



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.04.2021 Patentblatt 2021/16

(51) Int Cl.:
H05B 45/50 (2020.01)

(21) Anmeldenummer: **20200212.7**

(22) Anmeldetag: **06.10.2020**

(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

(71) Anmelder: **BRITZE Elektronik und Gerätebau GmbH**
12307 Berlin (DE)

(72) Erfinder:
• **BARAINSKY, Markus**
12161 Berlin (DE)
• **KOZOK, Robby**
13629 Berlin (DE)

(30) Priorität: **15.10.2019 DE 102019127766**

(74) Vertreter: **PATERIS Patentanwälte PartmbB**
Markgrafenstrasse 22
10117 Berlin (DE)

(54) **LED-BELEUCHTUNGSSYSTEM**

(57) Es wird ein LED-Beleuchtungssystem (100) bereitgestellt, das eine primärseitige Anordnung (101), eine sekundärseitige Anordnung (102) und eine Zuleitung (103) aufweist, über die die sekundärseitige Anordnung (102) von der primärseitigen Anordnung (101) mit elektrischer Energie versorgbar ist, wobei die sekundärseitige Anordnung (102) ein oder mehrere Halbleiter-Bauelemente aufweist und die primärseitige Anordnung (101) eine Einrichtung (109) zum Bereitstellen von elektrischer

Energie aufweist. Dabei ist vorgesehen, dass das eine oder die mehreren Halbleiter-Bauelemente nur LED-Leuchtmittel (104) sind und die primärseitige Anordnung (101) außerdem eine Steuereinrichtung (112) umfasst, die dazu eingerichtet ist, einen aktuellen Stromfluss durch die Zuleitung (103) in Abhängigkeit von einer maximal zulässigen Temperatur der Zuleitung (103) zu steuern.

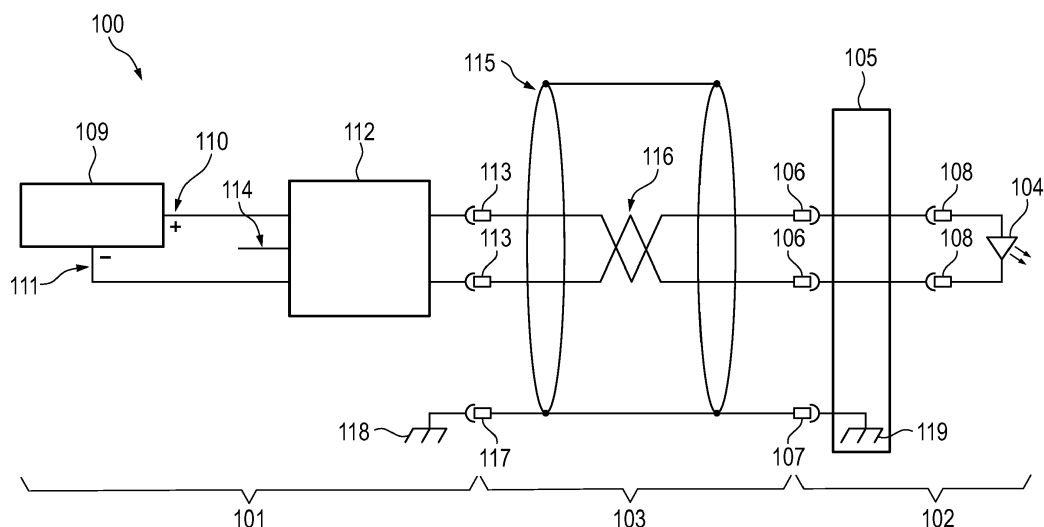


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein LED-Beleuchtungssystem (LED - lichtemittierende Diode), d. h. eine Schaltungsanordnung mit einem oder mehreren LED-Leuchtmitteln, bei denen es sich beispielsweise um dimmbare, d. h. in ihrer Lichtstärke veränderbare, LED-Leuchtmittel handeln kann, einschließlich Schaltungen zur Energieversorgung und Steuerung der lichtemittierenden Dioden.

[0002] Die Beleuchtung von Arbeitsräumen und insbesondere Wohnräumen erfolgt heutzutage in hohem Maße unter Verwendung von LED-Leuchtmitteln. Diese benötigen bei gleicher Beleuchtungsstärke weniger Energie als andere Leuchtmittel, beispielsweise Glühlampen oder Leuchtstofflampen. Zudem bieten LED-Leuchtmittel, die sich beispielsweise als einzelne LED-Spots, d. h. LED-Einzelstrahler, oder als LED-Streifen mit einer Mehrzahl einzelner, ggf. miteinander verschalteter, LED-Leuchtelemente einsetzen lassen, vielfältige Möglichkeiten, diese auf kreative Weise dekorativ einzusetzen.

[0003] Allerdings handelt es bei LED-Leuchtmitteln um Halbleiter-Bauelemente, die mit Gleichspannungen bzw. -strömen betrieben werden. Wird das LED-Leuchtmittel daher nicht von einer Batterie mit Energie versorgt, ist eine Gleichrichter-Schaltung, d. h. eine AC/DC-Leistungswandler-Schaltung erforderlich, um verfügbaren Wechselstrom (AC) bzw. Wechselspannung zumindest näherungsweise in einen Gleichstrom (DC) bzw. eine Gleichspannung zu wandeln.

[0004] Dabei kann die Leistungswandler-Schaltung beispielsweise direkt mit dem LED-Leuchtmittel in einem Gehäuse oder in einem räumlich nahen, aber vom LED-Leuchtmittel abgesetzten Modul realisiert sein, so dass die Energie durch eine Zuleitung, d. h. beispielsweise eine Kabelverbindung, zwischen Energiequelle und Leuchtmittel bzw. abgesetztem Modul mit Wechselstrom bzw. Wechselspannung übertragen wird. Dies stellt Mindestanforderungen an den verfügbaren Platz im Bereich der zu installierenden Leuchtmittel und erfordert ggf. für mehrere oder jedes LED-Leuchtmittel eine eigene AC/DC-Leistungswandler-Schaltung, wodurch sich neben dem Installationsaufwand auch die Kosten erhöhen.

[0005] Alternativ kann die AC/DC-Leistungswandler-Schaltung an bzw. räumlich in der Nähe der Netzspannungs- bzw. -stromversorgung als Energiequelle, beispielsweise in einem zentralen Schaltschrank, angeordnet sein, so dass die Energie durch die Zuleitung zwischen Energiequelle und Leuchtmitteln mit Gleichstrom bzw. Gleichspannung übertragen wird. Allerdings muss hierbei insbesondere die elektromagnetische Verträglichkeit, d. h. das Ausmaß der ungewollten Wirkung auf andere Geräte oder Leitungen bzw. durch andere Geräte und Leitungen (z. B. durch bei Schaltvorgängen oder Pulsweitenmodulation entstehende Störsignale und Antennenwirkung der Leitungen) durch ungewollte elektrische oder elektromagnetische Effekte zu stören oder durch andere Geräte und Leitungen gestört zu werden,

sowie der Leitungswiderstand berücksichtigt werden. So können Stromflüsse im regulären Betrieb oder auch durch Störsignale induziert die Leitung erwärmen, bei zu geringem Leitungsquerschnitt auch über eine zulässige Grenztemperatur hinaus, und dann zu Schäden, beispielsweise durch Schmelzen der Leitung und Kabelbrand, führen. Daher sind Leitungsquerschnitte häufig für den regulären Betrieb unnötig groß gewählt, was wiederum zu erhöhtem Materialbedarf und wiederum erhöhten Kosten führt. Zudem steigt das Gewicht der Leitungen, was beispielsweise bei der Verkabelung in Fahrzeugen, beispielsweise Kraftfahrzeugen, Zügen und Schiffen, z. B. Kreuzfahrtschiffen mit vielen Passagierkabinen, und Flugzeugen zu einem dauerhaft erhöhten Treibstoffbedarf und somit wiederum erhöhten Kosten führt.

[0006] LED-Beleuchtungssysteme können beispielsweise den Betrieb mit einer 24 V Gleichspannung vorsehen, wobei von einer Stromaufnahme von 300 bis 350 mA oder auch bis 500 mA, 700mA oder mehr pro individuellem LED-Spot oder bis zu 1 A pro Kanal eines LED-Streifens ausgegangen wird. RGBW-LED-Streifen verfügen beispielsweise über vier Kanäle, wobei über jeweils einen Kanal die rotes Licht, grünes Licht, blaues Licht und weißes Licht emittierenden Dioden angesprochen werden. Dabei kann es vorgesehen sein, dass die zur Verdrahtung verwendeten Leitungen der Zuleitung einen überdimensioniert großen Querschnitt aufweisen, um unerwartet große Stromflüsse beschädigungsfrei leiten zu können.

[0007] In der US 20180063928 A1 wird ein Beleuchtungssystem gezeigt, bei dem die Leuchtmittel mit Power-Over-Ethernet (PoE) betrieben werden, d. h. die Stromversorgung erfolgt über ein Ethernet-Datenkabel, mit dem Komponenten eines lokalen Datennetzwerks verbunden sind, wobei zudem vorgesehen ist, ein übermäßiges Erhitzen des Kabels zu vermeiden. Dabei werden LED-Leuchtmittel über eine komplexe elektronische Power-Over-Ethernet-Treiberschaltung angesteuert, die u. a. einen Mikrokontroller, einen Brücken-Gleichrichter und einen LED-Treiberchip aufweist und über ein Datenkabel als Energie- und Kommunikationsübertragungsverbindung mit einem zentralen elektronischen Power-Switch verbunden ist, d. h. einer Datennetzwerk-Kopplungsvorrichtung, die zusätzlich zur Energieübertragung ausgelegt ist. Um die LED-Leuchtmittel betreiben zu können, sind sowohl primärseitig, d. h. vor der Einspeisung der Energie in die Zuleitung, als auch sekundärseitig, d. h. nach der Energieübertragung über die Zuleitung zum Betreiben der LED-Leuchtmittel, für die Energieversorgung über das Datenkabel als Zuleitung komplexe Schaltungen unter der Verwendung einer Vielzahl von Halbleiter-Bauelementen erforderlich, deren Installation Platz und Installationsaufwand erfordert und Kosten verursacht. Zur Temperaturüberwachung wird durch die PoE-Treiberschaltung der Stromfluss durch die Zuleitung überwacht, ausgewertet und bei einem Hinweis auf eine Störung über die Zuleitung und den PoE-Switch ein

Alarmsignal an die Zentrale eines Gebäudeautomatisierungssystems geschickt.

[0008] In der WO 2016094920 A1 wird ein Beleuchtungssystem vorgestellt, bei dem LED-Leuchtmittel von einer insbesondere als integrierte Halbleiterschaltung realisierten Betriebsschaltung angesteuert werden, die über einen DC-Bus als Zuleitung mit einer Gleichspannungsquelle verbunden ist. Zur Änderung von Parametern der Leuchtmittel durch die Betriebsschaltung ist diese zur Kommunikation über den DC-Bus eingerichtet und kann Steuersignale empfangen, die durch PLC ("Power Line Communication") unter Verwendung insbesondere eines DALI-standardkonformen Protokolls (DALI - "Digital Addressable Lighting Interface") auf den DC-Bus aufmoduliert und übertragen werden. Auch hier ist eine Halbleiter-Bauelemente aufweisende Schaltung sowohl als Betriebsschaltung als auch zum Aufmodulieren der Datensignale vor der Übertragung über den DC-Bus als Zuleitung erforderlich, wobei die Betriebsschaltung sowohl Kosten verursacht als auch durch zusätzlichen Aufwand erst installiert werden muss.

[0009] In der DE 20 2006 007 896 U1 wird ein Beleuchtungssystem beschrieben, bei dem für jedes Leuchtmittel ein Steuergerät vorgesehen ist, das über eine Schnittstelle zur drahtlosen Kommunikation verfügt, um die Steuergeräte zur Steuerung der Leuchtmittel zu konfigurieren und miteinander zu synchronisieren. Neben dem erhöhten Platzbedarf für die Steuergeräte entsteht bei jedem Leuchtmitteltausch ein Bedarf zur erneuten Synchronisation und somit ein erhöhter Installations- bzw. Inbetriebnahmeaufwand sowie erhöhte Kosten für Steuergeräte und Installation.

[0010] In der EP 2 048 916 B1 wird ein Leuchtensystem gezeigt, bei dem die Stromversorgung durch eine Gleichstromquelle über eine ungeschirmte zweiadrige Versorgungsleitung erfolgt, wobei eine dritte Ader vorgesehen ist, um Steuersignale zu übermitteln. Die Leuchten verfügen über Steuerschaltungen, die auch eine Kommunikation der Leuchten ermöglichen. Anstatt einer dritten Ader für die Steuersignale kann auch vorgesehen sein, die Steuersignale durch Frequenzmodulation des Stroms in der Versorgungsleitung zu übertragen.

[0011] In der US 9 622 329 B2 wird ein System zum Senden von Steuersignalen für Leuchtdiodenschaltungen über Wechselstrom-Zuleitungen gezeigt, die die Leuchtdiodenschaltungen mit Wechselstrom versorgen, der dann von AC/DC-Leistungswandlern in Gleichstrom zum Betrieb der Leuchtdioden und der leuchtdiodenseitigen Steuerschaltungen gewandelt wird.

[0012] In der US 9,253,842 B2 wird ein dimmbares LED-Beleuchtungssystem beschrieben. Dabei wird unter anderem gezeigt, dass der Strom, mit dem die LED-Leuchtmittel versorgt werden, von einer Stromquelle mit Dimmerfunktion durch Pulsweitenmodulation (PWM) bereitgestellt wird, wobei vorgesehen ist, den Strom in Abhängigkeit von einer minimalen Temperatur der LEDs so zu steuern, dass immer ein ausreichender minimaler Stromfluss aufrecht erhalten bleibt, um die LEDs vor Be-

schädigungen durch Stromspitzen zu schützen und die Reaktionsgeschwindigkeit zu verbessern

[0013] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein auch bei Störeinflüssen betriebssicheres und dennoch kostengünstig herstell- und betreibbares System zur Verfügung zu stellen, mit dem LED-Leuchtmittel über eine Zuleitung mit Energie versorgt und gesteuert werden können.

