(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 499 882 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
07.01.2015 Patentblatt 2015/02

(21) Anmeldenummer: **10788000.7**

(22) Anmeldetag: **15.11.2010**

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

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2010/006934

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2011/057813 (19.05.2011 Gazette 2011/20)

(54) SCHALTUNGSANORDNUNG FÜR EINE LED-LICHTQUELLE

CIRCUIT ARRANGEMENT FOR AN LED LIGHT SOURCE

CIRCUIT POUR SOURCE LUMINEUSE LED

(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

(30) Priorität: **13.11.2009 DE 102009052836**
16.11.2009 US 261518 P

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.09.2012 Patentblatt 2012/38

(73) Patentinhaber: **Schott AG**
55122 Mainz (DE)

(72) Erfinder:
- **WEIL, Achim**
67308 Immesheim (DE)
- **BLEISINGER, Björn**
55566 Kirschroth (DE)
- **SIEBENROCK, Stefan**
76137 Karlsruhe (DE)
- **SCHMITT, Ulrich**
75392 Deckenpfronn (DE)

(74) Vertreter: **Herden, Andreas F.**
Blumbach & Zinngrebe
Alexandrastrasse 5
65187 Wiesbaden (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
US-A1- 2004 233 144
US-A1- 2005 128 168
US-A1- 2006 109 205
US-A1- 2006 220 570
US-A1- 2008 054 862
US-B2- 7 148 632

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 2 499 882 B1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Leuchtdiodenmodul mit einer Schaltungsanordnung zum Ansteuern einer LED-Lichtquelle, das insbesondere für den Einsatz im Luftfahrtbereich geeignet ist.

[0002] LED-Lichtquellen gewinnen im Beleuchtungsbereich zunehmend an Bedeutung. Der zu herkömmlichen Halogenlampen relativ hohe Wirkungsgrad und eine damit verbundene vergleichsweise geringe Wärmeabstrahlung sowie die mechanische Robustheit und die Langlebigkeit der einzelnen Leuchtdioden zeichnen sich insbesondere für den Einsatz im Verkehrswesen aus, zum Beispiel als Beleuchtungsmittel in einer Passagierkabine in Flugzeugen, Schiffen, Eisenbahnwagen usw.. Durch eine punktuelle Ausleuchtung mit einer Helligkeit von gewöhnlich 150-250 lx beim Abstand von 40-50 cm eignen sich die LED-Lichtquellen in besonders guter Weise als Leseleuchten (im englischen reading-lights) in Passagierflugzeugen.

[0003] Die Leuchtdiode ermöglichen bauartbedingt vergleichsweise vielfältige Möglichkeiten bezüglich einer funktionellen Gestaltung und dem Einbauort einer jeweiligen Leuchte. In Passagierflugzeugen werden zum Beispiel die herkömmlichen Halogen-Leseleuchten im Überkopfbereich durch LED-Leseleuchten ersetzt, die bevorzugt mit einem Schwanenhals direkt an einem Passagiersitz befestigt sind und über ein LED-Modul in einem Leuchtmittelkopf verfügen. Eine solche Leseleuchte zeichnet sich insbesondere durch die Schwenkbarkeit und einer damit verbundenen flexiblen Ausrichtung eines Lichtkegels aus.

[0004] Die Leuchtdioden eines jeweiligen LED-Moduls benötigen zum Einstellen eines geeigneten Arbeitspunktes in der Regel eine Treiberschaltung, mit dem eine aus einem Bordnetz bereitgestellte Spannung auf die Vorwärtsspannung einer LED anpasst wird und die den Diodenstrom konstant regelt.

[0005] Im Luftfahrtbereich (im englischen Aviation) werden im Allgemeinen an die elektrischen und elektronischen Geräte hohe Anforderungen bezüglich der EMV (Elektromagnetischen Verträglichkeit) gestellt. Die leitungsgebundenen Störungen sowie die raumgebundenen Störabstrahlungen müssen den in den Luftfahrtnormen zum Beispiel der RTCA-DO160 oder den Kundenspezifischen Vorgaben wie der D6-36440 von Boeing oder der ABD0100 von Airbus erfüllen. Bekannte LED-Module beinhalten daher in der Regel lineare Spannungsregler, die eine Spannungsdifferenz zwischen der Diodenvorwärtsspannung und der bereitgestellten Bordnetzspannung in Verlustleistung umsetzen. Bei der dabei entstehenden Wärmeabstrahlung des LED-Moduls sind ebenfalls durch die genannten Normen vorgeschrieben Grenzwerte einzuhalten. Zum Beispiel darf die Berührungstemperatur (im englischen touch temperature) eines Aluminiumgehäuse von einem LED-Modul die Umgebungstemperatur um maximal 7°C übersteigen.

[0006] In der gesamten Luftfahrt haben sich verschiedene Typen von Gleichspannungsbordnetze etabliert, die unterschiedliche Nennspannungen aufweisen. Während Sportflugzeuge oftmals ein 12 V/14 V DC Bordnetz haben, sind die Passagierkabinen von modernen Verkehrsflugzeugen in der Regel mit einem 28 V DC Bordnetz ausgerüstet. Zunehmend werden parallel zu der 28 V Spannungsebene zusätzlich andere Versorgungsspannungen durch diverse Netzteile bereitgestellt. Zum Beispiel werden durch so genannte In-Seat-Power-Supplies (ISPS) lokale 5 V Gleichspannungen erzeugt, die zum Beispiel über einen Universellen Seriellen Bus (USB) unter anderem für eine im Sitz interagierte Unterhaltungselektronik bereitgestellt wird und an der gegebenenfalls auch eine LED-Leseleuchte zu Betreiben ist.

[0007] Ein derzeit in der Luftfahrt gebräuchliches LED-Modul mit einer linearen Spannungsreglung, ist unter Berücksichtigung einer maximal tolerierbaren Verlustleistung jeweils nur für eine bestimmte Nennspannung einsetzbar. Um eine solche möglichst geringe Verlustleistung zu gewährleisten, werden die für den 28 V Betrieb ausgelegten LED-Leuchten bevorzugt mit einem Multi-LED-Modul ausgerüstet, das mehrere in Reihe geschaltete Leuchtdioden beinhaltet. Die Serienschaltung mehrerer LED ermöglicht einen größeren Spannungsabfall, so dass der lineare Spannungsregler weniger Verlustleistung aufnehmen muss. 1-LED-Module können im Luftfahrtbereich derzeit nur für kleine Versorgungsspannungen eingesetzt werden. Im Vergleich zu den Multi-LED-Modulen zeichnen sie sich durch eine homogenere Helligkeitsverteilung in ihrem Lichtkegel aus, so dass ihr Einsatz auch an größeren Spannungen wünschenswert ist.

[0008] Ein wesentlicher Nachteil bei den bekannten LED-Leuchten ist, dass für jedes der unterschiedlichen Bordnetze, d.h. für die unterschiedlichen Spannungsbereiche, ein eigenes LED-Modul mit einer angepassten Leuchtdiodenkonfiguration und einem angepassten Spannungsregler entwickelt werden muss. Diese ist insbesondere im Hinblick auf die zeitlich und technisch aufwendige Abnahmen bzw. Prüfungen für eine Luftfahrtzulassung nachteilig. Zudem ist es wichtig, für einen direkten Betrieb an einem Bordnetz spezielle Anforderungen hinsichtlich einer dauerhaften sowie einer kurzzeitig auftretenden Überspannung zu berücksichtigen.

[0009] In US 7,148,632 B2 wird ein Leuchtdiodenmodul beschrieben, welches drei Gruppen von LEDs, die jeweils eine andere Lichtfarbe emittieren und deren Intentsität einstellbar ist, ansteuert. Mit bereitgestellten Prozeduren können Farbe und Leistung kalibriert werden. Diese Einrichtung verfügt über ein Spannungsmodul für einen Spannungsbereich von 23 V bis 33 V, welches dessen Einsatzbereich spürbar beschränkt.

[0010] US 2006/0220570A1 zeigt ein kostengünstiges Modul zur Spannungsversorgung von LEDs. Mit einer Ladungsträgerpumpenanordnung soll der Spannungsabfall einer Gleichstrombatterie kompensiert und hierdurch die Versorgungsspannung bei abfallender Batteriespannung erhöht werden. Bei ausreichend hoher Bat-

teriespannung wird die Ladungsträgerpumpenandordnung durch einen Bypass überbrückt, um unerwünschte Verluste in diesem batteriebetriebenen System zu vermeiden. Insbesondere aus Figur 2 dieser Publikation ist zu erkennen, dass mit dieser Anordnung ein Spannungsbereich von etwa 3,4 bis 4,2 V kompensiert wird, welcher beispielsweise für die Zwecke der Luftfahrtindustrie vollständig ungeeignet ist.

[0011] US 2008/0054862 A1 beschreibt ein elektronisches Gerät mit einer Gleichstromspannungsversorgung, bei welcher die Spannung einer speisenden Batterie durch geeignete Wandler für eine zu versorgende Last geregelt wird.

[0012] In der US 2006/0109205 A1 wird ein LED-Treiber beschrieben, der eine Ladungspumpe umfasst, die bei einer abfallenden Batteriespannung in einem mobilen Gerät eine ausreichende LED-Vorwärtsspannung bereitstellt. Die Ladungspumpe ist Spannungsabgängig zwischen drei Betriebsarten umschaltbar.

[0013] Die vorliegende Erfindung hat sich daher neben anderen auch die Aufgabe gestellt, ein LED-Weitbereichsspannungsmodul bereitzustellen, das insbesondere die im Luftfahrtbereich gültigen Anforderungen erfüllt.

[0014] Zur Lösung dieser Aufgabe schlägt die vorliegende Erfindung ein Leuchtdiodenmodul vor, das ein Gehäuse und wenigstens eine Leiterplatte umfasst, wobei das Gehäuse bevorzugt aus Aluminium oder einem schwer entflammbaren Kunststoff gefertigte ist. Die Leiterplatte weist wenigstens eine Leuchtdiode, einen LED-Treiber und einen Ansteuerbaustein, sowie eine Schaltungsanordnung auf. Der LED-Treiber stellt einen konstanten Arbeitspunkt für einen durch den Ansteuerbaustein gesteuerten gepulsten Betrieb der Leuchtdiode bereit. Die Schaltungsanordnung umfasst einen Eingang zum Anschalten einer ersten Spannung und einen DC/DC-Wandler sowie einen zu dem DC/DC-Wandler parallel geschalteten Bypass umfasst, der mittels einer Komparatorschaltung aktivierbar ist.

[0015] In bevorzugten Ausführungsformen kann der Ansteuerbaustein einerseits als PWM-Baustein ausgeführt sein. Dies ermöglicht vorteihaft eine Dimmung der LED.

[0016] In einer anderen Ausführungsform ist der Ansteuerbaustein andererseits als mechanischer Schalter oder Taster ausgeführt oder ist mittels eines separaten Schalters oder Tasters oder über einen externen Schalteingang betätigbar.

[0017] Der Schalter oder Taster kann einerseits als mechanischer Schalter oder Taster oder als Halbleiter-Schalter ausgeführt sein, der mittels eines μ-Schalters angesteuert werden kann. Aufgrund der sehr geringen Schaltströme können vorteilhaft sehr kleine μ-Schalter, wie beispielsweise ein Schalter wie der OMRON-Schalter Typ D3SH, verwendet werden.

[0018] Die Komparatorschaltung ist vorzugsweise zwischen dem Eingang und dem Abwärtswandlerbaustein angeordnet, und dazu ausgebildet, die Höhe einer Eingangsspannung der Schaltungsanordnung zu erfassen und mit einem ersten und zweiten Schwellenwert zu vergleichen.

