



(10) **DE 10 2018 220 888 A1** 2019.06.19

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2018 220 888.3**

(22) Anmeldetag: **04.12.2018**

(43) Offenlegungstag: **19.06.2019**

(51) Int Cl.: **H01S 3/02 (2006.01)**

H01S 3/109 (2006.01)

H01S 3/11 (2006.01)

B23K 26/70 (2014.01)

B23K 26/00 (2014.01)

(30) Unionspriorität:
2017-239907 **14.12.2017** **JP**

(71) Anmelder:
Keyence Corporation, Osaka-shi, JP

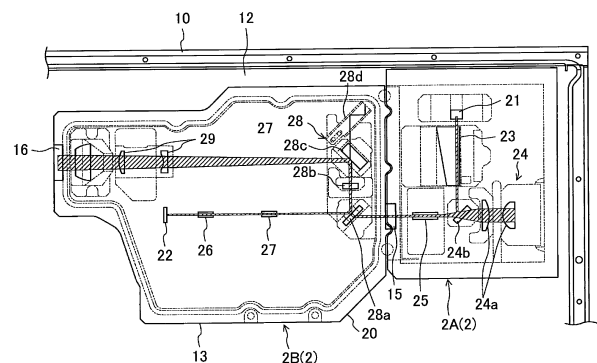
(74) Vertreter:
**Grünecker Patent- und Rechtsanwälte PartG
mbB, 80802 München, DE**

(72) Erfinder:
**Sato, Masao, Osaka, JP; Takabatake, Yu, Osaka,
JP; Yamakawa, Hideki, Osaka, JP**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Laserbearbeitungsvorrichtung und Laseroszillator**

(57) Zusammenfassung: Zur Verhinderung einer Abnahme des Laserlichts aufgrund von Verunreinigungen, die in einem Q-Schalter entstehen. Eine Laserbearbeitungsvorrichtung umfasst einen Q-Schalter-Gehäuseabschnitt, der durch Aufnehmen eines Q-Schalters und eines ersten Spiegels und eines Wellenlängenumwandlungsabschnitts konfiguriert ist, der ein Gehäuse umfasst, in dem ein Transmissionsfensterabschnitt ausgebildet ist, der eine Grundwelle übertragen kann, wobei der Wellenlängenumwandlungsabschnitt durch ein luftdichtes Gehäuse mit einem von dem Gehäuse umgebenen Innenraum, wenigstens einem ersten Wellenlängenumwandlungselement, einem zweiten Wellenlängenumwandlungselement und einem zweiten Spiegel konfiguriert ist. Ein Resonator, der einen optischen Resonanzweg bildet, ist durch den Transmissionsfensterabschnitt verläuft, ist durch den ersten Spiegel in dem Q-Schalter-Gehäuseabschnitt und den zweiten Spiegel in dem Wellenlängenumwandlungsabschnitt konfiguriert.



Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Gebiet der Erfindung

[0001] Die hierin offenbarte Technik bezieht sich auf eine Laserbearbeitungsvorrichtung, die eine Bearbeitung durch Einstrahlen von Laserlicht auf ein Werkstück, wie beispielsweise eine Lasermarkierungsvorrichtung und einen Laseroszillator der Laserbearbeitungsvorrichtung, durchführt.

Beschreibung des Standes der Technik

[0002] Es ist eine Laserbearbeitungsvorrichtung bekannt, die in der Lage ist, Laserlicht mit einem Q-Schalter pulssoszillierend zu machen.

[0003] Zum Beispiel offenbart JP-A-2007-273558 (Patentliteratur 1) als ein Beispiel einer Vorrichtung, die eine pulsierende Oszillation durchführen kann, eine Vorrichtung, bei der ein Lasermedium (ein Festkörperlaserelement) zum Erzeugen einer Grundwelle einen Q-Schalter aufweist für das Pulsoszillieren der Grundwelle und ein Wellenlängenumwandlungselement (ein nichtlinearer Kristall) zum Erzeugen von Harmonischen (Oberwellen) aus der Grundwelle zwischen einem Paar von Spiegeln (Resonatorspiegeln) angeordnet sind, die einen Resonator bilden.

[0004] Wenn der Q-Schalter in der Vorrichtung gemäß Patentliteratur 1 in einen AUS-Zustand geschaltet wird, wird die Schwingung von Laserlicht gestoppt und die Bildung einer umgekehrten Verteilung in dem Lasermedium gefördert (sogenanntes optisches Pumpen).

[0005] Wenn dagegen der Q-Schalter in dieser Vorrichtung vom AUS-Zustand in den EIN-Zustand geschaltet wird, steigt der Q-Wert des Resonators augenblicklich an. Daher ist es möglich, Laserlicht mit hohem Ausgang zu pulsieren.

[0006] Übrigens ist es in einer allgemeinen Laserbearbeitungsvorrichtung unter dem Gesichtspunkt der Verhinderung einer Abnahme der Ausgangsleistung von Laserlicht erforderlich, zu verhindern, dass Verunreinigungen an verschiedenen Arten von optischen Komponenten haften.

[0007] Wenn beispielsweise in der Luft schwebende Verunreinigungen an einem Wellenlängenumwandlungselement anhaften, wird die Umwandlungseffizienz durch das Element verschlechtert. Eine Abnahme des Laserlichts könnte die Folge sein. Wenn Verunreinigungen an einer optischen Komponente zum Reflektieren des Laserlichts wie einem Spiegel, der den Resonator bildet, haften, treten ein Transmissionsverlust und ein Reflexionsverlust des Laserlichts

auf. Infolgedessen wird wahrscheinlich ein Leistungsabfall verursacht.

[0008] Um das Anhaften solcher Verunreinigungen zu verhindern, ist es wünschenswert, die Laserbearbeitungsvorrichtung so zu konfigurieren, dass sie die Bildung von Verunreinigungen überhaupt verhindert. Die Erfinder stellten jedoch fest, dass der Q-Schalter eine Quelle für die Bildung von Verunreinigungen sein könnte, wenn die Konfiguration mit dem in Patentliteratur 1 beschriebenen Q-Schalter übernommen wird.

[0009] Das heißt, in einem allgemeinen Q-Schalter sind elektrische Komponenten zum Durchführen einer elektrischen Steuerung vorgesehen, beispielsweise eine aus Harz hergestellte Leiterplatte und ein mit der Leiterplatte verbundener Draht. Wenn jedoch das Harz und ein Klebstoff, der die Leiterplatte bildet und der Draht durch Wärme oder dergleichen verdampfen, können Harz und Klebstoff Verunreinigungen an die Luft abgeben.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0010] Eine hierin offenbarte Technik wurde im Hinblick auf einen solchen Punkt entwickelt, und eine Aufgabe der Technik besteht darin, eine Abnahme des Laserlichts aufgrund von Verunreinigungen zu verhindern, die in einem Q-Schalter gebildet werden könnten.

