



(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 216 552.8**
(22) Anmeldetag: **21.08.2013**
(43) Offenlegungstag: **26.02.2015**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **06.07.2017**

(51) Int Cl.: **H01S 5/06 (2006.01)**
H01S 5/40 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**Continental Automotive GmbH, 30165 Hannover,
DE**

(72) Erfinder:
Bolz, Stephan, 93102 Pfatter, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2006 036 167	A1
DE	10 2007 041 839	A1
DE	20 2009 008 337	U1
US	5 736 881	A
EP	1 139 443	A1

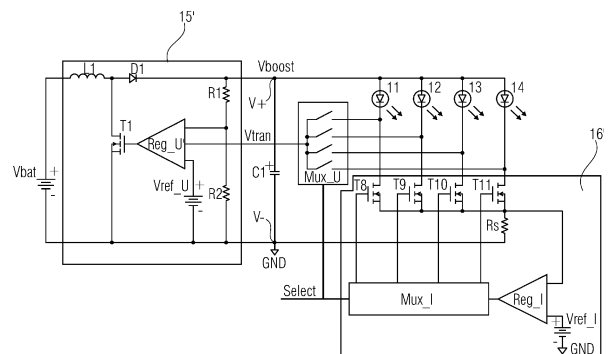
(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zum Betrieb zumindest einer als Laserdiode ausgebildeten lichtemittierenden Diode**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung zum Betrieb zumindest einer als Laserdiode ausgebildeten lichtemittierenden Diode (11, 12, 13, 14), die zwischen einem ersten (V+) und einem zweiten (V-) Versorgungsspannungsanschluss in Serie mit der Laststrecke eines steuerbaren Halbleiterelements (T2; T8, T9, T10, T11) und einem Strommesswiderstand (Rs) verschaltet ist,

wobei die Versorgungsspannungsanschlüsse (V+, V-) die Ausgangsanschlüsse einer als Gleichspannungshochsetzsteller ausgebildeten Spannungsregelschaltung (15) sind, die eine Versorgungsspannung (Vboost) zur Verfügung stellt,

wobei eine Stromregelschaltung (16; 16') für den Strom durch die zumindest eine lichtemittierende Diode (11, 12, 13, 14) vorgesehen ist, deren Stellglied das steuerbare Halbleiterelement ist (T2; T8, T9, T10, T11),

dadurch gekennzeichnet,
dass die Stromregelschaltung (16') als lineare Stromregelschaltung (Reg_I, Rs, T8, T9, T10, T11) ausgebildet ist und einen zweiten Regler (Reg_I) aufweist, dessen einer Eingang mit dem nicht mit dem zweiten Versorgungsspannungsanschluss (V-) verbundenen Anschluss des Strommesswiderstands (Rs), dessen anderer Eingang mit einer Referenzspannung (Vref_I) und dessen Ausgang mit dem Steuereingang des steuerbaren Halbleiterelements (T8, T9, T10, T11) verbunden ist.



Beschreibung

[0001] Im Zug der Verbrauchsoptimierung werden derzeit Brennverfahren für Otto-Motoren entwickelt, die den Wirkungsgrad wesentlich verbessern sollen. Dabei sollen Betriebspunkte des Motors erschlossen werden, die bisher aus technischen Gründen nicht erreichbar waren, wie etwa die starke Abmagerung des Kraftstoffgemisches durch Zuführung eines hohen Abgasanteils (Abgasrückführung) bei gleichzeitig sehr hohem Ladedruck des Turboladers (> 2 Bar). Unter solchen Bedingungen ist das Kraftstoffgemisch zwar noch brennbar, jedoch sehr schwer zu zünden. Auch verzögert der geringe Sauerstoffanteil/hohes Stickstoffanteil den Beginn des endothermen Verbrennungsvorganges nach erfolgter exothermer Zündung, so dass der Zeitpunkt des maximalen Brennraumdruckes stark schwankt. Dies führt in der Folge zu einem unruhigen Motorlauf, wobei Zündaussetzer zu beobachten sind, die der Abmagerung deutliche Grenzen setzen.

[0002] Derzeit werden – basierend auf der gebräuchlichen Magnetzündung – Hochleistungszündsysteme eingeführt, deren Zündenergie von derzeit 50 mJ bis 70 mJ auf über 100 mJ gesteigert wurde. Technische Schwierigkeiten sind dabei allerdings eine erhöhte Hochspannungsfestigkeit wegen des höheren Zünddruckes und der erhöhte Elektrodenverschleiß der Zündkerzen, was in den erhöhten Zündströmen begründet ist. Alternativ wurden in der Vergangenheit bereits Zündkonzepte untersucht, bei denen die Entflammung des Kraftstoffgemisches auf der Erzeugung sehr kurzer, extrem energiereicher Laserpulse im Brennraum beruht. Dabei konnte gezeigt werden, dass sich solch eine Laserzündung besonders gut für die oben beschriebenen schwierigen Zündbedingungen eignet. Dies ist beispielsweise in dem Artikel „Konzeption und Entwicklung einer Laserzündkerze“ von Heinrich Kofler, Johannes Tauer, Ernst Wintner, Institut für Photonik, TU Wien beschrieben.

