



(10) **DE 10 2016 122 783 B4** 2021.08.26

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2016 122 783.8**  
(22) Anmeldetag: **25.11.2016**  
(43) Offenlegungstag: **08.06.2017**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **26.08.2021**

(51) Int Cl.: **H01S 5/042 (2006.01)**  
**H01S 5/024 (2006.01)**  
**H02J 3/14 (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).

(30) Unionspriorität:  
**2015-237457 04.12.2015 JP**

(73) Patentinhaber:  
**FANUC CORPORATION, Oshino-mura,  
Yamanashi, JP**

(74) Vertreter:  
**BOEHMERT & BOEHMERT Anwaltspartnerschaft  
mbB - Patentanwälte Rechtsanwälte, 28209  
Bremen, DE**

(72) Erfinder:  
**Honda, Masahiro, Oshino-mura, Yamanashi, JP;  
Kudou, Shuuji, Oshino-mura, Yamanashi, JP**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	198 40 511	A1
US	6 683 421	B1
US	2003 / 0 039 280	A1
US	2009 / 0 207 871	A1
US	2015 / 0 145 422	A1
JP	2013- 175 562	A
JP	2014- 232 692	A

(54) Bezeichnung: **Laser-Stromversorgungsvorrichtung, die mehrere Leuchtelemente steuert**

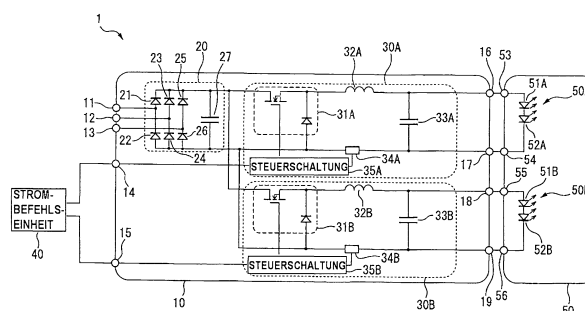
(57) Hauptanspruch: Laser-Stromversorgungsvorrichtung (1, 2), umfassend:

eine Stromversorgungseinheit (10, 10X), enthaltend eine Spannungseingangseinheit (11, 12, 13), in die eine Wechselspannung eingegeben wird, eine Gleichrichterschaltung (20), die die Wechselspannung gleichrichtet, und mehrere Sub-Schaltreglereinheiten (30A, 30B); und eine Leuchteinheit (50), wobei die Sub-Schaltreglereinheiten (30A, 30B) parallel mit dem Ausgang der Gleichrichterschaltung (20) verbunden sind, die Leuchteinheit (50) mehrere Sub-Leuchteinheiten (50A, 50B) enthält,

jede der Sub-Leuchteinheiten (50A, 50B) eine Leuchtelementreihe enthält, in der mehrere Leuchtelemente in Reihe verbunden sind, wobei jede Leuchtelementreihe mit einem Strom von der entsprechenden Sub-Schaltreglereinheit (30A, 30B) versorgt wird, und

jede der Sub-Schaltreglereinheiten (30A, 30B) einen Schaltkreis (31A, 31B), eine Glättungsschaltung, eine Stromerfassungsschaltung (34A, 34B), die einen Ausgangsstrom erfasst, und eine Steuerschaltung (35A, 35B, 36A, 36B), die den Schaltkreis (31A, 31B) auf der Basis eines Strombefehlswerts und des erfassten Ausgangsstroms steuert, enthält, wobei der Schaltkreis (31A, 31B) entsprechend einem Steuersignal von der Steuerschaltung (35A, 35B, 36A, 36B) ein- und ausschaltet und einen Ladungsstrom generiert und die Glättungsschaltung aus dem Ladungsstrom eine Gleichspannung generiert, wobei

die Spannungseingangseinheit (11, 12, 13), die Gleichrichterschaltung (20) und die Sub-Schaltreglereinheiten ...



**Beschreibung****HINTERGRUND DER ERFINDUNG****Gebiet der Erfindung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Laser-Stromversorgungsvorrichtung und betrifft insbesondere eine Laser-Stromversorgungsvorrichtung, die kostengünstig und wenig durch Defekte beeinflusst ist.

**Beschreibung des Standes der Technik**

**[0002]** Eine Laser-Stromversorgungsvorrichtung besitzt eine Leuchteinheit (Hohlraumeinheit), die Anregungslicht zu einem Laseroszillator leitet, und eine Stromversorgungseinheit zum Zuleiten eines Stroms zur Hohlraumeinheit und Steuern einer Lichtausstrahlung mehrerer Leuchtelemente. Die Hohlraumeinheit besitzt im Allgemeinen mehrere Leuchtelemente. Als Schaltungskonfiguration der Stromversorgungseinheit ist ein Schaltregler bekannt, der aus einer Gleichrichterschaltung, einem Schaltkreis, einer Glättungsschaltung, einer Stromerfassungsschaltung und einer Steuerschaltung besteht. Schaltungskomponenten des Schaltreglers sind an einer Leiterplatte montiert, wobei die Leiterplatte von einem Gehäuserahmen umgeben ist, und Reparatur und Austausch zum Zeitpunkt einer Herstellung oder eines Defekts der Laser-Stromversorgungsvorrichtung werden für jede der Stromversorgungseinheit ausgeführt. Nachdem in der Laser-Stromversorgungsvorrichtung eine Spannung (zum Beispiel 200 V Wechselspannung), die an eine Spannungseingangseinheit der Stromversorgungseinheit anzulegen ist, durch die Gleichrichterschaltung gleichgerichtet wurde, wird die Spannung durch den Schaltkreis und die Glättungsschaltung zu einer Gleichspannung umgewandelt, ein Strom wird den Leuchtelementen der Hohlraumeinheit zugeführt und dessen Stromwert wird von der Stromerfassungsschaltung erfasst. Der Stromwert wird durch Rückkopplung gesteuert, sodass er in Bezug auf einen Strombefehlswert von einer Strombefehlseinheit konstant ist.

**[0003]** Im Allgemeinen variiert in einem Leuchtelement, wie einer LED oder einem Halbleiterlaser, die auszugebende Lichtintensität (Lichtleistung) entsprechend einem Strom. Da Eigenschaften einer Spannung zwischen Anschlüssen (Vorwärtsspannung)  $V_f$  eines Leuchtelements entsprechend Umweltfaktoren, wie einer Produktionstoleranz und einer Temperatur, variieren, wird die Lichtleistung durch Steuern des Stroms gesteuert, der der Hohlraumeinheit von der Stromversorgungseinheit zugeleitet wird.