[0019] Komparatorschaltung ist weiter dazu ausgebildet, bei Unterschreiten des ersten Schwellenwerts den Transistor zur Aktivierung des Bypasses anzusteuern und bei Überschreiten des zweiten Schwellenwerts den Transistor zur Deaktivierung des Bypasses anzusteuern.

[0020] Die vorliegende Erfindung stellt somit gegenüber dem Stand der Technik ein universelles Leuchtdiodenmodul bereit, das als Leuchtmittel in verschiedenen Beleuchtungseinrichtungen in der Luftfahrttechnik einsetzbar ist. Die sehr aufwendige Zulassungsprozedur für derartige elektronische Komponenten fällt somit nur noch einmal an, was im Hinblick auf die für die Luftfahrttechnik typischen geringen Stückzahlen besonders Vorteilhaft ist.

[0021] Der Weitspannungsbereich des Leuchtdiodenmoduls bietet zusätzlich den entscheidenden Vorteil, dass Schwankungen in der Bordnetzseitig bereitgestellten Eingangsspannung ohne Helligkeitsschwankungen durch das Leuchtmittel verarbeitet werden. Wenn zum Beispiel bei einem Generatorausfall die Bordnetzspannung von 28 V auf die 24 V im Batteriebetrieb absinkt, bietet das erfindungsgemäße Leuchtdiodenmodul auch im Notbetrieb seine volle Leuchtintensität, wodurch es sich bevorzugt auch als Einstiegsleuchte eignet.

[0022] Eine vorteilhafte Ausbildungsform sieht vor, ein DC/DC-Wandler in Form eines integrierten Abwärtswandlerbausteins einzusetzen..

[0023] In einer weiteren besonders vorteilhaften Ausführung sieht die Erfindung vor, die Leiterplatte des Leuchtdiodenmoduls als mehrteilige Leiterplatte auszubauen, wobei die einzelnen Leiterplattenabschnitte miteinander durch flexible Leiterbahnabschnitte verbunden sind. Die Leiteplattenabschnitte können somit gefaltet in das Gehäuse eines Leuchtdiodenmoduls eingebaut werden und nehmen lediglich ein maximales Volumen von 12 cm^3 ein.

[0024] Um bei einer länger anliegenden Spannung die nachgeschalteten Komponenten vor Überspannungen beim Betrieb am Bordnetz zu schützen ist vorteilhaft vorgesehen, dass die Schaltungsanordnung eine Überspannungsschutzschaltung beinhaltet, die einen Feldeffekttransistor beinhaltet, der bei Überspannung die Versorgungsspannung begrenzt.

[0025] Bei einer bevorzugten Ausführungsform des Leuchtdiodenmoduls ist zwischen dem Eingang und der ersten Filterschaltung mindestens eine Suppressordiode, mindestens ein Varistor oder eine Kombination aus Suppressordiode und Varistor angeordnet. In vorteilhafter Weise reagieren Suppressordioden sehr schnell auf Überspannungen, können aber relativ wenig Energie aufnehmen, Varistoren reagieren zwar etwas langsamer, können jedoch dafür mehr Energie aufnehmen.

[0026] Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform des Leuchtdiodenmoduls sind mehrere Suppressordioden und/oder Varistoren an der Leuchtdiode sowie

an weiteren Bausteinen der LED-Platine ausgangsseitig und/oder eingangsseitig zwischen dem Eingang und der ersten Filterschaltung und/oder zwischen dem Eingang und dem LED-Treiber angeordnet. Bei dieser besonders bevorzugten Ausführungsform kann insbesondere ein Schutz vor Überspannungen, z.B. infolge von RADAR-Einstrahlung, EMPs oder ähnlichem, erzielt werden, die zwischen LED-Platine und Hauptplatine induziert/eingekoppelt werden.

[0027] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung einer bevorzugten, jedoch lediglich beispielhaften Aufführungsform der Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen ersichtlich. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1: ein Blockschaltbild eines Weitbereichsspannungsmoduls für ein erfindungsgemäßes Leuchtdiodenmodul,

Fig. 2: einen detaillierten Schaltplan eines Weitbereichsspannungsmoduls gemäß Figur 1,

Fig. 3: einen detaillierten Schaltplan eines alternativen Weitbereichsspannungsmoduls gemäß Figur 1,

Fig. 4: einen Schaltplan einer LED-Platine,

Fig. 5: eine 3D-Schnittansicht eines Leuchtdiodenmoduls mit einer axialen Lichtaustrittsöffnung,

Fig. 6: eine 3D-Schnittansicht eines Leuchtdiodenmoduls mit einer radialen Lichtaustrittsöffnung,

Fig. 7: ein Messdiagramm für die raumgebundenen Störabstrahlung in einem Frequenzbereich zwischen 150 kHz und 25 MHz,

Fig. 8: ein Messdiagramm für die leitungsgebundenen Störabstrahlung in einem Frequenzbereich zwischen 150 kHz und 25 MHz,

Fig. 9: ein Messdiagramm für die Stabilität der Helligkeit über die Eingangsspannung.

[0028] In der Figur 1 ist das Blockschaltbild eines Weitbereichsspannungsmoduls dargestellt, das von einem erfindungsgemäßen Leuchtdiodenmodul mit einer 1-LED-Lichtquelle umfasst ist. Das Leuchtdiodenmodul erfüllt die Anforderungen der RTCA-DO160E und eignet sich somit insbesondere als Leselampe oder als Kabinenbeleuchtung im Luftfahrtbereich.

[0029] Das dargestellte Weitbereichsspannungsmodul beinhaltet ein Eingangsklemmenpaar X1.3 und X1.2, an dem eine zwischen 4,5 V und 32,5 V große Gleichspannung aus einem Bordnetz bereitgestellt wird. Das Modul umfasst eine einzelne Hochleistungsleuchtdiode D11, die mit einem LED-Treiber U4 und einem Ansteuer-Baustein, dimmbar betrieben wird. Die Helligkeit ist über einen Taster oder Schalter 12 oder über eine an dem Anschluss X1.1 anschließbare externe Bedieneinheit einstellbar.

[0030] Ein DC/DC-Wandler U1 mit einem parallel geschalteten Bypass 11 stellt eine Gleichspannung im Bereich zwischen 4 V und 8 V zur Versorgung des Ansteuer-Bausteins und des LED-Treibers bereit. Am Eingang des Moduls ist eine Filter und Schutzbeschaltung vorgesehen, mit der Überspannungen und hochfrequente Störungen gefiltert werden.

[0031] Die Figur 2 zeigt einen detaillierten Schaltplan eines Weitbereichsspannungsmodul dar. Die dargestellte Schaltung kann im Wesentlichen in zwei Teile aufgeteilt werden, wobei der oberen Bereich eine Spannungsversorgungsschaltung S1 dargestellt, an deren Ausgang eine Spannung UA zwischen 4 V und 8 V DC bereitsteht, und die universell an einer beliebigen Eingangsspannung im einem Spannungsbereich von 4,5 V bis 32,5 V DC betrieben werden kann. Im unteren Abschnitt der Figur 2 ist eine LED-Treiberschaltung dargestellt, die sämtliche Einrichtungen zur Helligkeitsregulierung der Hochleistungsleuchtdiode D11 beinhaltet.

[0032] Die Spannungsversorgungsschaltung S1 verfügt Eingansseitig über eine dreipolige Steckverbindung X1, wobei an zwei der elektrischen Kontakte X1.3 und X1.2 eine Eingangsspannung bereitgestellt wird. Diese Eingangsspannung kann eine 5 V Gleichspannung aus einem In-Seat-Power-Supply (ISPS) sein, mit dem zum Beispiel in einem Passagiersitz integrierte Infotainmentsysteme lokal versorgt werden; oder eine 28 V Gleichspannung sein, die typischer Weise von einem Bordnetz in einer Kabine eines Verkehrsflugzeugs bereitgestellt wird und zur Versorgung verschiedenster elektrischer Verbraucher dient. Der Anschluss X1.2 stellt das Massepotential (GND) für die Schaltung bereit, das positive Eingangsspannungspotential liegt am Anschluss X1.3 an, wobei diese spannungsführende Eingangsleitung mit einer Sicherung SI1 gegen Überströme abgesichert ist.

[0033] Des Weiteren verfügt die Spannungsversorgungsschaltung S1 in ihrem Eingangsbereich über einen Überspannungsschutz, der zum Filtern transienter Spannungsspitzen geeignet ist, die beispielsweise durch Schaltvorgänge innerhalb des Bordnetzes hervorgerufen werden könnten. Der Überspannungsschutz ist bevorzugt als bidirektionale Suppressordiode ausgeführt, deren Betriebs- bzw. Durchbruchspannung auf die maximale Eingangsspannung der Spannungsversorgungsschaltung ausgelegt ist.

[0034] Anstelle oder zusätzlich zu Suppressordioden können auch Bidirectional ESD Protection Diodes verwendet werden, da diese Dioden ebenfalls sehr schnell Reaktionszeiten bei geringen Verlustleistungen zur Verfügung stellen.

[0035] Beispielhaft ist in Figur 2 die Diode D18 eine solche Bidirectional ESD Protection Diode.

[0036] Der Ausgang der Spannungsversorgungsschaltung S1 wird bevorzugt mit einer 4 V Gleichspannung betrieben, die von einem DC/DC-Abwärtswandler bereitgestellt wird. Um die Anforderungen der Luftfahrtnormen bezüglich geringer Störabstrahlungen und Störempfindlichkeiten zu erfüllen, schlägt die Erfindung vor, einen Abwärtswandler bereitzustellen, der vollständig als Integrierte Schaltung U1 aufgebaut ist und eingangs- und

ausgangsseitig mit den Massekondensatoren C4, C5 ergänzend beschaltet werden muss. Die Ausgangsspannung des Abwärtswandlers wird mit dem Widerstand R5 eingestellt. Der Widerstand R17 sorgt für eine Grundlast für den Abwärtswandler. Bei einem solchen Wandlerbaustein, beispielsweise vom Typ LTM8020, ist auch die notwendige Induktivität integriert. Bedingt durch die kurzen Leitungen innerhalb der Verdrahtungsebene eines IC können die typischer Weise von einem Wandler verursachten Störabstrahlung auf ein Minimum reduziert werden, so dass nur noch die leitungsgeführten Störungen aus dem IC auf die Luftfahrterfordernisse reduziert werden müssen.

[0037] Hierzu ist in dem vorliegenden Schaltplan der Figur 2 ein erster Filter S2 in der Spannungsversorgungsschaltung S1 vorgesehen, der eingangsseitig nach der Suppressordiode D5 angeordnet und aus dem Bauelementen C2, C17 und L2 aufgebaut ist. Ein zusätzlicher, zweiter Filter S5 ist direkt am Spannungseingang des Wandlers vorgesehen und umfasst die Kapazitäten C1 und C3 sowie die Induktivität L1.

[0038] Um eine gewünschte Ausgangsspannung von 4 V am Ausgang der Spannungsversorgungsschaltung S1 bereitzustellen, benötigen die derzeit bekannten integrierten Abwärtswandler U1 eine Eingangsspannung von mindestens 7 V. Um dennoch den weiten zwischen 4,5 V bis 32,5 V DC liegenden Eingangsspannungsbereich abzudecken, ist in der Spannungsversorgungsschaltung S1 eine Bypass-Schaltung vorhanden, mit der eine Eingangsspannung bis ca. 4 V direkt über den MOS-Transistor V1 auf den Ausgang durchgeschaltet werden kann, sofern diese einem Spannungswert unterhalb der 7 V aufweist. Der Transistor V1 wird über eine Komparatorschaltung S4 gesteuert, die die anliegende Eingangsspannung erfasst und einen Schwellwert vergleicht, unterhalb der der Bypass geschaltet wird.