[0014] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einem LED-Beleuchtungssystem gemäß Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0015] Gemäß einem Aspekt der Erfindung umfasst ein LED-Beleuchtungssystem eine primärseitige Anordnung, eine sekundärseitige Anordnung und eine Zuleitung, über die die sekundärseitige Anordnung von der primärseitigen Anordnung mit elektrischer Energie versorgbar ist, wobei die sekundärseitige Anordnung ein oder mehrere Halbleiter-Bauelemente aufweist und die primärseitige Anordnung eine Einrichtung zum Bereitstellen von elektrischer Energie aufweist. Dabei ist vorgesehen, dass das eine oder die mehreren sekundärseitigen Halbleiter-Bauelemente nur LED-Leuchtmittel sind und die primärseitige Anordnung außerdem eine Steuereinrichtung umfasst, die dazu eingerichtet ist, einen aktuellen Stromfluss durch die Zuleitung in Abhängigkeit von einer maximal zulässigen Temperatur der Zuleitung zu steuern.

[0016] Die sekundärseitige Anordnung ist eine Schaltung, die zumindest ein LED-Leuchtmittel, also eine Leuchtdiode, aufweist und über eine Zuleitung, d. h. eine Versorgungsleitung bzw. ein Versorgungskabel, die bzw. das aus einer oder mehreren Drahtverbindungen bzw. Adern bestehen kann, mit elektrischer Energie von der primärseitigen Anordnung versorgt wird. Die primärseitige Anordnung ist eine Schaltung, die über eine geeignete Einrichtung verfügt, um die elektrische Energie bereitzustellen und in die Zuleitung einzuspeisen, d. h. eine Stromquelle bzw. Spannungsquelle, wobei es sich um eine primäre Quelle, z. B. eine Batterie, oder eine sekundäre Quelle, z. B. einen AC/DC-Leistungswandler handeln kann, der seinerseits z. B. über ein verfügbares Stromnetz mit Wechselstrom versorgt wird.

[0017] Während die sekundärseitige Anordnung zwar andere elektrische Bauelemente aufweisen kann, beispielsweise Widerstände, sind als Halbleiter-Bauelemente lediglich die LED-Leuchtmittel, d. h. die Leuchtdioden, vorgesehen. Sekundärseitig sind also beispielsweise keine Dioden für eine Gleichrichterschaltung, d. h. einen AC/DC-Leistungswandler, und auch keine Prozessoren oder Mikrocontroller für eine sekundärseitige Steuerschaltung vorgesehen, die Parameter der LED-Leuchtmittel steuern kann, z. B. in Abhängigkeit von über die Zuleitung oder auf anderem Wege empfangenen Steuersignalen. Dies bietet den Vorteil, dass neben den wegfallenden Kosten für diese Halbleiter-Bauelemente auch die sekundärseitige Installation sehr vereinfacht wird und z. B. die Wartung meist reduziert werden kann auf ein

einfaches Überprüfen und ggf. Austauschen des LED-Leuchtmittels, ohne dass dieses erst angepasst und eine Steuereinrichtung erst eingerichtet und angepasst werden muss. Zudem ist der Platzbedarf für die sekundärseitige Anordnung sehr reduziert, da alle ggf. mehr Platz benötigenden Elemente des Systems Teil der primärseitigen Anordnung sind. Dies ist beispielsweise in Gebäuden mit hohem Vorfertigungsgrad vorteilhaft. Zudem bietet sich so bei Wartungsarbeiten ein guter Zugang zu den elektronischen Komponenten der Primäranordnung, während in der Sekundäranordnung die Leuchtmittel problemlos und ohne Anlernen getauscht werden können, was besonders bei hohen Installationsdichten und schnellen Inbetriebnahmen vorteilhaft ist.

[0018] Da LED-Leuchtmittel Leuchtdioden sind, die mit Gleichstrom betrieben werden und sekundärseitig keine Gleichrichterschaltung vorgesehen ist, wird die erforderliche Energie über die Zuleitung mit Gleichstrom bzw. Gleichspannung übertragen. Dabei ist als Teil der primärseitigen Anordnung eine Steuerschaltung vorgesehen, die dazu eingerichtet ist, den aktuellen Stromfluss durch die Zuleitung in Abhängigkeit von einer maximal zulässigen Temperatur der Zuleitung zu steuern. Die maximal zulässige Temperatur der Zuleitung ist eine Temperatur, bei der sich deren Höhe negativ auf die Funktionsfähigkeit oder die Betriebssicherheit der Zuleitung auswirkt. Dies kann insbesondere die Temperatur sein, bei der das leitende Metall der Zuleitung schmilzt oder die Temperatur, bei der eine Isolierung der Zuleitung schmilzt oder brennt, Kabelbrand droht, Anschlusskontakte, z. B. Anschlussstecker, beschädigt werden oder die Hitze das Leuchtmittel beschädigt oder, je nach Umgebung, in der die Zuleitung verlegt ist, umgebende Materialien Schaden nehmen. Den aktuellen Stromfluss in Abhängigkeit von dieser maximal zulässigen Temperatur zu steuern, umfasst dabei insbesondere, den aktuellen Stromfluss, falls erforderlich, zu reduzieren, um zu verhindern, dass die tatsächliche Temperatur über die maximal zulässige Temperatur ansteigt. Hierzu kann z. B. ein Sensor vorgesehen sein, mit dem die tatsächliche Temperatur der Zuleitung überwacht wird.

[0019] Die beschriebene Steuerung des Stromflusses bietet den Vorteil, dass sichergestellt ist, dass die Zuleitung des LED-Beleuchtungssystems beschädigungsfrei betrieben werden kann, auch wenn möglicherweise Situationen großer Temperaturanstiege durch z. B. unerwartet großen Stromfluss durch induzierte Störungen oder Kurzschlüsse o. ä. auftreten. So kann vermieden werden, die Zuleitung physikalisch sicherheitshalber mit so großem Durchmesser auszulegen, dass auch in Ausnahmefällen auftretende sehr große Ströme problemlos geleitet werden können. Dies spart zum einen Materialkosten. Zum anderen sind Leitungen mit geringerem Durchmesser meist auch leichter zu verlegen. Vorzugsweise weist die Zuleitung Adern, d. h. Leitungen, mit Aderquerschnitten beispielsweise gemäß AWG22 oder AWG23 (AWG - amerikanisches Maß für Drahtquerschnitte) auf. Erfolgt die Installation an Bord einer mobi-

len Einrichtung, z. B. eines Fahrzeugs, Flugzeugs oder Schiffes, bewirkt das durch den geringeren Durchmesser auch geringere Gewicht der Zuleitung auch einen dauerhaft verringerten Treibstoffbedarf. Dies kann beispielsweise an Bord von Kreuzfahrtschiffen mit beleuchtbaren Kabinen für möglicherweise Hunderte oder sogar Tausende Passagiere eine messbare Energiekosten-Ersparnis bewirken. Das erfindungsgemäße LED-Beleuchtungssystem ermöglicht, beispielsweise bei Projekten zur Errichtung größerer zusammenhängender Wohneinheiten, auch die effektive und fehlerfreie Installation der Komponenten, kurze Zeiten für die Inbetriebnahme, sowie einen wartungsarmen Betrieb über die gesamte Lebensdauer eines Gebäudes oder einer mobilen Einrichtung.

[0020] In einer bevorzugten Ausführungsform weist die Steuereinrichtung eine Sensoreinheit auf, die dazu eingerichtet ist, den aktuellen Stromfluss zu erfassen, und die Steuereinrichtung ist dazu eingerichtet, den aktuellen Stromfluss auf einen von der maximal zulässigen Temperatur abhängigen maximal zulässigen Stromfluss größer Null zu begrenzen. Hierbei ist es vorgesehen den aktuellen Stromfluss durch die Zuleitung direkt oder indirekt zu messen und anhand der Parameter der Zuleitung, z. B. Material, Leitungswiderstand, Querschnitt, auf die tatsächliche Temperatur zu schließen bzw. die maximal zulässige Temperatur in einen maximal zulässigen Stromfluss zu übersetzen, so dass das Nicht-Überschreiten der maximal zulässigen Temperatur durch ein Überwachen sichergestellt wird, dass ein maximal zulässiger Stromfluss nicht oder nicht über eine bestimmte Zeitdauer hinaus überschritten wird. Die Bestimmung des Zusammenhangs zwischen der maximal zulässigen Temperatur und dem maximal zulässigen Stromfluss kann, sofern keine aktuell veränderlichen Umgebungsparameter einbezogen werden sollen, bereits vorab erfolgen. Den maximal zulässigen Stromfluss auf einen Wert größer Null zu begrenzen umfasst insbesondere, den Stromfluss nicht dauerhaft durch Einsatz z. B. einer Schmelzsicherung zu unterbrechen. Stattdessen hält die Steuerschaltung das LED-Beleuchtungssystem dauerhaft betriebsbereit bzw. eine komplette Abschaltung wird vermieden, so lange dies möglich ist, d. h. kein totaler Kurzschluss aller Leitungen vorliegt. Das Aufrechterhalten der Grundfunktion ist insbesondere bei einem Beleuchtungssystem vorteilhaft. Zudem bleibt so gewährleistet, dass weitere abnormale Situation jederzeit erkannt und der Betreiber darüber informiert werden kann.

[0021] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist die Zuleitung ein oder mehrere verdrehte Aderpaare auf. Die Verwendung verdrehter Aderpaare ermöglicht ein gleiches Übertragungsverhalten auf allen Aderpaaren. Werden die unterschiedlichen Aderpaare für unterschiedliche Kanäle verwendet, beispielsweise um die rot, grün, blau und weiß leuchtenden LED-Leuchtmittel eines RGBW-Streifens unabhängig voneinander anzu-steuern, wird so dennoch eine homogene Farbmischung des Lichts der LED-Leuchtmittel sichergestellt. Dies gilt

auch, wenn die Steuereinrichtung dazu eingerichtet ist, z. B. durch Regulieren des Stromflusses die Lichtstärke der LED-Leuchtmittel über einen Bereich zu dimmen.

[0022] In einer weiteren Ausführungsform des LED-Beleuchtungssystems weist die Zuleitung eine Abschirmung gegen elektromagnetische Störungen auf. Eine durchgängige Schirmung der Zuleitung verringert, ebenso wie die Verdrillung der Aderpaare, das Risiko, dass durch die Antennenwirkung jeder Leitung und energiereiche Schaltflanken zusätzliche Stromflüsse in der Zuleitung induziert werden. Zudem vergrößert die Schirmung nicht nur die Immunität der Zuleitung gegen elektromagnetische Störwirkungen von außen, sondern wirkt umgekehrt auch als Emissionsschutz gegen die elektromagnetische Störwirkung zwischen verschiedenen Leitungen, beispielsweise hervorgerufen durch Schaltflanken einer Pulsweitenmodulation oder anderen Modulation des geleiteten Stroms, die z. B. zum Zweck des Dimmens oder der Begrenzung der Leistung an der Last bzw. des Stromes auf der Leitung verwendet werden können. Dies bietet den Vorteil, dass die Zuleitung bzw. darin enthaltene Leitungen, d. h. Adern, nicht für unerwartet große Stromflüsse dimensioniert werden müssen, d. h. es können Leitungen mit geringeren Querschnitten verwendet werden, die weniger leitfähiges Material verbrauchen und dünner, leichter und flexibler sind und sich damit gut für eine einfache, schnelle Installation eignen.

[0023] In einer beispielhaften bevorzugten Ausführungsform werden für die Zuleitung aus der Netzwerktechnik bekannte Datenkabel mit verdrehten Aderpaaren verwendet, insbesondere STP-Kabel (STP - Shielded Twisted Pair), die über ein Metallgeflecht (meist ein Kupfergeflecht) als Abschirmung verfügen, und FTP-Kabel (FTP - Foiled Twisted Pair), die über eine Metallfolie (meist eine Aluminiumfolie) als Abschirmung verfügen. Auch S/STP-Kabel (S/STP - Screened STP) und S/FTP-Kabel (S/FTP - Screened FTP) können verwendet werden, bei denen zusätzlich eine Abschirmung von Aderpaaren gegeneinander vorgesehen ist. Die Verwendung von vorkonfektionierten STP- oder FTP Kabeln bietet zudem den Vorteil, dass insbesondere auch bei schneller oder massenweiser Installation weniger Verdrahtungsfehler auftreten.

[0024] In einer Ausführungsform des LED-Beleuchtungssystems umfasst die Einrichtung zum Bereitstellen von elektrischer Energie eine Gleichrichter-Schaltung, d. h. einer AC/DC-Wandlereinrichtung. Gleichrichterschaltungen dienen der Umwandlung von Wechselstrom in Gleichstrom und sind meist mit Halbleiterdioden, ggf. auch mit Thyristoren oder Transistoren, realisiert. So kann die Sekundärordnung mit den LED-Leuchtmitteln über die Zuleitung mit Gleichstrom versorgt werden, der z. B. aus einem verfügbaren Wechselstromnetzwerk gewonnen wird, ohne dass eine sekundärseitige Gleichrichtung mit einer geeigneten Halbleiterbauteil-Schaltung erforderlich ist. Zudem wird vermieden, die Netzspannung, die z. B. 230 V betragen kann, an die Zuleitung anzulegen, was eine gefahrlose Installation der Zuleitung

und der Leuchtmittel ermöglicht, selbst wenn sekundärseitig Fehler bei der Verschaltung gemacht werden.