**[0004]** Wenn eine Eingangsspannung in der Stromversorgungseinheit A ist und eine Vorwärtsspannung des Leuchtelements  $V_f$  ist, muss die An-

zahl N der Leuchtelemente, die in der Hohlraumeinheit in Reihe verbunden werden kann,  $A \times 2^{1/2} \geq V_f \times N$  erfüllen. Daher müssen zur Erhöhung der Anzahl der Leuchtelemente die Leuchtelemente parallel verbunden werden, um die gewünschte Lichtleistung zu erhalten. Im Allgemeinen ist ein Versagen eines Leuchtelements auf einen Kurzschluss zurückzuführen. Somit bestand in dieser Konfiguration ein Problem darin, dass der Betrieb der Vorrichtung gestoppt wird, wenn eines der Leuchtelemente defekt wird (kurzschließt).

**[0005]** Die Japanische Patentanmeldung JP 2013-175562 A beschreibt eine Laser-Stromversorgungsvorrichtung mit einer Hauptschaltung, die einen Hauptstrom für eine Laserausgabe zu einer Lampe leitet, und einer Simmerschaltung (simmer circuit), die einen Simmerstrom zuleitet, und einer Konfiguration, in der ein Schaltverlust verringert ist und eine Leiterplatte nicht defekt wird, selbst wenn ein Halbleiterelement versagt. Die Japanische Patentanmeldung JP 2013-175562 A beschreibt nicht mehrere Leuchtelementreihen und die in der unveröffentlichten Japanischen Patentschrift (Kokai) Nr. 2013-175562 beschriebene Simmerschaltung ist eine Schaltung, die sich grundlegend von der Hauptschaltung unterscheidet.

**[0006]** Die Japanische Patentanmeldung JP 2014-232692 A beschreibt eine Technik, bei der Schaltregler in Reihe in zwei Stufen in einer Steuervorrichtung konfiguriert sind, die einen elektronischen Transformator für eine Niederspannungs-Halogenlampe enthält, sodass die Steuervorrichtung ein stabiles Verhalten zeigt, selbst wenn eine Leuchte zum Einschalten eines Leuchtelements mit dieser verbunden ist. Die Japanische Patentanmeldung JP 2014-232692 A beschreibt nicht mehrere Leuchtelementreihen.

**[0007]** US 6 683 421 B1 beschreibt eine Vorrichtung zur Lichthärtung, welche einen LED-Kopf, in dem mehrere LED-Arrays vorgesehen sind, sowie eine hiermit verbundene, aber separate Basiseinheit aufweist, in der die Stromquelle und die Steuerung vorgesehen sind. Die LED des LED-Kopfes sind flüssigkeitsgekühlt. Die Kühlflüssigkeit wird über eine Leitung in die Basiseinheit abgeführt, wo ihr über eine Kühlplatte oder einen Wärmetauscher Wärme entzogen wird.

**[0008]** US 2003/0 039 280 A1 beschreibt eine Vorrichtung zum Treiben einer Laserdiodenlichtquelle mit mehreren LED-Arrays, die jeweils individuell über eine Treiberschaltung angesteuert werden. Die LED und die zugehörigen Treiberschaltungen werden durch einen gemeinsamen Schalter, z.B. einen GCT, gepulst.

**[0009]** Es ist erwünscht, dass in einer Laser-Stromversorgungsvorrichtung die Anzahl zu montierender

Leuchtelemente leicht erhöht werden kann und die Vorrichtung weiterarbeiten kann, selbst wenn eines der Leuchtelemente defekt wird (kurzschließt).

#### KURZDARSTELLUNG DER ERFINDUNG

**[0010]** Es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine Laser-Stromversorgungsvorrichtung zu erreichen, in der die Anzahl zu montierender Leuchtelemente bei geringen Kosten erhöht werden kann und die wenig durch einen Defekt eines Leuchtelements beeinflusst wird.

**[0011]** In einer Laser-Stromversorgungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung sind mehrere Sub-Schaltregler parallel in Bezug auf eine Gleichrichterschaltung verbunden und eine Leuchtelementreihe ist in Reihe mit einer Ausgangseinheit jedes der mehreren Sub-Schaltregler verbunden.

**[0012]** Mit anderen Worten, eine Laser-Stromversorgungsvorrichtung enthält eine Stromversorgungseinheit mit einer Spannungseingangseinheit, in die eine Wechselspannung eingegeben wird, einer Gleichrichterschaltung, die die Wechselspannung gleichrichtet, und mehreren Sub-Schaltreglereinheiten, und eine Leuchteinheit, in welcher die Sub-Schaltreglereinheiten parallel zum Ausgang der Gleichrichterschaltung verbunden sind, die Leuchteinheit mehrere Sub-Leuchteinheiten besitzt, jede der Sub-Leuchteinheiten eine Leuchtelementreihe besitzt, in der mehrere Leuchtelemente in Reihe verbunden sind, ein Strom der einen Leuchtelementreihe von jeder der Sub-Schaltreglereinheiten zugeführt wird und jede der Sub-Schaltreglereinheiten einen Schaltkreis (switching circuit), eine Glättungsschaltung, eine Stromerfassungsschaltung, die einen Ausgangsstrom erfasst, und eine Steuerschaltung aufweist, die den Schaltkreis auf der Basis eines Strombefehls-werts und des erfassten Ausgangsstroms steuert.

**[0013]** Die Spannungseingangseinheit, die Gleichrichterschaltung und die Sub-Schaltreglereinheiten der Stromversorgungseinheit sind auf derselben Stromversorgungsleiterplatte montiert.

**[0014]** Die Stromversorgungseinheit besitzt eine Stromversorgungskühlplatte, die Leistungselemente der Gleichrichterschaltung und die Sub-Schaltreglereinheiten gemeinsam kühlt.

**[0015]** Die Stromversorgungsleiterplatte und die Stromversorgungskühlplatte sind in einem Stromversorgungsgehäuserahmen aufgenommen.

**[0016]** Die Leuchtelemente der Sub-Leuchteinheiten der Leuchteinheit sind direkt auf derselben Leuchteinheitkühlplatte montiert.

**[0017]** Die Leuchteinheitkühlplatte ist in einem Leuchteinheitengehäuserahmen aufgenommen.

**[0018]** Die Stromversorgungseinheit besitzt ferner eine Strombefehlswerteingabeeinheit, in der Strombefehlswerte für die Sub-Schaltreglereinheiten in die Strombefehlswerteingabeeinheit eingegeben werden, und die Strombefehlswerte für die Sub-Schaltreglereinheiten werden in die Strombefehlswerteingabeeinheit jeweils oder in Zeitteilung durch gemeinsame Anschlüsse eingegeben.