[0003] Ein Laserzündsystem besteht aus einem oder mehreren Halbleiterlasern, die als Pumplaser verwendet werden und kurze Laserpulse von ca. 300 µs Dauer abstrahlen. Eine Glasfaser leitet die Lichtpulse zu einer im Motor eingebauten Laserzündkerze, die aus einem Neodym YAG-Laser besteht, der zum Brennraum hin mit einem Güteschalter, einer Fokussieroptik und einem optischen Fenster versehen ist. Ist das Inversionsniveau des Neodym YAG-Lasers vollständig besetzt, bleicht der Güteschalter aus und die optische Energie entweicht in Richtung Brennraum als extrem kurzer Impuls von wenigen Nanosekunden Dauer. Die Optik fokussiert den Puls innerhalb des Brennraumes und die dabei entstehende Energie führt zu nicht resonanter Ionisation der Gemischmoleküle. Dies geschieht umso effizienter, je höher die Teilchendichte, d. h. je höher der Zünddruck ist. üblicherweise wird für jeden Zylinder des

Verbrennungsmotors ein Pumplaser, eine Glasfaser und eine Laserzündkerze verwendet. Mittels eines geeigneten Halbleiterschalters wird zur Zündung der jeweils entsprechende Pumplaser aktiviert. Die elektrische Leistung zum Betrieb liegt im Mittel bei etwa 100 W, jedoch ist während des Pumpulses eine Momentanleistung von bis zu 2 KW erforderlich. Heute verfügbare Lasermodule haben eine Betriebsspannung von typisch 9 bis 12 V, was Betriebsströme von bis zu 250 A erforderlich macht, wobei bei manchen Lasermodulen mehrere Laser zu einem Modul zusammengefasst werden, um die erforderliche Leistung zu erreichen.

[0004] Die DE 10 2007 041 839 A1 offenbart eine Vorrichtung zum Betrieb von zum Pumpen von Laserzündkerzen geeigneten Halbleiterlasern, wobei eine Anzahl von Halbleiterlasern in Reihe geschaltet sind und mit einer Versorgungsspannung betrieben werden, die aus der Kraftfahrzeugbatterie durch einen stromgeregelten, getakteten Tiefsetzsteller versorgt werden. Da aus dieser Energieversorgung eine der Anzahl an Zylindern im Verbrennungsmotor entsprechende Anzahl von Lasermodulen versorgt werden soll, sind in Serie zu den Lasermodulen geschaltete Auswahlwähler vorgesehen, die aufgrund der sehr hohen Ströme von bis zu 250 A entsprechend leistungsfähig ausgelegt sein müssen und daher kostenträchtig sind.

[0005] Zum Ein- und Ausschalten von in Serie angeordneten Leuchtdioden für die Hintergrundbeleuchtung in Displays ist aus der DE 11 2010 005 040 T5 bekannt, den Strom durch die Leuchtdioden mittels eines linearen Stromreglers auf einen vorgegebenen Wert und die Spannung an einem als Stellglied fungierendem MOS-Transistor auf einen Wert knapp über dem Triodenbereich zu regeln. Dort wird allerdings eine sehr komplexe Spannungsregelung durchgeführt, die neben der genannten Einstellung der Spannung am Stellgliedtransistor eine Leistungsfaktorkorrektur an einem lediglich gleichgerichteten, aber noch nicht geglätteten Wechselspannungssignal aufweist.

[0006] Für die Ansteuerung von als Kraftstoffeinspritzventilen verwendeten Piezoaktoren sind hohe Spannungen erforderlich, um eine schnelle Aufladung und damit kurze Einspritzzeit zu ermöglichen. Die derzeit realisierten Spannungen von etwa 200 bis 250 V und die für eine präzise Einspritzmenge erforderliche Laderegelung wird gemäß der EP 1 139 443 B1 mittels eines Hochsetzstellers, der aus der Spannung der Kraftfahrzeugbatterie von etwa 12 bis 14 V die Hochspannung erzeugt und einen nachgeschalteten Tiefsetzsteller als geschalteten Stromregler realisiert.

[0007] Die DE 20 2009 008 337 U1 offenbart eine Ansteuerschaltung für eine Laserdiode, bei der in

einem Zündkreis die Laserdiode, ein MOSFET, ein Speicherkondensator, ein Widerstand und eine Spule in Serie geschaltet sind. Der Speicherkondensator wird aus einem Hochspannungskondensator geladen und anschließend über die Spule und die Laserdiode in einem steuerbaren Puls entladen.

[0008] Auch die DE 10 2006 036 167 A1, die DE 10 2007 041 839 A1 und die US 5,736,881 A offenbaren Schaltungen zum gepulsten Ansteuern von Laserdioden mittels DC-DC-Wandler-Schaltungen.

[0009] In der EP 1 139 443 A1 ist eine Schaltung zur Ansteuerung eines Piezoaktors beschrieben, bei der aus einem Kondensator, der von einem Hochsetzsteller geladen wird, über ein Schaltmittel und eine Spule sowie Auswahlwahlmittel einer von mehreren Piezoaktoren in gepulstem Betrieb geladen wird.

[0010] Die Aufgabe der Erfindung ist es demgegenüber, eine Vorrichtung zum Betrieb zumindest einer lichtemittierenden Diode anzugeben, die eine ausreichende Leistung zum Pumpen von Laserzündkerzen bei geringem Strom ermöglicht.