[0025] In einer Ausführungsform ist die Zuleitung mit der primären Anordnung und der sekundären Anordnung über Steckverbindungen verbindbar bzw. verbunden. So wird die Installation vereinfacht, insbesondere wenn als Zuleitung auch ein genormtes Twisted-Pair-Kabel, beispielsweise ein STP- oder ein FTP-Kabel verwendet wird, wobei als Steckverbindungen beispielsweise RJ-45-Steckverbindungen mit Anschlusskontakten zu 4x2 Adern, d. h. vier verdrehten Aderpaaren (zuzüglich Anschlussmöglichkeit der Schirmung) verwendet werden können. In anderen Ausführungsformen ist die Zuleitung mit der primären Anordnung und der sekundären Anordnung beispielsweise über Schalter oder Trennstellen, Klemmverbindungen, Schraubverbindungen, Quetschverbindungen oder andere manuell herstellbare Verbindungen verbindbar bzw. verbunden. Zudem können für die Verbindung der Zuleitung mit der primären und der sekundären Anordnung gleiche oder sich unterscheidende Verbindungsformen verwendet werden.

[0026] In einer weiteren Ausführungsform des LED-Beleuchtungssystems ist eine minimal erforderliche Größe einer Querschnittsfläche der Zuleitung nur in Abhängigkeit von einem maximal zulässigen Spannungsabfall über dem einen oder den mehreren Leuchtmitteln bestimmt und eine tatsächliche Größe der Querschnittsfläche der Zuleitung ist an die minimal erforderliche Größe angepasst. Die tatsächliche Größe ist dann an die minimal erforderliche Größe angepasst, wenn sich die Größen entsprechen oder wenn die tatsächliche Größe die minimal erforderliche Größe leicht übersteigt, beispielsweise um 5%, 10% oder 20%, so dass ein Puffer vorgesehen ist, um leichte Anstiege des Stromflusses aufnehmen zu können, ohne dass die Temperatur der Zuleitung in einen kritischen Bereich ansteigt. Ist die tatsächliche Größe so gewählt, dass allein durch die überdimensionierte Leitung auch erhebliche Anstiege des Stromflusses aufgenommen werden können, ohne dass die Temperatur der Zuleitung einen kritischen Wert erreicht, und auf die Steuereinrichtung zum Anpassen des Stromflusses auf Kosten einer wesentlich dickeren, schwereren Leitung verzichtet werden kann, ist die tatsächliche Größe der Querschnittsfläche hingegen nicht mehr an die minimal erforderliche Größe angepasst. Indem die minimal erforderliche Größe der Querschnittsfläche lediglich anhand des Spannungsabfalls über dem Leuchtmittel bestimmt wird, ist sichergestellt, dass die Leitung dünn und leicht dimensioniert wird.

[0027] In einer weiteren Ausführungsform des LED-Beleuchtungssystems umfasst die Zuleitung eine Mehrzahl von Kanälen und die Steuereinrichtung ist dazu eingerichtet, einen jeweils zugehörigen Anteil des aktuellen Stromflusses in zumindest einem der Kanäle zu überwachen. Ein Kanal der Zuleitung kann beispielsweise einem von einer Mehrzahl von verdrehten Aderpaaren entsprechen, die gemeinsam ein ggf. geschirmtes Kabel bilden, wobei jeder Kanal ein anderes Leuchtmittel mit Energie

versorgt, beispielsweise getrennte Leuchtdiodenelemente eines RGBW-LED-Streifens, die z. B. rotes, grünes, blaues und weißes Licht abstrahlen. In einer weiteren Ausführungsform kann auch vorgesehen sein, einen oder mehrere Kanäle der Zuleitung zumindest abschnittsweise als räumlich getrennte Kabel mit einzelnen Adern oder Aderpaaren zu realisieren, beispielsweise wenn dies aufgrund der baulichen Gegebenheiten, unter denen das LED-Beleuchtungssystem installiert wird, erforderlich ist. Dabei kann es erforderlich oder vorteilhaft sein, die Überwachung des Stromflusses nur für einen bzw. einen Teil der Kanäle durchzuführen, beispielsweise wenn diese am ehesten von einer Fehlfunktion bedroht sind.

[0028] In einer bevorzugten beispielhaften Ausführungsform ist die Steuereinrichtung aber dazu eingerichtet, den jeweils zugehörigen Anteil des aktuellen Stromflusses in der Mehrzahl von Kanälen zu überwachen, d. h. jeden der Kanäle zu überwachen. Dies bietet den Vorteil, dass jeder Bedarf, den Stromfluss anzupassen, erkannt werden kann.

[0029] In einer Ausführungsform des LED-Beleuchtungssystems ist die Steuereinrichtung dazu eingerichtet, zumindest für den überwachten jeweils zugehörigen Anteil des aktuellen Stromflusses eine Begrenzung durchzuführen, wenn ein zugehöriger maximal zulässiger Stromflusswert überschritten wird.

[0030] Dabei ist insbesondere in einer Ausführungsform vorgesehen, dass der zugehörige maximale Stromflusswert von der maximal zulässigen Temperatur der Zuleitung abhängig festgelegt ist. D. h. der Stromfluss wird dann von der Steuereinrichtung angepasst, wenn der aktuell erfasste Wert einen Anstieg der Temperatur der Leitungen des betroffenen Kanals bzw. der gesamten Zuleitung in einen kritischen, d. h. einen eine Betriebsstörung verursachenden Bereich erwarten lässt. So können Schäden durch Überhitzung vermieden werden, ohne die Temperatur selbst messen zu müssen.

[0031] In einer Ausführungsform ist die Steuereinrichtung außerdem dazu eingerichtet, anhand des überwachten jeweils zugehörigen Anteils des aktuellen Stromflusses eine Fehlfunktion des LED-Beleuchtungssystems zu detektieren. Dies umfasst, anhand der erfassten Stromflusswerte und ggf. deren Verlauf über der Zeit Fehlfunktion vor allem in der Zuleitung und/oder in den LED-Leuchtmitteln und ggf. den Anschlüssen zu erkennen, z. B. Drahtbruchererkennung, Kurzschlusserkennung, Erkennung von Schlüssen zwischen zwei Kanälen und Erkennung von Ungleichheiten, die z. B. auf verschmutzte Steckerverbindungen hindeuten können. Die Steuereinrichtung ist vorzugsweise auch dazu eingerichtet, je nach Fehlfunktion den zugehörigen Stromfluss zu reduzieren oder ggf. auch ganz abzuschalten. Zudem kann die Steuereinrichtung dazu eingerichtet sein, eine zugehörige Information oder Alarmierung an eine übergeordnete Einheit, beispielsweise ein Gebäudeautomatisierungssystem, zu übertragen.

[0032] In einer weiteren Ausführungsform ist die Steu-

ereinrichtung dazu eingerichtet, den jeweils zugehörigen Anteil des aktuellen Stromflusses durch zumindest einen der Kanäle in Abhängigkeit von einem zugeordneten Dimm-Eingangssignal anzupassen. Ein Dimm-Eingangssignal ist ein über eine Eingangsschnittstelle der Steuereinrichtung empfangbares externes Signal, das beispielsweise von einem Benutzer des LED-Systems veränderbar ist. Damit wird ein Regulieren des Stromflusses in zumindest einem, vorzugsweise mehreren oder allen Kanälen ermöglicht, so dass die Lichtstärke der LED-Leuchtmittel stufenlos geändert oder auch unterbunden werden kann. Insbesondere wenn die Kanäle als verdrehte Aderpaare die Zuleitung zu in verschiedenen Farben leuchtenden LED-Leuchtmitteln bilden, ergibt sich eine homogene Farbmischung des Lichts der LED-Leuchtmittel. Separate Dimm-Eingangssignale für unterschiedliche Kanäle, die verschiedenfarbige LED-Leuchtmittel ansteuern, erlauben eine Variation der Farbmischung. Die Variation des aktuellen Stromflusses durch die jeweiligen Kanäle der Zuleitung mit Hilfe der primärseitigen Steuereinrichtung erlaubt somit eine Steuerung der sekundärseitigen LED-Leuchtmittel gemäß den Wünschen eines Nutzers über die Zuleitung, über die auch die Energieversorgung der LED-Leuchtmittel erfolgt.

[0033] In einer Ausführungsform sind das eine oder die mehreren LED-Leuchtmittel auf einem Trägerelement mit einer Verbindungsmöglichkeit zu einer Stromversorgung bereitgestellt. In einer beispielhaften Ausführungsform sind die LED-Leuchtmittel als Streifen-LEDs von einem LED-Streifen umfasst.

[0034] Beispielsweise können in den Streifen verschiedene Multi-Color LED-Leuchtmittel verwendet werden, in denen jeweils vier unterschiedlich farbige LEDs in einem Gehäuse angeordnet sind. Beispielsweise kann es sich bei einem LED-Streifen auch um einen RGBW-LED-Streifen handeln, bei dem jeweils eine andere Leuchtdiode rotes, grünes, blaues oder weißes Licht abstrahlt. In anderen Ausführungsformen kann das Trägerelement auch eine flächige Anordnung von LED-Leuchtmitteln vorsehen.

[0035] In einer weiteren Ausführungsform des LED-Beleuchtungssystems umfasst dieses außerdem mindestens eine weitere sekundärseitige Anordnung und mindestens eine weitere Zuleitung, über die die mindestens eine weitere sekundärseitige Anordnung von der primärseitigen Anordnung mit elektrischer Energie versorgbar ist. Dabei weist die mindestens eine weitere sekundärseitige Anordnung jeweils ein oder mehrere weitere Halbleiter-Bauelemente auf. Es ist vorgesehen, dass das jeweilige eine weitere oder die jeweiligen mehreren weiteren Halbleiter-Bauelemente nur LED-Leuchtmittel sind und dass die Steuereinrichtung der primärseitigen Anordnung außerdem dazu eingerichtet ist, einen jeweiligen aktuellen Stromfluss durch die mindestens eine weitere Zuleitung in Abhängigkeit von einer jeweils zugehörigen maximal zulässigen Temperatur der mindestens einen weiteren Zuleitung zu steuern.

[0036] Mit anderen Worten, es ist vorgesehen, dass die primärseitige Anordnung eine weitere sekundärseitige Anordnung sowohl mit Energie versorgt als auch derart steuert, dass kritische Temperaturen durch zu große Stromflüsse vermieden werden und sich die Vorteile der sekundärseitigen leichten Installierbarkeit und Wartbarkeit, des geringen Materialaufwands für die Zuleitungen usw. auch für eine weitere und in anderen Ausführungsformen auch für viele weitere sekundäre Anordnungen ergeben. So kann das LED-Beleuchtungssystem beispielsweise dazu ausgelegt sein, eine Vielzahl von Räumen eines Hauses oder eine Vielzahl von Kabinen eines Passagierschiffes, z. B. eines Kreuzfahrtschiffes, auf eine preiswerte Weise stabil und steuerbar mit beispielsweise dimmbarem Licht zu versorgen, auch wenn die Zuleitungen von einer zentralen Primäranordnung zu den auf die einzelnen Räume verteilten Sekundäranordnungen baulich bedingt lang sein müssen und ansonsten ein hohes Gewicht hätten und hohe Materialkosten verursachen würden.

[0037] Weitere Vorteile der vorliegenden Erfindung sind aus der detaillierten Beschreibung und den Abbildungen ersichtlich. Die Erfindung wird nachstehend auch im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die begleitenden Abbildungen näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung eines ersten Beispiels eines LED-Beleuchtungssystems gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;
- Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Beispiels einer Steuereinrichtung eines LED-Beleuchtungssystems;
- Fig. 3 eine schematische Darstellung eines zweiten Beispiels eines LED-Beleuchtungssystems gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung;
- Fig. 4 eine schematische Darstellung eines dritten Beispiels eines LED-Beleuchtungssystems gemäß noch einer weiteren Ausführungsform der Erfindung;
- Fig. 5 eine schematische Darstellung eines vierten Beispiels eines LED-Beleuchtungssystems gemäß noch einer weiteren Ausführungsform der Erfindung; und
- Fig. 6 eine schematische Darstellung eines fünften Beispiels eines LED-Beleuchtungssystems gemäß noch einer weiteren Ausführungsform der Erfindung.

[0038] In den Figuren sind identische oder ähnliche Elemente mit identischen Bezugszeichen versehen, soweit dies zweckmäßig ist.

[0039] Es versteht sich, dass andere Ausführungsformen benutzt und strukturelle oder logische Änderungen vorgenommen werden können, ohne von dem Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Es versteht sich, dass die Merkmale der vorstehend und nachstehend beschriebenen verschiedenen beispielhaften Ausführungsformen miteinander kombiniert werden können, sofern nicht spezifisch anders angegeben. Die Beschreibung ist deshalb nicht in einschränkendem Sinne aufzufassen, und der Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung wird durch die angefügten Ansprüche definiert.

[0040] In Fig. 1 wird eine schematische Darstellung eines ersten Beispiels eines LED-Beleuchtungssystems gemäß einer Ausführungsform der Erfindung gezeigt. Das LED-Beleuchtungssystem 100 umfasst eine primärseitige Anordnung 101, eine sekundärseitige Anordnung 102 und eine Zuleitung 103. Über die Zuleitung 103 ist die sekundärseitige Anordnung 102 mit der primärseitigen Anordnung 101 verbunden und kann von dieser mit elektrischer Energie versorgt werden.