#### Figurenliste

**[0019]** Die vorliegende Erfindung wird unter Bezugnahme auf die folgenden beiliegenden Zeichnungen verständlicher:

**Fig. 1** ist eine schematische Darstellung, die eine Konfiguration einer Laser-Stromversorgungsvorrichtung einer ersten beispielhaften Ausführungsform zeigt;

**Fig. 2** ist eine schematische Darstellung, die ein Konfigurationsbeispiel eines Gehäuserahmens der Laser-Stromversorgungsvorrichtung der ersten beispielhaften Ausführungsform zeigt;

**Fig. 3** ist eine schematische Darstellung, die eine Konfiguration einer Laser-Stromversorgungsvorrichtung einer zweiten beispielhaften Ausführungsform zeigt; und

**Fig. 4** ist eine schematische Darstellung, die eine Konfiguration einer allgemeinen Laser-Stromversorgungsvorrichtung eines herkömmlichen Beispiels zeigt.

#### AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

**[0020]** Es wird eine Laser-Stromversorgungsvorrichtung, die mehrere Leuchtelemente steuert, unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. Es sollte klar sein, dass die Erfindung nicht auf die Zeichnungen oder die in der Folge beschriebenen Ausführungsformen beschränkt ist.

**[0021]** Eine Laser-Stromversorgungsvorrichtung eines herkömmlichen Beispiels wird vor der Beschreibung der beispielhaften Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beschrieben.

**[0022]** **Fig. 4** ist eine schematische Darstellung, die ein Konfigurationsbeispiel einer herkömmlichen und allgemeinen Laser-Stromversorgungsvorrichtung zeigt.

**[0023]** Eine allgemeine Laser-Stromversorgungsvorrichtung **100** besitzt eine Stromversorgungseinheit **110** und eine Leucht- (Hohlraum-) Einheit **150**. Die Stromversorgungseinheit **110** besitzt eine Span-

nungseingangseinheit, die Anschlüsse **111** bis **113** enthält, in die ein Dreiphasen-Wechselstrom eingegeben wird, eine Strombefehlswerteingabeeinheit, die einen Eingangsanschluss **114** eines Strombefehlswerts von einer externen Strombefehlseinheit **140** enthält, eine Gleichrichterschaltung **120**, die den Dreiphasen-Wechselstrom gleichrichtet, eine Schaltreglereinheit **130** und eine Gleichstrom-Ausgangseinheit mit Anschlüssen **116** und **117**, von welcher ein Gleichstrom ausgegeben wird. Die in der Zeichnung dargestellte Gleichrichterschaltung **120** besitzt sechs Dioden und ein kapazitives Element. Die Schaltreglereinheit **130** besitzt einen Schaltkreis **131**, ein Induktanzelement (eine Spule) **132**, ein kapazitives Element **133**, eine Stromerfassungsschaltung **134** und eine Steuerschaltung **135**. Der Schaltkreis **131** besitzt einen Schalttransistor und eine Diode. Der Schalttransistor wird entsprechend einem Steuersignal von der Steuerschaltung **135** ein- und ausgeschaltet und generiert in Zusammenwirken mit der Diode einen Ladungsstrom. Eine Glättungsschaltung, die aus dem Induktanzelement **132** und dem kapazitiven Element **133** besteht, generiert aus dem Ladungsstrom eine Gleichspannung zwischen den beiden Enden des kapazitiven Elements **133**. Das kapazitive Element **133** gibt einen Gleichstrom aus den Anschlüssen **116** und **117** aus. Die Stromerfassungsschaltung **134** erfasst einen Stromwert des ausgegebenen Gleichstroms und die Steuerschaltung **135** generiert das Steuersignal des Schalttransistors auf der Basis des erfassten Stromwerts und des Strombefehlswerts. Die Gleichrichterschaltung **120** und die Schaltreglereinheit **130** sind allgemein bekannte Schaltungen und auf eine nähere Beschreibung wird verzichtet.

**[0024]** Die Hohlraumeinheit **150** hat Anschlüsse **153** und **154**, die mit den Anschlüssen **116** und **117** der Stromversorgungseinheit **110** durch Kabel verbunden sind, und eine oder mehrere Leuchtelementreihen **160A**, **160B**,..., die zwischen den Anschlüssen **153** und **154** verbunden sind. Wenn die Leuchtelementreihen **160A**, **160B**,... verbunden werden, werden die Leuchtelementreihen **160A**, **160B**,... parallel verbunden. Die Hohlraumeinheit **150** hat Halbleiterlaser oder LEDs als Leuchtelemente und regt einen Laseroszillator mit Licht an, das durch die Halbleiterlaser oder die LEDs generiert wird.

**[0025]** In einem Leuchtelement, wie einer LED oder einem Halbleiterlaser, variiert die auszugehende Lichtintensität (Lichtleistung) entsprechend dem Strom. Da eine Spannung zwischen Anschlüssen (Vorwärtsspannung)  $V_f$  eines Leuchtelements entsprechend Umweltfaktoren, wie der Produktionstoleranz und der Temperatur variiert, wird die Lichtleistung durch Steuern des Gleichstromwerts, der der Hohlraumeinheit von der Stromversorgungseinheit **110** zugeführt wird, gesteuert.

**[0026]** In der Schaltreglereinheit **130** generiert die Steuerschaltung **135** das Steuersignal des Schalttransistors auf der Basis des Stromwerts, der von der Stromerfassungsschaltung **134** erfasst wird, und des Strombefehlswerts, der von der Strombefehlswerteingabeeinheit eingegeben wird. Das Steuersignal ist ein Signal, das den Transistor ein- und ausschaltet, und der Gleichstromwert wird in entsprechend mit einem Verhältnis der Ein-Dauer in einer vorgegebenen Zykluslänge (Tastverhältnis) ermittelt. Daher generiert die Steuerschaltung **135** das Steuersignal, dessen Tastverhältnis so eingestellt ist, dass ein Gleichstromwert entsprechend dem Strombefehlswert erhalten werden kann. Obwohl der Eingangsanschluss **114** des Strombefehlswerts durch eine Linie in **Fig. 4** dargestellt ist, wird angenommen, dass Anschlüsse entsprechend der Anzahl von Bits vorhanden sind, die den Strombefehlswert angeben. Wenn zusätzlich der Befehl von der Strombefehlseinheit ein analoges Signal ist, kann ein Generieren des Steuersignals selbst dann ausgeführt werden, wenn zwei Anschlüsse (Richtwert und Spitzenwert) vorhanden sind. Dasselbe gilt für die folgende Beschreibung.

**[0027]** Schaltungskomponenten der Stromversorgungseinheit **110** sind auf einer Leiterplatte montiert und die Leiterplatte ist in einem Gehäuserahmen aufgenommen. Zusätzlich sind die Leuchtelemente in der Hohlraumeinheit **150** auf einer Kühlplatte montiert und die Kühlplatte ist im Gehäuserahmen aufgenommen. Reparatur und Austausch zum Zeitpunkt der Herstellung oder eines Defekts werden für jede von der Stromversorgungseinheit und der Hohlraumeinheit ausgeführt.