[0011] Die Aufgabe wird gelöst, durch eine Vorrichtung zum Betrieb zumindest einer als Laserdiode ausgebildeten lichtemittierenden Diode, die zwischen einem ersten und einem zweiten Versorgungsspannungsanschluss in Serie mit der Laststrecke eines steuerbaren Halbleiterelements und einem Strommesswiderstand verschaltet ist, wobei die Versorgungsspannungsanschlüsse die Ausgangsanschlüsse einer als Gleichspannungshochsetzsteller ausgebildeten Spannungsregelschaltung sind, die eine Versorgungsspannung zur Verfügung stellt, wobei eine Stromregelschaltung für den Strom durch die zumindest eine lichtemittierende Diode vorgesehen ist, deren Stellglied das steuerbare Halbleiterelement ist, und wobei die Stromregelschaltung als lineare Stromregelschaltung ausgebildet ist und einen zweiten Regler aufweist, dessen einer Eingang mit dem nicht mit dem zweiten Versorgungsspannungsanschluss verbundenen Anschluss des Strommesswiderstands, dessen anderer Eingang mit einer Referenzspannung und dessen Ausgang mit dem Steuereingang des steuerbaren Halbleiterelements verbunden ist.

[0012] In erfindungsgemäßer Weise weist die Vorrichtung zum Betrieb einer Laserdiode einen Gleichspannungshochsetzsteller auf, der die Spannung einer Kraftfahrzeugbatterie von etwa 12 bis 14 V Nominalspannung in eine Betriebsspannung von etwa 200 V hochsetzt, wodurch sich der Betriebsstrom auf 20 A reduzieren lässt. Für diesen Spannungs-/Strombereich existieren zahlreiche, kostengünstige Halbleiter, so dass sich hier ein besonders vorteilhafter Betrieb erzielen lässt. Durch die erfindungsgemäße Vorrichtung wird der Betriebsstrom für ein Lasermo-

dul von etwa 10 A für die Dauer von 300 μ s aus einem Speicherkondensator bereitgestellt, der am Ausgang der Spannungsregelschaltung verschaltet ist. Dies ist mit handelsüblichen Elektrolytkondensatoren problemlos möglich. Der Gleichspannungshochsetzsteller arbeitet kontinuierlich und muss nur die dem Speicherkondensator entnommene Energie nachliefern. Die Dauerleistung liegt dabei z. B. bei 100 W. Diese Gleichspannungshochsetzsteller dient bezüglich der Laserstrompulse als aktives Filter für das Bordnetz. Lediglich sein dreiecksförmiger Betriebsstrom von z. B. 10 Ass macht eine – allerdings wesentlich kostengünstigere – Filterung der Batterie-zuleitung notwendig, als dies bei Strömen von 200 bis 250 A erforderlich wäre.

[0013] Da die Betriebsspannung von Laserdioden abhängig von Temperatur, Alterung, Fertigungstoleranzen etc. schwankt, ist es sinnvoll, den Laser mittels einer Stromregelung zu versorgen, wobei sich die Batteriespannung dann ergibt. Da sich die Spannung am Speicherkondensator des Gleichspannungshochsetzstellers nicht schnell genug verändern lässt,

ist eine Stromregelschaltung zur Regelung des Laserdiodenstroms als lineare Stromregelschaltung ausgebildet und weist einen zweiten Regler auf, dessen einer Eingang mit dem nicht mit dem zweiten Versorgungsspannungsanschluss verbundenen Anschluss des Strommesswiderstands, dessen anderer Eingang mit einer Referenzspannung und dessen Ausgang mit dem Steuereingang des steuerbaren Halbleiterelements verbunden ist.

[0014] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung sind zumindest zwei lichtemittierende Dioden vorgesehen, die jeweils in Serie mit einem steuerbaren Halbleiterelement geschaltet und mit ihren Anoden mit dem ersten Versorgungsspannungsanschluss verbunden sind, wobei der nicht mit der lichtemittierenden Diode verbundene Anschluss des jeweiligen steuerbaren Halbleiterelements mit dem nicht mit dem zweiten Versorgungsanschluss verbundenen Anschluss des Strommesswiderstands verbunden ist und wobei ein erster Multiplexer vorgesehen ist, über den der Ausgang des zweiten Reglers mit den Steuereingängen der zumindest zwei steuerbaren Halbleiterelemente verbunden ist.

[0015] In vorteilhafter Weise können die Auswahltransistoren bei zueinander parallel geschalteten Lasermodulen als Stellglieder für die lineare Stromregelschaltung verwendet werden. Dabei wird durch den Multiplexer zum einen festgelegt, welches Lasermodul aktiviert werden soll und andererseits der Regler mit den zugeordneten als Stellglied fungierenden Auswahlwähler verbunden.

[0016] In einer Weiterbildung der Erfindung sind die Verbindungsknoten der zumindest zwei lichtemittie-

renden Dioden und der ihnen zugeordneten Halbleiterelemente über einen zweiten Multiplexer mit einem ersten Eingangsanschluss eines dritten Reglers der Spannungsregelschaltung verbunden.

[0017] Durch diesen Spannungsregelkreis wird dafür gesorgt, dass die Spannung an dem Stellglied Halbleiterelementen bzw. den Auswahlhalbleiterelementen auf einen vorgegebenen Minimalwert geregelt wird, bzw. diesen nicht unterschreitet. Dadurch wird erreicht, dass einerseits alle Lasermodule mit einem geregelten Strom betrieben werden und gleichzeitig die Spannung an den – als Stromquellen betriebenen – Auswahl Halbleiterelementen so gering wie möglich ist, um unnötige Verlustleistung zu vermeiden.

[0018] In einer Weiterbildung der Erfindung ist zwischen den Versorgungsspannungsanschlüssen die Serienschaltung eines ersten und eines zweiten Spannungsteilerwiderstandes verschaltet, deren Verbindungspunkt mit einem zweiten Eingangsanschluss des dritten Reglers der Spannungsregelschaltung verbunden ist. Damit kann dafür gesorgt werden, dass die Ausgangsspannung der Spannungsregelschaltung einen vorgegebenen Maximalwert nicht überschreitet, wodurch eine unnötige Verlustleistung vermieden wird.