[0041] Die sekundärseitige Anordnung 102 weist in der gezeigten einfachen Form als einziges Halbleiter-Bauelement ein LED-Leuchtmittel 104 auf, beispielsweise eine Leuchtdiode, z. B. einen zur Raumbeleuchtung ausgelegten LED-Spot. In anderen Ausführungsformen weist die sekundärseitige Anordnung 102 eine Mehrzahl von LED-Leuchtmitteln auf, beispielsweise mehrere parallel oder anders miteinander verschaltete Leuchtdioden. Zudem können beispielsweise Widerstände (nicht gezeigt) Teil des Schaltkreises sein, der die sekundärseitige Anordnung 102 bildet. In der gezeigten Ausführungsform ist zudem vorgesehen, eine Adaptervorrichtung 105 zu verwenden, um das LED-Leuchtmittel 104 mit der Zuleitung 103 zu verbinden. Die Adaptervorrichtung 105, beispielsweise eine Adapterplatine mit geeigneten Anschlüssen, erlaubt es, für die Verbindung zu den Adern, d. h. Leitungen, der Zuleitung 103 geeignete Anschlussbuchsen oder Stecker bereitzustellen, so dass für die Zuleitung 103 z. B. Leitungen mit standardisierten Anschlüssen verwendet werden können, die nicht zu den Anschlüssen der LED-Leuchtmittel passen müssen. In der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform ist beispielsweise vorgesehen, die Zuleitung 103 mit der Adaptervorrichtung 105 mit Steckverbindungen 106, 107 eines ersten Typs zu verbinden, während Anschlussleitungen des LED-Leuchtmittels Steckverbindungen 108 eines zweiten Typs aufweisen, um über die Adaptervorrichtung 105 eine leitende Verbindung mit den Leitungen der Zuleitung 103 herzustellen. Beispielsweise kann es sich bei den Steckverbindungen des ersten Typs um Verbindungen mit üblichen Aderklemmen handeln, während die Steckverbindungen des zweiten Typs durch Push-In-Verbindungen realisiert sind. Dabei kann auch jede andere zur Verbindung mit der Adaptervorrichtung 105 geeignete Steckverbindung verwendet werden, d. h. in dieser und anderen Ausführungsformen ist es möglich, andere Steckverbindungen zu verwenden, die dieselbe Wirkung haben.

[0042] Die primärseitige Anordnung 101 weist eine Einrichtung 109 zum Bereitstellen von elektrischer Energie auf. Dabei handelt es sich um eine Strom- bzw. eine Spannungsquelle, die zumindest näherungsweise Gleichstrom bzw. Gleichspannung bereitstellt, beispielsweise eine Batterieeinrichtung mit einer oder mehreren Batterien. In der gezeigten Ausführungsform ist die Einrichtung 109 zum Bereitstellen von elektrischer Energie eine AC/DC-Wandlereinrichtung, die beispielsweise über eine Verbindung (nicht gezeigt) mit einem Versorgungsnetzwerk mit Wechselstrom bzw. Wechselspannung versorgt wird und diesen z. B. mit Hilfe einer Gleichrichterschaltung zumindest näherungsweise in einen Gleichstrom bzw. eine Gleichspannung umwandelt und diesen bzw. diese dann über eine positive Zuführung 110 und eine negative Zuführung 111 einer Steuereinrichtung 112 zuführt. Die Steuereinrichtung 112 ist dazu eingerichtet, den Stromfluss durch die Zuleitung 103 über der Zeit, d. h. den jeweils aktuellen Stromfluss in Abhängigkeit von einer maximal zulässigen Temperatur der Zuleitung 103 zu steuern, mit der die Ausgangsleitungen der Steuereinrichtung in der gezeigten Ausführungsform ebenfalls über Steckverbindungen 113 verbunden sind. Je nach Beschaffenheit der Zuleitung und ihrer Anschlüsse können in anderen Ausführungsformen andere lösbare oder auch nicht lösbare Verbindungen vorgesehen sein.

[0043] In der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform verfügt die Steuereinrichtung 112 zudem über eine Dimmsignal-Eingangsschnittstelle 114, über die ein extern bereitgestelltes, z. B. von einem Benutzer über einen Dimmschalter veränderbares, Dimmsignal empfangen werden kann, wobei die Steuereinrichtung 112 dazu eingerichtet ist, den Stromfluss durch die Zuleitung 103 auch in Abhängigkeit von dem empfangenen Dimmsignal zu steuern, um so die Lichtstärke des LED-Leuchtmittels 104 in der sekundären Anordnung 102 anzupassen. Hierfür kann eine entsprechende Anpassung der Stärke des Stromflusses vorgesehen sein oder unter Berücksichtigung des Schaltverhaltens des LED-Leuchtmittels 104 eine Anpassung der effektiven Lichtstärke durch Pulsweitenmodulation des von der Steuereinrichtung 112 ausgegebenen Stroms bzw. der Spannung.

[0044] Die Zuleitung 103 ist als mit einer Schirmung 115 gegen elektromagnetische Störungen versehenes verdrehtes Aderpaar 116 ausgeführt, wobei die Schirmung 115 über Steckverbindungen 117 und 107, beispielsweise Schirmklemmen, mit Masse 118, 119 verbunden, also z. B. geerdet ist.

[0045] Es ist vorgesehen, die Zuleitung 103 mit geringer Querschnittsfläche und somit geringem Gewicht auszuführen. Dabei ist die Querschnittsfläche der Zuleitung 103 unabhängig von der Dicke einer Isolierung (nicht gezeigt) oder der Schirmung 115 die Summe der Querschnittsflächen der Adern des verdrehten Aderpaares 116. Die minimal erforderliche Größe der Querschnittsfläche der Zuleitung 103 wird hierbei nur in Abhängigkeit von einem maximal zulässigen Spannungsabfall über

dem LED-Leuchtmittel 104 bestimmt. Die tatsächliche Größe der Querschnittsfläche ist an die minimal erforderlichen Größe angepasst gewählt. Hierzu ist die tatsächliche Größe gleich der minimal erforderlichen Größe gewählt. In anderen Ausführungsformen ist vorgesehen, dass die tatsächliche Größe die minimal erforderliche Größe gering übersteigt, z. B. um 5%, 10% oder 20%.

[0046] Im Folgenden wird Bezug auf Fig. 2 genommen, in der ein Beispiel einer Steuereinrichtung eines LED-Beleuchtungssystems schematisch dargestellt ist. Die gezeigte Steuereinrichtung 212 eignet sich zur Verwendung als die in Fig. 1 gezeigte Steuereinrichtung 112. Sie ist über die positive Zuführung 210 und die negative Zuführung 211 als Eingangsschnittstelle mit einer Einrichtung zum Bereitstellen von elektrischer Energie verbindbar. Die Steuereinrichtung 212 weist eine Sensoreinheit in Form einer Strommesseinheit 220 auf, die dazu eingerichtet ist, den aktuellen Stromfluss zu erfassen und Messwerte an eine Auswerteeinheit 221 zu übergeben. Die Auswerteeinheit 221 kann beispielsweise als Logikschaltung in Hardware oder in einem programmierbaren Logikbaustein oder als programmierbare Einrichtung, beispielsweise ein Mikroprozessor oder Mikrocontroller, realisiert sein. In der gezeigten Ausführungsform wird die Strommessung nach einer Absicherungseinheit 222 vorgenommen, bei der es sich um eine Schutzschaltung handelt, beispielsweise um empfangene Eingangsstrom- bzw. -spannungsspitzen herauszufiltern.

[0047] Zudem ist eine Dimmsignal-Eingangsschnittstelle 214 vorgesehen, über die ein extern bereitgestelltes Dimmsignal empfangbar ist. Die Steuereinrichtung 212 verfügt über eine mit der Dimmsignal-Eingangsschnittstelle 214 und z. B. der negativen Zuführung 211 verbundene Treibereinheit 223, die dazu eingerichtet ist, den Stromfluss in Abhängigkeit von dem empfangenen Dimmsignal so zu verändern, dass die die Lichtstärke eines LED-Leuchtmittels in einer über eine im gezeigten Beispiel mit Steckverbindungen 206 an die Steuereinrichtung 212 angeschlossene Zuleitung verbundene sekundären Anordnung wie gewünscht angepasst wird. Dadurch erzeugte Spannungsschwankungen werden mit einer Spannungsmesseinheit 224 erfasst und zugehörige Messwerte an die Auswerteeinheit 221 übergeben.

[0048] Die Auswerteeinheit 221 der Steuereinrichtung 212 ist dazu eingerichtet, z. B. programmiert, den aktuellen Stromfluss auf einen von einer maximal zulässigen Temperatur abhängigen maximal zulässigen Stromfluss größer Null zu begrenzen. Dabei kann, je nach Ausführungsform, die maximal zulässige Temperatur anhand von Parametern der Zuleitung, z. B. Material, Leitungswiderstand, Querschnitt, vorab ermittelt sein oder unter Berücksichtigung weiterer Parameter, beispielsweise der Umgebungstemperatur, dynamisch ermittelt werden. Unter Berücksichtigung der Materialeigenschaften der verwendeten Zuleitung wird die maximal zulässige Temperatur in einen maximal zulässigen Stromfluss übersetzt.

[0049] Die Auswerteeinheit 221 ist nun dazu eingerichtet, anhand der aktuellen Strommesswerte der Strommesseinheit 220 zu überprüfen, ob ein maximal zulässiger Stromfluss nicht oder zumindest nicht über eine bestimmte Zeitdauer hinaus überschritten wird, bzw. rechtzeitig vorher bei Annäherung an den zulässigen Maximalwert den Stromfluss zu verringern, z. B. durch Modifikation der Einstellungen der Absicherungseinheit 222 und/oder der Treibereinheit 223, und auf einen Wert größer Null zu begrenzen.

[0050] In Fig. 3 wird eine schematische Darstellung eines zweiten Beispiels eines LED-Beleuchtungssystems gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung gezeigt. Der prinzipielle Aufbau des gezeigten LED-Beleuchtungssystems 300 entspricht dem in Fig. 1 gezeigten LED-Beleuchtungssystem 100: Das in Fig. 3 gezeigte LED-Beleuchtungssystem 300 umfasst eine primärseitige Anordnung 301, eine sekundärseitige Anordnung 302 und eine Zuleitung 303, über die die sekundärseitige Anordnung 302 von der primärseitigen Anordnung 301 mit elektrischer Energie versorgt wird.

[0051] Die sekundärseitige Anordnung 302 weist in der gezeigten Form aber eine Mehrzahl von LED-Leuchtmitteln 304 auf, z. B. zur Raumbeleuchtung ausgelegte LED-Spots bzw. Downlights. In der gezeigten Ausführungsform wird eine Adaptervorrichtung 305 verwendet, um die LED-Leuchtmittel 304 mit der Zuleitung 303 zu verbinden. Die Adaptervorrichtung 305 ist als Adapterplatine mit geeigneten Anschlüssen, d. h. Anschlussbuchsen oder Steckern, ausgeführt, um die Adern, d. h. Leitungen, der Zuleitung 303 mit den Anschlüssen der LED-Leuchtmittel 304 zu verbinden. In der in Fig. 3 gezeigten Ausführungsform ist vorgesehen, die Zuleitung 303 mit der Adaptervorrichtung 305 mit Anschlusskontakten 306 einer RJ-45-Steckverbindung zu verbinden, während Anschlussleitungen der LED-Leuchtmittel 304 Push-In-Steckverbindungen 308 oder andere Verbindungen aufweisen, um über die Adaptervorrichtung 305 eine leitende Verbindung mit den Leitungen der Zuleitung 303 herzustellen. Die in Fig. 3 gezeigte Zuleitung 303 weist beispielsweise Adern mit Aderquerschnitten gemäß AWG22 oder AWG23 auf. Diese beispielhafte Dimensionierung eignet sich auch für Adern von Zuleitungen der in den anderen Figuren gezeigten Ausführungsbeispiele.

[0052] In Fig. 3 umfasst die Zuleitung 303 eine Mehrzahl von Kanälen, realisiert mit verdrehten Aderpaaren 316, von denen jedes mit einem anderen der LED-Leuchtmittel 304 verbunden ist. Für die Zuleitung 303 mit den gezeigten vier Kanälen wird ein in der Netzwerktechnik übliches vorkonfektioniertes STP-Kabel oder FTP-Kabel verwendet, wobei die Schirmung 315 über die Masse-Anschlussverbindungen 317 und 307 mit Masse 318, 319 verbunden ist. Die Verwendung von ansonsten in der Netzwerktechnik verwendeten STP- bzw. FTP-Kabeln ist beispielsweise vorteilhaft, da diese massenweise und somit kostengünstig verfügbar, dünn und daher leicht sowie flexibel und daher einfach und somit kosten-

günstig verlegbar sind. Die Zuleitung 303 in Fig. 3 kann beispielsweise als QSTP (quaternäres STP)-Kabel mit den vier verdrehten Aderpaaren 316 für die vier Kanäle und mit der Schirmung 315 ausgeführt sein, wobei sich am Anfang und am Ende der Zuleitung 303 Anschlussbuchsen oder -module mit einer geeigneten Steckverbindung (beispielsweise RJ-45 oder eine andere) befinden.

[0053] Die Steuereinrichtung 312 der Primäranordnung 301 ist je nach Ausführungsform dazu eingerichtet, den Anteil des aktuellen Stromflusses in zumindest einem, mehreren oder allen Kanälen zu überwachen.