[0011] Ein erster Aspekt der vorliegenden Offenbarung betrifft eine Laserbearbeitungsvorrichtung, umfassend: einen Anregungslichterzeugungsabschnitt, der konfiguriert ist zum Erzeugen von Anregungslicht; einen Laserlichtausgabeabschnitt, der konfiguriert ist zum Erzeugen von Laserlicht auf der Basis des durch den Anregungslichterzeugungsabschnitt erzeugten Anregungslichts und zum Emittieren des Laserlichts; einen Laserlichtabtabstabschnitt, der konfiguriert ist zum Ausstrahlen des von dem Laserlichtausgabeabschnitt emittierten Laserlichts auf ein Werkstück und zum Abtasten des Laserlichts auf einer Oberfläche des Werkstücks; und einen Steuerabschnitt, der konfiguriert ist zum Durchführen einer Bearbeitung des Werkstücks durch Steuern des Anregungslichterzeugungsabschnitts, des Laserlichtausgabeabschnitts und des Laserlichtabtabstabschnitts.

[0012] In der Laserbearbeitungsvorrichtung gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Offenbarung umfasst der Laserlichtausgabeabschnitt: ein Lasermedium, das konfiguriert ist, um eine Grundwelle auf der Basis des durch den Anregungslichterzeugungsabschnitt erzeugten Anregungslichts zu erzeugen; einen Q-Schalter, der konfiguriert ist, um die von dem Lasermedium erzeugte Grundwelle auf der Grundlage eines Steuersignals, das von dem Steuerabschnitt eingegeben wird, zu pulsieren, einen ers-

ten Spiegel zum Reflektieren der von dem Lasermedium erzeugten Grundwelle; einen Q-Schalter-Gehäuseabschnitt, der einen Einfallsabschnitt umfasst, auf den das durch den Anregungslichterzeugungsabschnitt erzeugte Anregungslicht einfallend gemacht werden kann und dadurch konfiguriert ist, dass wenigstens der Q-Schalter und der erste Spiegel darin untergebracht werden; ein erstes Wellenlängenumwandlungselement, auf das die von dem Lasermedium erzeugte Grundwelle eingefallen lassen wird, wobei das erste Wellenlängenumwandlungselement eine zweite Harmonische mit einer Frequenz erzeugt, die höher als eine Frequenz der Grundwelle ist; ein zweites Wellenlängenumwandlungselement, auf das die durch das erste Wellenlängenumwandlungselement erzeugte zweite Harmonische eingefallen lassen wird, wobei das zweite Wellenlängenumwandlungselement eine dritte Harmonische mit einer Frequenz erzeugt, die höher ist als die Frequenz der zweiten Harmonischen; einen zweiten Spiegel zum Reflektieren von wenigstens der zweiten Harmonischen und/oder der dritten Harmonischen; und einen Wellenlängenumwandlungsabschnitt mit einem Gehäuse, in dem ein Transmissionsfensterabschnitt, der die durch das Lasermedium erzeugte Grundwelle übertragen kann, und ein Ausgangsfensterabschnitt, der die durch das zweite Wellenlängenumwandlungselement erzeugte dritte Harmonische als Laserlicht emittieren kann, ausgebildet sind, wobei der Wellenlängenumwandlungsabschnitt durch ein luftdichtes Gehäuse mit einem von dem Gehäuse umgebenen Innenraum, wenigstens dem ersten Wellenlängenumwandlungselement, dem zweiten Wellenlängenumwandlungselement und dem zweiten Spiegel konfiguriert ist. Das Lasermedium ist in einem des Q-Schalter-Gehäuseabschnitts und des Wellenlängenkonvertierungsabschnitts untergebracht. Ein Resonator, der einen optischen Resonanzweg bildet, der durch den Transmissionsfensterabschnitt verläuft, ist durch den ersten Spiegel in dem Q-Schalter-Gehäuseabschnitt und den zweiten Spiegel in dem Wellenlängenumwandlungsabschnitt konfiguriert.

[0013] Bei dieser Konfiguration ist der Wellenlängenumwandlungsabschnitt, der durch Unterbringen des ersten und des zweiten Wellenlängenumwandlungselements konfiguriert ist, getrennt von dem Q-Schalter-Gehäuseabschnitt vorgesehen, der durch Unterbringen des Q-Schalters konfiguriert ist. Der Resonator zum Verstärken des Laserlichts wird durch den ersten Spiegel konfiguriert, der in dem Q-Schalter-Gehäuseabschnitt untergebracht ist, und den zweiten Spiegel, der in dem Wellenlängenumwandlungsabschnitt untergebracht ist. Der Wellenlängenumwandlungsabschnitt umfasst einen Innenraum, der unabhängig von dem Q-Schalter-Gehäuseabschnitt ist, und kann das erste und das zweite Wellenlängenumwandlungselement luftdicht verschließen. Selbst wenn im Q-Schalter gebildete Verunreinigungen an die Luft abgegeben werden, kann

daher verhindert werden, dass die Verunreinigungen an den ersten und zweiten Wellenlängenumwandlungselementen anhaften. Folglich kann eine Abnahme des Ausgangslichts des Laserlichts verhindert werden.

[0014] In einer Laserbearbeitungsvorrichtung gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Offenbarung kann die Laserbearbeitungsvorrichtung einen Elementtemperatureinstellabschnitt zum Einstellen der Temperaturen des ersten und des zweiten Wellenlängenumwandlungselements enthalten, wobei der Elementtemperatureinstellabschnitt an einer Außenseite des Gehäuses angeordnet ist.

[0015] Bei dieser Konfiguration können durch Anordnen des Elementtemperatureinstellabschnitts an der Außenseite des Gehäuses selbst dann, wenn Verunreinigungen auf einer Leiterplatte gebildet werden, die mit einem solchen Elementtemperatureinstellabschnitt verbunden ist, verhindert werden, dass die Verunreinigungen an dem ersten und dem zweiten Wellenlängenumwandlungselement anhaften. Dies ist vorteilhaft beim Verhindern einer Ausgangsabnahme des Laserlichts.

[0016] In einer Laserbearbeitungsvorrichtung gemäß einem dritten Aspekt der vorliegenden Offenbarung kann der Elementtemperatureinstellabschnitt Folgendes umfassen: einen ersten Temperatureinstellabschnitt, der zum Einstellen der Temperatur des ersten Wellenlängenumwandlungselements konfiguriert ist; und einen zweiten Temperatureinstellabschnitt, der konfiguriert ist, um die Temperatur des zweiten Wellenlängenumwandlungselements einzustellen. Der erste Temperatureinstellabschnitt und der zweite Temperatureinstellabschnitt können so konfiguriert sein, dass sie unabhängig voneinander gesteuert werden.

[0017] In einer Laserbearbeitungsvorrichtung gemäß einem vierten Aspekt der vorliegenden Offenbarung kann das Lasermedium in dem Q-Schalter-Gehäuseabschnitt untergebracht sein. Der Q-Schalter-Gehäuseabschnitt kann durch luftdichtes Unterbringen des Lasermediums, des Q-Schalters und des ersten Spiegels konfiguriert sein.

[0018] Bei dieser Konfiguration beherbergt nicht nur der Wellenlängenkonvertierungsabschnitt, sondern auch der Q-Schalter-Gehäuseabschnitt verschiedene Komponenten. Daher ist es möglich, die Möglichkeit zu verringern, dass in den Komponenten gebildete Verunreinigungen zur Außenseite des Q-Schalter-Gehäuseabschnitts und in das Innere des Wellenlängenumwandlungsabschnitts fließen. Dies ist vorteilhaft beim Verhindern einer Ausgangsabnahme des Laserlichts.

