a**, **14b**, **14c** und **14d** von der DC-Stromversorgung **12** geliefert wird, sowohl in Lichtenergie als auch in Wärmeenergie umgewandelt wird. Die Wärmeenergie wird teilweise von dem Kühlkörper **16** aufgenommen und abgeleitet, so dass die Leuchtdioden **14a**, **14b**, **14c** und **14d** nahe bei einem vorher festgelegten Temperaturpunkt bleiben, um einen thermischen Durchbruch zu vermeiden.

[0025] Während die Temperatur des Kühlkörpers **16** zunimmt und wenn sie einen Grenztemperaturpunkt überschreitet, verringert sich der Widerstand der Thermistor-Anordnung **28**. Dies verursacht einen erhöhten Stromdurchfluss von der DC-Stromversorgung **12** durch die Thermistor-Anordnung **28** und den Rheostat **24** zu dem Kühlgebläse **20**. Der erhöhte Stromdurchfluss zu dem Kühlgebläse **20** führt zu einer Leistungserhöhung des Kühlgebläses **20**. Das Kühlgebläse **20** bläst Kühlluft über und/oder durch den Kühlkörper **16**, um den Wärmeübertragungskoeffizienten, d. h. die Rate, mit der der Kühlkörper **16** die Wärmeenergie auf die Umgebung überträgt, zu erhöhen, wodurch sich die Effizienz des Kühlkörpers **16** erhöht, und eine Überhitzung der Beleuchtungsvorrichtung **11** verhindert wird.

[0026] Während die Temperatur des Kühlkörpers **16** als Reaktion auf die vom Gebläse gelieferte Kühlluft sinkt, steigt der Widerstand der Thermistor-Anordnung an. Dies führt zu einer Abnahme des Stromdurchflusses von der DC-Stromversorgung **12** durch die Thermistor-Anordnung **28** und den Rheostat **24** zu dem Kühlgebläse **20**. Der verminderte Stromdurchfluss zu dem Kühlgebläse **20** führt zu einer Abnahme in der Leistung des Kühlgebläses **20**, wodurch Energie eingespart und die Geräusche minimiert werden. Wenn die Temperatur des Kühlkörpers **16** unter die Schwellentemperatur fällt, arbeitet das Kühlgebläse **20** nicht. Unter Bedingungen, in denen also der Kühlkörper **16** allein in der Lage ist, die von den Leuchtdioden **14a**, **14b**, **14c** und **14d** erzeugte Wärmeenergie effektiv abzuleiten, arbeitet das Kühlgebläse **20** nicht. Wenn die Temperatur des Kühlkörpers wieder zunimmt und den Schwellenwert überschreitet, arbeitet das Kühlgebläse **20** wieder.

[0027] Wie in **Fig. 4** gezeigt, kann das Kühlgebläse **20**, indem es, wie oben beschrieben, zyklisch und mit variabler Drehzahl arbeitet oder nicht arbeitet, den Kühlkörper **16** und in Erweiterung die LED-Anordnung **15** innerhalb eines gewünschten Temperaturbereichs halten, wenn die Beleuchtungsvorrichtung **11** eingeschaltet ist. Es sollte klar sein, dass das eingeschaltete Gebläse je nach Schaltung des Wärmeregulierungssystems **10** entweder gleichbleibend bei voller Drehzahl oder variabler Drehzahl arbeitet.

[0028] Dem Fachmann auf dem Gebiet sollte klar sein, dass viele der oben genannten Einzelheiten lediglich als Beispiel dienen und dass der Geltungsbereich der Erfindung, der unter Bezugnahme auf die nachfolgenden Patentansprüche bestimmt wird, damit nicht eingeschränkt werden soll.

Patentansprüche

1. Wärmeregulierungssystem für eine Leuchtdiode mit:
einem Kühlkörper;

einem Thermistor, der mit dem Kühlkörper thermisch gekoppelt ist; und
einer Stromversorgung, die an den Thermistor elektrisch angeschlossen ist; und
einer Kühleinrichtung, die mit der Stromversorgung und dem Thermistor elektrisch in Reihe geschaltet ist, wobei sich der Thermistor zwischen der Stromversorgung und der Kühleinrichtung befindet.

2. Wärmeregulierungssystem nach Anspruch 1, das weiterhin einen Rheostat aufweist, der zwischen dem Thermistor und der Stromversorgung elektrisch in Reihe geschaltet ist.