**[0028]** Wenn eine Eingangswechselspannung in der Stromversorgungseinheit A ist und eine Vorwärtsspannung des Leuchtelements  $V_f$  ist, muss die Anzahl N der Leuchtelemente, die in Reihe in der Hohlraumeinheit verbunden werden können,  $A \times 2^{1/2} \geq V_f \times N$  erfüllen. Wenn daher die Anzahl der Leuchtelemente erhöht wird, um die Lichtleistung zu erhöhen, die von der Hohlraumeinheit ausgegeben wird, ist es üblich, dass die Anzahl der Leuchtelementreihe, die parallel zwischen den Anschlüssen **153** und **154** verbunden sind, erhöht wird oder die Anzahl von Paaren aus Stromversorgungseinheit und Hohlraumeinheit erhöht wird, ohne die Anzahl der Leuchtelementreihen zu erhöhen, die parallel verbunden sind. Es ist auch denkbar, dass die Anzahl der Stromversorgungseinheiten und der Hohlraumeinheiten, die im Gehäuserahmen aufgenommen werden sollen, erhöht wird.

**[0029]** Die zuvor beschriebenen zwei Verfahren haben den Vorteil, dass die Schaltungskonfiguration und das Steuerverfahren der Stromversorgung einfach sind. In dem Verfahren zum Erhöhen der Anzahl der parallel verbundenen Leuchtelementreihen besteht jedoch das Problem, dass eine Lichtausstrah-

lung überhaupt nicht stattfinden kann, wenn eines der verbundenen Leuchtelemente oder alle defekt sind, und es besteht das Problem, dass die Leuchtelemente einem signifikanten Risiko eines Defekts ausgesetzt sind. Der Grund, warum eine Lichtausstrahlung überhaupt nicht stattfinden kann, ist, dass ein Defekt eines Leuchtelements im Allgemeinen einen Kurzschlusszustand verursacht. Somit fließt überschüssiger Strom in der Stromversorgungseinheit und die Laser-Stromversorgungsvorrichtung führt einen Notstopp aus. Unter diesen Umständen ist der Betrieb schwierig und die Ausfallzeit bis zu dem Zustand, in dem der Betrieb neugestartet werden kann (Ausfallzeit), ist lang.

**[0030]** Zusätzlich weist das Verfahren des Erhöehens der Anzahl von Paaren aus Stromversorgungseinheit und Hohlraumeinheit das Problem auf, dass die Kosten der Vorrichtung erhöht sind. Bei dem Verfahren des Erhöehens der Anzahl der Stromversorgungseinheiten und der Hohlraumeinheiten, die im Gehäuserahmen aufzunehmen sind, ist, obwohl die Rahmenanzahl nicht erhöht wird, die Anzahl aller anderen Komponenten erhöht. Daher bestand das Problem, dass die Kosten der Vorrichtung ebenso erhöht sind und Herstellung und Handhabung als Wartungseinheit schwierig ist, da die Einheit vergrößert ist.

**[0031]** In der Laser-Stromversorgungsvorrichtung der in der Folge zu beschreibenden, beispielhaften Ausführungsformen kann die Anzahl von zu montierenden Leuchtelementen bei geringen Kosten erhöht werden und der Einfluss eines Defekts eines Leuchtelements kann verringert werden.

**[0032]** Fig. 1 ist ein Diagramm, das eine Konfiguration einer Laser-Stromversorgungsvorrichtung einer ersten beispielhaften Ausführungsform zeigt.

**[0033]** Eine Laser-Stromversorgungsvorrichtung 1 der ersten beispielhaften Ausführungsform hat eine Stromversorgungseinheit 10 und eine Leucht- (Hohlraum-) Einheit 50. Die Stromversorgungseinheit 10 hat eine Spannungseingangseinheit, enthaltend Anschlüsse 11 bis 13, eine Strombefehlswerteingabeeinheit, enthaltend Eingangsanschlüsse 14 und 15 für den Strombefehlswert von einer externen Strombefehlseinheit 40, eine Gleichrichterschaltung 20, eine erste Sub-Schaltreglereinheit 30A, eine zweite Sub-Schaltreglereinheit 30B, eine erste Gleichstrom-Ausgangseinheit mit Anschlüssen 16 und 17 und eine zweite Gleichstrom-Ausgangseinheit mit Anschlüssen 18 und 19. Die Gleichrichterschaltung 20 hat sechs Dioden 21 bis 26 und ein kapazitives Element 27. Die zwei Dioden 21 und 22, die zwei Dioden 23 und 24 und die zwei Dioden 25 und 26 sind jeweils in Reihe verbunden, um drei Diodenreihen zu bilden, und die drei Diodenreihen sind parallel zwischen einer Leitung mit hoher Spannung und einer Leitung mit niedriger Spannung verbunden. Verbindungskno-

ten der Dioden der jeweiligen Reihen sind jeweils mit den Anschlüssen 11 bis 13 verbunden. Das kapazitive Element 27 ist parallel zwischen der Leitung mit hoher Spannung und der Leitung mit niedriger Spannung verbunden. Die vorangehende Gleichrichterschaltung 20 ist allgemein bekannt und somit wird auf eine weitere Beschreibung verzichtet.

**[0034]** Die erste Sub-Schaltreglereinheit 30A und die zweite Sub-Schaltreglereinheit 30B haben dieselben Konfigurationen wie die Schaltreglereinheit 30 von Fig. 4 und sind parallel mit dem Ausgang der Gleichrichterschaltung 20 verbunden. Der Ausgang der ersten Sub-Schaltreglereinheit 30A ist mit den Anschlüssen 16 und 17 der ersten Gleichstrom-Ausgangseinheit verbunden und der Ausgang der zweiten Sub-Schaltreglereinheit 30B ist mit den Anschlüssen 18 und 19 der zweiten Gleichstrom-Ausgangseinheit verbunden. Eine Steuerschaltung 35A der ersten Sub-Schaltreglereinheit 30A generiert ein Steuersignal eines Transistors eines Schaltkreises 31A auf der Basis eines Strombefehlswerts, der vom Anschluss 14 der Strombefehlswerteingabeeinheit eingegeben wird, und eines Ausgangsstromwerts, der von einer Stromerfassungsschaltung 34A erfasst wird. Eine Steuerschaltung 35B der zweiten Sub-Schaltreglereinheit 30B generiert ein Steuersignal eines Transistors eines Schaltkreises 31B auf der Basis eines Strombefehlswerts, der vom Anschluss 15 der Strombefehlswerteingabeeinheit eingegeben wird, und eines Ausgangsstromwerts, der von einer Stromerfassungsschaltung 34B erfasst wird. Die Konfiguration und das Verhalten eines Schaltreglers sind allgemein bekannt und somit wird auf eine ausführliche Beschreibung verzichtet.