[0054] Die primärseitige Anordnung 301 weist eine Einrichtung 309 zum Bereitstellen von elektrischer Energie auf, beispielsweise eine AC/DC-Wandlereinrichtung, die einen Wechselstrom bzw. eine Wechselspannung in einen Gleichstrom bzw. eine Gleichspannung umwandelt, und dann Gleichstrom bzw. -spannung über eine positive Zuführung 310 und eine negative Zuführung 311 den Eingängen der Steuereinrichtung 312 zuführt, die dazu eingerichtet ist, den Stromfluss durch jeden der Kanäle, d. h. jedes der verdrehten Aderpaare 316, der Zuleitung 303 über der Zeit in Abhängigkeit von einer maximal zulässigen Temperatur der Zuleitung 303 zu steuern. Die Steuereinrichtung 312 ist dazu ausgelegt, z. B. programmiert, für den überwachten jeweils zugehörigen Anteil des aktuellen Stromflusses oder für den gesamten Stromfluss durch alle Kanäle eine Begrenzung durchzuführen, sobald ein zugehöriger maximal zulässiger Stromflusswert überschritten wird, der von der maximal zulässigen Temperatur der Zuleitung 303 abhängig festgelegt ist, mit deren Adern die Ausgangsleitungen der Steuereinrichtung 312 in der gezeigten Ausführungsform über Anschlusskontakte 313 einer RJ-45-Steckverbindung verbunden sind, wobei vorgesehen ist, dass die maximal zulässige Temperatur noch keine Schäden an der Zuleitung 303 oder anderen Komponenten des LED-Beleuchtungssystems 300 verursacht, ein weiterer Anstieg dies jedoch wahrscheinlich macht. Zudem ist die Steuereinrichtung 312 dazu eingerichtet, anhand des überwachten jeweils zugehörigen Anteils des aktuellen Stromflusses eine Fehlfunktionen des LED-Beleuchtungssystems zu erkennen und ggf. den Stromfluss in dem betroffenen Kanal oder allen Kanälen anzupassen, d. h. zu reduzieren oder, falls erforderlich, auch ganz abzuschalten.

[0055] Für jeden der zu steuernden Kanäle verfügt die Steuereinrichtung 312 zudem über eine eigene Dimmsignal-Eingangsschnittstelle 314, über die entweder dasselbe Dimmsignal oder für jeden Kanal ein zugeordnetes eigenes Dimmsignal bereitgestellt werden können, und die Steuereinrichtung ist dazu ausgelegt, den jeweils zugehörigen Anteil des aktuellen Stromflusses durch den oder die Kanäle in Abhängigkeit von dem empfangenen zugeordneten Dimm-Eingangssignal anzupassen.

[0056] In Fig. 4 wird eine schematische Darstellung eines dritten Beispiels eines LED-Beleuchtungssystems gemäß noch einer weiteren Ausführungsform der Erfin-

dung gezeigt. Der prinzipielle Aufbau des gezeigten LED-Beleuchtungssystems 400 entspricht dem in Fig. 3 gezeigten LED-Beleuchtungssystem 300: Das in Fig. 4 gezeigte LED-Beleuchtungssystem 400 umfasst eine primärseitige Anordnung 401, eine sekundärseitige Anordnung 402 und eine Zuleitung 403, über die die sekundärseitige Anordnung 402 von der primärseitigen Anordnung 401 mit elektrischer Energie versorgt wird.

[0057] Auch in der in Fig. 4 gezeigten Ausführungsform umfasst die Zuleitung 403 eine Mehrzahl von vier Kanälen, realisiert mit verdrehten Aderpaaren 416. Für die Zuleitung 403 mit den gezeigten vier Kanälen wird vorzugsweise ein STP-Kabel oder FTP-Kabel verwendet, wobei die Schirmung 415 über die Masse-Anschlussverbindungen 417 und 407 mit Masse 418, 419 verbunden ist. Auch die Steuereinrichtung 412 der Primäranordnung 401 ist je nach Ausführungsform dazu eingerichtet, den Anteil des aktuellen Stromflusses in zumindest einem, mehreren oder allen Kanälen zu überwachen. Eine Einrichtung 409 zum Bereitstellen von elektrischer Energie, beispielsweise eine AC/DC-Wandlereinrichtung, wandelt einen Wechselstrom bzw. eine Wechselspannung in einen Gleichstrom bzw. eine Gleichspannung um und führt diesen bzw. diese dann über eine positive Zuführung 410 und eine negative Zuführung 411 den Eingängen der Steuereinrichtung 412 zu, die dazu eingerichtet ist, den Stromfluss durch jeden der Kanäle, d. h. jedes der verdrehten Aderpaare 416, der Zuleitung 403 über der Zeit in Abhängigkeit von einer maximal zulässigen Temperatur der Zuleitung 403 zu steuern. Die Steuereinrichtung 412 ist dazu ausgelegt, für den überwachten jeweils zugehörigen Anteil des aktuellen Stromflusses oder für den gesamten Stromfluss durch alle Kanäle eine Begrenzung durchzuführen, sobald ein zugehöriger maximal zulässiger Stromflusswert überschritten wird, der von der maximal zulässigen Temperatur der Zuleitung 403 abhängig festgelegt ist, mit deren Adern die Ausgangsleitungen der Steuereinrichtung 412 in der gezeigten Ausführungsform über Anschlusskontakte 413 einer RJ-45-Steckverbindung verbunden sind. Zudem ist die Steuereinrichtung 412 dazu eingerichtet, anhand des überwachten jeweils zugehörigen Anteils des aktuellen Stromflusses eine Fehlfunktion des LED-Beleuchtungssystems 400 zu erkennen und ggf. den Stromfluss in dem betroffenen Kanal oder allen Kanälen anzupassen. Für jeden der zu steuernden Kanäle verfügt die Steuereinrichtung 412 zudem über eine eigene Dimmsignal-Eingangsschnittstelle 414, über die entweder dasselbe Dimmsignal oder für jeden Kanal ein eigenes Dimmsignal bereitgestellt werden können.

[0058] Im Vergleich zu der in Fig. 3 gezeigten Ausführungsform unterscheidet sich die sekundärseitige Anordnung 402 des LED-Beleuchtungssystems 400 darin, dass die Mehrzahl von LED-Leuchtmitteln Komponenten eines LED-Streifens 420 sind, dessen Eingang, in der gezeigten Ausführungsform realisiert mit einer Push-in Steckverbindung 408, parallel mit den Anoden-Eingängen der LED-Leuchtmittel 404 verschaltet ist. Der LED-

Streifen 420 kann z. B. ein RGBW-LED-Streifen sein, wobei jeweils eines der LED-Leuchtmittel 404 rotes Licht, grünes Licht, blaues Licht oder weißes Licht emittieren kann. Um den LED-Streifen 420 mit der Zuleitung 403 zu verbinden, ist die Adaptervorrichtung 405 vorgesehen, die es erlaubt, weiterhin ein STP- oder FTP-Kabel mit vier verdrehten Aderpaaren 416 und daher acht Ausgangsanschlüssen zu verwenden. Die Adaptervorrichtung 405 ist als Adapterplatine mit für den Anschluss von vier Aderpaaren erforderlichen acht Anschlusskontakten 406, 423 einer RJ-45-Steckverbindung ausgestattet, wobei eine Verbindung 421 aller Anschlüsse vorgesehen ist, die die positive Versorgungsspannung über die Anschlusskontakte 406 zugeführt bekommen, wobei die Verbindung 421 diese über die Push-in Steckverbindung 408 dem LED-Streifen 420 zuführt. Der in Fig. 4 gezeigte LED-Streifen 420, bei dem es sich um einen RGBW-Leuchtbalken mit den vier farblich unterschiedlichen LED-Leuchtmitteln 404 in einer Anordnung mit gemeinsamer Anode handeln kann, wird also mit einem Summen-Betriebsstrom für alle vier LED-Leuchtmittel 404 betrieben, der anteilig über einzelne Adern, d. h. Leitungen, jeweils eine pro verdrehtes Aderpaar 416, der Zuleitung 403 geführt wird, bei der es sich um ein QSTP-Kabel handeln kann und wobei der Betriebsstrom auf der Adaptervorrichtung 405 über die dortige Verbindung 421 zusammengefasst wird. Diese Verbindung summiert den Strom für die vier einzelnen Kreise, so dass im LED-Streifen 420 über die Steckverbindung 408 der Summenstrom geführt wird. Die Kathodenanschlüsse der LED-Leuchtmittel 404 sind beispielsweise über Push-in-Steckverbindungen 422 für jeden Kanal bzw. verdrehtes Aderpaar 416 einzeln mit den entsprechenden Anschlusskontakten 423 einer RJ-45-Steckverbindung verbunden.

[0059] In Fig. 5 wird eine schematische Darstellung eines vierten Beispiels eines LED-Beleuchtungssystems gemäß noch einer weiteren Ausführungsform der Erfindung gezeigt. Der prinzipielle Aufbau des gezeigten LED-Beleuchtungssystems 500 entspricht dem in Fig. 4 gezeigten LED-Beleuchtungssystem 400: Das in Fig. 5 gezeigte LED-Beleuchtungssystem 500 umfasst eine primärseitige Anordnung 501, eine sekundärseitige Anordnung 502 und eine Zuleitung 503, über die die sekundärseitige Anordnung 502 von der primärseitigen Anordnung 501 mit elektrischer Energie versorgt wird, wobei die sekundärseitige Anordnung 502 einen LED-Streifen 520 sowie eine Adaptervorrichtung 505 aufweist, mit der der LED-Streifen mit allen verdrehten Aderpaaren 516 der Zuleitung 503 verbunden werden kann, wenn diese als Standard-STP- oder FTP-Kabel ausgeführt ist, wobei dessen Schirmung 515 über die Masse-Anschlussverbindungen 517 und 507 mit Masse 518, 519 verbunden ist.

[0060] Auch die Steuereinrichtung 512 der Primäranordnung 501 ist dazu eingerichtet, den Anteil des aktuellen Stromflusses in einem, mehreren oder allen Kanälen zu überwachen. Die Primäranordnung 501 weist eine Einrichtung 509 zum Bereitstellen von elektrischer En-

ergie auf, beispielsweise eine AC/DC-Wandlereinrichtung, die einen Wechselstrom bzw. eine Wechselspannung in einen Gleichstrom bzw. eine Gleichspannung umwandelt, und führt den Gleichstrom bzw. die Gleichspannung dann über eine positive Zuführung 510 und eine negative Zuführung 511 den Eingängen der Steuereinrichtung 512 zu, die dazu eingerichtet ist, den Stromfluss durch jeden der Kanäle, d. h. jedes der verdrehten Aderpaare 516, der Zuleitung 503 über der Zeit in Abhängigkeit von einer maximal zulässigen Temperatur der Zuleitung 503 zu steuern. Die Steuereinrichtung 512 ist dazu ausgelegt, für den überwachten jeweils zugehörigen Anteil des aktuellen Stromflusses oder für den gesamten Stromfluss durch alle Kanäle eine Begrenzung durchzuführen, sobald ein zugehöriger maximal zulässiger Stromflusswert überschritten wird, der von der maximal zulässigen Temperatur der Zuleitung 503 abhängig festgelegt ist, mit der die Ausgangsleitungen der Steuereinrichtung 512 in der gezeigten Ausführungsform über Anschlusskontakte 513 einer RJ-45-Steckverbindung verbunden sind. Zudem ist die Steuereinrichtung 512 dazu eingerichtet, anhand des überwachten jeweils zugehörigen Anteils des aktuellen Stromflusses eine Fehlfunktion des LED-Beleuchtungssystems 500 zu erkennen und ggf. den Stromfluss in dem betroffenen Kanal oder allen Kanälen anzupassen. Für jeden der zu steuernden Kanäle verfügt die Steuereinrichtung 512 zudem über eine eigene Dimmsignal-Eingangsschnittstelle 514, über die für das gezeigte Ausführungsbeispiel dasselbe Dimmsignal bereitgestellt wird.

[0061] Im Vergleich zu der in Fig. 4 gezeigten Ausführungsform unterscheidet sich die sekundärseitige Anordnung 502 des LED-Beleuchtungssystems 500 darin, dass der LED-Streifen 520 ein einfarbiger Power-LED-Streifen mit beispielsweise einem einzigen LED-Leuchtmittel 504 ist, das dafür im Vergleich zu den Leuchtmitteln 404 im in Fig. 3 gezeigten Ausführungsbeispiel eine höhere Leistung aufweist, wobei dessen Eingang und dessen Ausgang in der gezeigten Ausführungsform mit Push-in Steckverbindungen 508, 522 realisiert sind.

[0062] Um den LED-Streifen 520 mit der Zuleitung 503 zu verbinden, ist die Adaptervorrichtung 505 als Adapterplatine mit für den Anschluss von vier Aderpaaren erforderlichen acht Anschlusskontakten 506, 523 einer RJ-45-Steckverbindung ausgestattet, wobei eine Verbindung 521 aller Anschlüsse vorgesehen ist, die die positive Versorgungsspannung für das LED-Leuchtmittel 504 über die Anschlusskontakte 506 zugeführt bekommen, und wobei die erste Verbindung 521 diese über die Steckverbindung 508 dem LED-Streifen 520 zuführt und wobei eine zweite Verbindung 524 aller Anschlüsse vorgesehen ist, die die negative Versorgungsspannung für das LED-Leuchtmittel 504 über die Anschlusskontakte 523 der RJ-45-Steckverbindung zugeführt bekommt und diese über die Push-in-Steckverbindung 522 dem LED-Streifen 520 zuführt. Wie bei dem in Fig. 4 gezeigten Ausführungsbeispiel wird also ein Summen-Betriebsstrom anteilig über einzelne Adern, d. h. Leitungen, je-

weils eine pro verdrehtes Aderpaar 516, der Zuleitung 503 geführt wird, bei der es sich um ein QSTP-Kabel handeln kann, wobei der Betriebsstrom auf der Adaptervorrichtung 505 über die dortige Verbindung 521 zusammengefasst wird. Diese Verbindung summiert den Strom für die vier einzelnen Kreise, so dass im Power-LED-Streifen 520 über die Steckverbindung 408 der Summenstrom geführt wird, wobei der Summenstrom dort ein einziges LED-Leuchtmittel 504 versorgt.