[0019] In einer Laserbearbeitungsvorrichtung gemäß einem fünften Aspekt der vorliegenden Offenbarung, kann auf halbem Weg in einem optischen Resonanzpfad, der durch Verbinden des ersten Spiegels und des zweiten Spiegels gebildet werden, ein Ausgangsspiegel zum Trennen von Laserlicht, das wenigstens die dritte Harmonische enthält, von dem optischen Resonanzpfad angeordnet ist.

[0020] In einer Laserbearbeitungsvorrichtung gemäß einem sechsten Aspekt der vorliegenden Offenbarung kann der Ausgabespiegel luftdicht im Gehäuse untergebracht sein.

[0021] Ein Laseroszillator gemäß einem siebten Aspekt der vorliegenden Offenbarung umfasst: ein Lasermedium, das konfiguriert ist, um eine Grundwelle auf der Basis eines Anregungslichts zu erzeugen; einen Q-Schalter, der so konfiguriert ist, dass er auf der Grundlage eines von außen eingegebenen Steuersignals das Ein- und Ausschalten der gepulsten Schwingung der durch das Lasermedium erzeugten Grundwelle steuert; einen ersten Spiegel zum Reflektieren der von dem Lasermedium erzeugten Grundwelle; einen Q-Schalter-Gehäuseabschnitt, der einen Einfallsabschnitt umfasst, auf den das Anregungslicht einfallen gelassen werden kann, und konfiguriert ist, um wenigstens den Q-Schalter und den ersten Spiegel aufzunehmen; ein erstes Wellenlängenumwandlungselement, auf das die von dem Lasermedium erzeugte Grundwelle eingefallen lassen wird, wobei das erste Wellenlängenumwandlungselement eine zweite Harmonische mit einer Frequenz erzeugt, die höher als eine Frequenz der Grundwelle ist; ein zweites Wellenlängenumwandlungselement, auf das die durch das erste Wellenlängenumwandlungselement erzeugte zweite Harmonische eingefallen lassen wird, wobei das zweite Wellenlängenumwandlungselement eine dritte Harmonische mit einer Frequenz erzeugt, die höher ist als die Frequenz der zweiten Harmonischen; einen zweiten Spiegel zum Reflektieren von wenigstens der Grundwelle; und einen Wellenlängenumwandlungsabschnitt mit einem Gehäuse, in dem ein Transmissionsfensterabschnitt, der die durch das Lasermedium erzeugte Grundwelle übertragen kann, und ein Ausgangsfensterabschnitt, der die durch das zweite Wellenlängenumwandlungselement erzeugte dritte Harmonische als Laserlicht emittieren kann, ausgebildet sind, wobei der Wellenlängenumwandlungsabschnitt durch ein luftdichtes Gehäuse mit einem von dem Gehäuse umgebenen Innenraum, wenigstens dem ersten Wellenlängenumwandlungselement, dem zweiten Wellenlängenumwandlungselement und dem zweiten Spiegel konfiguriert ist.

[0022] Das Lasermedium ist in einem des Q-Schalter-Gehäuseabschnitts und des Wellenlängenkonvertierungsabschnitts untergebracht. Ein Resonator, der einen optischen Resonanzweg bildet, der durch

den Transmissionsfensterabschnitt verläuft, ist durch den ersten Spiegel in dem Q-Schalter-Gehäuseabschnitt und den zweiten Spiegel in dem Wellenlängenumwandlungsabschnitt konfiguriert.

[0023] Bei dieser Konfiguration ist der Wellenlängenumwandlungsabschnitt, der durch Unterbringen des ersten und des zweiten Wellenlängenumwandlungselements konfiguriert ist, getrennt von dem Q-Schalter-Gehäuseabschnitt vorgesehen, der durch Unterbringen des Q-Schalters konfiguriert ist. Der Resonator zum Verstärken des Laserlichts wird durch den ersten Spiegel konfiguriert, der in dem Q-Schalter-Gehäuseabschnitt untergebracht ist, und den zweiten Spiegel, der in dem Wellenlängenumwandlungsabschnitt untergebracht ist. Der Wellenlängenumwandlungsabschnitt umfasst einen Innenraum, der unabhängig von dem Q-Schalter-Gehäuseabschnitt ist, und kann das erste und das zweite Wellenlängenumwandlungselement luftdicht verschließen. Selbst wenn im Q-Schalter gebildete Verunreinigungen an die Luft abgegeben werden, kann daher verhindert werden, dass die Verunreinigungen an den ersten und zweiten Wellenlängenumwandlungselementen anhaften. Folglich kann eine Abnahme des Ausgangslichts des Laserlichts verhindert werden.

[0024] Wie oben erläutert, ist es mit der Laserbearbeitungsvorrichtung und dem Laseroszillator möglich, eine Abnahme des Ausgangslichts des Laserlichts aufgrund von Verunreinigungen zu verhindern, die in dem Q-Schalter gebildet werden könnten.

Figurenliste

Fig. 1 ist ein Blockdiagramm, das eine schematische Konfiguration einer Laserbearbeitungsvorrichtung darstellt;

Fig. 2 ist eine perspektivische Ansicht, die das Äußere eines Markierungskopfes darstellt;

Fig. 3 ist eine perspektivische Ansicht, die das Äußere des Markierungskopfes darstellt;

Fig. 4 ist ein Diagramm, das die innere Struktur des Markierungskopfes darstellt;

Fig. 5 ist ein Diagramm, das die Konfiguration eines Laserlichtausgabeabschnittes darstellt;

Fig. 6 ist ein Diagramm, das ein Layout von optischen Komponenten in dem Laserlichtausgabeabschnitt darstellt;

Fig. 7 ist eine Schnittansicht, die die Konfiguration einer SHG-Einheit darstellt;

Fig. 8 ist eine Schnittansicht, die die Konfiguration einer THG-Einheit darstellt;

Fig. 9 ist eine perspektivische Ansicht, die die Konfiguration einer Laserlichttrenneinheit darstellt;

Fig. 10 ist eine teilweise weggelassene perspektivische Ansicht der in **Fig. 9** dargestellten Konfiguration;

Fig. 11 ist ein Diagramm zum Erläutern eines optischen Staubsammeleffekts;

Fig. 12 ist ein Diagramm, das an einer optischen Komponente haftende Verunreinigungen darstellt;

Fig. 13 ist eine Vorderansicht, die einen Zustand darstellt, in dem eine äußere Abdeckung von dem Markierungskopf abgenommen ist;

Fig. 14 ist eine perspektivische Vorderansicht der in **Fig. 13** dargestellten Konfiguration;

Fig. 15 ist eine teilweise weggelassene Ansicht der in **Fig. 13** dargestellten Konfiguration;

Fig. 16 ist ein Diagramm, das einen Zustand zeigt, in dem eine Z-Kammer-Abdeckung von dem Markierungskopf abgenommen ist;

Fig. 17 ist eine Querschnittsansicht, die die Konfiguration um eine Führungslicht emittierende Vorrichtung herum darstellt;

Fig. 18 ist ein Diagramm, das einen Längsschnitt eines Laserlichtführungsabschnitts darstellt;