3. Wärmeregulierungssystem nach Anspruch 1, das weiterhin ein wärmeleitendes Element aufweist, das zwischen der Leuchtdiode und dem Kühlkörper angeordnet ist, wobei der Thermistor innerhalb des wärmeleitenden Elementes angeordnet ist.

4. LED-Beleuchtungsvorrichtung, die mit einem Wärmeregulierungssystem versehen ist, wobei die Beleuchtungsvorrichtung folgendes besitzt:
eine Leuchtdiode;
einen Kühlkörper, der an die Leuchtdiode thermisch gekoppelt ist;
einen Thermistor, der an den Kühlkörper thermisch gekoppelt ist;
eine Stromversorgung, die in Parallelschaltung an die Leuchtdiode und den Thermistor elektrisch angeschlossen ist; und
eine Kühleinrichtung, die mit der Stromversorgung und dem Thermistor elektrisch in Reihe geschaltet ist, wobei sich der Thermistor zwischen der Stromversorgung und der Kühleinrichtung befindet.

5. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 4, die weiterhin einen Rheostat aufweist, der zwischen dem Thermistor und der Stromversorgung elektrisch in Reihe geschaltet ist.

6. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 4, die weiterhin ein wärmeleitendes Element aufweist, das zwischen der Leuchtdiode und dem Kühlkörper angeordnet ist, wobei der Thermistor innerhalb des wärmeleitenden Elementes angeordnet ist.

7. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 4, die weiterhin ein Gehäuse besitzt, wobei der Kühlkörper in das Gehäuse integriert ist.

8. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 4, wobei die Leuchtdiode ein Teil einer LED-Anordnung ist.

9. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 8, wobei die LED-Anordnung in Reihe geschaltet ist.

10. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 8, wobei die LED-Anordnung parallel geschaltet ist.

11. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 4, wobei der Thermistor ein Teil der Thermistor-Anordnung ist.

12. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 10, wobei die Thermistor-Anordnung in Reihe geschaltet ist.

13. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 10, wobei die Thermistor-Anordnung parallel geschaltet ist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