[0063] In Fig. 6 wird eine schematische Darstellung eines fünften Beispiels eines LED-Beleuchtungssystems gemäß noch einer weiteren Ausführungsform der Erfindung gezeigt. Der prinzipielle Aufbau des gezeigten LED-Beleuchtungssystems 600 entspricht dem in Fig. 5 gezeigten LED-Beleuchtungssystem 500: Das in Fig. 6 gezeigte LED-Beleuchtungssystem 600 umfasst eine primärseitige Anordnung 601, eine sekundärseitige Anordnung 602 und eine Zuleitung 603, über die die sekundärseitige Anordnung 602 von der primärseitigen Anordnung 601 mit elektrischer Energie versorgt wird, wobei die sekundärseitige Anordnung 602 einen LED-Streifen 620 sowie eine Adaptervorrichtung 605 aufweist, mit der der LED-Streifen mit allen verdrehten Aderpaaren 616 der Zuleitung 603 verbunden werden kann, wenn diese z. B. als Standard-STP- oder FTP-Kabel ausgeführt ist, wobei dessen Schirmung 615 über Masse-Anschlussverbindungen 617 und 607 mit Masse 618, 619 verbunden ist.

[0064] Auch die Steuereinrichtung 612 der Primär-anordnung 601 ist dazu eingerichtet, den Anteil des aktuellen Stromflusses in einem, mehreren oder allen Kanälen zu überwachen. Die Primär-anordnung 601 weist eine Einrichtung 609 zum Bereitstellen von elektrischer Energie auf, beispielsweise eine AC/DC-Wandlereinrichtung, die einen Wechselstrom bzw. eine Wechselspannung in einen Gleichstrom bzw. eine Gleichspannung umwandelt, und führt den Gleichstrom bzw. die Gleichspannung dann über eine positive Zuführung 610 und eine negative Zuführung 611 den Eingängen der Steuereinrichtung 612 zu, die dazu eingerichtet ist, den Stromfluss durch jeden der Kanäle, d. h. jedes der verdrehten Aderpaare 616, der Zuleitung 603 über der Zeit in Abhängigkeit von einer maximal zulässigen Temperatur der Zuleitung 603 zu steuern.

[0065] Die Steuereinrichtung 612 ist dazu ausgelegt, für den überwachten jeweils zugehörigen Anteil des aktuellen Stromflusses oder für den gesamten Stromfluss durch alle Kanäle eine Begrenzung durchzuführen, sobald ein zugehöriger maximal zulässiger Stromflusswert überschritten wird, der von der maximal zulässigen Temperatur der Zuleitung 603 abhängig festgelegt ist, mit deren Adern die Ausgangsleitungen der Steuereinrichtung 612 in der gezeigten Ausführungsform über Anschlusskontakte 613 einer RJ-45-Steckverbindung verbunden sind. Zudem ist die Steuereinrichtung 612 dazu eingerichtet, anhand des überwachten jeweils zugehörigen Anteils des aktuellen Stromflusses eine Fehlfunktion des LED-Beleuchtungssystems 600 zu erkennen und ggf. den Stromfluss in dem betroffenen Kanal oder allen Ka-

nälen anzupassen. Für jeden der zu steuernden Kanäle verfügt die Steuereinrichtung 612 zudem über eine eigene Dimmsignal-Eingangsschnittstelle 614, über die für das gezeigte Ausführungsbeispiel jeweils dasselbe oder verschiedene Dimmsignale bereitgestellt werden können.

[0066] Im Vergleich zu der in Fig. 5 gezeigten Ausführungsform unterscheidet sich die sekundärseitige Anordnung 602 des LED-Beleuchtungssystems 600 darin, dass der LED-Streifen 620 ein zweifarbig leuchtender Power-LED-Streifen mit beispielsweise zwei unterschiedlich farbiges Licht emittierenden LED-Leuchtmitteln 604 ist, wobei der Eingang des LED-Streifens 620 in der gezeigten Ausführungsform mit einer Push-in Steckverbindung 608 realisiert ist und parallel mit den Anoden-Eingängen der LED-Leuchtmittel 604 verschaltet ist. Um den LED-Streifen 620 mit der Zuleitung 603 zu verbinden, ist die Adaptervorrichtung 605 vorgesehen, die es erlaubt, weiterhin ein STP- oder FTP-Kabel mit vier verdrehten Aderpaaren 616 und daher acht Ausgangsanschlüssen zu verwenden. Die Adaptervorrichtung 605 ist als Adapterplatine mit für den Anschluss von vier Aderpaaren erforderlichen acht Anschlusskontakten 606, 623, 625 einer RJ-45-Steckverbindung ausgestattet, wobei eine erste Verbindung 621 aller Anschlüsse vorgesehen ist, die die positive Versorgungsspannung für die LED-Leuchtmittel 604 über die Anschlusskontakte 606 zugeführt bekommen, wobei die erste Verbindung 621 diese über die Steckverbindung 608 dem LED-Streifen 620 zuführt. Die Kathodenanschlüsse der LED-Leuchtmittel 604 sind beispielsweise über Push-in-Steckverbindungen 622 mit einer zweiten Verbindung 624, die die negative Versorgungsspannung von zwei der vier verdrehten Aderpaaren 616 über die Anschlusskontakte 623 zugeführt bekommt, bzw. mit einer dritten Verbindung 626, die die negative Versorgungsspannung über die Anschlusskontakte 625 von den zwei übrigen verdrehten Aderpaaren 616 zugeführt bekommt, verbunden. Wie bei dem in Fig. 5 gezeigten Ausführungsbeispiel wird also der Betriebsstrom anteilig über einzelne Adern, d. h. Leitungen, jeweils eine pro verdrehtes Aderpaar 616, der Zuleitung 603, bei der es sich um ein QSTP-Kabel handeln kann, geführt. Allerdings werden auf der Adaptervorrichtung 605 jeweils anstatt alle vier jeweils zwei Aderpaare parallel geschaltet.

[0067] Handelt es sich bei dem LED-Beleuchtungssystem 600 beispielsweise um ein 24V-System, können über eine als QSTP-Kabel (z.B. Netzkabel) realisierte Zuleitung 603 mit einem Querschnitt je Ader von mindestens AWG23 und einer Länge der Zuleitung 603 von 10 m zwei LED Leuchtmittel 604 mit einer maximalen Leistung von ca. 40 W betrieben werden.

[0068] In dem in Fig. 5 gezeigten Ausführungsbeispiel könnte im Vergleich dazu über eine als QSTP-Kabel realisierte Zuleitung 503 mit einem Querschnitt je Ader von mindestens AWG23 und einer Länge der Zuleitung 503 von 10 m ein LED Leuchtmittel 504, dafür aber mit einer maximalen Leistung von ca. 80 W betrieben werden.

[0069] Und in den Ausführungsbeispielen gemäß Fig. 3 und Fig. 4 könnten im Vergleich dazu über eine als QSTP-Kabel realisierte Zuleitung 303 bzw. 403 mit einem Querschnitt je Ader von mindestens AWG23 und einer Länge der Zuleitung 303 bzw. 403 von 10 m vier LED Leuchtmittel 304 bzw. 404, dafür aber mit einer maximalen Leistung von ca. 20 W betrieben werden.

[0070] Die Figuren sind nicht notwendigerweise detailgetreu und maßstabsgetreu und können vergrößert oder verkleinert dargestellt sein, um einen besseren Überblick zu bieten. Daher sind hier offenbarte funktionale Einzelheiten nicht einschränkend zu verstehen, sondern lediglich als anschauliche Grundlage, die dem Fachmann auf diesem Gebiet der Technik Anleitung bietet, um die vorliegende Erfindung auf vielfältige Weise einzusetzen.

[0071] Obwohl die Erfindung im Detail durch die bevorzugten Ausführungsbeispiele näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzbereich der Erfindung zu verlassen. Die Erfindung soll daher nicht auf einzelne Ausführungsformen beschränkt sein, sondern lediglich durch die beigefügten Ansprüche.

Bezugszeichenliste

[0072]

100	LED-Beleuchtungssystem
101	primärseitige Anordnung
102	sekundärseitige Anordnung
103	Zuleitung
104	LED-Leuchtmittel
105	Adaptervorrichtung
106	Steckverbindung
107	Steckverbindung
108	Push-In-Steckverbindung
109	Einrichtung zum Bereitstellen von elektrischer Energie
110	positive Zuführung
111	negative Zuführung
112	Steuereinrichtung
113	Steckverbindung
114	Dimmsignal-Eingangsschnittstelle
115	Schirmung
116	verdrehtes Aderpaar
117	Steckverbindung
118	Masse
119	Masse
206	Steckverbindung
210	positive Zuführung
211	negative Zuführung
212	Steuereinrichtung
214	Dimmsignal-Eingangsschnittstelle
220	Strommesseinheit
221	Auswerteeinheit
222	Absicherungseinheit

223	Treibereinheit		510	Energie
224	Spannungsmesseinheit		511	positive Zuführung
300	LED-Beleuchtungssystem		511	negative Zuführung
301	primärseitige Anordnung		512	Steuereinrichtung
302	sekundärseitige Anordnung	5	513	Anschlusskontakt einer RJ-45-Steckverbindung
303	Zuleitung		514	Dimmsignal-Eingangsschnittstelle
304	LED-Leuchtmittel		515	Schirmung
305	Adaptervorrichtung		516	verdrilltes Aderpaar
306	Anschlusskontakt einer RJ-45-Steckverbindung		517	Masse-Anschlussverbindung
307	Masse-Anschlussverbindung	10	518	Masse
308	Push-In-Steckverbindung		519	Masse
309	Einrichtung zum Bereitstellen von elektrischer Energie		520	LED-Streifen
310	positive Zuführung		521	erste Verbindung
311	negative Zuführung	15	522	Push-in Steckverbindung
312	Steuereinrichtung		523	Anschlusskontakt einer RJ-45-Steckverbindung
313	Anschlusskontakt einer RJ-45-Steckverbindung		524	zweite Verbindung
314	Dimmsignal-Eingangsschnittstelle		600	LED-Beleuchtungssystem
315	Schirmung		601	primärseitige Anordnung
316	verdrilltes Aderpaar	20	602	sekundärseitige Anordnung
317	Masse-Anschlussverbindung		603	Zuleitung
318	Masse		604	LED-Leuchtmittel
319	Masse		605	Adaptervorrichtung
400	LED-Beleuchtungssystem		606	Anschlusskontakt einer RJ-45-Steckverbindung
401	primärseitige Anordnung	25	607	Masse-Anschlussverbindung
402	sekundärseitige Anordnung		608	Push-In-Steckverbindung
403	Zuleitung		609	Einrichtung zum Bereitstellen von elektrischer Energie
404	LED-Leuchtmittel		610	positive Zuführung
405	Adaptervorrichtung		611	negative Zuführung
406	Anschlusskontakt einer RJ-45-Steckverbindung	30	612	Steuereinrichtung
407	Masse-Anschlussverbindung		613	Anschlusskontakt einer RJ-45-Steckverbindung
408	Push-In-Steckverbindung		614	Dimmsignal-Eingangsschnittstelle
409	Einrichtung zum Bereitstellen von elektrischer Energie		615	Schirmung
410	positive Zuführung	35	616	verdrilltes Aderpaar
411	negative Zuführung		617	Masse-Anschlussverbindung
412	Steuereinrichtung		618	Masse
413	Anschlusskontakt einer RJ-45-Steckverbindung		619	Masse
414	Dimmsignal-Eingangsschnittstelle		620	LED-Streifen
415	Schirmung	40	621	erste Verbindung
416	verdrilltes Aderpaar		622	Push-in-Steckverbindung
417	Masse-Anschlussverbindung		623	Anschlusskontakt einer RJ-45-Steckverbindung
418	Masse		624	zweite Verbindung
419	Masse		625	Anschlusskontakt einer RJ-45-Steckverbindung
420	LED-Streifen	45	626	dritte Verbindung
421	Verbindung			
422	Push-in-Steckverbindung			
423	Anschlusskontakt einer RJ-45-Steckverbindung			
500	LED-Beleuchtungssystem			
501	primärseitige Anordnung	50		
502	sekundärseitige Anordnung			
503	Zuleitung			
504	LED-Leuchtmittel			
505	Adaptervorrichtung			
506	Anschlusskontakt einer RJ-45-Steckverbindung	55		
507	Masse-Anschlussverbindung			
508	Push-In-Steckverbindung			
509	Einrichtung zum Bereitstellen von elektrischer			

Patentansprüche

1. LED-Beleuchtungssystem (100), umfassend

- eine primärseitige Anordnung (101);
- eine sekundärseitige Anordnung (102); und
- eine Zuleitung (103), über die die sekundärseitige Anordnung (102) von der primärseitigen Anordnung (101) mit elektrischer Energie versorgbar ist, wobei

die sekundärseitige Anordnung (102) ein oder meh-

rere Halbleiter-Bauelemente aufweist; und die primärseitige Anordnung (101) eine Einrichtung (109) zum Bereitstellen von elektrischer Energie aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- das eine oder die mehreren Halbleiter-Bauelemente nur LED-Leuchtmittel (104) sind und
 - die primärseitige Anordnung (101) außerdem eine Steuereinrichtung (112) umfasst, die dazu eingerichtet ist, einen aktuellen Stromfluss durch die Zuleitung (103) in Abhängigkeit von einer maximal zulässigen Temperatur der Zuleitung (103) zu steuern.
2. LED-Beleuchtungssystem nach Anspruch 1, wobei die Steuereinrichtung (112, 212) eine Sensoreinheit (220) aufweist, die dazu eingerichtet ist, den aktuellen Stromfluss zu erfassen, und die Steuereinrichtung (112, 212) dazu eingerichtet ist, den aktuellen Stromfluss auf einen von der maximal zulässigen Temperatur abhängigen maximal zulässigen Stromfluss größer Null zu begrenzen.
 3. LED-Beleuchtungssystem nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei die Zuleitung (103) ein oder mehrere verdrehte Aderpaare (116) aufweist.
 4. LED-Beleuchtungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Zuleitung (103) eine Abschirmung (115) gegen elektromagnetische Störungen aufweist.
 5. LED-Beleuchtungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Einrichtung (109) zum Bereitstellen von elektrischer Energie eine Gleichrichter-Schaltung umfasst.
 6. LED-Beleuchtungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Zuleitung (103) mit der primären Anordnung (101) und der sekundären Anordnung (102) über Steckverbindungen (106, 113) verbindbar ist.
 7. LED-Beleuchtungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine minimal erforderliche Größe einer Querschnittsfläche der Zuleitung (103) nur in Abhängigkeit von einem maximal zulässigen Spannungsabfall über dem einen oder den mehreren Leuchtmitteln (104) bestimmt ist und eine tatsächliche Größe der Querschnittsfläche der Zuleitung (103) an die minimal erforderlichen Größe angepasst ist.
 8. LED-Beleuchtungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Zuleitung (303) eine Mehrzahl von Kanälen umfasst und die Steuereinrichtung (312) dazu eingerichtet ist, einen jeweils zugehörigen Anteil des aktuellen Stromflusses in zu-

mindest einem der Kanäle zu überwachen.