[0039] Der Transistor V4 wird über den Spannungsteiler mit den Widerständen R3 und R8 an den Eingangskreis gekoppelt, wobei der Spannungsteiler derart dimensioniert ist, dass der Transistor im gesamten Eingangsspannungsbereich von 4,5 V bis 32,5 V leitfähig ist und eine Spannung für den Transistor V5 bereitstellt. Parallel zu dem Widerstand R3 ist die Kapazität C16 vorgesehen, die für hochfrequente Signale, die die Eingangsgleichspannungen überlagern, das Teilerverhältnis des Spannungsteilers derart verändert, dass der Spannungsabfall über die Parallelschalung aus R3 und C16 unterhalb der Schwellenspannung des Transistors V4 absinkt, und dieser somit sperrend wird.

[0040] Die Erkennung der Schaltschwelle für die Eingangsspannung der vorliegenden Spannungsversorgungsschaltung S1 wird durch den Transistors V5, den Widerstände R2 und R6 sowie der Z-Diode D7 bereitgestellt. Bei einer Eingangsspannung zwischen 32,5 V und ca. 7,5 V fällt an dem Widerstand R2, der parallel zur Basis-Emitter-Diode des Transistors V5 geschaltet ist, eine zum Durchschalten des Transistors ausreichend große Spannung ab. Werden die 7,5 V unterschritten, so sperrt der Transistor V5 und das Gate-Potential des Transistors V1 wird auf die Masse (GND) gezogen. Die somit anliegende negative Gate-Source-Spannung die unterhalb der Schwellenspannung des PMOS-Transistors V1 liegt, lässt den Transistor durchschalten, so dass die Bypass-Schaltung aktiviert ist.

[0041] An dem Drain-Anschluss des Transistors ist ein Widerstand R1 angeschlossen, der mit den Widerständen R2 und R6 der Schaltschwellenerkennung verbunden ist.. Bei einem leitenden Transistor V1 bildet der Widerstand R1 mit dem Widerstand R2 eine Parallelschaltung, so dass das Teilerverhältnis in der Schaltschwellenerkennung derart verändert wird, dass zum Erneuten leitfähig werden des Transistors V5 eine Eingangsspannung von mindestens 8 V anliegen muss.

[0042] Somit wird zum aktivieren/deaktivieren der Bypass-Schaltung eine Hysterese bereitgestellt, die etwa 0,5 V beträgt und im Übergangsbereich ein unkontrolliertes Hin- und Herschalten, ähnlich dem, eines astabilen Multivibrators, der Bypass-Schaltung wirksam unterdrückt, für den Fall, dass eine Eingangsspannung im Bereich der Schaltschwelle liegen sollte.

[0043] Am Ausgang der Spannungsversorgungsschaltung S1 sind zwei Entkopplungsdioden D1 und D2 vorgesehen, die die Bypass-Schaltung und den Wandlerbaustein voneinander entkoppeln. Spannungsversorgungsschaltung stellt somit eine Spannung zwischen 4 V und 8 V DC bereit, die in Abhängigkeit von der Eingangsspannung über den Wandlerbaustein oder über die Bypass-Schaltung bereitgestellt wird.

[0044] In dem untern Bereich des in der Figur 2 dargestellten Schaltplans des Weitbereichsspannungsmoduls ist eine Ansteuerschaltung für eine 1-LED-Lichtquelle dargestellt. Diese umfasst einen LED-Treiberbaustein U4, der die LED D11 in einem konstanten Arbeitspunkt ihrer U/I-Kennlinie gepulst betreibt und direkt mit einer Spannung von 4 V bis 8 V DC aus der Spannungsversorgungsschaltung betrieben wird. Die Grundeinstellung des LED Stromes erfolgt mittels der Widerstände R15 und R16, die eine Grundhelligkeit der Leuchtdiode D11 vorgeben. Diese Grundhelligkeit der Leuchtdiode D11 kann über ein veränderbares PWM-Signal verändert werden, das dem Treiberbaustein von einem PWM-Baustein bereitgestellt wird. Dieser PWM-Baustein kann beispielsweise in Form eines Mikrokontrollers U5 bereitgestellt werden, wobei ein Wert für eine gewünschte LED-Helligkeit über einen Taster 12 einstellbar ist.

[0045] Der Mikrokontroller U5 wird mit einer 3 V Gleichspannung aus einem Spannungsregler-Baustein U6 versorgt, aus der ebenso die Beariebsspannung für eine Treiberschaltung U2 bereitgestellt wird. Die Treiberschaltung U2 treibt eine Standard-LED, die als Beleuchtungsmittel in dem Taster 12 integriert ist.

[0046] Der Anschluss X1.1 des Weitbereichsspannungsmoduls erlaubt ein Einstellen bzw. Verändern der Helligkeit von einer externen zweiten Bedieneinheit, die zu dem Taster 12 eine identische Funktion aufweist.

[0047] Ein Schaltplan einer weiteren Ausführungsform

des Leuchtdiodenmoduls ist in Figur 3 dargestellt.

[0048] Bei diesem Leuchtdiodenmodul beinhaltet die Schaltungsanordnung (S1) eine Überspannungsschutzschaltung (S3a), die einen Feldeffekttransistor (V2), siehe Fig. 3) beinhaltet, der bei Überspannung die Versorgungsspannung begrenzt. Hierzu ist wie in Figur 3 dargestellt mit der Zenerdiode Z1 und dem Widerstand R18 das Gate des Feldeffekttransisotrs V2 verbunden, so dass dieser bei einer Überspannung am Eingang X1 hochohmig gesteuert wird und hierdurch für die diesem nachgeschalteten Baugruppen die an diesen anliegende Versorgungsspannung limitiert, insbesondere auf für die nachgeschalteten Baugruppen unschädliche Werte beschränkt.

[0049] Aufgrund der niedrigen Verlustleistung des Feldeffekttransistors V2 können auch bei einer länger anliegenden Überspannung die nachgeschalteten Komponenten sicher vor Überspannungen beim Betrieb am Bordnetz geschützt werden und wird selbst im Störungsfall erhöhte Verfügbarkeit des Leuchtdiodenmoduls gewährleistet.

[0050] Bei dem in Figur 3 dargestellten Leuchtdiodenmodul ist zwischen dem Eingang (X1) und der ersten Filterschaltung (S2) mindestens eine Suppressordiode D5, mindestens ein Varistor oder eine Kombination aus Suppressordioden und Varistoren angeordnet, welche außer den Dioden D5 in den Zeichnungen nicht dargestellt sind. Anstelle oder zusätzlich zu den Dioden D5 können diese Varistoren eingebracht sein. Werden diese Varistoren zusätzlich zu den Dioden D5 in der Schaltung verwendet, sind diese zu diesen Dioden D5 parallel geschaltet.

[0051] In bevorzugter Ausgestaltung können diese Dioden D5 auch Bidirectional ESD Protection Diodes sein, wie diese beispielsweise unter der Bezeichnung PESD5V0S1BA/BB/BL von Phillips Semiconductors vertrieben werden.

[0052] Es können ferner mehrere Suppressordioden und/oder Varistoren an der Leuchtdiode D11, siehe Figur 4, sowie an weiteren Bausteinen der LED-Platine ausgangsseitig und/oder eingangsseitig zwischen dem Eingang X1 und der ersten Filterschaltung (S2) und/oder zwischen dem Eingang (X2) und dem LED-Treiber U4 angeordnet sein.

[0053] Figur 3 zeigt beispielhaft mit der Schaltung U4' eine Treiberschaltung für die Diode D12, welche Schalterhinterleuchtung verwendet wird.

[0054] Figur 4 zeigt beispielhaft drei Suppressordioden D5, welche parallel zur Leuchtdiode D11, parallel zum Schalter oder Taster 11 und parallel zur Leuchtdiode D16, welche der Tastenbeleuchtung dient, angeschlossen sind.

[0055] Die im Luftfahrtbereich geforderte geringe Abstrahlung von elektromagnetischen Störungen wird durch ein Gehäuse aus Aluminium gewährleiste, das niederohmig geerdet ist und die Schaltung mit der Leuchtdiode aufnimmt.

[0056] Das Gehäuse ist mit der gesamten Schaltung in bevorzugter Ausgestaltung in einen 12 cm^3 großen Kopf einer Leseleuchte einbaubar.

[0057] Alternativ zu Aluminium kann das Gehäuse auch aus einem schwer entflammbaren Kunststoff gefertigt sein.

[0058] Entsprechende Gehäuse sind in den Figuren 5 und 6 dargestellt. Figur 5 zeigt ein Leuchtdiodenmodul 30 mit axialer Lichtaustrittsöffnung. Das Modul 30 umfasst ein Gehäuse 41 aus Aluminium, mit einer Leuchtdiode D11 und einer Linse 32. Die elektronische Schaltung mit dem Weitbereichsspannungsmodul ist zwei Leiterplatten 10a und 10b aufgebaut, die mit einer nicht dargestellten flexiblen Abschnitt elektrisch und mechanisch zusammenhängen und somit eine faltbare Leiterplatten Einheit bilden. Figur 6 zeigt ein alternatives Leuchtdiodenmodul 40, das eine in radiale Richtung ausgerichtete Lichtaustrittsöffnung mit einer Linse 42 hat.

[0059] Die Spannungsversorgungsschaltung S1 enthält zusätzlich eine vorgeschriebene Verpolungsschutzschaltung S3, die vor der Komparatorschaltung S4 im Schaltplan angeordnet ist. Üblicher Weise wird ein Verpolungsschutz durch eine in den Lastkreis geschaltete Diode realisiert. In der vorliegenden Schaltung wird anstelle einer Diode der MOS-Transistor V3 in den Lastkreis geschaltet, an dem im Durchlassbereich einen wesentlich geringeren Spannung und Verlustleistung abfällt. Gesteuert wird der Spannungsabfall mit der Z-Diode D3. Beim Anlegen einer positiven Eingangsspannung fällt somit parallel zu der Gate-Source-Spannung des Transistors eine Spannung ab, so dass dieser durchgeschaltet wird. Der Stromfluss durch die Diode wird durch den Widerstand R7 begrenzt, so dass in diesem Zweig keine große Verlustleistung abfällt.

[0060] Mit Blick auf die Figuren 7 und 8 wird deutlich, dass ein Leuchtdiodenmodul mit dem beschriebenen Gehäuse und dem Weitbereichsspannungsmodul hervorragend für den Einsatz in Umgebungen geeignet sind, in denen hohe Anforderungen an eine maximal zulässige Emission elektromagnetischer Störungen gelten.

[0061] In den Diagrammen 7a bis 7f sind jeweils die Frequenzspektren zwischen 150 kHz und 25 MHz raumgebundener Störabstrahlungen dargestellt.

[0062] Zum Vergleich sind den gemessenen Kennlinien jeweils die zulässigen Grenzwerte gemäß der D6-36440 Spezifikation gegenübergestellt.

[0063] Figur 7a zeigt die Störabstrahlung eines Leuchtdiodenmoduls bei voller Lichtleistung und einer Versorgungsspannung von 5 V.

[0064] Die in den Figuren 7b bis 7d dargestellten Messungen wurden jeweils bei einer Spannung von 28 V durchgeführt. Figur 7b und 7d zeigen die Spektren bei voller Leuchtkraft, wobei in dem Diagramm 7d das Weitbereichsspannungsmodul ohne Gehäuse vermessen wurde.

[0065] Die Messung des Diagramms 7c wurde bei 60% Leuchtkraft der LED durchgeführt. Die Diagramme 7e und 7f zeigen weitere Messergebnisse des Weitbereichsspannungsmoduls ohne Gehäuse.

[0066] Die Figuren 8a bis 8d zeigen die leitungsgebundenen Störabstrahlungen des Leuchtdiodenmoduls.

[0067] Das Diagramm 8a zeigt das Spektrum bei einer Eingangsspannung von 5 V, die Diagramme 8b bis 8d zeigen das jeweilige Frequenzspektrum bei einer Eingangsspannung von 28 V DC.