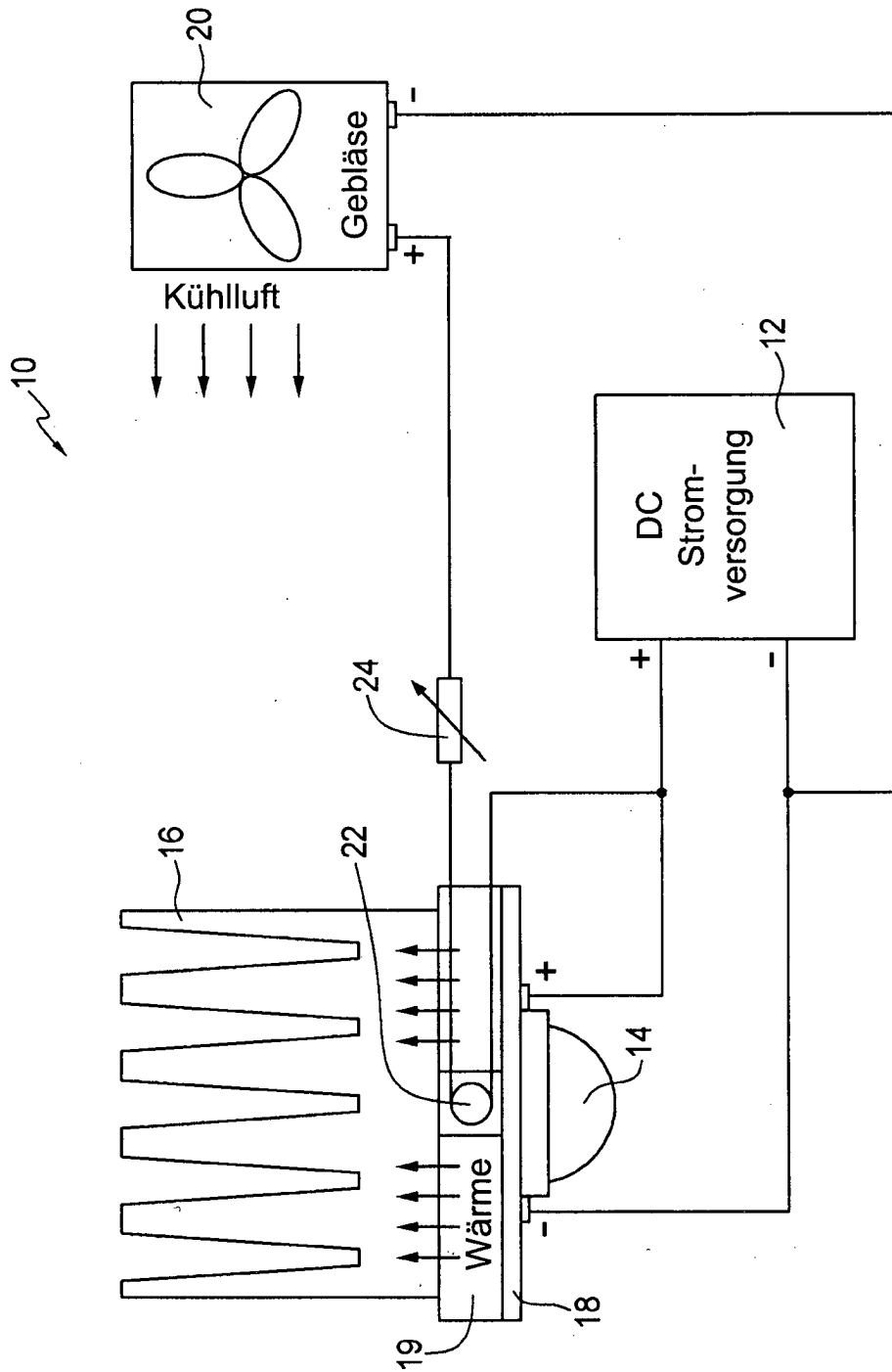


Fig. 1