[0019] Die Erfindung soll nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels mit Hilfe von Figuren näher erläutert werden. Dabei zeigen:

[0020] Fig. 1 eine schematische Darstellung der Zündung im Trennraum eines Zylinders einer Verbrennungskraftmaschine mittels einer Laserzündkerze,

[0021] Fig. 2 eine Ausführungsform einer Vorrichtung zum Betrieb einer lichtemittierenden Diode nach dem Stand der Technik und

[0022] Fig. 3 eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0023] Fig. 1 zeigt in schematischer Weise stellvertretend für einen fremdgezündeten Verbrennungsmotor zwei Zylinder **6**, in denen sich ein Kolben **7** hin- und her bewegen kann, um über eine, nicht dargestellte, Pleuelstange eine ebenfalls nicht dargestellte Kurbelwelle anzutreiben. Oberhalb des Kolbens **7** ist ein Verbrennungsraum **10**, in den einerseits mittels eines Kraftstoffinjektors **5** Kraftstoff eingespritzt werden kann, der zusammen mit einem durch ein Einlassventil **8** steuerbaren Luftmenge ein brennfähiges Gemisch ergibt, das durch eine Laserzündkerze **4** gezündet werden soll. Die Verbrennungsabgase werden durch ein Auslassventil **9** ausgestoßen. Damit ist eine Zündung durch eine Laserzündkerze in einem herkömmlichen Verbrennungsmotor, der nach

dem Ottoprinzip arbeitet, dargestellt. Die Laserzündkerzen **4** der einzelnen Zylinder **6** sind über geeignete Glasfasern **3** mit einer Pumpquelle **2** verbunden, die mit einer Energieversorgung **1** verbunden ist. Die Pumpquelle **2** wird nach dem heutigen Stand der Technik zumeist mit Halbleiterlasern betrieben, die als Lasermodule mittels in Serie geschalteter Laserdioden realisiert sind, und Impulse von etwa 300 μ s Dauer an die Laserzündkerze senden, in der ein Festkörperlaser verbaut ist. Um diese Pumplaserlichtimpulse zu erzeugen, müssen die Pumplaser **2** in geeigneter Weise angesteuert werden.

[0024] Eine Vorrichtung mit gepulster Ansteuerung eines solchen Laserdiodenmoduls, das im Folgenden lediglich als Laserdiode bezeichnet wird, ist in der Fig. 2 dargestellt. Dort wird aus der Spannung V_{bat} , beispielsweise einer Kraftfahrzeugbatterie, die einen Nominalwert von etwa 12 bis 14 V aufweist, mittels eines Hochsetzstellers **15**, eine Versorgungsspannung V_{boost} an Ausgangsklemmen $V+$ und $V-$ gewonnen. Diese Ausgangsklemmen dienen als erster $V+$ und zweiter $V-$ Versorgungsspannungsanschluss für die nachgeordneten Laserdioden, **11**, **12**, **13**, **14** und die ihnen zugeordnete Stromregelschaltung **16**.

[0025] Die Spannungsregelschaltung **15** ist als herkömmlicher Hochsetzsteller ausgebildet, mit einer ersten Spule $L1$, die mit dem Pluspol der Kraftfahrzeugbatterie verbunden ist und mit ihrem anderen Anschluss über eine in Flussrichtung gepolte erste Diode $D1$ mit dem Ausgangsanschluss bzw. dem ersten Spannungsversorgungsanschluss $V+$. Der Verbindungspunkt der ersten Spule $L1$ und der ersten Diode $D1$ ist über ein erstes, im dargestellten Beispiel als MOS-Transistor ausgebildetes Schaltelement $T1$ mit dem Minuspol der Kraftfahrzeugbatterie, der ein Bezugspotential GMD bildet, verbunden. Zwischen den Versorgungsspannungsanschlüssen $V+$, $V-$ ist einerseits ein Speicherkondensator $C1$ verbaut und andererseits ein erster Spannungsteiler aus einem ersten Widerstand $R1$ und einem zweiten Widerstand $R2$ verschaltet. Der Mittenabgriff dieses ersten Spannungsteilers $R1$, $R2$ ist mit einem ersten Eingang eines dritten Reglers Reg_U verbunden, dessen zweiter Eingang mit einer Referenzspannung V_{ref_U} verbunden ist. Der Ausgang des dritten Reglers Reg_U ist mit dem Steueranschluss des ersten Schaltelements $T1$ verbunden. Durch diese herkömmliche Hochsetzstellerschaltung wird die Ausgangsspannung V_{boost} auf einen der Referenzspannung Ref_U proportionalen Wert geregelt.

[0026] Im in der Fig. 2 dargestellten Schaltungsbeispiel sind vier Laserdioden **11**, **12**, **13**, **14** parallel geschaltet, wobei – wie bereits ausgeführt wurde – diese Laserdioden als Lasermodule ausgebildet sind und mit einer Anzahl in Serie geschalteter Halbleiterlaserdioden gebildet sind.