**[0035]** Die Hohlraumeinheit 50 hat Anschlüsse 53 und 54, die mit den Anschlüssen 16 und 17 der Stromversorgungseinheit 10 durch Kabel verbunden sind, Anschlüsse 55 und 56, die mit den Anschlüssen 18 und 19 der Stromversorgungseinheit 10 durch Kabel verbunden sind, eine Leuchtelementreihe 50A, die zwischen den Anschlüssen 53 und 54 verbunden ist, und eine Leuchtelementreihe 50B, die zwischen den Anschlüssen 55 und 56 verbunden ist. In diesem Beispiel besitzt die Leuchtelementreihe 50A zwei Leuchtelemente 51A und 52A, die in Reihe verbunden sind, und die Leuchtelementreihe 50B besitzt zwei Leuchtelemente 51B und 52B, die in Reihe verbunden sind. Hier werden die Leuchtelementreihen 50A und 50B manchmal als Sub-Leucht-(Hohlraum-) Einheiten bezeichnet.

**[0036]** Fig. 2 ist eine Draufsicht und eine Vorderansicht, die eine Konfiguration eines Gehäuserahmens der Laser-Stromversorgungsvorrichtung der ersten beispielhaften Ausführungsform zeigt und der Einfachheit wegen ist die Draufsicht mit fehlendem oberen Rahmen dargestellt und die Vorderansicht mit fehlendem Vorderrahmen dargestellt.

**[0037]** Ein Gehäuserahmen **60** für eine Stromversorgungseinheit besitzt eine Leiterplatte **61**, auf der Schaltungskomponenten montiert sind, eine Kühlplatte **63** und einen Kühlmechanismus **64** zum Kühlen der Kühlplatte **63**. Schaltungskomponenten, die die Gleichrichterschaltung **20**, die erste Sub-Schaltreglereinheit **30A** und die zweite Sub-Schaltreglereinheit **30B** von **Fig. 1** bilden, sind auf der Leiterplatte **61** montiert, wie in der Zeichnung dargestellt. Leistungselemente **62** unter den Schaltungskomponenten, die die Gleichrichterschaltung **20**, die erste Sub-Schaltreglereinheit **30A** und die zweite Sub-Schaltreglereinheit **30B** bilden, wie Dioden und Transistoren, sind so angeordnet, dass ihre oberen Oberflächen mit der Kühlplatte **63** in Kontakt sind. Die Leiterplatte **61**, die Kühlplatte **63** und der Kühlmechanismus **64** werden gemeinsam von der Gleichrichterschaltung **20**, der ersten Sub-Schaltreglereinheit **30A** und der zweiten Sub-Schaltreglereinheit **30B** verwendet.

**[0038]** Ausgangs-Gleichstromanschlüsse **65** und **66** sind auf dem Gehäuserahmen **60** für eine Stromversorgungseinheit vorgesehen, der Ausgangs-Gleichstromanschluss **65** ist mit den Anschlüssen **16** und **17** durch Kabel oder dergleichen verbunden und der Ausgangs-Gleichstromanschluss **66** ist mit den Anschlüssen **18** und **19** durch Kabel oder dergleichen verbunden. Jeder der Ausgangs-Gleichstromanschlüsse **65** und **66** ist in der Zeichnung als ein Anschluss dargestellt, besitzt aber zwei Elektrodenanschlüsse. Zusätzlich können die Ausgangs-Gleichstromanschlüsse **65** und **66** zu einem Anschluss mit vier Polen kombiniert werden. Der Gehäuserahmen **60** für eine Stromversorgungseinheit hat Anschlüsse für eine Dreiphasen-Wechselstromversorgung, die mit den Anschlüssen **11** bis **13** verbunden sind, und Anschlüsse, die mit den Anschlüssen **14** und **15** der Strombefehlswerteingabeeinheit verbunden sind, aber diese Anschlüsse sind in den Zeichnungen nicht dargestellt.

**[0039]** Ein Gehäuserahmen **70** für eine Hohlraumeinheit besitzt eine Kühlplatte **73**, auf der die Leuchtelemente montiert sind, und einen Kühlmechanismus **74** zum Kühlen der Kühlplatte **73**. Die Leuchtelemente, die die Leuchtelementreihen **50A** und **50B** von **Fig. 1** bilden, sind auf der Kühlplatte **73** montiert, wie in der Zeichnung dargestellt. Die Leuchtelemente **51A**, **52A**, **51B**, und **52B**, die die Leuchtelementreihen **50A** und **50B** bilden, sind Leistungselemente und sind als Leistungselemente **72** in **Fig. 2** dargestellt. Die Leistungselemente **72** sind auf der Kühlplatte **73** montiert und werden direkt gekühlt. Die Kühlplatte **73** und der Kühlmechanismus **74** werden gemeinsam von den Leuchtelementreihen **50A** und **50B** verwendet.

**[0040]** Eingangs-Gleichstromanschlüsse **75** und **76** sind an dem Gehäuserahmen **70** für eine Hohlrau-

meinheit vorgesehen, der Eingangs-Gleichstromanschluss **75** ist mit den Anschlüssen **53** und **54** durch Kabel oder dergleichen verbunden und der Eingangs-Gleichstromanschluss **76** ist mit den Anschlüssen **55** und **56** durch Kabel oder dergleichen verbunden. Jeder der Eingangs-Gleichstromanschlüsse **75** und **76** ist als ein Anschluss in der Zeichnung dargestellt, hat aber zwei Elektrodenanschlüsse. Zusätzlich können die Eingangs-Gleichstromanschlüsse **75** und **76** zu einem Anschluss mit vier Polen kombiniert werden. Ferner sind die Ausgangs-Gleichstromanschlüsse **65** und **66** des Gehäuserahmens **60** für eine Stromversorgungseinheit mit den Eingangs-Gleichstromanschlüssen **75** und **76** des Gehäuserahmens **70** für eine Hohlraumeinheit durch Kabel **81** und **82** verbunden.

**[0041]** Wie oben beschrieben, sind in der Laser-Stromversorgungsvorrichtung der ersten beispielhaften Ausführungsform die zwei Sub-Schaltreglereinheiten **30A** und **30B** gemeinsam mit einer Gleichrichterschaltung **20** verbunden und die Sub-Schaltreglereinheiten **30A** und **30B** steuern Gleichströme, die den zwei Leuchtelementreihen **50A** und **50B** der Hohlraumeinheit **50** zugeleitet werden, auf der Basis des Strombefehlswerts. Obwohl hier das Beispiel beschrieben wurde, in dem die zwei Sub-Schaltreglereinheiten **30A** und **30B** vorgesehen sind, können drei oder mehr Sub-Schaltreglereinheiten vorgesehen sein, drei oder mehr Leuchtelementreihen der Hohlraumeinheit **50** können vorgesehen sein, und auch in diesem Fall wird allgemein eine Gleichrichterschaltung verwendet.