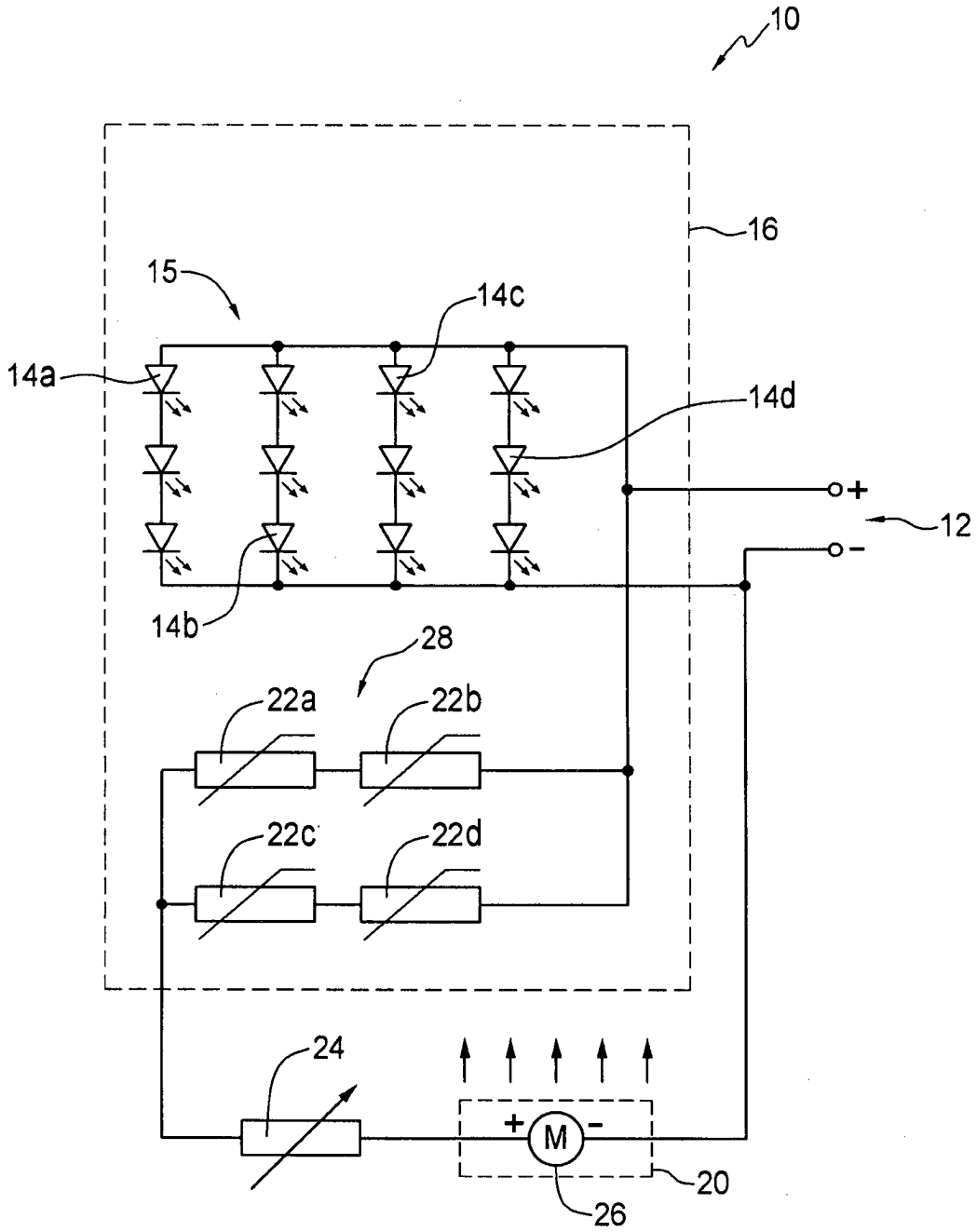


Fig. 2

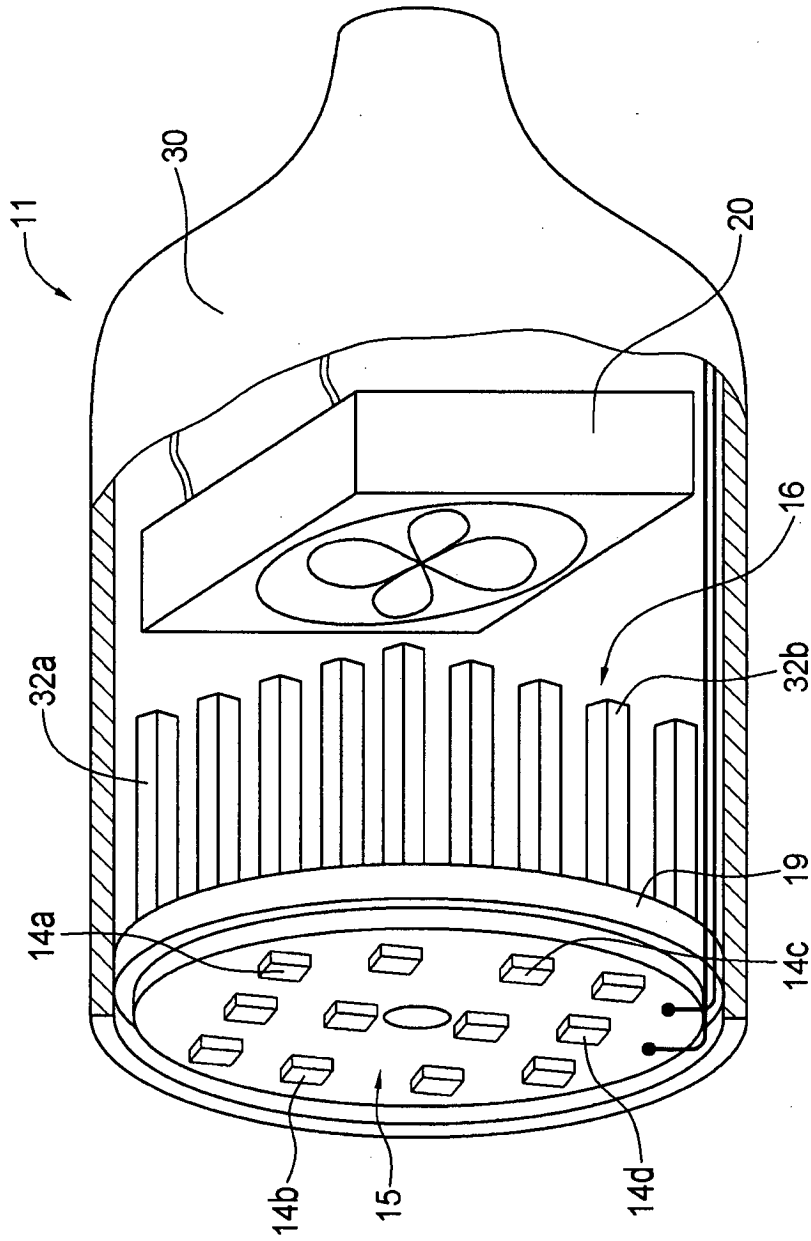