[0068] Die Messungen, die in den Figuren 8a und 8b dargestellt sind, wurden bei voller Lichtleistung des Leuchtdiodenmoduls durchgeführt.

[0069] Die Messwerte der Figuren 8c und 8d wurden bei 60% der maximalen Lichtleistung durchgeführt.

[0070] Wie aus sämtlichen Figuren ersichtlich ist, werden die zugelassenen Grenzwerte deutlich unterschritten.

[0071] Figur 9 stellt die Stabilität der Helligkeit eines Leuchtdiodenmoduls als Funktion der Eingangsspannung von 3,7 V bis 35 V dar, die nur überraschend kleine Helligkeitsänderungen zeigt.

Patentansprüche

1. Leuchtdiodenmodul, das als LED-Lichtquelle für Bordnetze im Luftfahrtbereich geeignet ist, umfassend ein Gehäuse (31, 41), wenigstens eine Leuchtdiode (D11) und wenigstens eine Leiterplatte (10a, 10b), wobei die Leiterplatte mit der wenigstens einen Leuchtdiode (D11) verbunden ist und einen LED-Treiber (U4) einen Ansteuerbaustein (U5), sowie eine Schaltungsanordnung (S1) aufweist, wobei der LED-Treiber (U4) einen konstanten Arbeitspunkt in der U/I-Kennlinie für einen durch den Ansteuerbaustein (U5) gesteuerten Betrieb der Leuchtdiode (D11) bereitstellt, und wobei die Schaltungsanordnung (S1) einen DC/DC-Wandler (U1) umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** der DC/DC-Wandler (U1) ein integrierter Abwärtswandlerbaustein ist, wobei die Schaltungsanordnung (S1) ferner einen zu dem integrierten Abwärtswandlerbaustein (U1) parallel geschalteten Bypass (11) umfasst, der mittels einer Komparatorschaltung (S4) aktivierbar ist, wobei die Komparatorschaltung (S4), dazu ausgebildet ist, die Höhe einer an der Schaltungsanordnung (S1) anliegenden Eingangsspannung zu Erfassen und bei Unterschreiten eines Schwellenwertes den Bypass zu aktivieren und bei Überschreiten des Schwellenwertes den Bypass zu deaktivieren.

2. Leuchtdiodenmodul nach vorstehendem Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Komparatorschaltung (S4) wenigstens einen ersten Transistor (V5), einen ersten Widerstand (R2), einen zweiten Widerstand (R6) und eine Z-Diode (D7) umfasst, wobei der erste Widerstand (R2) zur Basis-Emitter-Diode des ersten Transistors (V5) parallel geschaltet ist und mit dem zweiten Widerstand (R6) ein Teilerverhältnis bereitstellt, so dass bei einer anliegenden Eingangsspannung oberhalb des Schwellenwertes an dem ersten Widerstand (R2) eine zum Durchschalten des ersten Transistors (V5) ausreichende Basis-Emitter-Spannung abfällt, und so dass beim Unterschreiten der Schwellenspannung der erste Transistor (V5) sperrt und den Bypass aktiviert.

3. Leuchtdiodenmodul nach vorstehendem Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Komparatorschaltung (S4) einen dritten Widerstand (R1) umfasst, der mit dem ersten Widerstand (R2) und dem Bypass (11) verbunden ist, so dass dritten Widerstand (R1) mit dem ersten Widerstand (R6) eine Parallelschaltung bildet, sobald der Bypass aktiviert ist, so dass sich das Teilerverhältnis verändert und sich der Schwellenwert zum Deaktivieren des Bypasses entsprechend erhöht.

4. Leuchtdiodenmodul nach einem der beiden vorstehenden Ansprüche 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Komparatorschaltung (S4) eine Schaltungseinrichtung besitzt, die einen zweiten Transistor (V4), einen Spannungsteiler und eine Kapazität (C16) umfasst, wobei die Kapazität (C16) ausgebildet ist, den Spannungsteiler bei hochfrequenten Signalen, die die Eingangsspannung überlagern, zu verstimmen, so dass eine Spannungsversorgung für den ersten Transistor (V5) sperrt.

5. Leuchtdiodenmodul nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bypass (11) einen Feldeffekttransistor (V1) besitzt, dessen Gate durch die Komparatorschaltung (S4) aktivierbar ist.

6. Leuchtdiodenmodul nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ansteuerbaustein (U5) als PWM-Baustein oder als Halbleiterschalter ausgebildet ist, wobei der Ansteuerbaustein mittels eines separaten Schalters oder Tasters oder über einen externen Schalteingang betätigbar ist oder dass der Ansteuerbaustein als mechanischer Schalter ausgebildet ist.

7. Leuchtdiodenmodul, nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaltungsanordnung (S1) eine Überspannungsschutzschaltung (S3a) beinhaltet, die einen Feldeffekttransistor (V2) umfasst, der bei Überspannung die Versorgungsspannung begrenzt.

8. Leuchtdiodenmodul gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaltungsanordnung (S1) eine Verpolungsschutzschaltung (S3) beinhaltet, die einen Feldeffekttransistor (V3), eine Diode (D3) und einen Widerstand (R7) umfasst, wobei der Feldeffekttransistor (V3) zwischen einem Eingang (X1.3) der Schaltungsanordnung (S1) und der Komparatorschaltung

(S4) angeordnet ist.

9. Leuchtdiodenmodul gemäß vorstehendem Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaltungsanordnung (S1) eine erste Filterschaltung (S2) umfasst, die zwischen dem Eingang (X1.3) und der Komparatorschaltung (S4) angeordnet ist.

10. Leuchtdiodenmodul gemäß vorstehendem Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaltungsanordnung (S1) eine zweite Filterschaltung (S5) umfasst, die zwischen dem DC/DC-Wandler (U1) und der Komparatorschaltung (S4) angeordnet ist.

11. Leuchtdiodenmodul gemäß einem der beiden vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Eingang (X1.3) und der ersten Filterschaltung (S2) mindestens eine Suppressordiode und/oder mindestens ein Varistor angeordnet ist.

12. Leuchtdiodenmodul nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Suppressordioden und/oder Varistoren an der Leuchtdiode (D11) sowie an weiteren Bausteinen der LED-Platine ausgangsseitig und/oder eingangsseitig zwischen dem Eingang (X1.3) und der ersten Filterschaltung (S2) und/oder zwischen dem Eingang (X2) und dem LED-Treiber U4 angeordnet sind.

13. Leuchtdiodenmodul gemäß einem der Ansprüche 5 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen einem Ausgang (UA) der Schaltungsanordnung (S1) und dem Transistor (V1) eine erste Diode (D1) vorgesehen ist, und dass zwischen dem Ausgang (UA) und dem Wandlerbaustein (U1) eine zweite Diode (D2) vorgesehen ist.

14. Leuchtdiodenmodul gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leiterplatte eine mehrteilige starre Leiterplatte ist, wobei die Leiterplattenteile mit flexiblen Leiterbahnabschnitten miteinander verbunden sind und gefaltet in dem Gehäuse eingebracht sind.

15. Verwendung eines Leuchtdiodenmoduls, gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Leuchtdiodenmodul für Zwecke der Luftfahrt verwendet wird und insbesondere in Leseleuchten oder Lichtquellenanordnungen zur Lichteinkopplung in Lichtleitende Medien verwendet wird.

16. Verwendung eines Leuchtdiodenmoduls, gemäß einem der Ansprüche von 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Leuchtdiodenmodul in medizintechnischen oder für medizintechnische Geräten verwendet wird.

Claims

1. Light-emitting diode module which is suitable as an LED light source for on-board electrical systems in the aeronautical field, comprising a housing (31, 41), at least one light-emitting diode (D11), and at least one printed circuit board (10a, 10b), wherein the printed circuit board is connected to the at least one light-emitting diode (D11) and comprises an LED driver (U4), a control module (U5) and a circuit arrangement (S1), wherein the LED driver (U4) provides a constant operating point in V-I characteristics for operation of the light-emitting diode (D11) controlled by the control module (U5), and wherein the circuit arrangement (S1) comprises a DC/DC converter (U1), **characterised in that** the DC/DC converter (U1) is an integrated down-converter module, wherein the circuit arrangement (S1) further comprises a bypass (11) connected in parallel with the integrated down-converter module (U1), the bypass being activatable by a comparator circuit (S4), wherein the comparator circuit (S4) is configured to detect the level of an input voltage applied to the circuit arrangement (S1), to activate the bypass when the level is below a threshold value, and to deactivate the bypass when the level exceeds the threshold value.

2. Light-emitting diode module as claimed in the preceding claim, **characterised in that** the comparator circuit (S4) comprises at least one first transistor (V5), one first resistor (R2), one second resistor (R6), and a Zener diode (D7), wherein the first resistor (R2) is connected in parallel with the base-emitter diode of the first transistor (V5) and provides a division ratio with the second resistor (R6) such that, if the level of an applied input voltage is above the threshold value at the first resistor (R2), a base-emitter voltage sufficient to switch the first transistor (V5) drops, and such that, if the level of an applied input voltage is below the threshold voltage, the first transistor (V5) is blocked and activates the bypass.

3. Light-emitting diode module as claimed in the preceding claim, **characterised in that** the comparator circuit (S4) comprises a third resistor (R1) connected to the first resistor (R2) and the bypass (11) so that, as soon as the bypass is activated, the third resistor (R1) forms a parallel circuit with the first resistor (R6), so that the division ratio changes and the threshold value for deactivating the bypass increases accordingly.

4. Light-emitting diode module as claimed in any one of the two preceding claims 2 or 3, **characterised in that** the comparator circuit (S4) comprises a circuit device having a second transistor (V4), a voltage divider and a capacitor (C16), wherein the capacitor

(C16) is formed, in case of high-frequency signals superimposed on the input voltage, to de-tune the voltage divider so that a voltage supply for the first transistor (V5) is blocked.

5. Light-emitting diode module as claimed in any one of the preceding claims, **characterised in that** the bypass (11) comprises a field effect transistor (V1) whose gate can be activated by the comparator circuit (S4).

6. Light-emitting diode module as claimed in any one of the preceding claims, **characterised in that** the control module (U5) is formed as a PWM module or as a semiconductor switch, wherein the control module can be actuated by means of a separate switch or a pushbutton or via an external switching input, or **in that** the control module is formed as a mechanical switch.

7. Light-emitting diode module as claimed in any one of the preceding claims, **characterised in that** the circuit arrangement (S1) includes an overvoltage protection circuit (S3a) having a field effect transistor (V2) which limits the supply voltage in the event of an overvoltage.

8. Light-emitting diode module as claimed in any one of the preceding claims, **characterised in that** the circuit arrangement (S1) includes a reverse polarity protection circuit (S3) having a field effect transistor (V3), a diode (D3) and a resistor (R7), wherein the field effect transistor (V3) is arranged between an input (X1.3) of the circuit arrangement (S1) and the comparator circuit (S4).

9. Light-emitting diode module as claimed in the preceding claim, **characterised in that** the circuit arrangement (S1) comprises a first filter circuit (S2) arranged between the input (X1.3) and the comparator circuit (S4).

10. Light-emitting diode module as claimed in the preceding claim, **characterised in that** the circuit arrangement (S1) comprises a second filter circuit (S5) arranged between the DC/DC converter (U1) and the comparator circuit (S4).

11. Light-emitting diode module as claimed in any one of the two preceding claims, **characterised in that** at least one suppressor diode and/or at least one varistor is/are arranged between the input (X1.3) and the first filter circuit (S2).

12. Light-emitting diode module as claimed in any one of claims 9 to 11, **characterised in that** a plurality of suppressor diodes and/or varistors are arranged at the output side and/or input side of the light-emitting diode (D11) and of other components of the LED printed circuit board, between the input (XI.3) and the first filter circuit (S2) and/or between the input (X2) and the LED driver (U4).