Fig. 19 ist ein Diagramm, das erste bis dritte Modifikationen des Laserlichtführungsabschnitts zeigt;

Fig. 20 ist ein Diagramm, das eine vierte Modifikation des Laserlichtführungsabschnitts zeigt;

Fig. 21 ist eine perspektivische Ansicht, die das Äußere eines Laserlichtabtastabschnitts darstellt;

Fig. 22 ist eine perspektivische Ansicht, die das Äußere des Laserlichtabtastabschnitts darstellt;

Fig. 23 ist eine Ansicht der in **Fig. 22** dargestellten Konfiguration von unten;

Fig. 24 ist eine Längsschnittansicht, die die Konfiguration eines X-Abtasters darstellt;

Fig. 25 ist eine Längsschnittansicht, die die Konfiguration eines Y-Abtasters darstellt;

Fig. 26 ist ein Diagramm entsprechend **Fig. 25**, das eine erste Modifikation des Y-Abtasters zeigt;

Fig. 27 ist ein Diagramm entsprechend **Fig. 25**, das eine zweite Modifikation des Y-Abtasters zeigt;

Fig. 28 ist ein Diagramm, das eine Modifikation eines Abtastergehäuses zeigt;

Fig. 29 ist eine perspektivische Ansicht, die die Anordnung eines Trockenmittelgehäuses zeigt;

Fig. 30 ist eine Längsschnittansicht, die die Konfiguration einer Gehäusekammer und einer Abtasterkammer darstellt;

Fig. 31 ist eine perspektivische Ansicht, die das Äußere des Trockenmittelgehäuses darstellt;

Fig. 32 ist ein erläuterndes Diagramm, das eine Dichtungsstruktur durch einen Ersatzdeckelabschnitt darstellt;

Fig. 33 ist ein Diagramm, das eine Modifikation des Ersatzdeckelabschnitts zeigt;

Fig. 34 ist ein Diagramm, das eine Modifikation der Gehäusekammer und der Abtasterkammer zeigt;

Fig. 35 ist ein Diagramm, das eine Korrespondenzbeziehung zwischen einer Zielausgabe und einem Antriebsstrom darstellt;

Fig. 36 ist ein Flussdiagramm, das die richtige Verwendung von Stromtabellen veranschaulicht, die den Pulsfrequenzen entsprechen;

Fig. 37 ist ein Flussdiagramm, das die Ausgabebeeinstellung entsprechend den Pegeln der Zielausgabe darstellt;

Fig. 38 ist ein Diagramm, das eine Konfiguration zeigt, die sich auf eine Stromversorgung der Laserbearbeitungsvorrichtung bezieht;

Fig. 39 ist ein Flussdiagramm, das die Verarbeitung in Bezug auf einen Ausgabestopp der Laserbearbeitungsvorrichtung darstellt;

Fig. 40 ist ein Diagramm entsprechend **Fig. 38**, das eine Modifikation der Konfiguration in Bezug auf die Stromversorgung zeigt; und

Fig. 41 ist ein Diagramm, das **Fig. 39** entspricht, und eine Abwandlung der Verarbeitung in Bezug auf den Ausgabestopp zeigt.

BESCHREIBUNG VON AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0025] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnungen erläutert. Man Beachte, dass die folgende Erklärung eine Illustration ist.

[0026] Das heißt, in dieser Beschreibung wird ein Lasermarkierer als ein Beispiel einer Laserbearbeitungsvorrichtung erläutert. Eine hierin offenbarte Technik kann im Allgemeinen unabhängig von der Bezeichnung der Laserbearbeitungsvorrichtung in einer mit Laser aufgetragenen Vorrichtung verwendet werden.

[0027] In dieser Beschreibung wird Drucken als repräsentatives Beispiel für die Bearbeitung erklärt. Die

Bearbeitung ist jedoch nicht auf Drucken beschränkt und kann bei allen Arten von Bearbeitungen verwendet werden, bei denen Laserlicht verwendet wird.

Gesamtkonfiguration einer Laserbearbeitungsvorrichtung L

[0028] 1 ist ein Blockdiagramm, das eine schematische Konfiguration einer Laserbearbeitungsvorrichtung L darstellt. Die in **Fig. 1** gezeigte Laserbearbeitungsvorrichtung L führt eine Bearbeitung durch, indem sie Laserlicht, das von einem Markierkopf 1 emittiert wird, auf ein Werkstück W strahlt, das als Werkstück dient, und eine dreidimensionale Abtastung der Oberfläche des Werkstücks W durchführt.

[0029] Insbesondere ist die hierin offenbarte Laserbearbeitungsvorrichtung L so konfiguriert, dass sie in der Lage ist, UV-Laserlicht pulsoszillieren zu lassen.

[0030] Wie in **Fig. 1** gezeigt, kann die Laserbearbeitungsvorrichtung L durch eine Markierungssteuerung 100 zum Steuern verschiedener Vorrichtungen und den Markierkopf 1 zum Emittieren von Laserlicht konfiguriert sein. Eine der Markierungssteuereinrichtungen 100 und der Markierkopf 1 können in die andere integriert und in diese integriert sein.

[0031] Die Markierungssteuerung 100 und der Markierkopf 1 sind in dieser Ausführungsform getrennt und über einen elektrischen Draht elektrisch verbunden und über ein Lichtleitfaserkabel optisch gekoppelt. Wenn die Markierungssteuerung 100 und der Markierkopf 1 integriert sind, können die Markierungssteuerung 100 und der Markierkopf 1 über einen Zwischenraum gekoppelt sein, selbst wenn die Markierungssteuerung 100 und der Markierkopf 1 nicht über das optische Faserkabel gekoppelt sind.

[0032] Ein Operationsterminal (ein Einstellungsabschnitt) 200 zum Einstellen verschiedener Bearbeitungsbedingungen, wie beispielsweise Druckeinstellungen, kann mit der Markierungssteuerung 100 verbunden sein. Das Operationsterminal 200 umfasst einen Anzeigeabschnitt 201 zum Anzeigen von Informationen für einen Benutzer, wie beispielsweise eine Flüssigkristallanzeige, einen Operationsabschnitt 202, der konfiguriert ist, um eine vom Benutzer eingegebene Operationseingabe zu empfangen, beispielsweise eine Tastatur und eine Maus, und eine Speichervorrichtung 203 zum Speichern von Informationen, wie eine Festplatte. Das Operationsterminal 200 kann beispielsweise in die Markierungssteuerung 100 eingebettet und in diese integriert sein. In diesem Fall kann anstelle von „Bedienterminal“ ein Name wie eine Steuereinheit verwendet werden. Das Operationsterminal 200 und die Markierungssteuerung 100 sind jedoch zumindest in dieser Ausführungsform voneinander getrennt.