Fig. 3

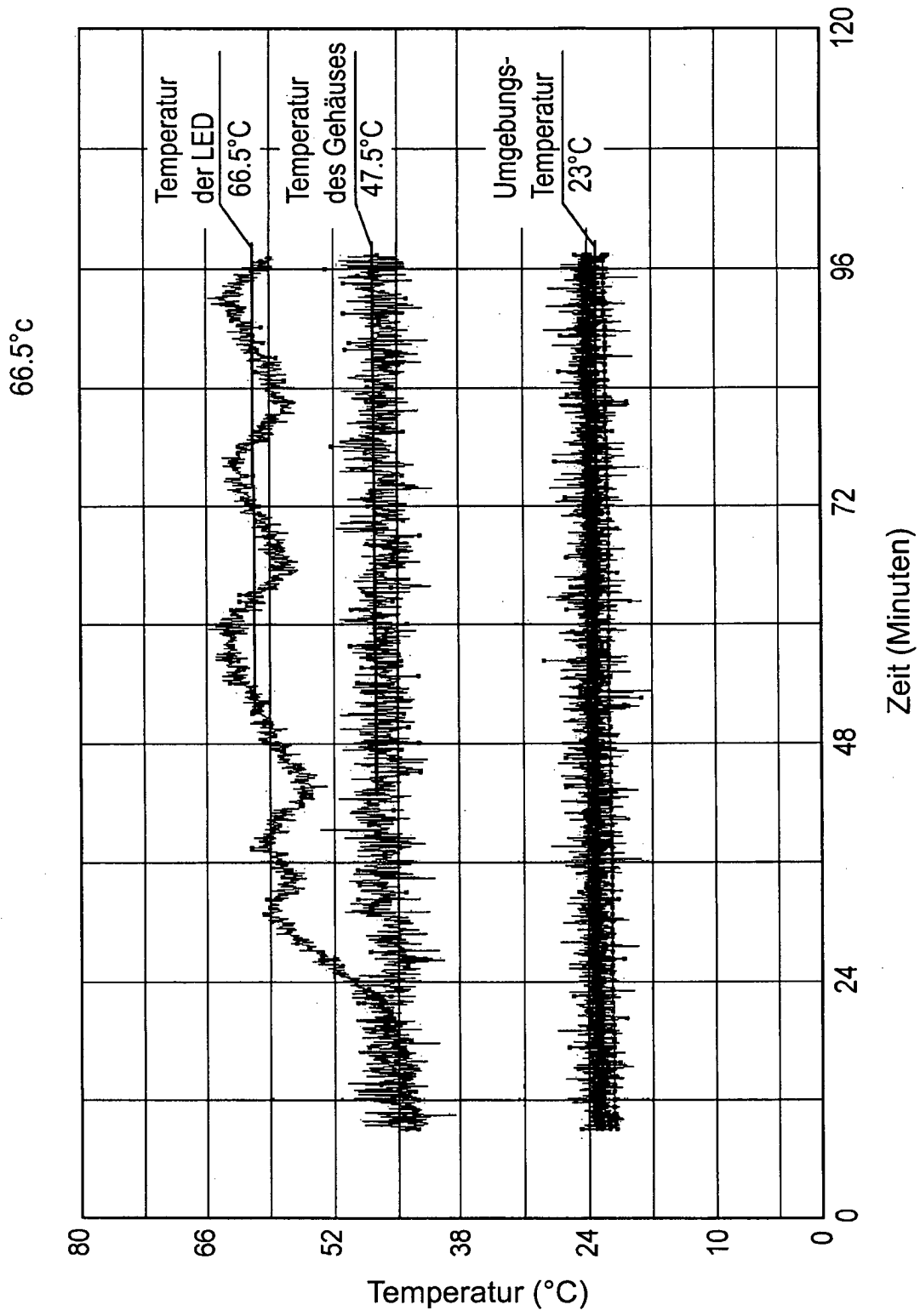


Fig. 4