13. Light-emitting diode module as claimed in any one of claims 5 to 12, **characterised in that** a first diode (D1) is provided between an output (UA) of the circuit arrangement (S1) and the transistor (V1), and **in that** a second diode (D2) is provided between the output (UA) and the converter module (U1).

14. Light-emitting diode module as claimed in any one of the preceding claims, **characterised in that** the printed circuit board is a multi-part rigid printed circuit board, wherein the printed circuit board parts are connected together by flexible sections of conductive traces and are enclosed in the housing in a folded relationship.

15. Use of a light-emitting diode module as claimed in any one of claims 1 to 13, **characterised in that** the light-emitting diode module is used for aeronautical purposes and is used in particular in reading lights or light source arrangements for coupling light into light-guiding media.

16. Use of a light-emitting diode module as claimed in any one of claims 1 to 13, **characterised in that** the light-emitting diode module is used in or for medical-technology equipment.

Revendications

1. Module de diode électroluminescente, indiquée comme source lumineuse à diode électroluminescente dans des réseaux de bord pour l'aéronautique, comprenant un boîtier (31, 41), au moins une diode électroluminescente (D11) et au moins une plaque de circuit imprimé (10a, 10b), la plaque de circuit imprimé étant reliée à l'au moins une diode électroluminescente (D11) et présentant une commande de LED (U4), un composant de commande (U5) ainsi qu'un circuit (S1), la commande de LED (U4) générant un point de fonctionnement constant en courbe caractéristique U/I pour un fonctionnement de la diode électroluminescente (D11) commandé par le composant de commande (U5), et le circuit (S1) comprenant un convertisseur continu-continu (U1), **caractérisé en ce que** le convertisseur continu-continu (U1) est un composant de convertisseur abaisseur intégré, le circuit (S1) comprenant en outre une dérivation (11) montée en parallèle au composant de convertisseur abaisseur intégré (U1), laquelle est activable au moyen d'un circuit comparateur (S4), ledit circuit comparateur (S4) étant prévu pour détecter le niveau d'une tension d'entrée appliquée sur

le circuit (S1) et pour activer la dérivation si une valeur seuil n'est pas atteinte, et désactiver la dérivation si ladite valeur seuil est dépassée.

2. Module de diode électroluminescente selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le circuit comparateur (S4) comprend au moins un premier transistor (V5), une première résistance (R2), une deuxième résistance (R6) et une diode Z (D7), la première résistance (R2) étant montée en parallèle à la diode émetteur-base du premier transistor (V5), et générant un rapport de division avec la deuxième résistance (R6), si bien qu'en cas de tension d'entrée supérieure à la valeur seuil appliquée sur la première résistance (R2), une tension émetteur-base suffisante pour l'activation du premier transistor (V5) chute, et que le premier transistor (V5) se bloque et active la dérivation si la valeur seuil n'est pas atteinte.

3. Module de diode électroluminescente selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le circuit comparateur (S4) comprend une troisième résistance (R1) reliée à la première résistance (R2) et à la dérivation (11), si bien que la troisième résistance (R1) forme un montage en parallèle avec la première résistance (R6) dès que la dérivation est activée, de manière à modifier le rapport de division et à élever en conséquence la valeur seuil pour la désactivation de la dérivation.

4. Module de diode électroluminescente selon la revendication 2 ou 3, **caractérisé en ce que** le circuit comparateur (S4) est pourvu d'un dispositif à circuit comprenant un deuxième transistor (V4), un diviseur de tension et un condensateur (C16), ledit condensateur (C16) étant prévu pour désaccorder le diviseur de tension en cas de signaux à haute fréquence interférant avec la tension d'entrée, de manière à bloquer une alimentation en tension pour le premier transistor (V5).

5. Module de diode électroluminescente selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la dérivation (11) est pourvue d'un transistor à effet de champ (V1), dont la grille est activable par le circuit comparateur (S4).

6. Module de diode électroluminescente selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le composant de commande (U5) est réalisé comme composant PWM ou comme commutateur à semi-conducteur, le composant de commande étant actionnable au moyen d'un commutateur ou d'un bouton séparé ou par une entrée de commutation externe, ou **en ce que** le composant de commande est réalisé comme commutateur mécanique.

7. Module de diode électroluminescente selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le circuit (S1) inclut un circuit de protection contre les surtensions (S3a) comprenant un transistor à effet de champ (V2) qui limite la tension d'alimentation en cas de surtension.

8. Module de diode électroluminescente selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le circuit (S1) inclut un circuit de protection contre une inversion de polarité (S3) comprenant un transistor à effet de champ (V3), une diode (D3) et une résistance (R7), le transistor à effet de champ (V3) étant disposé entre une entrée (X1.3) du circuit (S1) et le circuit comparateur (S4).

9. Module de diode électroluminescente selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le circuit (S1) comprend un premier circuit de filtrage (S2) disposé entre l'entrée (X1.3) et le circuit comparateur (S4).

10. Module de diode électroluminescente selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le circuit (S1) comprend un deuxième circuit de filtrage (S5) disposé entre le convertisseur continu-continu (U1) et le circuit comparateur (S4).

11. Module de diode électroluminescente selon l'une des deux revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins une diode Transil et/ou au moins un varistor sont disposés entre l'entrée (X1.3) et le premier circuit de filtrage (S2).

12. Module de diode électroluminescente selon l'une des revendications 9 à 11, **caractérisé en ce que** plusieurs diodes Transil et/ou varistors sont disposés sur la diode électroluminescente (D11) ainsi que sur d'autres composants de la platine LED côté sortie et/ou côté entrée entre l'entrée (X1.3) et le premier circuit de filtrage (S2) et/ou entre l'entrée (X2) et la commande de LED U4.

13. Module de diode électroluminescente selon l'une des revendications 5 à 12, **caractérisé en ce qu'**une première diode (D1) est prévue entre une sortie (UA) du circuit (S1) et le transistor (V1), et **en ce qu'**une deuxième diode (D2) est prévue entre la sortie (UA) et le composant de convertisseur (U1).

14. Module de diode électroluminescente selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la plaque de circuit imprimé est une plaque de circuit imprimé rigide en plusieurs parties, les parties de plaque de circuit imprimé étant raccordées entre elles par des segments de pistes conductrices flexibles et étant mises en place pliées dans le boîtier.

15. Utilisation d'un module de diode électroluminescente selon l'une des revendications 1 à 13, **caractérisée en ce que** ledit module de diode électroluminescente est destiné à des usages aéronautiques et est utilisé en particulier dans des lampes de lecture ou des agencements de sources d'éclairage pour le couplage lumineux dans des supports conducteurs lumineux.

16. Utilisation d'un module de diode électroluminescente selon l'une des revendications 1 à 13, **caractérisée en ce que** ledit module de diode électroluminescente est utilisé dans des appareils de technique médicale ou destiné à ceux-ci.

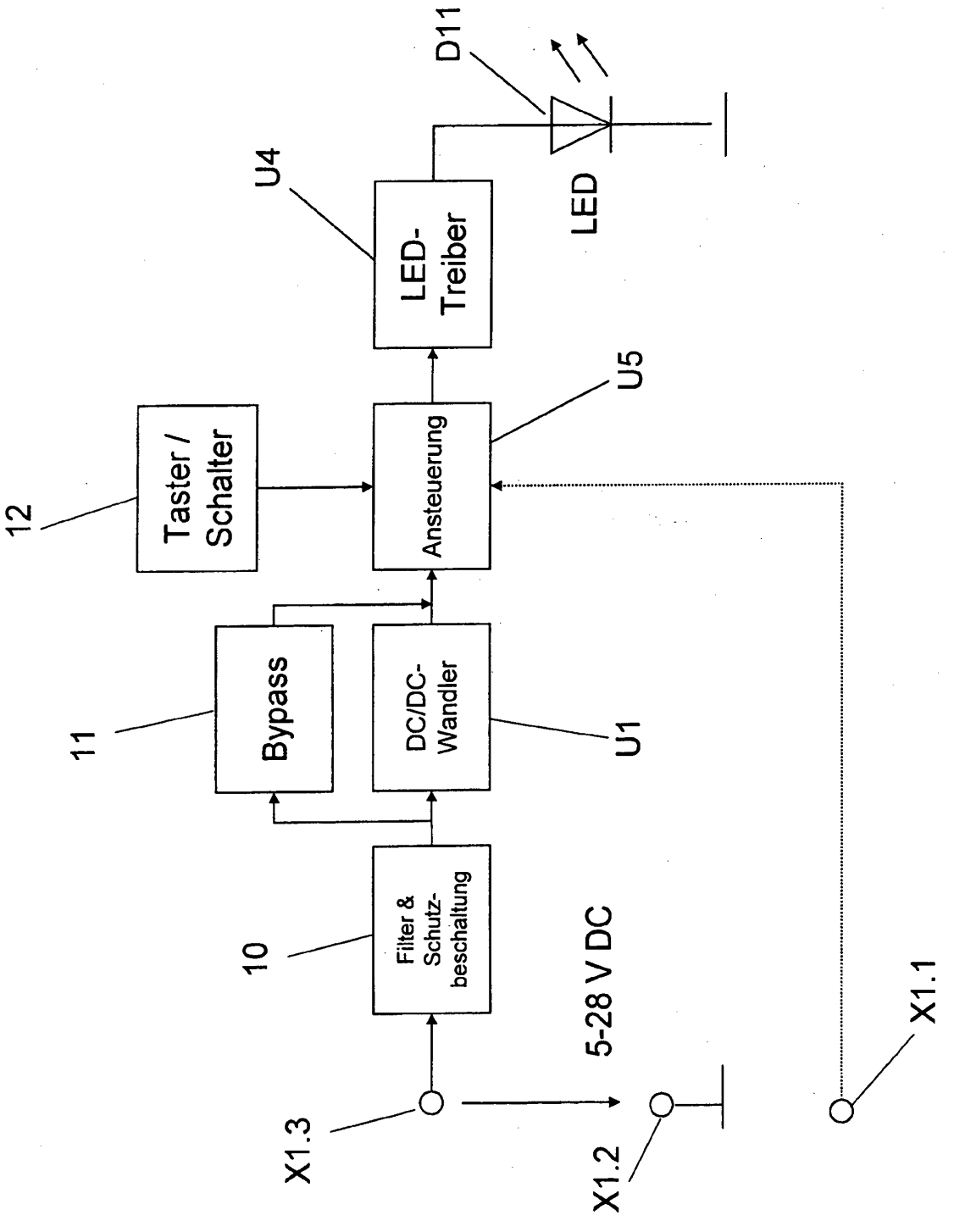

D11
U4
LED-
Treiber
LED
U5
12
Taster /
Schalter
Ansteuerung
11
Bypass
DC/DC-
Wandler
U1
10
Filter &
Schutz-
beschaltung
5-28 V DC
X1.3
X1.2
X1.1