[0033] Wenn das Betriebsendgerät 200 gemäß dieser Ausführungsform verwendet wird, durch Ausführen einer Operationseingabe über den Operationsabschnitt 202 kann der Benutzer den Druckinhalt (ein Markierungsmuster) bestimmen und Bearbeitungsbedingungen zum Durchführen einer gewünschten Bearbeitung an dem Werkstück W wie etwa eine für Laserlicht erforderliche Ausgabe (eine Zielausgabe) und die Abtastgeschwindigkeit (Abtastgeschwindigkeit) des Laserlichts einstellen, und die Anzahl von Malen der gepulsten Schwingung wird pro Sekunde (eine Impulsfrequenz) durchgeführt. Die auf diese Weise eingestellten Bearbeitungsbedingungen werden an die Markensteuerung 100 ausgegeben und in einem Zustandseinstellungsspeicherabschnitt 102 der Markierungssteuerung 100 gespeichert. Die Speichervorrichtung 203 des Bedienterminals 200 kann die Bearbeitungsbedingungen je nach Notwendigkeit speichern.

[0034] Die auf diese Weise eingestellten Bearbeitungsbedingungen werden an die Markierungssteuerung 100 ausgegeben und im Zustandseinstellungsspeicherabschnitt 102 der Markierungssteuerung 100 gespeichert.

[0035] Neben den oben beschriebenen Apparaturen und Vorrichtungen können auch eine Vorrichtung zum Durchführen von Betrieb und Steuerung, ein Computer zum Durchführen anderer verschiedener Arten von Verarbeitung, eine Speichervorrichtung, Peripheriegeräte und dergleichen mit der Laserbearbeitungsvorrichtung L verbunden sein. Beispiele für die Verbindung umfassen in diesem Fall eine serielle Verbindung wie IEEE1394, RS-232x, RS-422 und USB, eine Parallelverbindung sowie Verfahren zum elektrischen, magnetischen und optischen Verbinden der Geräte über ein Netzwerk wie 10BASE-T, 100BASE-TX und 1000BASE-T. Neben der drahtgebundenen Verbindung kann die Verbindung zum Beispiel ein drahtloses LAN wie IEEE802.x und eine drahtlose Verbindung unter Verwendung einer Funkwelle, eines Infrarotstrahls, einer optischen Kommunikation und dergleichen wie Bluetooth (eingetragene Marke) sein. Als Speichermedium, das in einer Speichervorrichtung zum Durchführen eines Datenaustauschs, zum Speichern verschiedener Arten von Einstellungen und dergleichen verwendet wird, können beispielsweise verschiedene Speicherkarten, eine Magnetplatte, eine magnetooptische Platte, ein Halbleiterspeicher, eine Festplatte und dergleichen verwendet werden.

[0036] Die Laserbearbeitungsvorrichtung L kann als ein Laserbearbeitungssystem konfiguriert sein, das durch Kombinieren der Markierungssteuerung 100, des Markierkopfs 1 und des Operationsterminals 200 und verschiedener Einheiten, Vorrichtungen und Vorrichtungen außer der Markierungssteuerung

100, dem Markierungskopf **1**, und dem Operationsterminal **200** erhalten wird.

[0037] In der folgenden Erläuterung werden jeweilige Hardware-Konfigurationen der Markierungssteuerung **100** und des Markierungskopfs **1** im Detail erläutert. Danach werden Komponenten erläutert, die sich auf die Steuerung des Markierungskopfs **1** durch die Markierersteuerung **100** beziehen.

Markierungssteuerung 100

[0038] Die Markierungssteuerung **100** umfasst den Zustandseinstellungsspeicherabschnitt **102** zum Speichern von Bearbeitungsbedingung, einen Steuerabschnitt **101** zum Steuern des Markierkopfs **1** auf der Grundlage der Bearbeitungsbedingungen und einen Anregungslichterzeugungsabschnitt **110** zum Erzeugen von Laseranregungslicht (Anregungslicht).

Zustandseinstellungsspeicherabschnitt 102

[0039] Der Zustandseinstellungsspeicherabschnitt **102** speichert über das Operationsterminal **200** festgelegte Bearbeitungsbedingungen und gibt die gespeicherten Bearbeitungsbedingungen entsprechend der Notwendigkeit an den Steuerabschnitt **101** aus.

[0040] Insbesondere ist der Zustandseinstellungsspeicherabschnitt **102** unter Verwendung eines flüchtigen Speichers, eines nichtflüchtigen Speichers, eines HDD oder dergleichen konfiguriert. Der Zustandseinstellungsspeicherabschnitt **102** kann vorübergehend oder kontinuierlich Informationen speichern, die Bearbeitungsbedingungen anzeigen. Insbesondere wenn das Operationsterminal **200** in der Markierungssteuerung **100** enthalten ist, kann die Speichervorrichtung **203** so konfiguriert sein, dass sie auch als Zustandseinstellungsspeicherabschnitt **102** verwendet wird.

Steuerabschnitt 101

[0041] Der Steuerabschnitt **101** ist so konfiguriert, dass er die Bearbeitung des Werkstücks **W** durch Steuern der Abschnitte ausführt, die den Markierungskopf **1** bilden, wie beispielsweise der Anregungslichterzeugungsabschnitt **110** der Markierungssteuerung **100**, der Laserlichtausgabeabschnitt **2**, ein Laserlichtführungsabschnitt **3** und ein Laserlichtabtastabschnitt **4** auf der Grundlage der in dem Zustandseinstellungsspeicherabschnitt **102** gespeicherten Bearbeitungsbedingungen.

[0042] Insbesondere enthält der Steuerabschnitt **101** einen Prozessor, einen Speicher und einen Eingabe-/Ausgabebus. Der Steuerabschnitt **101** steuert die Bearbeitung des Werkstücks **W** durch Erzeugen eines Steuersignals auf der Grundlage eines Signals,

das über das Operationsterminal **200** eingegebene Informationen angibt, und eines Signals, das die aus dem Zustandseinstellungsspeicherabschnitt **102** gelesenen Bearbeitungsbedingungen angibt, und das Ausgeben des erzeugten Steuersignals zu den Abschnitten der Laserbearbeitungsvorrichtung **L**.

[0043] Wenn beispielsweise die Bearbeitung des Werkstücks **W** gestartet wird, liest der Steuerabschnitt **101** eine Zielausgabe, die in dem Zustandseinstellungsspeicherabschnitt **102** gespeichert ist, und gibt ein Steuersignal, das in Bezug auf die Zielausgabe erzeugt wird, an einen Anregungslichtquellen-Ansteuerabschnitt **112** aus und steuert die Erzeugung von Laseranregungslicht.

[0044] Obwohl in **Fig. 1** nicht gezeigt, gibt der Steuerabschnitt **101** ein Steuersignal, das auf der Grundlage einer in dem Zustandseinstellungsspeicherabschnitt **102** gespeicherten Impulsfrequenz und einem vorbestimmten Tastverhältnis erzeugt wird, an einen nachstehend erläuterten Q-Schalter **23** aus und steuert die gepulste Schwingung von UV-Laserlicht.