**[0042]** Daher werden in der Laser-Stromversorgungsvorrichtung der ersten beispielhaften Ausführungsform in der Stromversorgungseinheit **10** der Gehäuserahmen **60**, die Gleichrichterschaltung **20**, die Leiterplatte **61** und die Kühlplatte **63** (der Kühlmechanismus **64**) gemeinsam genutzt und die Vorrichtung kann bei geringeren Kosten im Vergleich zu dem Fall konfiguriert werden, dass die Anzahl von Stromversorgungseinheiten einfach erhöht wird, wie in dem herkömmlichen Beispiel. Ebenso werden auch in der Hohlraumeinheit **50** der Gehäuserahmen **70** und die Kühlplatte **73** (der Kühlmechanismus **74**) gemeinsam genutzt und die Vorrichtung kann bei geringeren Kosten konfiguriert werden.

**[0043]** Nur eine Leuchtelementreihe ist mit der Gleichstrom-Ausgangseinheit jeder der Sub-Schaltreglereinheiten verbunden und kann selbst dann angesteuert werden, wenn ein Leuchtelement einer anderen Leuchtelementreihe defekt ist. Mit anderen Worten, die Leuchtelementreihen in der Hohlraumeinheit **50** sind voneinander unabhängig und ein Defekt hat keinen wechselseitigen Einfluss. Somit kann das Risiko, das während eines Defekts eines Leuchtelements entsteht, verringert werden und der Betrieb kann durch Anregen eines Laseroszillators

mit Licht, das von einer nicht defekten Leuchtelementreihe generiert wird, fortgesetzt werden.

**[0044]** Ferner treibt jede der Sub-Schaltreglereinheiten nur eine Leuchtelementreihe an, eine Rückkopplungssteuerung kann so ausgeführt werden, dass ein Strom dem Strombefehlswert entsprechend zugeleitet wird, und ein Strom, der in jeder der Leuchtelementreihen fließt, kann individuell auf der Basis des Strombefehlswerts gesteuert werden. Daher kann eine Steuerbarkeit bei geringem Ausgang eines Laseroszillators verbessert werden.

**[0045]** Fig. 3 ist eine schematische Darstellung, die eine Konfiguration einer Laser-Stromversorgungsvorrichtung einer zweiten beispielhaften Ausführungsform zeigt.

**[0046]** Eine Laser-Stromversorgungsvorrichtung 2 der zweiten beispielhaften Ausführungsform unterscheidet sich von der Laser-Stromversorgungsvorrichtung 1 der ersten beispielhaften Ausführungsform darin, dass eine Stromversorgungseinheit 10X Eingangsanschlüsse 42 und 43 für Strombefehlswerte von einer externen Strombefehlseinheit 41 anstelle der Eingangsanschlüsse 14 und 15 besitzt, ein Schalter SWA in einem Weg des Strombefehlswerts vom Eingangsanschluss 42 zu einer Steuerschaltung 36A vorgesehen ist, ein Schalter SWB in einem Weg des Strombefehlswerts vom Eingangsanschluss 43 zu einer Steuerschaltung 36B bereitgestellt ist und Anschlüsse 44 und 45, in die Schaltsignale der Schalter SWA und SWB von der Strombefehlseinheit 41 eingegeben werden, vorgesehen sind und andere Teile jeweils dieselben sind.

**[0047]** Die Strombefehlseinheit 41 gibt die Strombefehlswerte an eine gemeinsame Signalleitung in Zeitteilung synchron mit den Schaltsignalen der Schalter SWA und SWB aus. Wenn der Strombefehlswert an die erste Sub-Schaltreglereinheit 30A ausgegeben wird, wird das Schaltsignal zum Verbinden der Schalter SWA und Abschalten des Schalters SWB ausgegeben und dann wird der Strombefehlswert ausgegeben. Daher empfängt die Steuerschaltung 36A der ersten Sub-Schaltreglereinheit 30A den Strombefehlswert und speichert diesen in einem internen Speicher (Register) und generiert dann ein Steuersignal auf der Basis des Strombefehlswerts und des erfassten Stromwerts. Wenn der Strombefehlswert an die zweite Sub-Schaltreglereinheit 30B ausgegeben wird, wird das Schaltsignal zum Abschalten des Schalters SWA und Verbinden des Schalters SWB ausgegeben und dann wird der Strombefehlswert ausgegeben. Daher empfängt die Steuerschaltung 36B der zweiten Sub-Schaltreglereinheit 30B den Strombefehlswert und speichert diesen in einem internen Speicher (Register) und generiert dann ein Steuersignal auf der Basis des Strombefehlswerts und des erfassten Stromwerts. Steuersequenzen der

Steuerschaltungen 36A und 36B sind dieselben wie jene der Steuerschaltungen 35A und 35B der ersten beispielhaften Ausführungsform mit Ausnahme der Empfangsverarbeitung der Strombefehlswerte.

**[0048]** Die Laser-Stromversorgungsvorrichtung der zweiten beispielhaften Ausführungsform hat dieselben Vorteile wie jene der ersten beispielhaften Ausführungsform.

**[0049]** Bisher wurden die Laser-Stromversorgungsvorrichtungen der ersten und zweiten beispielhaften Ausführungsformen beschrieben, aber es versteht sich, dass verschiedene modifizierte Beispiele ausgeführt werden können.

**[0050]** Es können andere bekannte Konfigurationen für die Konfigurationen der Gleichrichterschaltung 20 und der ersten und zweiten Sub-Schaltreglereinheiten 30A und 30B verwendet werden.

**[0051]** Ferner ist die Anzahl der Leuchtelemente, die in Reihe mit einer Leuchtelementreihe in der Hohlraumseinheit 50 verbunden sind, vorzugsweise durch die Gleichspannung bestimmt, die von den ersten und zweiten Sub-Schaltreglereinheiten 30A und 30B ausgegeben wird.

**[0052]** Wenn gemäß der vorliegenden Erfindung ein Leuchtelement defekt ist, kann die Vorrichtung durch eine nicht defekte Sub-Leuchteinheit betrieben werden und die Vorrichtung kann bei geringeren Kosten im Vergleich zu dem Fall betrieben werden, wenn die Anzahl der Einheiten einfach erhöht wird. Ferner wird die Steuerschaltung jeder der Sub-Schaltreglereinheiten einzeln durch den Strombefehlswert gesteuert und somit wird die Steuerbarkeit bei geringem Ausgang verbessert.