Fig. 1

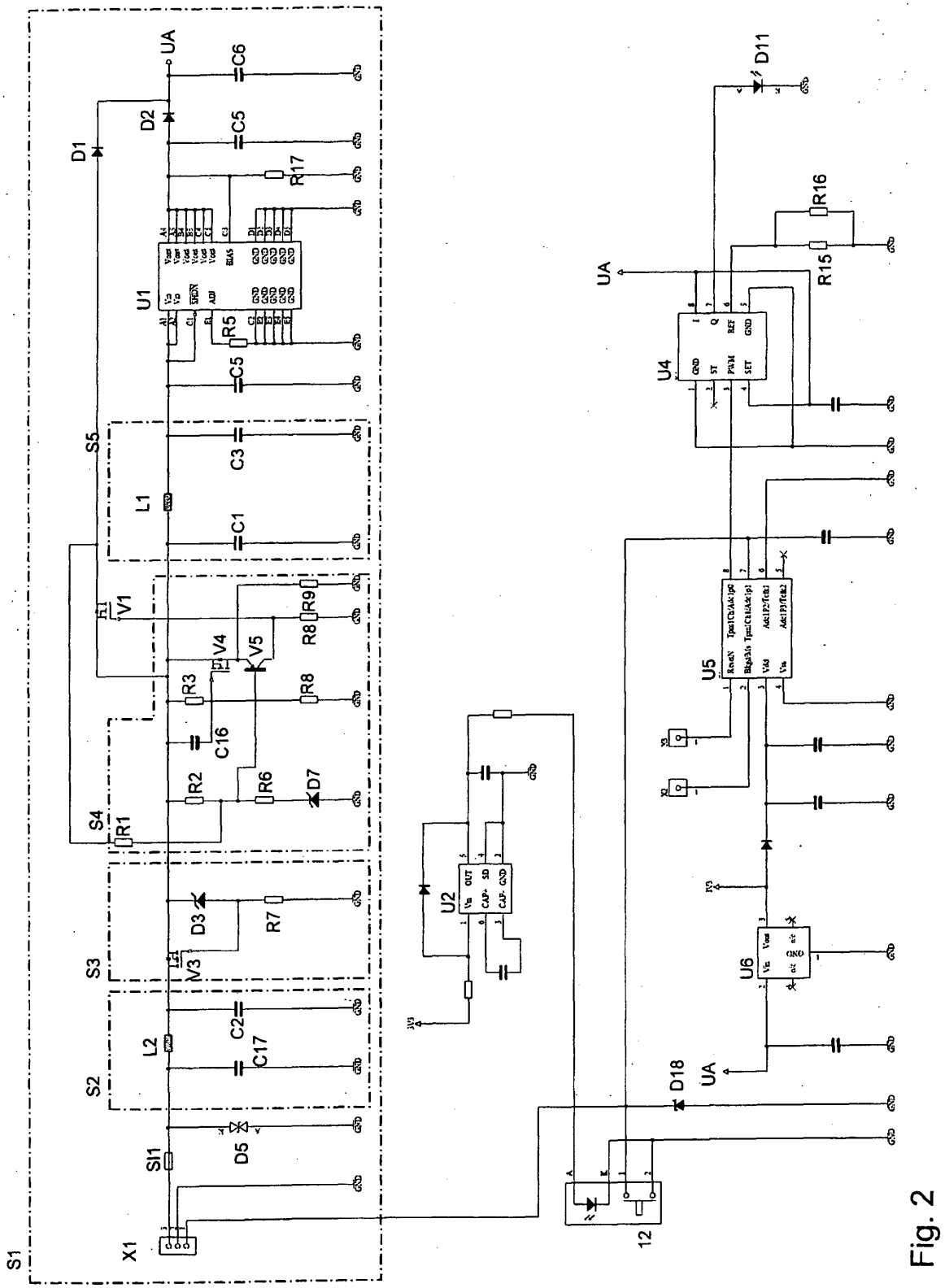

S1
X1
SI1
D5
S2
L2
C2
C17
S3
V3
D3
R7
S4
R1
R2
R6
D7
C16
R3
V4
V5
R8
R9
V1
S5
L1
C3
C1
C5
R5
U1
D1
D2
UA
C6
C5
R17
U2
J13
12
D18
UA
U6
U5
X3
X5
X2
U4
UA
R15
R16
D11

Fig. 2

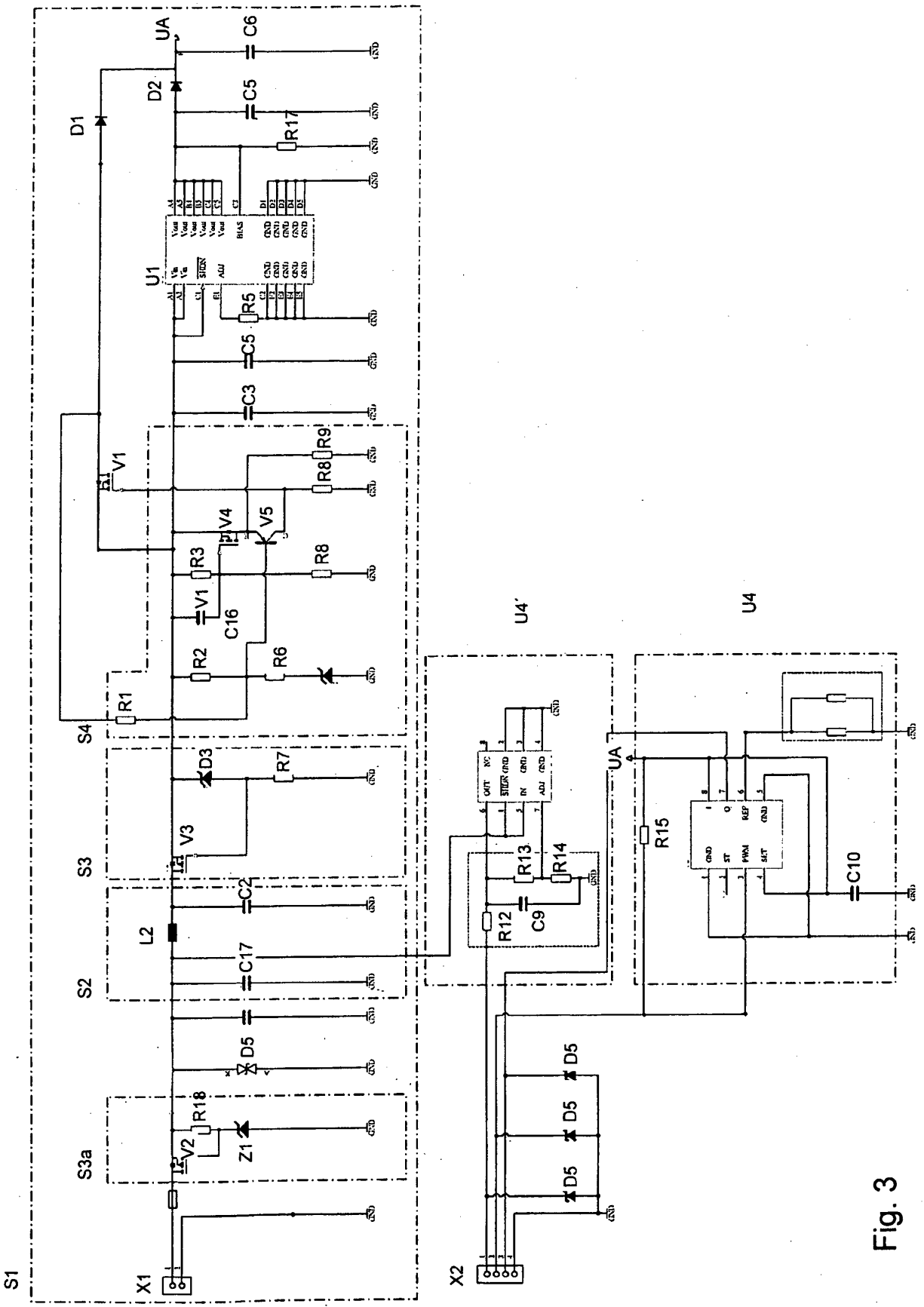

S1
S2
S3
S3a
S4
X1
X2
U1
U4'
U4
UA
D1
D2
D3
D5
Z1
L2
V1
V2
V3
V4
V5
C2
C3
C5
C6
C9
C10
C16
C17
R1
R2
R3
R5
R6
R7
R8
R9
R12
R13
R14
R15
R17
R18