Anregungslichtquellen-Ansteuerabschnitt 110

[0045] Der Anregungslichterzeugungsabschnitt **110** umfasst eine Anregungslichtquelle **111**, die konfiguriert ist, um Laseranregungslicht (Anregungslicht) entsprechend einem Ansteuerstrom zu erzeugen, den Anregungslichtquellen-Ansteuerabschnitt (in **Fig. 1** als „LD-Ansteuerabschnitt“ beschrieben) **112**, der konfiguriert ist, um der Anregungslichtquelle **111** einen Antriebsstrom zuzuführen, einen Anregungslicht-Kondensationsabschnitt **113**, der optisch mit der Anregungslichtquelle **111** verbunden ist, und einen Tabellenspeicherabschnitt (einen Korrespondenzbeziehungsspeicherabschnitt) **114** zum Bestimmen eines Antriebsstroms, der der Anregungslichtquelle **111** zugeführt werden sollte. Die Anregungslichtquelle **111** und der Anregungslicht-Kondensationsabschnitt **113** sind in einem nicht gezeigten Anregungsgehäuse befestigt und optisch gekoppelt. Obwohl auf Details verzichtet wird, ist das Anregungsgehäuse aus Metal wie Kupfer mit hervorragender Wärmeleitfähigkeit gebildet und kann effizient Wärme der Anregungslichtquelle **111** abstrahlen.

[0046] Der Anregungslichtquellen-Ansteuerabschnitt **110** umfasst auch den Tabellenspeicherabschnitt **114** (den Korrespondenzbeziehungsspeicherabschnitt), der konfiguriert ist, um eine Korrespondenzbeziehung zwischen einer Zielausgabe von UV-Laserlicht, das als eine der Bearbeitungsbedingungen eingestellt ist, und einer Antriebsleistung zu speichern, die der Anregungslichtquelle **111** zugeführt werden sollte. In dieser Ausführungsform ist der Tabellenspeicherabschnitt **114** mit dem Anregungslichtquellen-Ansteuerabschnitt **112** verbunden, um elektrische Signale zum und vom Treiberabschnitt **112** für

die Anregungslichtquelle zu senden und zu empfangen. Der Tabellenspeicherabschnitt **114** kann jedoch konfiguriert sein, um Signale zu und von dem Steuerabschnitt **101** zu senden und zu empfangen.

[0047] Die Abschnitte des Anregungslichterzeugungsabschnitts **110** werden nachstehend in der Reihenfolge erläutert.

[0048] Der Anregungslichtquellen-Ansteuerabschnitt **112** liefert einen Antriebsstrom an die Anregungslichtquelle **111** auf der Grundlage eines Steuersignals, das von dem Steuerabschnitt **101** ausgegeben wird. Obwohl nachstehend ein detaillierter Ablauf erläutert wird, bestimmt der Anregungslichtquellen-Ansteuerabschnitt **112** einen Antriebsstrom, der dem Anregungslichterzeugungsabschnitt **110** zugeführt werden sollte, unter Verwendung der Zielausgabe, die durch den Steuerabschnitt **101** bestimmt wird, und der darin gespeicherten Korrespondenzbeziehung der Tabellenspeicherabschnitt **114**. Der Anregungslichtquellen-Ansteuerabschnitt **112** liefert den so bestimmten Antriebsstrom an die Anregungslichtquelle **111**. Wenn der Tabellenspeicherabschnitt **114** mit dem Steuerabschnitt **101** anstelle des Anregungslichtquellen-Ansteuerabschnitts **112** verbunden ist, kann der Steuerabschnitt **101** die Verarbeitung zum Bestimmen eines Antriebsstroms durchführen.

[0049] Der Antriebsstrom wird der Anregungslichtquelle **111** von dem Anregungslichtquellen-Ansteuerabschnitt **112** zugeführt. Die Anregungslichtquelle **111** ist konfiguriert, um Anregungslicht entsprechend dem Antriebsstrom zu erzeugen. Eine Ausgabe des Anregungslichts, das von der Anregungslichtquelle **111** erzeugt wird, steigt mit zunehmendem Antriebsstrom an. Insbesondere ist die Anregungslichtquelle **111** durch eine Laserdiode (LD) oder dergleichen konfiguriert. Als Anregungslichtquelle **111** kann ein LD-Array oder ein LD-Stab verwendet werden, in dem mehrere LD-Elemente linear angeordnet sind. Wenn das LD-Array oder der LD-Stab als Anregungslichtquelle **111** verwendet wird, wird eine Laserschwingung von den Elementen linear ausgegeben und auf den Anregungslicht-Kondensationsabschnitt **113** einfallen gelassen.

[0050] Der Anregungslicht-Kondensationsabschnitt **113** ist konfiguriert, um einen Laserausgang von der Anregungslichtquelle **111** zu kondensieren und den Laser als Laseranregungslicht (Anregungslicht) auszugeben. Insbesondere kann der Anregungslicht-Kondensationsabschnitt **113** durch eine Fokussierlinse oder dergleichen konfiguriert sein. Der Anregungslicht-Kondensationsabschnitt **113** umfasst eine Einfallfläche, auf die eine Laserschwingung einfällt, und eine Emissionsfläche, von der das Laseranregungslicht ausgegeben wird. Der Anregungslicht-Kondensationsabschnitt **113** ist über das oben erläuterte op-

tische Faserkabel optisch mit dem Markierungskopf **1** gekoppelt. Daher wird das von dem Anregungslicht-Kondensationsabschnitt **113** ausgegebene Laseranregungslicht durch das Lichtleitfaserkabel zu dem Markierungskopf **1** geführt.

[0051] Der Tabellenspeicherabschnitt **114** ist konfiguriert, um eine Korrespondenzbeziehung zwischen einer Zielausgabe, die als eine der Bearbeitungsbedingungen eingestellt ist, und einem Antriebsstrom zu speichern, der der Anregungslichtquelle **111** zugeführt werden sollte. Insbesondere wird in dem Tabellenspeicherabschnitt **114** eine aktuelle Tabelle gespeichert, die die Korrespondenzbeziehung zwischen der Zielausgabe und dem Antriebsstrom speichert. Der Anregungslichtquellen-Ansteuerabschnitt **112** ist konfiguriert, um den Antriebsstrom entsprechend der Zielausgabe zu lesen, um einen Antriebsstrom zu bestimmen, der der Anregungslichtquelle **111** zugeführt wird.

[0052] Anstelle des Tabellenspeicherabschnitts **114** kann ein Berechnungsformel-Speicherabschnitt vorgesehen sein, der zum Speichern einer Berechnungsformel zum Berechnen eines Antriebsstroms unter Verwendung der Zielausgabe als Argument konfiguriert ist. Sowohl der Berechnungsformel-Speicherabschnitt als auch der Tabellenspeicherabschnitt **114** veranschaulichen den Korrespondenzbeziehungsspeicherabschnitt in Bezug auf das Speichern der Korrespondenzbeziehung zwischen der Zielausgabe und dem Ansteuerstrom.

[0053] Der Anregungslichterzeugungsabschnitt **110** kann als eine LD-Einheit oder ein LD-Modul konfiguriert sein, in dem Elemente wie der Anregungslichtquellen-Ansteuerabschnitt **112**, die Anregungslichtquelle **111**, der Anregungslicht-Kondensationsabschnitt **113** und der Tabellenspeicherabschnitt **114** vorab eingebaut sind. Das von dem Anregungslichterzeugungsabschnitt **110** emittierte Anregungslicht (insbesondere das Laseranregungslicht, das von dem Anregungslicht-Kondensationsabschnitt **113** ausgegeben wird) kann als unpolarisiertes Licht ausgebildet sein. Folglich ist es nicht notwendig, eine Änderung in einem Polarisationszustand zu berücksichtigen. Dies ist vorteilhaft im Design. Bezüglich der Konfiguration um die Anregungslichtquelle **111** ist insbesondere wünschenswerterweise ein Mechanismus zum Bilden von Ausgangslicht als unpolarisiertes Licht in einer LD-Einheit selbst enthalten, die mit einem Lichtleitfaserkabel jeweils Licht bündelt, das jeweils von einem LD-Array erhalten wird, in dem mehrere zehn LD-Elemente angeordnet sind und die Lichter ausgibt.