9. LED-Beleuchtungssystem nach Anspruch 8, wobei die Steuereinrichtung (312) dazu eingerichtet ist, den jeweils zugehörigen Anteil des aktuellen Stromflusses in der Mehrzahl von Kanälen zu überwachen.
10. LED-Beleuchtungssystem nach Anspruch 8 oder Anspruch 9, wobei die Steuereinrichtung (312) dazu eingerichtet ist, zumindest für den überwachten jeweils zugehörigen Anteil des aktuellen Stromflusses eine Begrenzung durchzuführen, wenn ein zugehöriger maximal zulässiger Stromflusswert überschritten wird.
11. LED-Beleuchtungssystem nach Anspruch 10, wobei der zugehörige maximale Stromflusswert von der maximal zulässigen Temperatur der Zuleitung (303) abhängig ist.
12. LED-Beleuchtungssystem nach einem der Ansprüche 8 bis 11, wobei die Steuereinrichtung (312) dazu eingerichtet ist, anhand des überwachten jeweils zugehörigen Anteils des aktuellen Stromflusses eine Fehlfunktion des LED-Beleuchtungssystems (300) zu detektieren.
13. LED-Beleuchtungssystem nach einem der Ansprüche 8 bis 12, wobei die Steuereinrichtung (312) dazu eingerichtet ist, den jeweils zugehörigen Anteil des aktuellen Stromflusses durch zumindest einen der Kanäle in Abhängigkeit von einem zugeordneten Dimm-Eingangssignal (314) anzupassen.
14. LED-Beleuchtungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das eine oder die mehreren LED-Leuchtmittel (404) auf einem Trägerelement, vorzugsweise einem LED-Streifen (420), mit einer Verbindungsmöglichkeit zu einer Stromversorgung bereitgestellt sind.
15. LED-Beleuchtungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, außerdem umfassend
 - mindestens eine weitere sekundärseitige Anordnung und
 - mindestens eine weitere Zuleitung, über die die mindestens eine weitere sekundärseitige Anordnung von der primärseitigen Anordnung mit elektrischer Energie versorgbar ist, wobei
 die mindestens eine weitere sekundärseitige Anordnung jeweils ein oder mehrere weitere Halbleiter-Bauelemente aufweist; und wobei das jeweilige eine weitere oder die jeweiligen mehreren weiteren Halbleiter-Bauelemente nur LED-Leuchtmittel sind und die Steuereinrichtung der primärseitigen Anordnung

außerdem dazu eingerichtet ist, einen jeweiligen aktuellen Stromfluss durch die mindestens eine weitere Zuleitung in Abhängigkeit von einer jeweils zugehörigen maximal zulässigen Temperatur der mindestens einen weiteren Zuleitung zu steuern.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

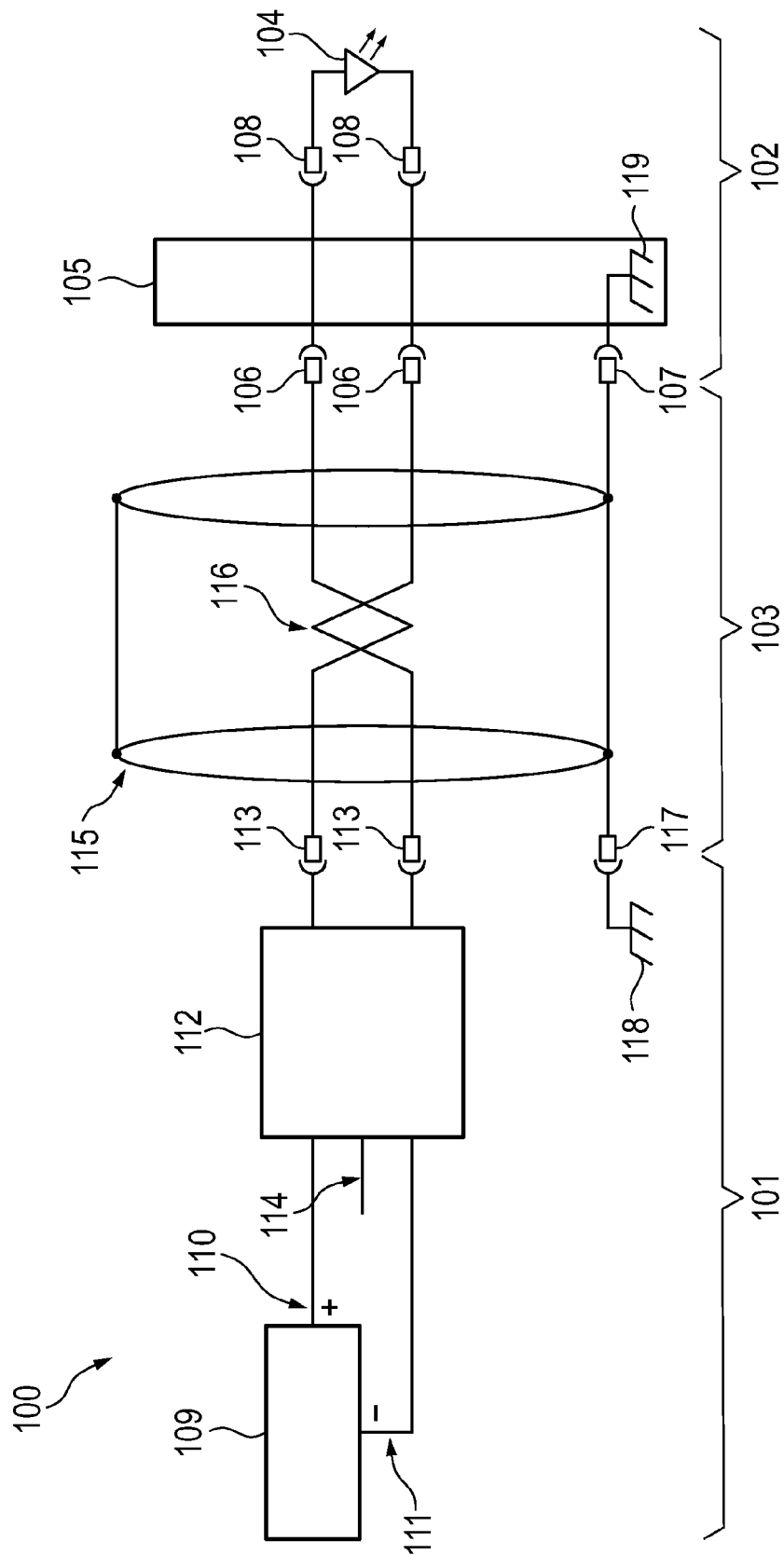


Fig. 1

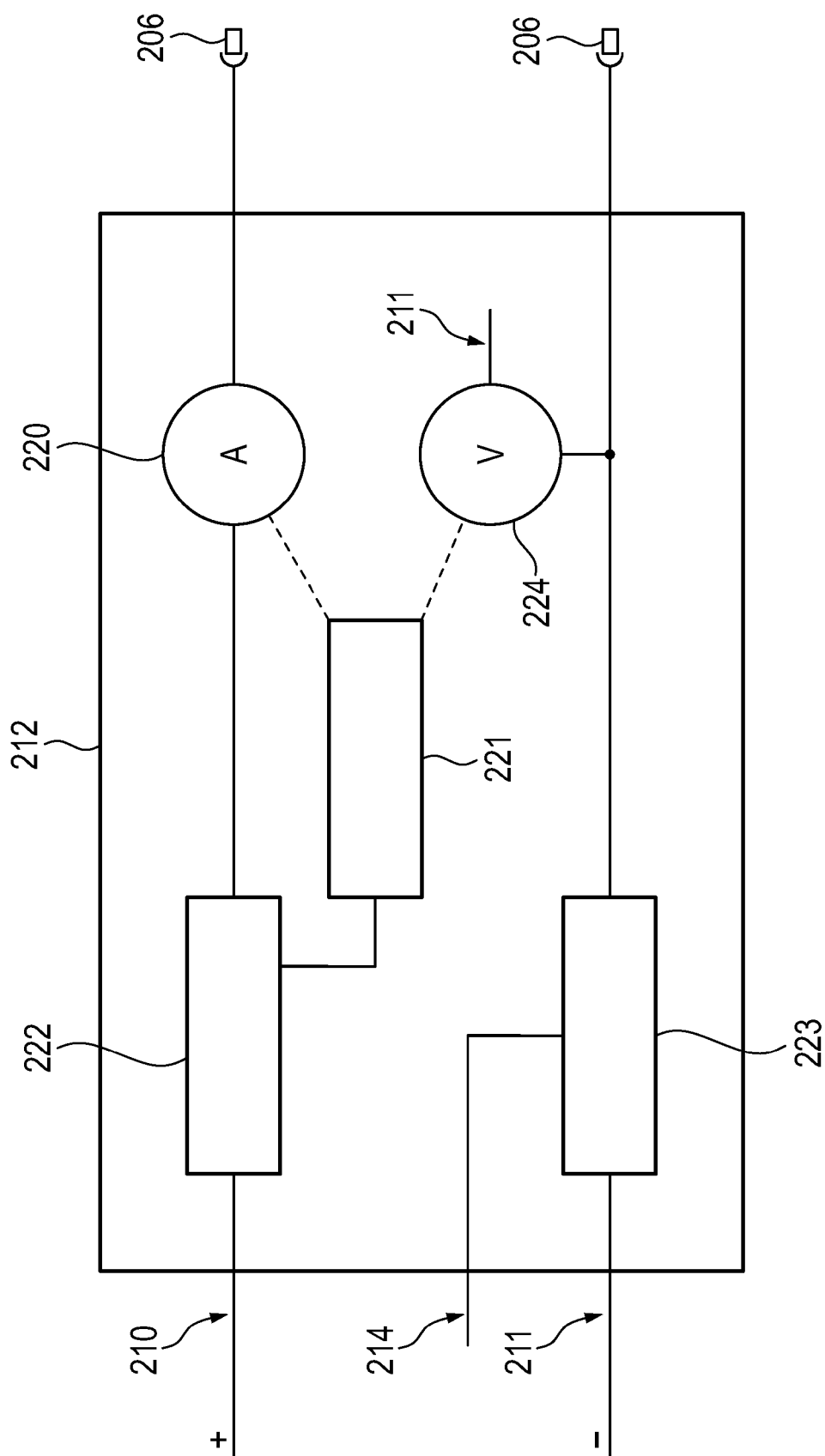
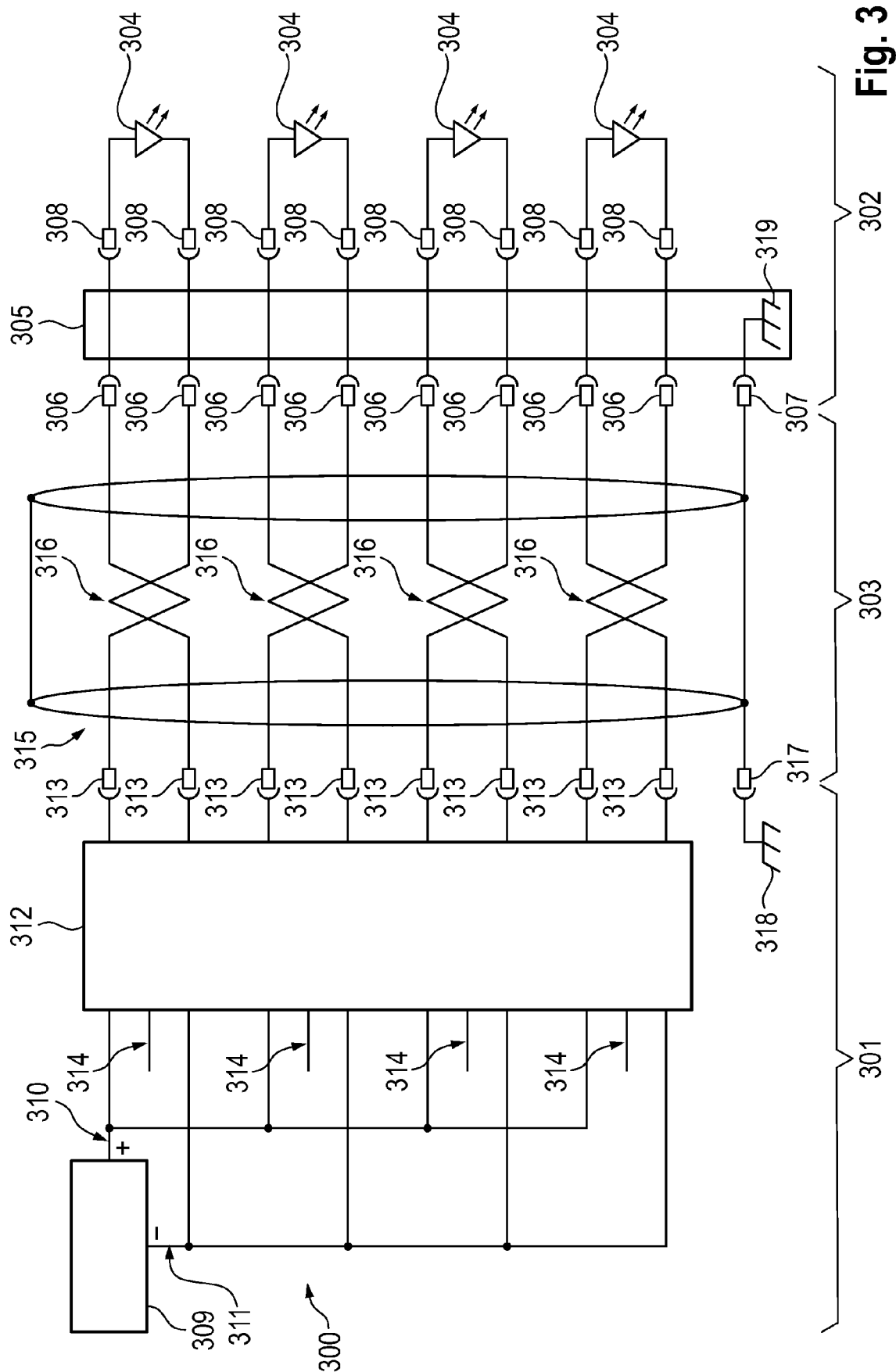