Fig. 3

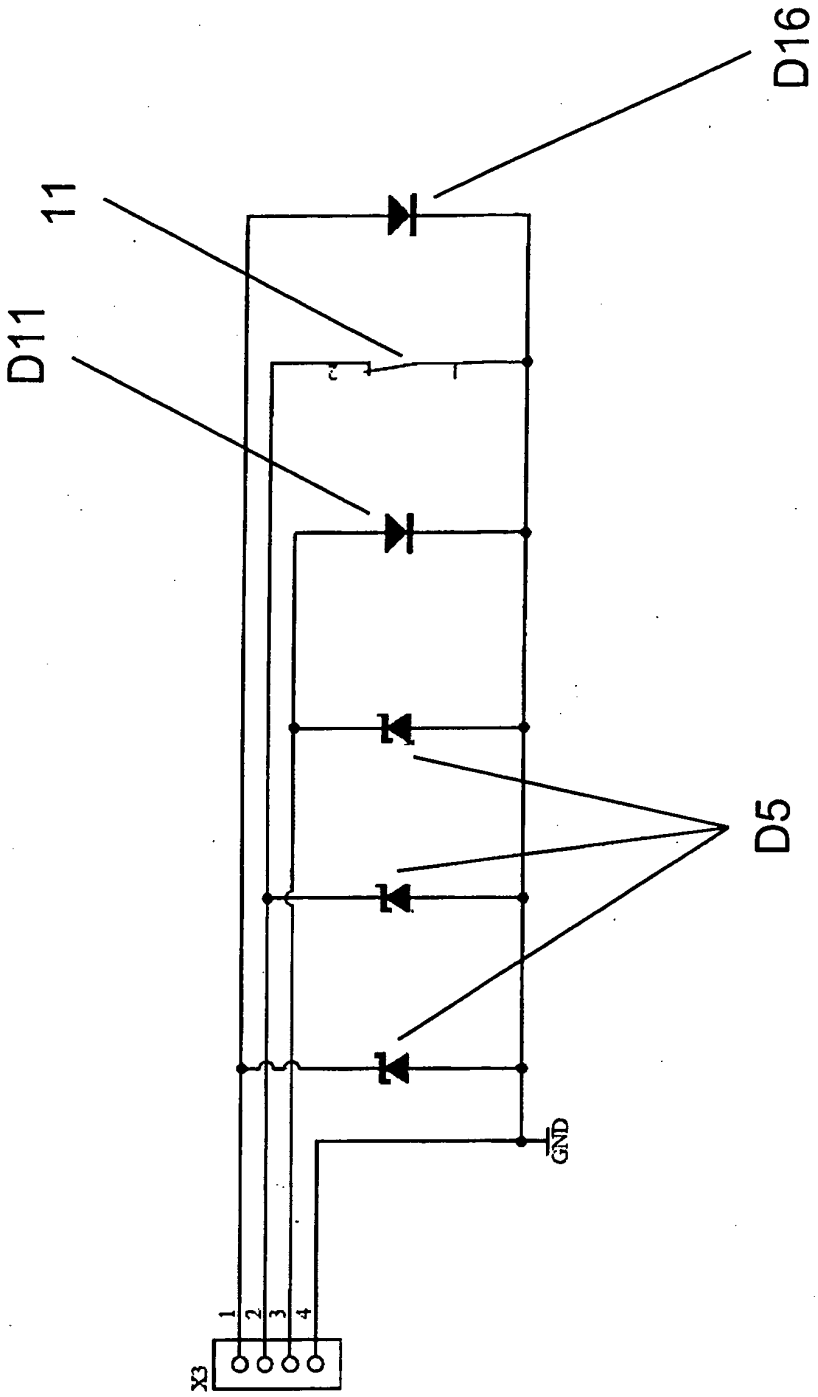


Fig. 4

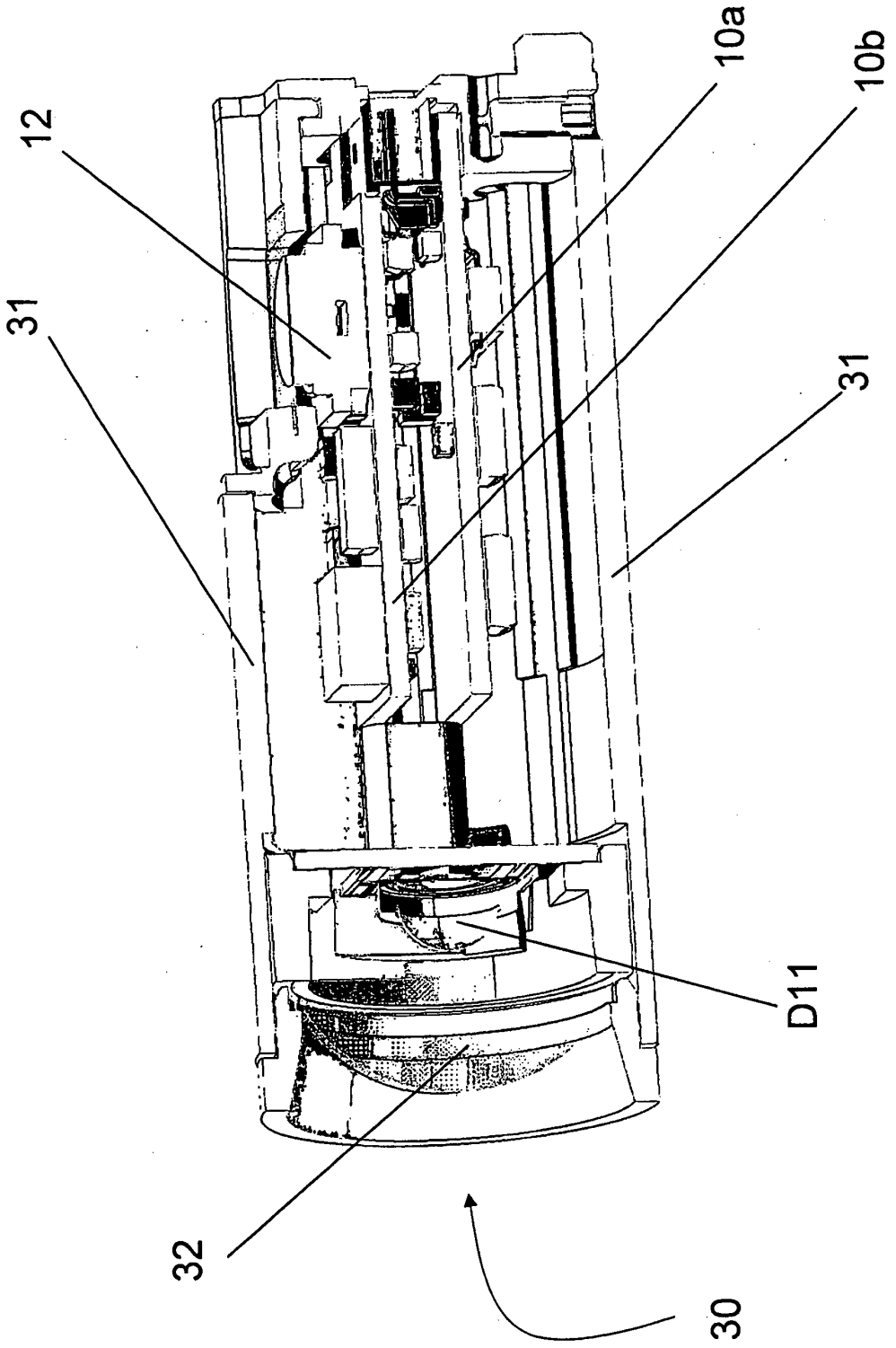


Fig. 5

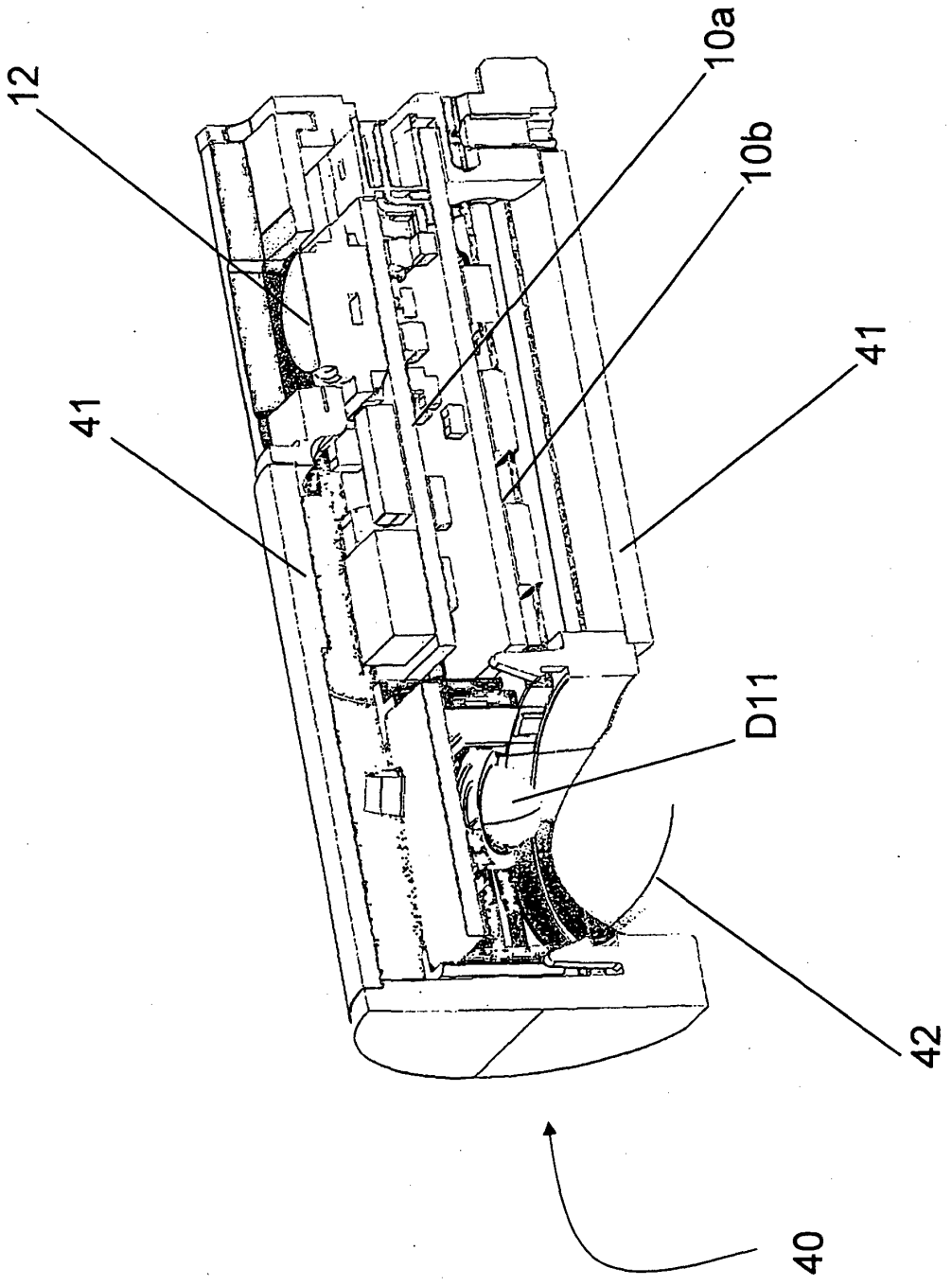


Fig. 6

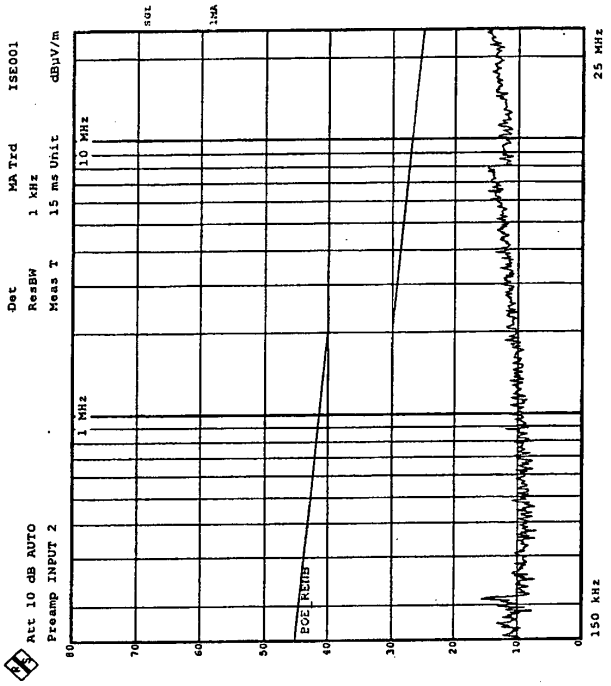


Fig. 7b

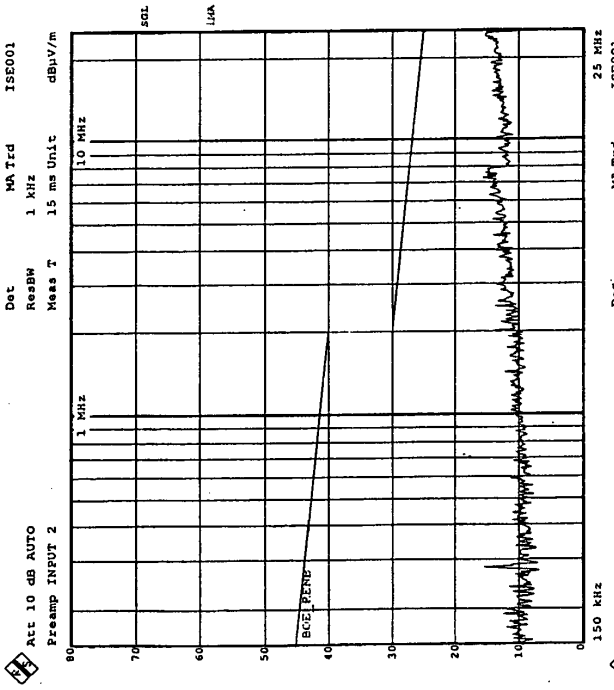


Fig. 7a

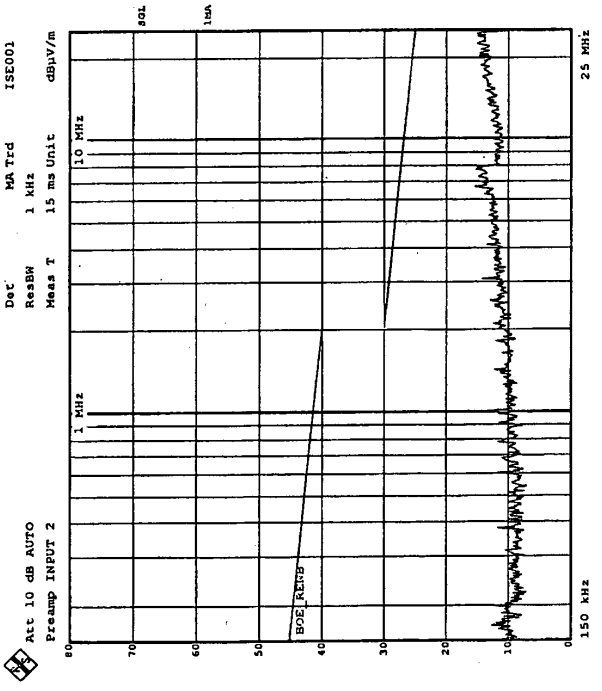


Fig. 7c

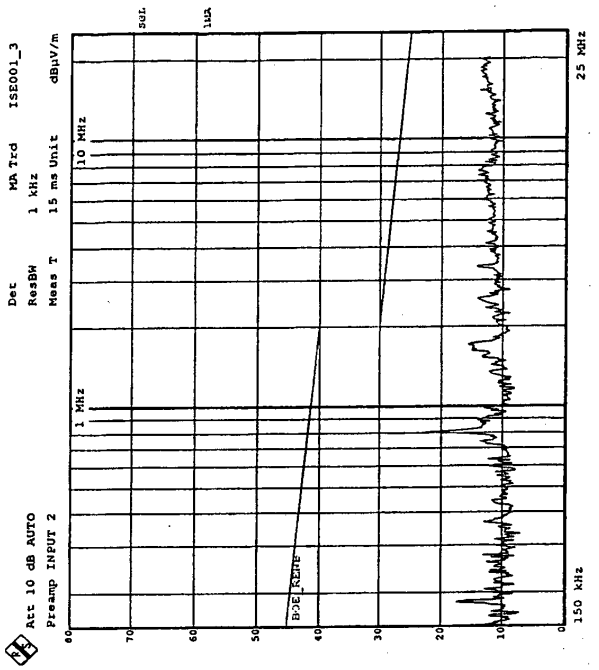


Fig. 7e

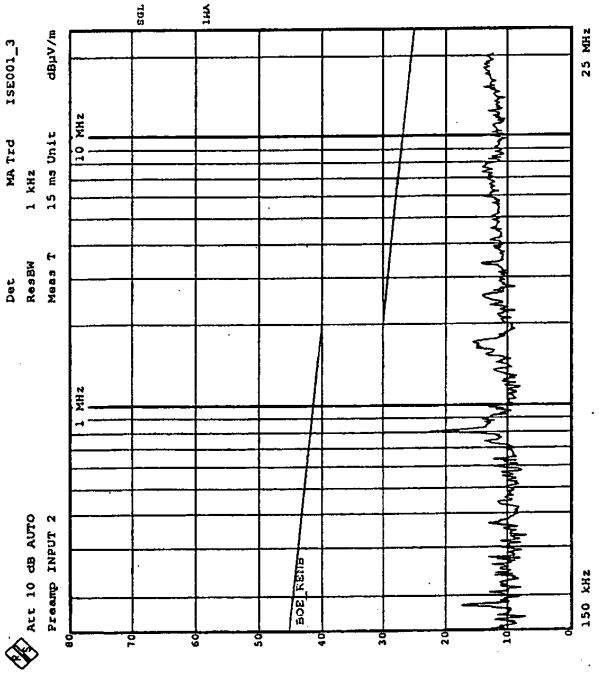


Fig. 7d

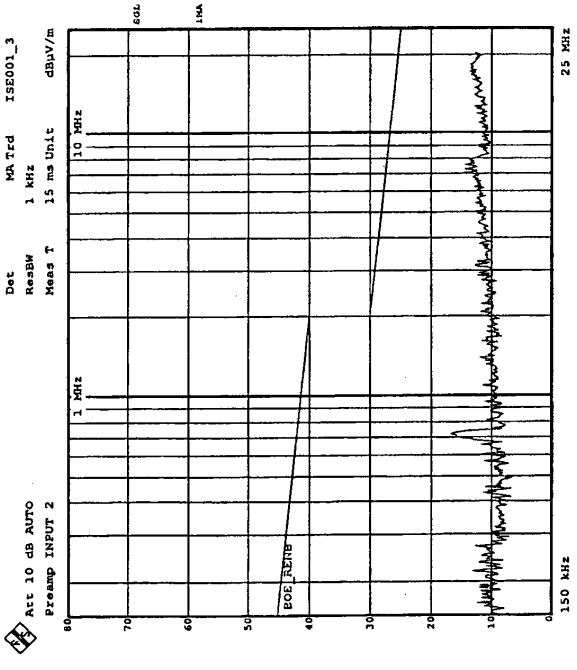


Fig. 7f