Markierungskopf 1

[0054] Wie oben erläutert, wird das von dem Anregungslichterzeugungsabschnitt **110** erzeugte La-

seranregungslicht durch das Lichtleitfaserkabel zu dem Markierungskopf **1** geführt. Der Markierungskopf **1** umfasst den Laserlichtausgabeabschnitt **2**, der konfiguriert ist, um UV-Laserlicht auf der Basis des Laseranregungslichts zu erzeugen und das UV-Laserlicht auszugeben, den Laserlichtabtabstabschnitt **4**, der konfiguriert ist, um das UV-Laserlicht, das von dem Laserlicht-Ausgabeabschnitt **2** ausgegeben wird, auf die Oberfläche des Werkstücks **W** auszustrahlen und eine zweidimensionale Abtastung durchzuführen, und den Laserlichtführungsabschnitt **3**, der konfiguriert ist, um einen optischen Pfad zu bilden, der von dem Laserlichtausgabeabschnitt **2** zu dem Laserlichtabtabstabschnitt **4** führt.

[0055] Fig. 2 und Fig. 3 sind perspektivische Ansichten, die das Äußere des Markierungskopfs **1** veranschaulichen. Wie gezeigt in Fig. 2 und Fig. 3, umfasst der Markierungskopf **1** ein Gehäuse **10** zum Fixieren des Laserlichtausgabeabschnitts **2**, des Laserlichtführungsabschnitts **3**, des Laserlichtabtabstabschnitts **4** und dergleichen. Das Gehäuse **10** hat ein im wesentlichen rechteckiges Parallelepiped-Äußeres, das gezeigt ist in Fig. 2 und Fig. 3. Ein Ersatzdeckelabschnitt **18** zum Ersetzen eines Trocknungsmittels **Dm**, das nachstehend erläutert wird, ist lösbar an einer Seitenfläche in der Breitenrichtung des Gehäuses **10** angebracht. Andererseits ist, wie in Fig. 2 gezeigt, ein Emissionsfensterabschnitt **19** zum Emittieren von UV-Laserlicht von dem Markierungskopf **1** an der unteren Oberfläche des Gehäuses **10** vorgesehen. Die Konfigurationen des Ersatzdeckelabschnitts **18** und des Emissionsfensterabschnitts **19** werden nachstehend erläutert.

[0056] Fig. 4 ist ein Diagramm, das die innere Struktur des Markierungskopfs **1** zeigt. Ein Trennabschnitt **11**, der in Fig. 4 gezeigt ist, ist an der Innenseite des Gehäuses **10** vorgesehen (siehe Fig. 21 und Fig. 29). Der Innenraum des Gehäuses **10** ist in Längsrichtung durch den Trennabschnitt **11** in eine Seite und die andere Seite unterteilt.

[0057] In der folgenden Erläuterung gibt „die Längsrichtung des Gehäuses **10**“ die Richtung der Papieroberfläche von links nach rechts in Fig. 4 an. Die linke Seite der Papieroberfläche von Fig. 4 wird als „Längsrichtung einer Seite“ bezeichnet. Auf der anderen Seite wird die rechte Seite der Papieroberfläche von Fig. 4 als „Längsrichtung anderer Seite“ bezeichnet. In ähnlicher Weise gibt „die Breitenrichtung des Gehäuses **10**“ eine Richtung senkrecht zu der Papieroberfläche von Fig. 4 an. Die papieroberflächennahe Seite von Fig. 4 wird als „Breitenrichtung einer Seite“ bezeichnet. Andererseits wird die Seite der Papieroberflächentiefe der Figur als „Breitenrichtung anderer Seite“ bezeichnet.

[0058] In der folgenden Erläuterung wird „die Längsrichtung (die Breitenrichtung) des Gehäuses **10**“

manchmal einfach als „Längsrichtung (Breitenrichtung)“ bezeichnet. Wie in Fig. 2 gezeigt, werden in diesen Figuren Richtungen, die diesen Richtungen entsprechen, manchmal als „Längsrichtung“ oder „Breitenrichtung“ bezeichnet.

[0059] In der folgenden Erläuterung ist „Auf-Ab-Richtung“ gleich der Auf-Ab-Richtung der Papieroberfläche von Fig. 4. In den anderen Figuren wird eine dieser Richtungen entsprechende Richtung manchmal als „Auf-Ab-Richtung“ bezeichnet.

[0060] Insbesondere ist der Trennabschnitt **11** in einer flachen Form ausgebildet, die sich in einer Richtung senkrecht zur Längsrichtung des Gehäuses **10** erstreckt. In Längsrichtung des Gehäuses **10** ist der Trennabschnitt **11** näher an einer Seite (der linken Papieroberfläche von Fig. 4) als der Mitte in der Richtung angeordnet. Daher hat ein Raum, der auf einer Seite in Längsrichtung des Gehäuses **10** unterteilt ist, eine kürzere Abmessung in Längsrichtung als ein Raum, der auf der anderen Seite unterteilt ist, da der Trennabschnitt **11** näher an der einen Seite angeordnet ist. In der folgenden Erläuterung wird der letztere Raum als erster Raum **S1** bezeichnet. Andererseits wird der frühere Raum als zweiter Raum **S2** bezeichnet.

[0061] In dieser Ausführungsform sind der Laserlichtausgabeabschnitt **2** und der Laserlichtabtabstabschnitt **4** an der Innenseite des ersten Raums **S1** befestigt. Andererseits ist der Laserlichtführungsabschnitt **3** an der Innenseite des zweiten Raums **S2** befestigt.

[0062] Im Detail ist der erste Raum **S1** durch eine im Wesentlichen flache Basisplatte **12** in der Breitenrichtung in eine Seite und die andere Seite unterteilt. Komponenten des Laserlichtausgabeabschnitts **2** können hauptsächlich in einem Raum in Breitenrichtung in Bezug auf die Basisplatte **12** angeordnet sein.

[0063] Genauer gesagt sind in dieser Ausführungsform unter den Komponenten, die den Laserlichtausgabeabschnitt **2** bilden, optische Komponenten, die so dicht wie möglich luftdicht abgedichtet werden müssen, wie etwa eine konkave Linse **28b** und ein optischer Kristall, der ein Wellenlängenumwandlungselement bildet, sind in einem Gehäuseraum, der von dem Trennabschnitt **11**, der Basisplatte **12** und dergleichen umgeben ist, abgedichtet untergebracht (insbesondere ein Innenraum eines Wellenlängenumwandlungsabschnitts **2B**). Andererseits müssen Komponenten, die nicht immer abgedichtet werden müssen, wie z.B. ein elektrischer Draht und eine Wärmesenke (in Fig. 4 nicht gezeigt), auf der anderen Seite in der Breitenrichtung über die Basisplatte **12** angeordnet sein.