[0027] Da diese Laserdioden **11**, **12**, **13**, **14** als Pumpplaser für Laserzündkerzen in einem Verbrennungsmotor Verwendung finden sollen, ist jeweils nur eine in Betrieb. Hierzu sind in Serie zu den Laserdioden **11**, **12**, **13**, **14** jeweils zugeordnete Auswahlshalter T4, T5, T6, T7 geschaltet, wobei deren nicht mit der jeweils zugeordneten Laserdiode **11**, **12**, **13**, **14** verbundener Anschluss mit einem gemeinsamen Strommesswiderstand R_s verbunden sind, dessen nicht mit den Auswahlhaltern T4, T5, T6, T7 verbundener Anschluss mit dem zweiten Versorgungsspannungsanschluss V^- verbunden ist. Die Steueranschlüsse der Auswahlshalter T4 bis T7 sind in schematisch dargestellter Weise mit einer Auswahlleitung Select verbunden.

[0028] Eine geschaltete Stromregelschaltung **16** ist als herkömmlicher, geschalteter Tiefsetzsteller ausgebildet und mit einem steuerbaren Halbleiterelement T2 gebildet, das einerseits mit dem ersten Versorgungsspannungsanschluss V^+ und andererseits über eine zweite Spule L2 mit den Anoden der Laserdioden **11** bis **14** verbunden ist. Der Verbindungsknoten des Halbleiterschaltenelements T2 und der zweiten Spule L2 ist über ein als MOS-Transistor ausgebildetes Freilaufelement T3 mit dem zweiten Versorgungsspannungsanschluss V^- verbunden. Ein erster Regler **17** ist einerseits mit den Steueranschlüssen des ersten Halbleiterelements T2 und des Freilaufelements T3 verbunden. Der erste Regler **17** weist außerdem Eingänge auf, von denen ein erster Eingang I_{sens} mit dem nicht mit dem zweiten Versorgungsspannungsanschluss V^- verbundenen Anschluss des Strommesswiderstands R_s verbunden ist. Ein zweiter Eingang V_{sens} ist mit dem Mittenabgriff eines Spannungsteilers aus einem dritten Widerstand R3 und einem vierten Widerstand R4 verbunden, der zwischen dem Verbindungspunkt der zweiten Spule L2 mit den Anoden der Laserdioden **11** bis **14** und dem zweiten Versorgungsspannungspotential V^- verschaltet ist.

[0029] Die Vorrichtung gemäß dem in der Fig. 2 dargestellten Schaltungsbeispiel wird derart betrieben, dass zunächst mittels der Spannungsregelschaltung **15** die Spannung der Kraftfahrzeugbatterie V_{bat} auf eine Spannung an den Versorgungsspannungsanschlüssen V^+ , V^- von etwa 200 V hochtransformiert wird und anschließend über die Stromregelschaltung **16**, die als Tiefsetzsteller ausgebildet ist, an die Laserdioden **11** bis **14** angelegt wird, wobei der durch eine jeweils ausgewählte Diode **11** bis **14** fließende Strom durch die Stromregelschaltung **16** auf einen vorgegebenen Wert geregelt wird und sich die an den Laserdioden **11** bis **14** anliegende Spannung entsprechend einstellt.

[0030] Die erfindungsgemäße Vorrichtung der Fig. 3 zeigt im Gegensatz zu dem der Fig. 2, in dem eine geschaltete Stromregelung erfolgte, eine lineare

Stromregelung. Auch dort wird zunächst mittels eines Spannungsreglers **15**, der als Hochsetzsteller ausgebildet ist, die Spannung der Kraftfahrzeugbatterie V_{bat} in eine an Versorgungsspannungsanschlüssen V^+ , V^- anliegende hohe Spannung von etwa 200 V transformiert. In der Fig. 3 sind mit der Fig. 2 übereinstimmende Bauteile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0031] Beim Spannungsregler **15'** dient der Spannungsteiler aus dem ersten Widerstand R1 und dem zweiten Widerstand R2 jedoch nicht zur Regelung der Versorgungsspannung V_{boost} , sondern lediglich zur Begrenzung dieser Spannung auf einen vorgegebenen Maximalwert. Die eigentliche Regelung wird weiter unten beschrieben.

[0032] Die Versorgungsspannung V_{boost} wird im Ausführungsbeispiel der Fig. 3 direkt an die Laserdioden **11** bis **14** angelegt, die wiederum parallel geschaltet sind. Die Laserdioden **11** bis **14** sind wiederum mit jeweils zugeordneten steuerbaren Halbleiterelementen T8 bis T11 in Serie geschaltet, wobei die nicht mit der jeweiligen Laserdiode **11** bis **14** verbundenen Anschlüsse der steuerbaren Halbleiterelemente T8 bis T11 über einen gemeinsamen Anschluss mit dem Strommesswiderstand R_s , während der jeweils andere Anschluss mit dem zweiten Versorgungsspannungsanschluss V^- verbunden ist.

[0033] Die steuerbaren Halbleiterelemente T8 bis T11 dienen im Ausführungsbeispiel der Fig. 3 nicht nur als Auswahlshalter, sondern auch als Stellglieder in der Stromregelschaltung **16'**, die mit einem zweiten Regler Reg_I und einem nachgeschalteten ersten Multiplexer Mux_I gebildet ist. Ein erster Eingang des zweiten Reglers Reg_I ist mit dem nicht mit dem zweiten Versorgungsspannungsanschluss V^- verbundenen Anschluss des Strommesswiderstands R_s verbunden, während der andere Anschluss mit einer Referenzspannung V_{ref_I} verbunden ist, die proportional zu einem vorgegebenen Stromwert ist, der durch die Laserdioden **11** bis **14** fließen soll.