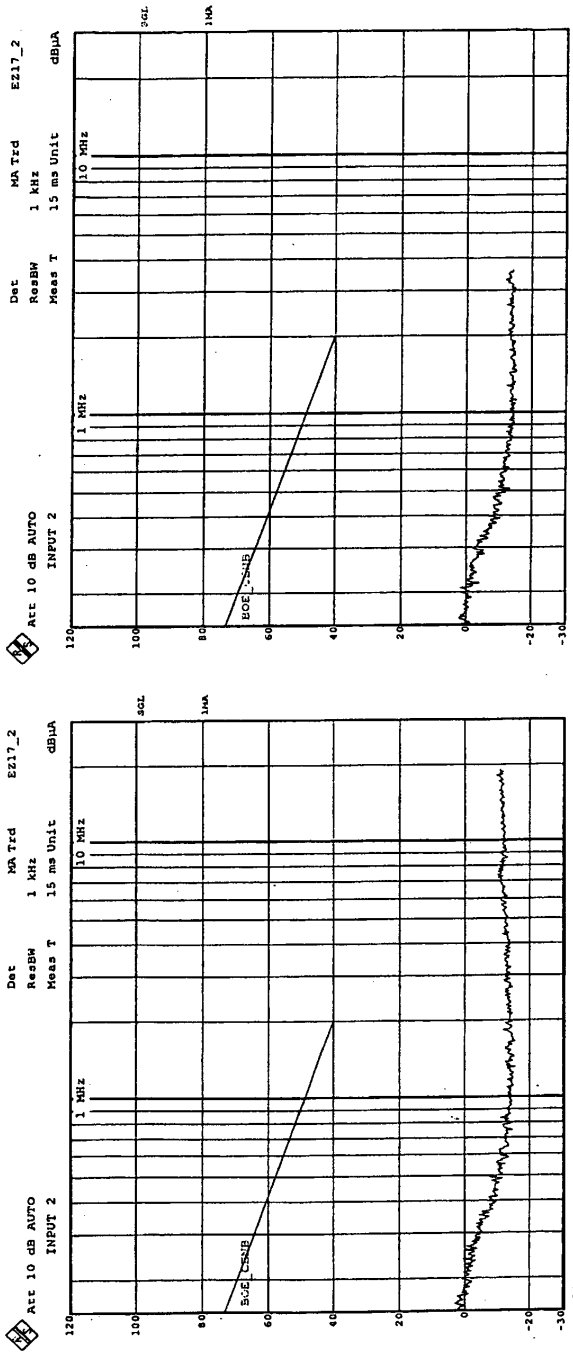


Fig. 8a

Fig. 8b

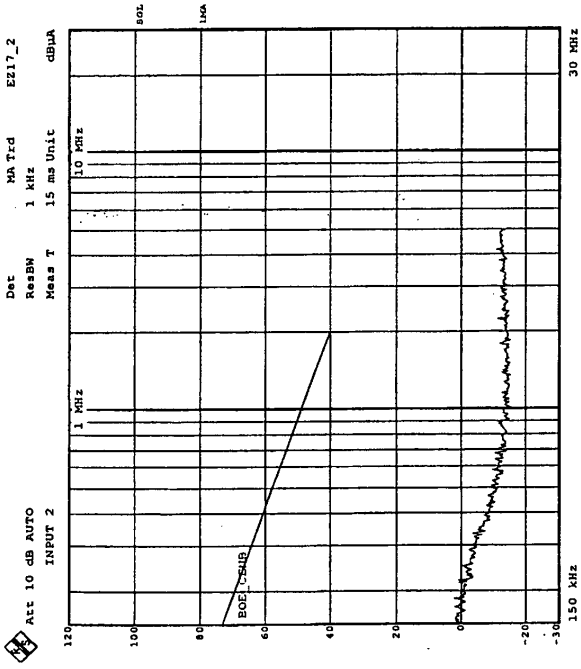


Fig. 8c

Fig. 8d

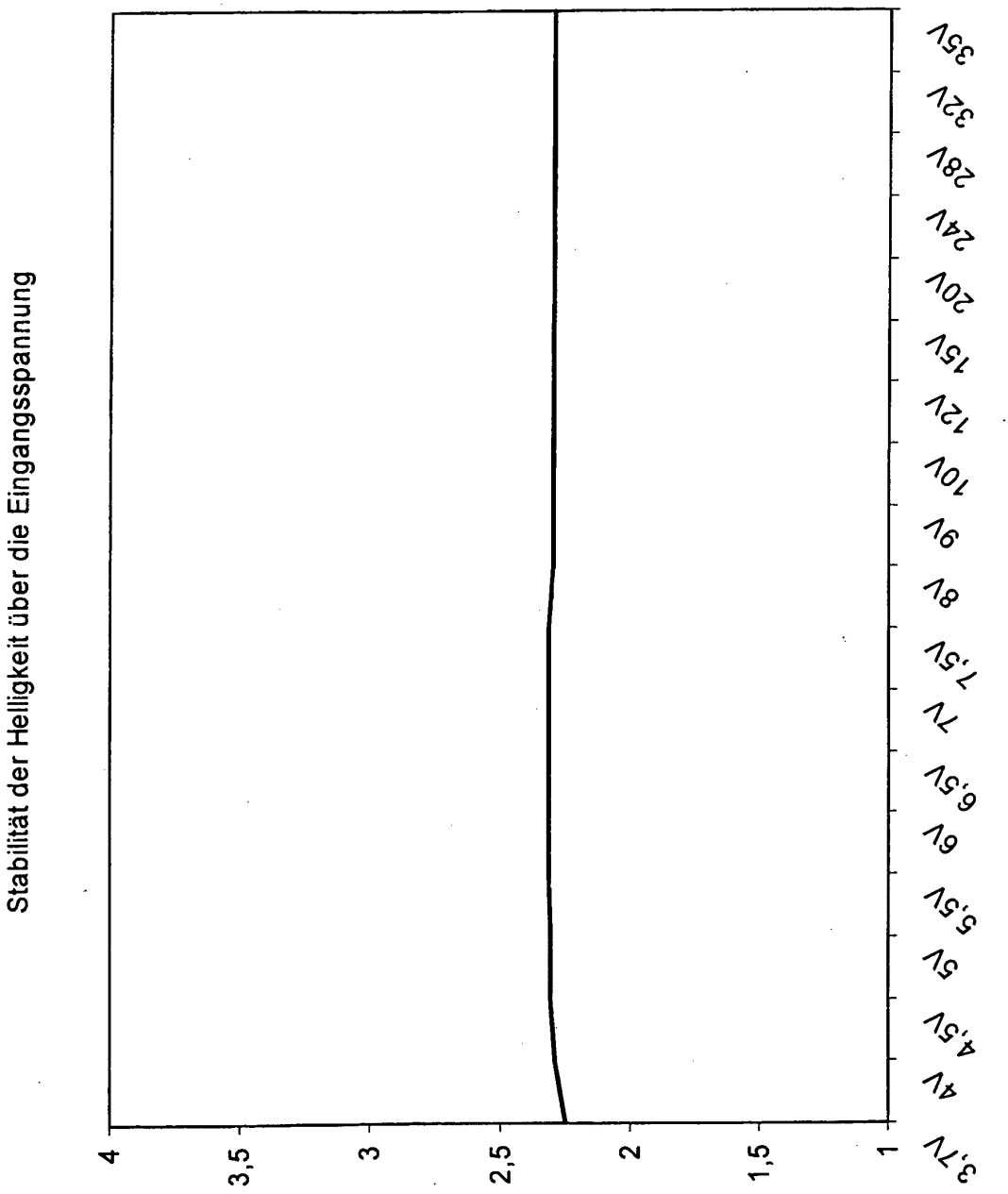

Stabilität der Helligkeit über die Eingangsspannung
4
3,5
3
2,5
2
1,5
1
3,7V
4V
4,5V
5V
5,5V
6V
6,5V
7V
7,5V
8V
9V
10V
12V
15V
20V
24V
28V
32V
35V

Fig. 9

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 7148632 B2 **[0009]**
- US 20060220570 A1 **[0010]**
- US 20080054862 A1 **[0011]**
- US 20060109205 A1 **[0012]**