## Patentansprüche

1. Laser-Stromversorgungsvorrichtung (1, 2), umfassend:  
eine Stromversorgungseinheit (10, 10X), enthaltend eine Spannungseingangseinheit (11, 12, 13), in die eine Wechselspannung eingegeben wird, eine Gleichrichterschaltung (20), die die Wechselspannung gleichrichtet, und mehrere Sub-Schaltreglereinheiten (30A, 30B); und  
eine Leuchteinheit (50), wobei die Sub-Schaltreglereinheiten (30A, 30B) parallel mit dem Ausgang der Gleichrichterschaltung (20) verbunden sind, die Leuchteinheit (50) mehrere Sub-Leuchteinheiten (50A, 50B) enthält,  
jede der Sub-Leuchteinheiten (50A, 50B) eine Leuchtelementreihe enthält, in der mehrere Leuchtelemente in Reihe verbunden sind, wobei jede Leuchtelementreihe mit einem Strom von der entsprechenden Sub-Schaltreglereinheit (30A, 30B) versorgt wird, und

jede der Sub-Schaltreglereinheiten (30A, 30B) einen Schaltkreis (31A, 31B), eine Glättungsschaltung, eine Stromerfassungsschaltung (34A, 34B), die einen Ausgangsstrom erfasst, und eine Steuerschaltung (35A, 35B, 36A, 36B), die den Schaltkreis (31A, 31B) auf der Basis eines Strombefehlswerts und des erfassten Ausgangsstroms steuert, enthält, wobei der Schaltkreis (31A, 31B) entsprechend einem Steuersignal von der Steuerschaltung (35A, 35B, 36A, 36B) ein- und ausschaltet und einen Ladungsstrom generiert und die Glättungsschaltung aus dem Ladungsstrom eine Gleichspannung generiert, wobei die Spannungseingangseinheit (11, 12, 13), die Gleichrichterschaltung (20) und die Sub-Schaltreglereinheiten (30A, 30B) der Stromversorgungseinheit (10, 10X) auf derselben Stromversorgungsleiterplatte (61) montiert sind, wobei die Stromversorgungseinheit (10, 10X) eine Stromversorgungskühlplatte (63) enthält, die Leistungselemente der Gleichrichterschaltung (20) und der Sub-Schaltreglereinheiten (30A, 30B) gemeinsam kühlt, und die Stromversorgungsleiterplatte (61) und die Stromversorgungskühlplatte (63) in einem Stromversorgungsgehäuserahmen (60) aufgenommen sind, wobei die Leuchteinheit (50) eine Leuchteinheitkühlplatte (73) enthält, auf der die Sub-Leuchteinheiten 50A, 50B) montiert sind, wobei die Leuchteinheitkühlplatte (73) die Leuchtelemente der Sub-Leuchteinheiten (50A, 50B) gemeinsam kühlt, und die Leuchteinheitkühlplatte (73) und die Sub-Leuchteinheiten (50A, 50B) in einem Leuchteinheitgehäuserahmen (70) aufgenommen ist.

2. Laser-Stromversorgungsvorrichtung (1, 2) nach Anspruch 1, wobei die Stromversorgungseinheit (10, 10X) ferner eine Strombefehlswerteingabeeinheit (40, 41) enthält, in der die Strombefehlswerte für die Sub-Schaltreglereinheiten (30A, 30B) in die Strombefehlswerteingabeeinheit (40, 41) eingegeben werden.

3. Laser-Stromversorgungsvorrichtung (1) nach Anspruch 2, wobei die Strombefehlswerte für die Sub-Schaltreglereinheiten (30A, 30B) jeweils in die Strombefehlswerteingabeeinheit (40) eingegeben werden.

4. Laser-Stromversorgungsvorrichtung (2) nach Anspruch 2, wobei die Strombefehlswerte für die Sub-Schaltreglereinheiten (30A, 30B) in die Strombefehlswerteingabeeinheit (41) in Zeitteilung über gemeinsame Anschlüsse (42, 43) eingegeben werden.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen



## Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

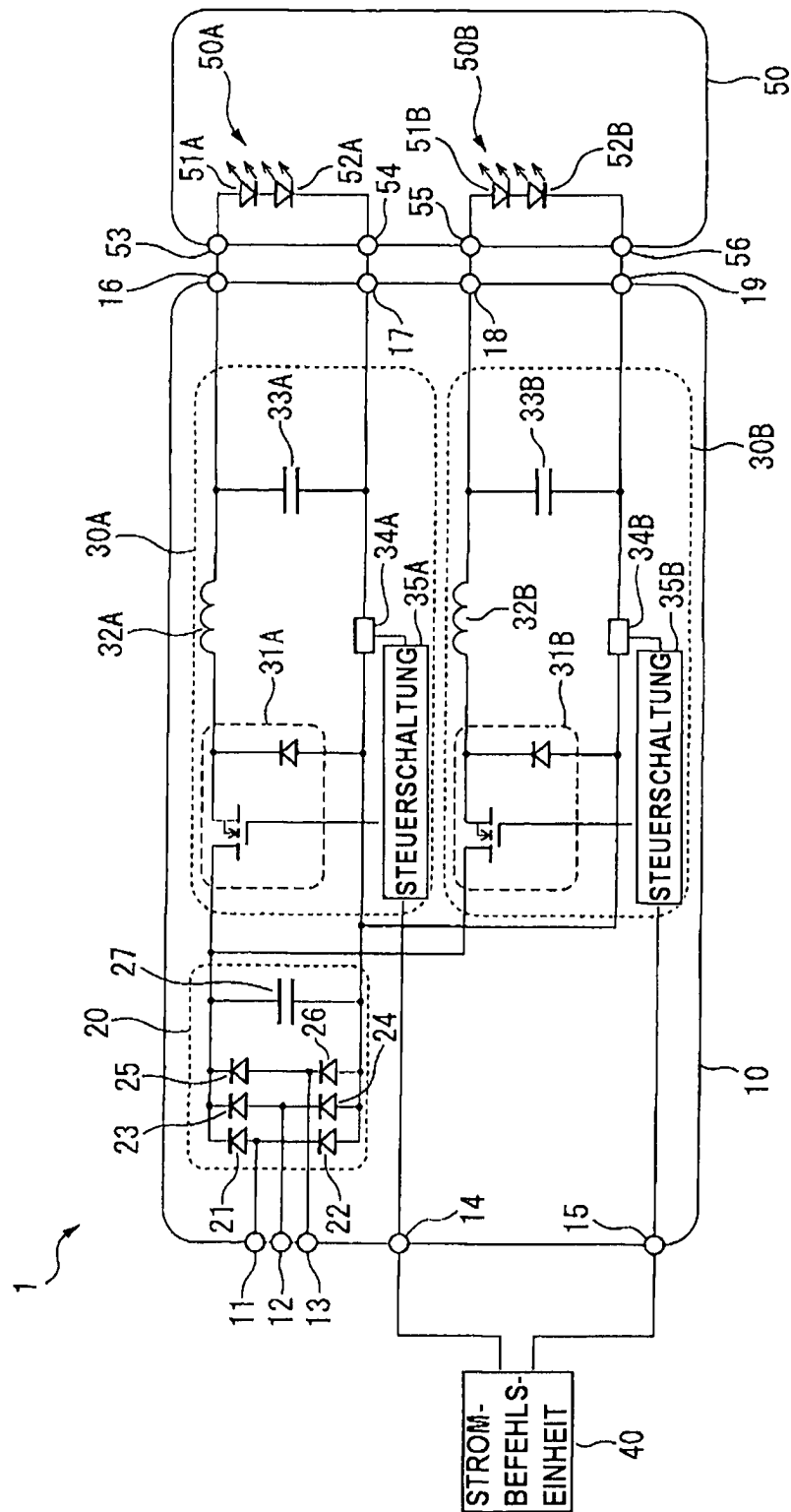


FIG. 2

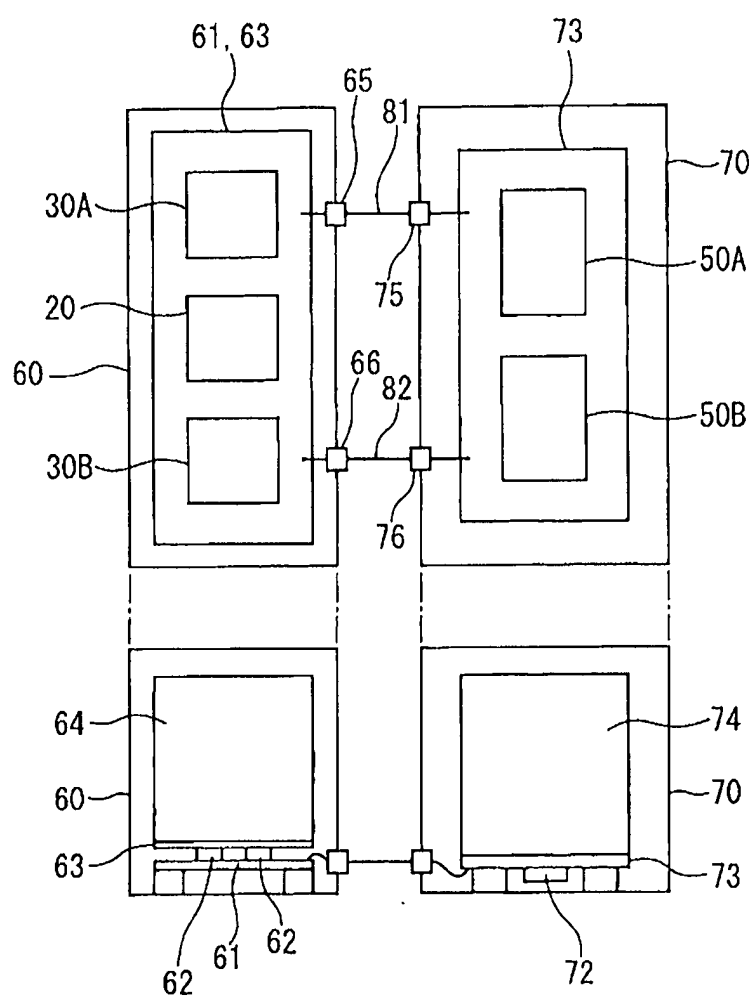


FIG. 3

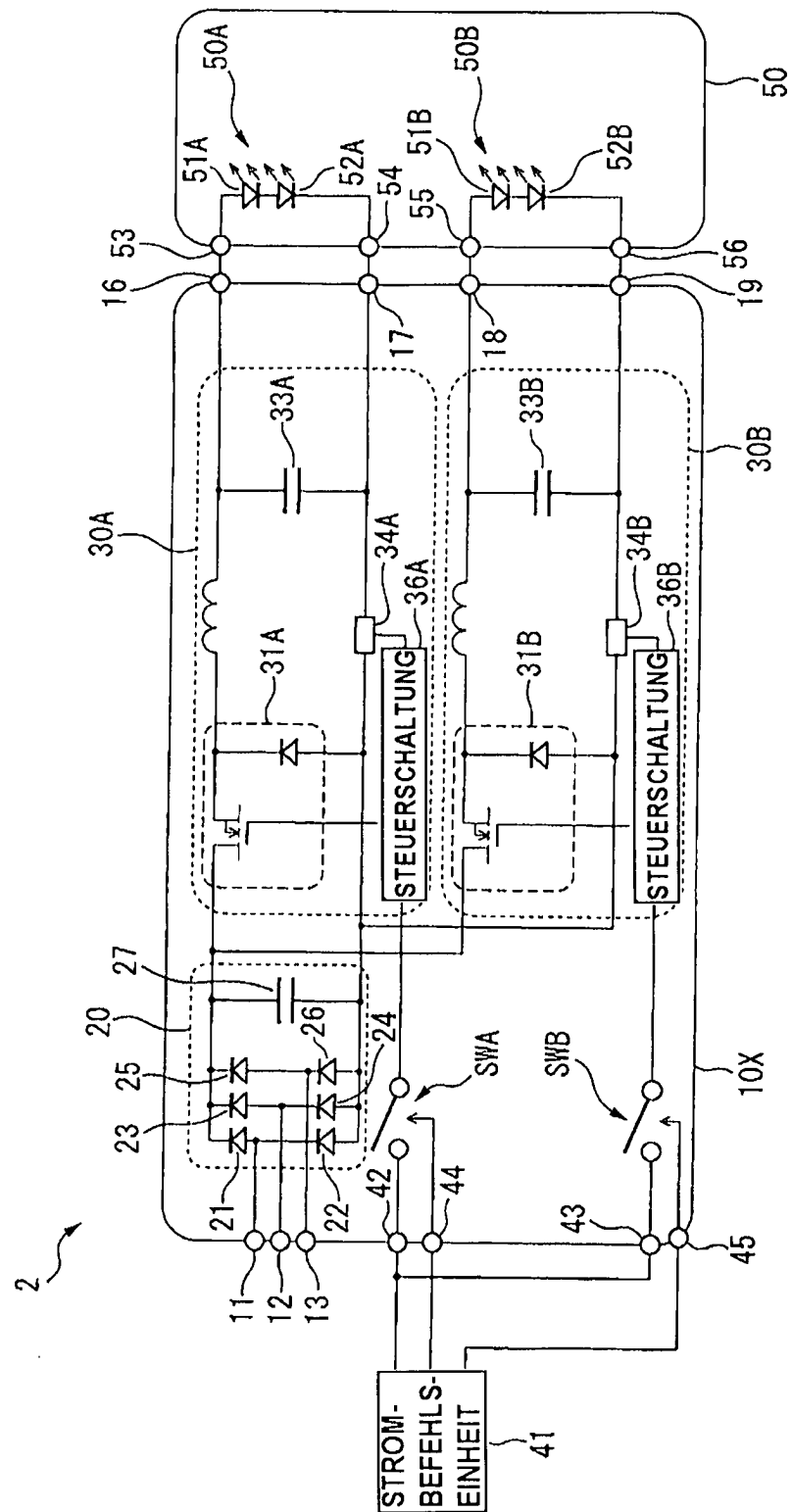


FIG. 4