[0034] Über den ersten Multiplexer Mux_I wird durch entsprechende Verbindungsleitungen zu den Steueranschlüssen der steuerbaren Halbleiterelemente T8 bis T11 einerseits eine zu betreibende Laserdiode **11** bis **14** ausgewählt und andererseits dieses Halbleiterelement T8 bis T11 als Stellglied in einer Stromregelschaltung verwendet, wobei hierbei jedoch im Gegensatz zur Ausführungsform der Fig. 2 eine lineare Stromregelung erfolgt.

[0035] Die Verbindungsknoten der Laserdioden **11** bis **14** mit ihren jeweils zugeordneten steuerbaren Halbleiterelementen T8 bis T11 sind über einen zweiten Multiplexer Mux_U mit einem Eingang des ersten Reglers Reg_U der Stromregelschaltung **15'** verbunden, wobei die Versorgungsspannung V_{boost} derart

geregelt wird, dass sich die Spannung am jeweils ausgewählten steuerbaren Halbleiterelement T8 bis T11 auf einen vorgegebenen Minimalwert einstellt, bzw. diesen nicht unterschreitet, so dass die steuerbaren Halbleiterelemente jeweils im linearen Bereich betrieben werden. Über eine Auswahlleitung Select, die nur schematisch dargestellt ist, werden der erste und der zweite Multiplexer Mux_I, Mux_U so eingestellt, dass die erforderliche Laserdiode **11** bis **14** ausgewählt, der durch sie fließende Strom geregelt und die anliegende Spannung ebenfalls geregelt wird.

[0036] Durch die erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Betrieb zumindest einer Laserdiode, die als Pumplaser für eine Laserzündkerze in einem Verbrennungsmotor eines Kraftfahrzeuges dienen soll, ist eine kostengünstige Realisierung vorgeschlagen, da aufgrund einer hohen Betriebsspannung zum Erreichen einer vorgegebenen Leistung nur ein geringer Strom nötig ist und daher auf entsprechend teure Schalttransistoren und Filterelemente, wie sie bei hohen Strömen erforderlich sind, verzichtet werden kann.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Betrieb zumindest einer als Laserdiode ausgebildeten lichtemittierenden Diode (**11**, **12**, **13**, **14**), die zwischen einem ersten (V+) und einem zweiten (V-) Versorgungsspannungsanschluss in Serie mit der Laststrecke eines steuerbaren Halbleiterelements (T2; T8, T9, T10, T11) und einem Strommesswiderstand (Rs) verschaltet ist, wobei die Versorgungsspannungsanschlüsse (V+, V-) die Ausgangsanschlüsse einer als Gleichspannungshochsetzsteller ausgebildeten Spannungsregelschaltung (**15**) sind, die eine Versorgungsspannung (Vboost) zur Verfügung stellt, wobei eine Stromregelschaltung (**16**; **16'**) für den Strom durch die zumindest eine lichtemittierende Diode (**11**, **12**, **13**, **14**) vorgesehen ist, deren Stellglied das steuerbare Halbleiterelement ist (T2; T8, T9, T10, T11),
dadurch gekennzeichnet, dass die Stromregelschaltung (**16'**) als lineare Stromregelschaltung (Reg_I, Rs, T8, T9, T10, T11) ausgebildet ist und einen zweiten Regler (Reg_U) aufweist, dessen einer Eingang mit dem nicht mit dem zweiten Versorgungsspannungsanschluss (V-) verbundenen Anschluss des Strommesswiderstands (Rs), dessen anderer Eingang mit einer Referenzspannung (Vref_I) und dessen Ausgang mit dem Steuereingang des steuerbaren Halbleiterelements (T8, T9, T10, T11) verbunden ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest zwei lichtemittierende Dioden (**11**, **12**, **13**, **14**) vorgesehen sind, die jeweils in Serie mit einem steuerbaren Halbleiterelement (T8, T9, T10, T11) geschaltet und mit ihren

Anoden mit dem ersten Versorgungsspannungsanschluss (V+) verbunden sind, wobei der nicht mit der lichtemittierenden Diode (**11**, **12**, **13**, **14**) verbundene Anschluss des jeweiligen steuerbaren Halbleiterelements (T8, T9, T10, T11) mit dem nicht mit dem zweiten Versorgungsspannungsanschluss (V-) verbundenen Anschluss des Strommesswiderstands (Rs) verbunden ist und wobei ein erster Multiplexer (Mux_I) vorgesehen ist, über den der Ausgang des zweiten Reglers (Reg_I) mit den Steuereingängen der zumindest zwei steuerbaren Halbleiterelemente (T8, T9, T10, T11) verbunden ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verbindungsknoten der zumindest zwei lichtemittierenden Dioden (**11**, **12**, **13**, **14**) und der ihnen zugeordneten steuerbaren Halbleiterelemente (T8, T9, T10, T11) über einen zweiten Multiplexer (Mux_U) mit einem ersten Eingangsanschluss eines dritten Reglers (Reg_U) der Spannungsregelschaltung (**15'**) verbunden sind.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen den Versorgungsspannungsanschlüssen (V+, V-) die Serienschaltung eines ersten und eines zweiten Spannungsteilerwiderstands (R5, R6) verschaltet ist, deren Verbindungspunkt mit einem zweiten Eingangsanschluss des dritten Reglers (Reg_U) der Spannungsregelschaltung (**15**) verbunden ist.

5. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die lichtemittierende(n) Diode(n) (**11**, **12**, **13**, **14**) als Pumplaser für eine Laserzündkerze für Verbrennungsmotoren fungieren.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

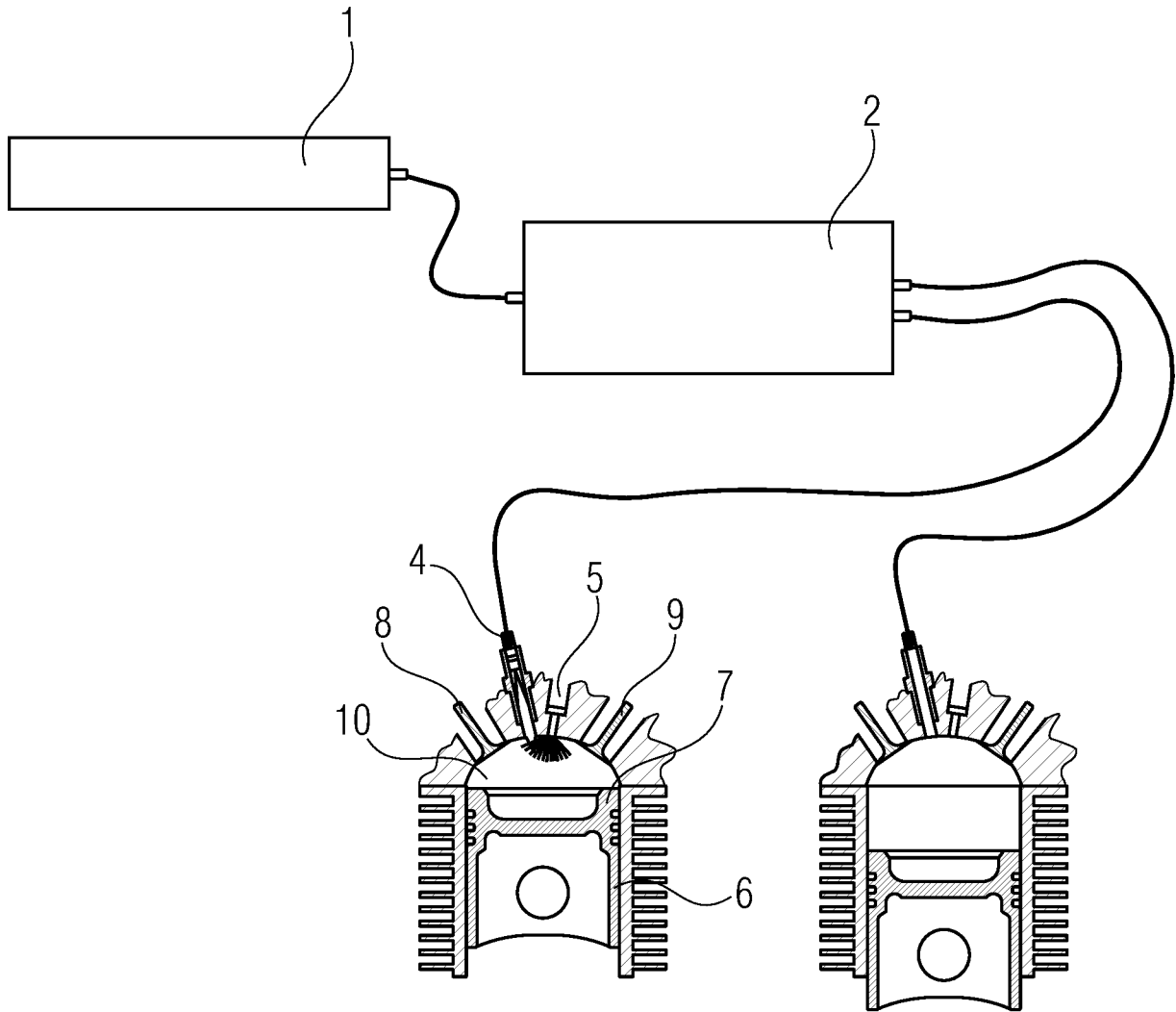


FIG 1

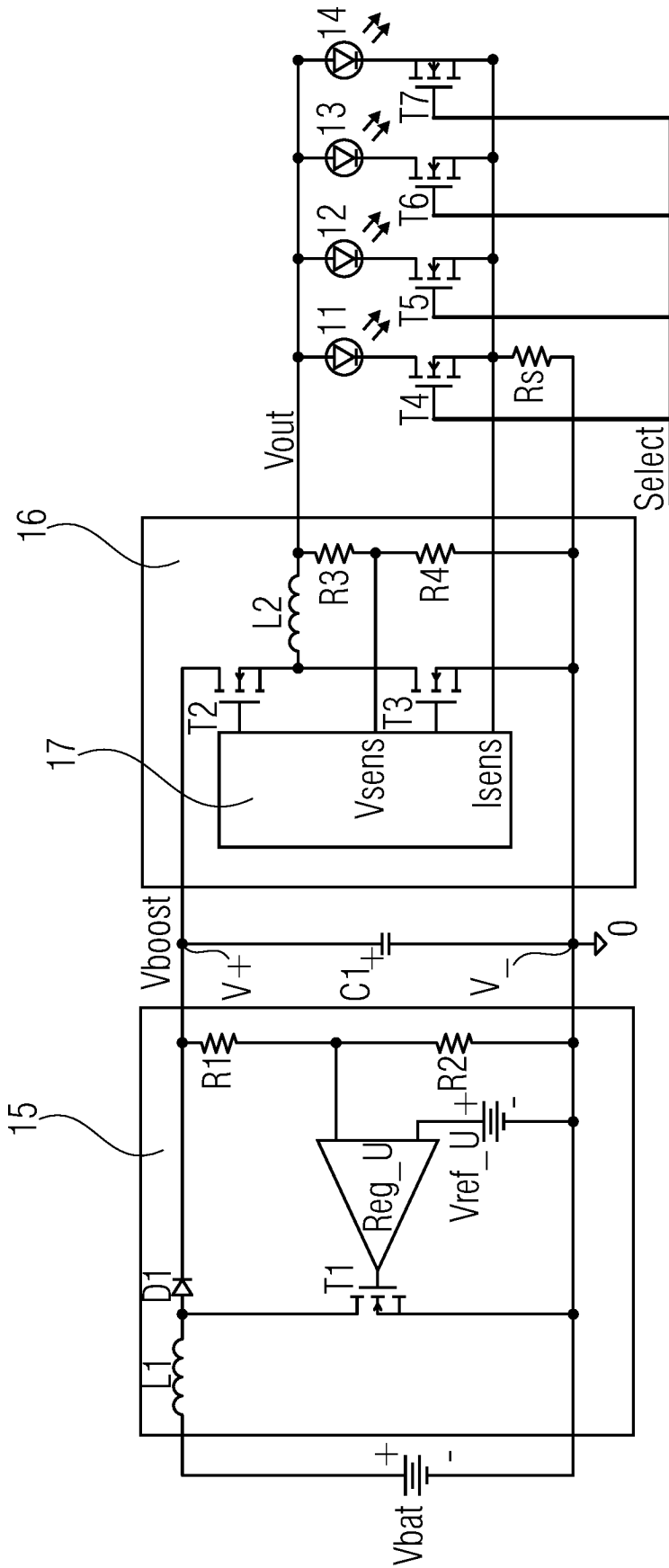


FIG 2

Stand der Technik

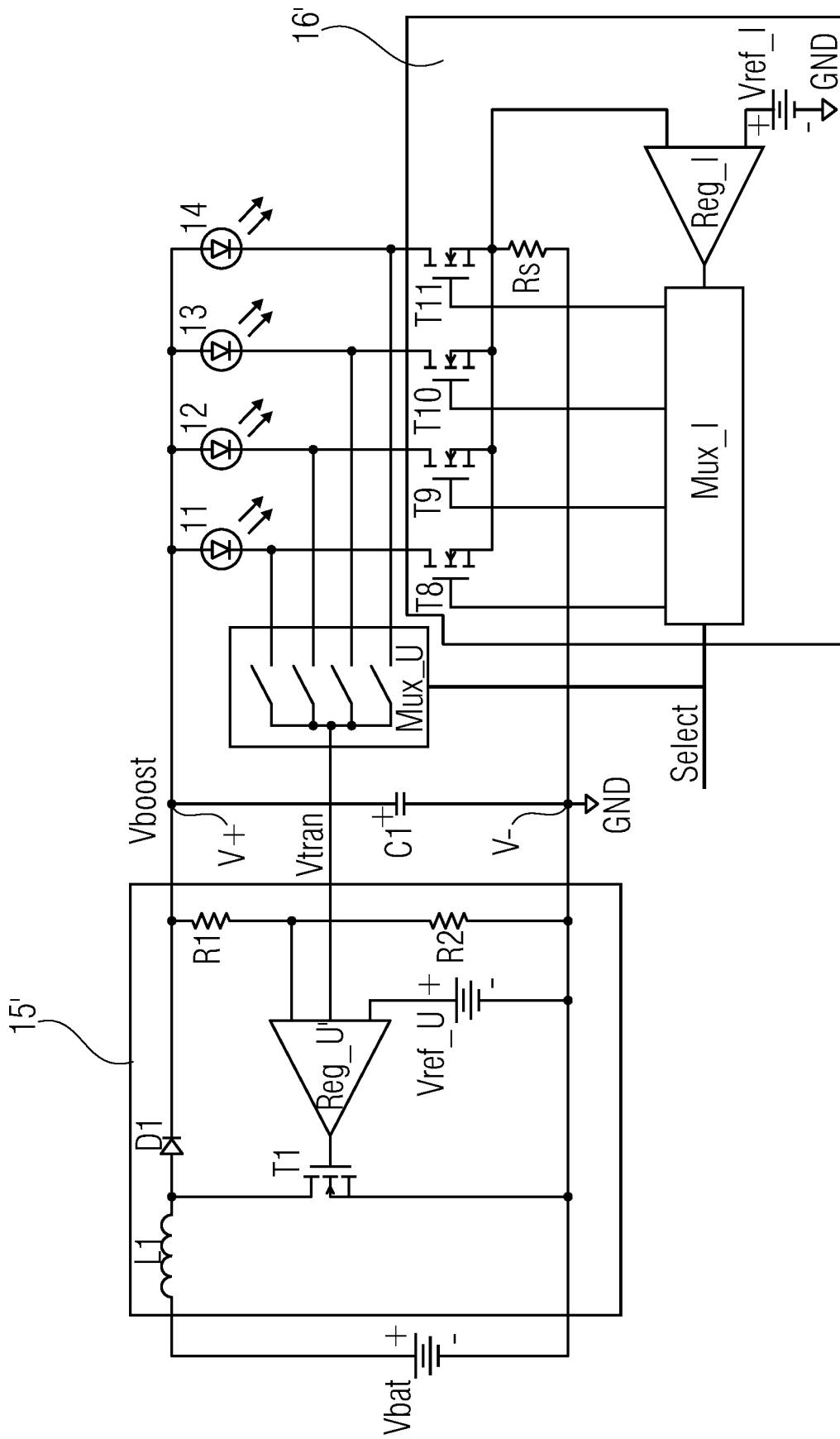


FIG 3