Fig. 2



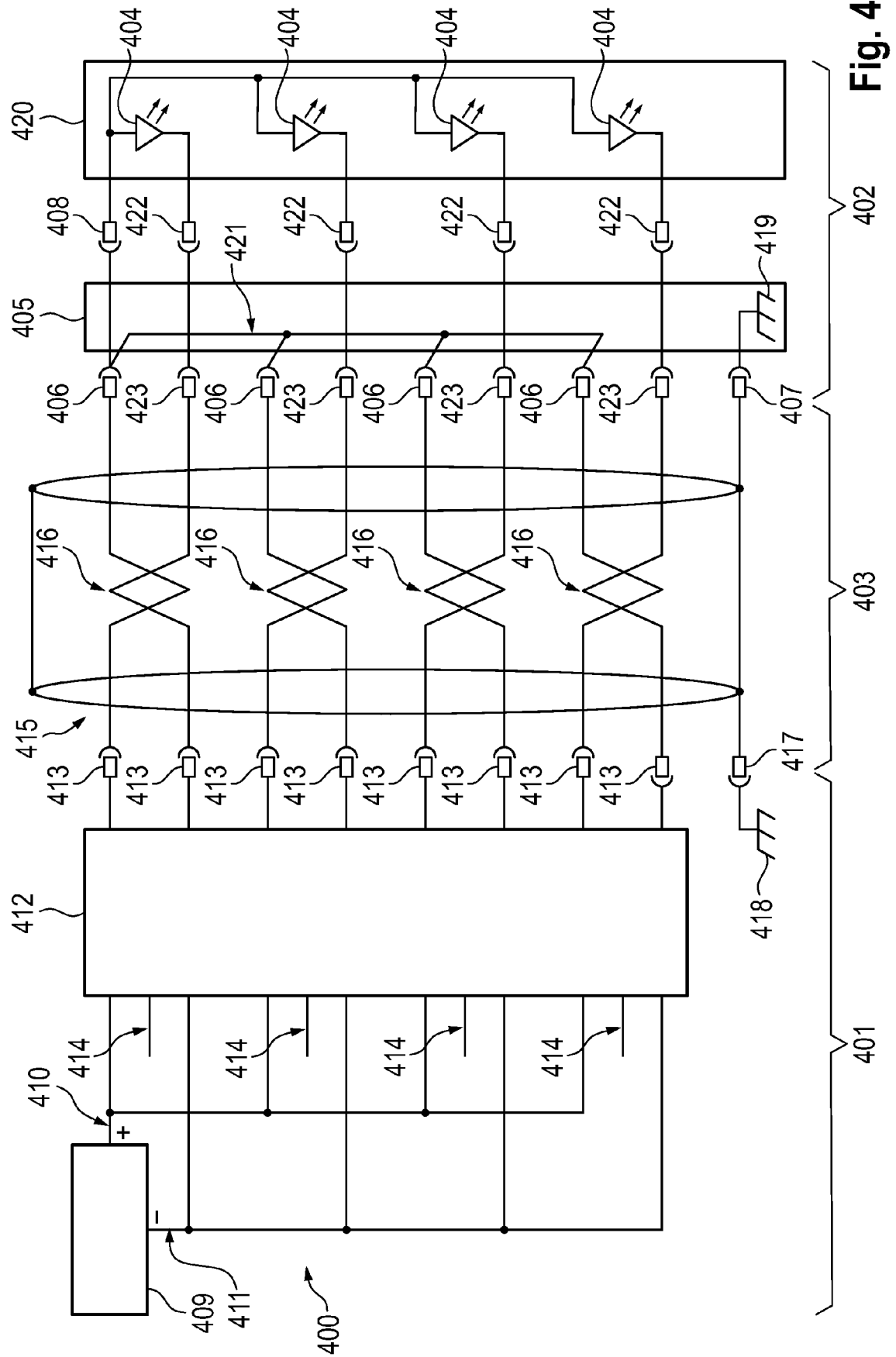


Fig. 4

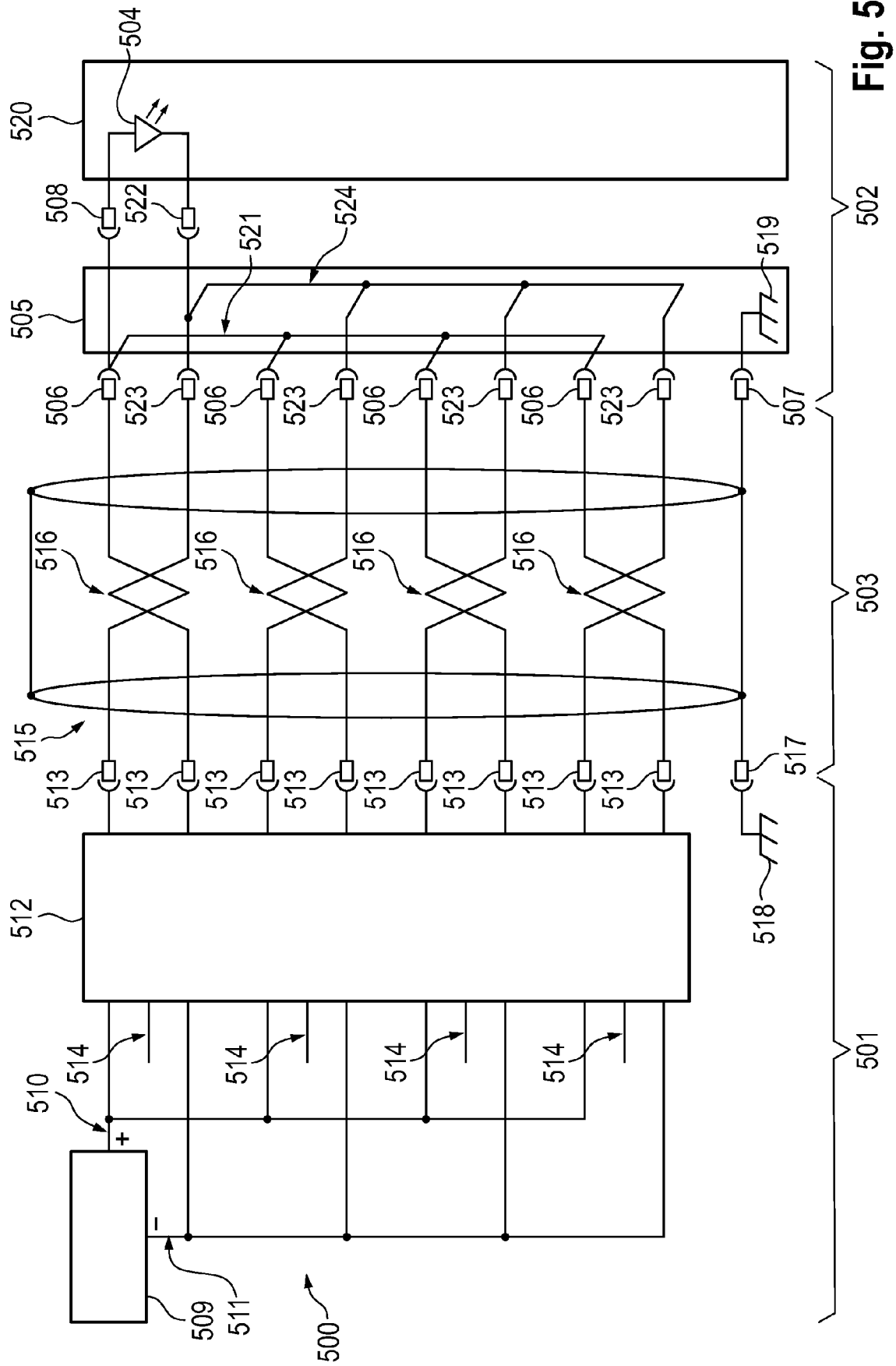


Fig. 5

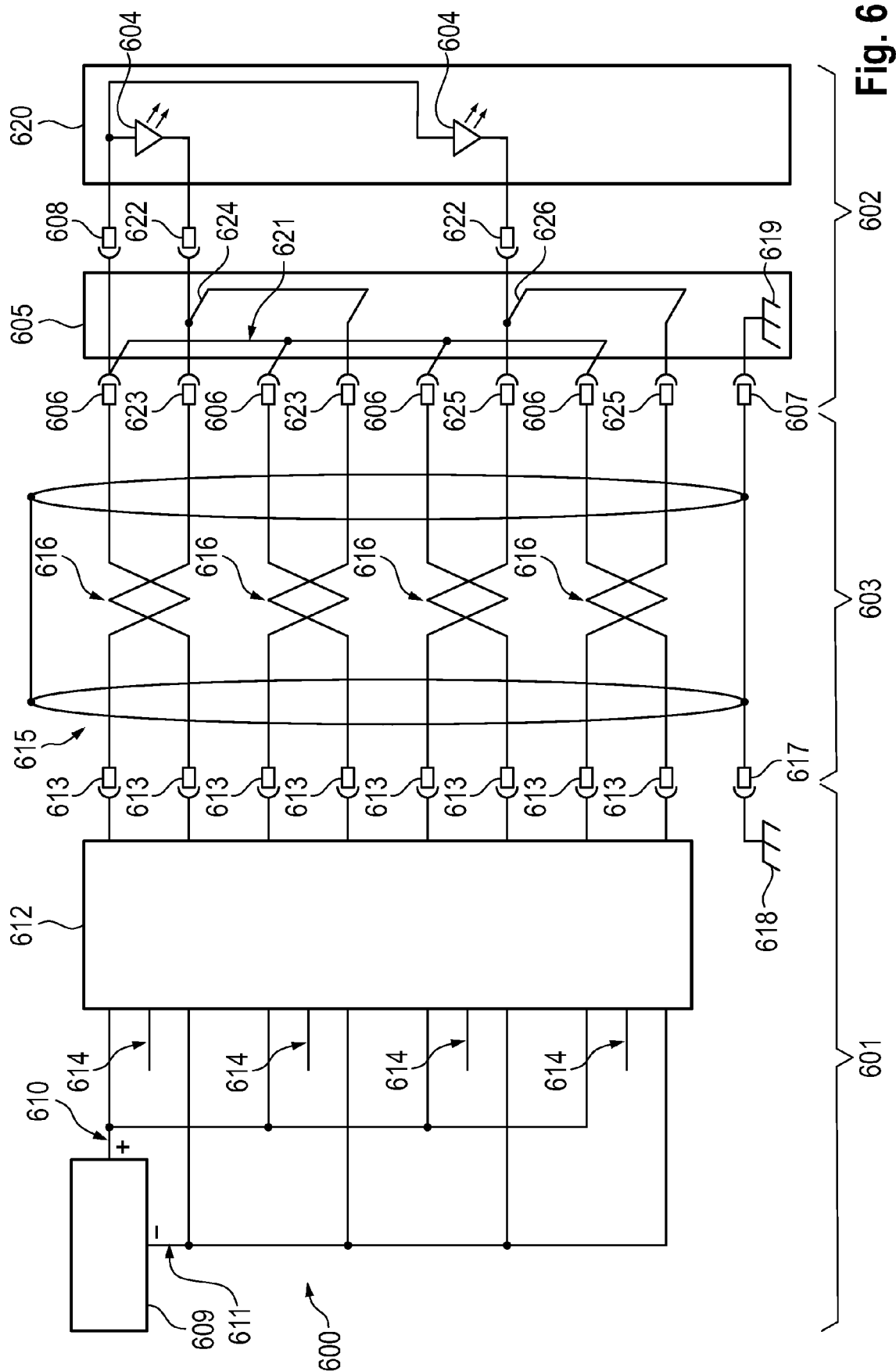


Fig. 6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 20 20 0212

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)
A,D	US 2018/063928 A1 (HICK ROBERT L [US]) 1. März 2018 (2018-03-01) * das ganze Dokument *	1-15	INV. H05B45/50
A	DE 10 2013 221033 A1 (OSRAM GMBH [DE]) 16. April 2015 (2015-04-16) * das ganze Dokument *	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H05B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 4. Dezember 2020	Prüfer Plamann, Tobias
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 20 20 0212

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.

04-12-2020

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	US 2018063928 A1	01-03-2018	KEINE	
15	DE 102013221033 A1	16-04-2015	CN 105659698 A	08-06-2016
			DE 102013221033 A1	16-04-2015
			US 2016270167 A1	15-09-2016
			WO 2015055396 A1	23-04-2015
20				
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

- US 20180063928 A1 **[0007]**
- WO 2016094920 A1 **[0008]**
- DE 202006007896 U1 **[0009]**
- EP 2048916 B1 **[0010]**
- US 9622329 B2 **[0011]**
- US 9253842 B2 **[0012]**