[0064] Wie in **Fig. 4** gezeigt, kann der Laserlichtabstastabschnitt **4** auf einer Seite in der Breitenrichtung angeordnet sein, wie die optischen Komponenten, die den Laserlichtausgabeabschnitt **2** bilden (siehe auch **Fig. 21**). Insbesondere befindet sich der Laserlichtabstastabschnitt **4** gemäß dieser Ausführungsform in Längsrichtung neben dem Trennabschnitt **11** und ist an der inneren Bodenfläche des Gehäuses **10** in der Richtung von oben nach unten angeordnet.

[0065] Wie oben erläutert, ist der Laserlichtführungsabschnitt **3** in dem zweiten Raum **S2** angeordnet. In dieser Ausführungsform sind unter den Komponenten, die den Laserlichtführungsabschnitt **3** bilden, optische Komponenten, die abgedichtet werden müssen, wie beispielsweise ein erster Umlenkspiegel **32**, luftdicht in einer Z-Kammer **Sz** untergebracht, die von dem Trennabschnitt **11** und einer Z-Kammerabdeckung **31** umgeben ist. Andererseits sind Komponenten, die nicht immer abgedichtet werden müssen, wie eine Führungslichtquelle **35** und eine Kamera **36**, an der Außenseite der Z-Kammer **Sz** angeordnet.

[0066] Das oben erläuterte optische Faserkabel ist mit der Rückseite des Gehäuses **10** verbunden. Das optische Faserkabel ist mit dem Laserlichtausgabeabschnitt **2** verbunden, der in dem ersten Raum **S1** angeordnet ist.

[0067] In der folgenden Erläuterung werden die Konfigurationen des Laserlichtausgabeabschnitts **2**, des Laserlichtführungsabschnitts **3** und des Laserlichtabstastabschnitts **4** der Reihe nach erläutert.

Laserlichtausgabeabschnitt 2

[0068] Der Laserlichtausgabeabschnitt **2** ist konfiguriert, um UV-Laserlicht auf der Basis von Laseranregungslicht zu erzeugen, das von dem Anregungslichterzeugungsabschnitt **110** erzeugt wird, und das UV-Laserlicht an den Laserlichtführungsabschnitt **3** zu emittieren.

[0069] **Fig. 5** ist ein Diagramm, das die Konfiguration des Laserlichtausgabeabschnitts **2** darstellt. **Fig. 6** ist ein Diagramm, das ein Layout der optischen Komponenten in dem Laserlichtausgabeabschnitt **2** darstellt. Wie gezeigt in **Fig. 5** und **Fig. 6**, umfasst der Laserlichtausgabeabschnitt **2** gemäß dieser Ausführungsform hauptsächlich einen Q-Schalter-Gehäuseabschnitt **2A**, der in der Lage ist, eine auf der Basis von Laseranregungslicht erzeugte Grundwelle zu pulsoszillieren, und einen Wellenlängenumwandlungsabschnitt **2B** zum Wellenlängenumwandeln der Grundwelle, die von dem Q-Schalter-Gehäuseabschnitt **2A** ausgegeben wird.

[0070] Ein zur Verstärkung von Laserlicht verwendeter Resonator kann durch einen ersten Reflexionsspiegel (einen ersten Spiegel, einen Reflexionsspie-

gel) **21**, der in dem Q-Schalter-Gehäuseabschnitt **2A** untergebracht ist, und einen zweiten Reflexionsspiegel (einen zweiten Spiegel, einen Reflexionsspiegel) **22**, der in dem Wellenlängenumwandlungsabschnitt **2B** untergebracht ist, konfiguriert sein. Das heißt, in dieser Ausführungsform ist ein resonanter optischer Pfad zum Verstärken von Laserlicht so konfiguriert, dass er sich von dem Q-Schalter-Gehäuseabschnitt **2A** zu dem Wellenlängenumwandlungsabschnitt **2B** erstreckt.

[0071] Sowohl der Q-Schalter-Gehäuseabschnitt **2A** als auch der Wellenlängenumwandlungsabschnitt **2B** sind von der Basisplatte **12**, einem auf der Basisplatte **12** aufgerichteten Seitenwandabschnitt **13** und einem Deckelabschnitt **14** umgeben, der zum Schließen eines von der Basisplatte **12** umgebenen Raums und der Seitenwandabschnitt **13** konfiguriert ist. In dieser Ausführungsform sind in dem Deckelabschnitt **14** ein Abschnitt, der den Q-Schalter-Gehäuseabschnitt **2A** bedeckt, und ein Abschnitt, der den Wellenlängenumwandlungsabschnitt **2B** abdeckt, separat konfiguriert. Beide Abschnitte können jedoch integral konfiguriert sein.

[0072] Insbesondere konfiguriert die Basisplatte **12** eine Stützfläche zum Anbringen verschiedener Komponenten, die nachstehend erläutert werden. Der Seitenwandabschnitt **13** ist senkrecht zu der Grundplatte **12** aufgerichtet und so ausgebildet, dass er die an der Grundplatte **12** angebrachten Komponenten von einer Seite her umgibt. Insbesondere ist der in **Fig. 5** gezeigte Seitenwandabschnitt **13** in einer Form ausgebildet, um Komponenten, die in dem Q-Schalter-Gehäuseabschnitt **2A** untergebracht sind, und Komponenten, die in dem Wellenlängenumwandlungsabschnitt **2B** untergebracht sind, voneinander zu trennen. Das heißt, wie in **Fig. 5** gezeigt, ist der Q-Schalter-Gehäuseabschnitt **2A** auf der anderen Seite in Längsrichtung (der rechten Seite der Papieroberfläche von **Fig. 5**) unterteilt. Andererseits ist der Wellenlängenumwandlungsabschnitt **2B** auf einer Seite in der Längsrichtung (der linken Seite der Papieroberfläche von **Fig. 5**) unterteilt. Ein Teil, der im Wesentlichen in der Mitte in Längsrichtung im Seitenwandabschnitt **13** aufgerichtet ist, erstreckt sich im Wesentlichen entlang der Auf-Ab-Richtung und wird von dem Q-Schalter-Gehäuseabschnitt **2A** und dem Wellenlängenumwandlungsabschnitt **2B** gemeinsam genutzt.

[0073] In dieser Ausführungsform ist, wie in **Fig. 5** gezeigt, ein Raum, der in Breitenrichtung zu einer Seite hin offen ist, durch die Basisplatte **12** und den Seitenwandabschnitt **13** unterteilt. Der Raum kann durch den Deckelabschnitt **14** geschlossen werden (siehe **Fig. 4**). Der Deckelabschnitt **14** dichtet mindestens den Wellenlängenumwandlungsabschnitt **2B** ab. In einem Beispiel, gezeigt in **Fig. 4** bis **Fig. 6**, sind der Wellenlängenumwandlungsabschnitt

2B und der Q-Schalter-Gehäuseabschnitt **2A** jeweils durch separate Elemente abgedichtet.

[0074] Um den Wellenlängenumwandlungsabschnitt **2B** abzudichten, ist in der in **Fig. 5** gezeigten Ausführungsform ein Dichtungselement **20a** aus Harz oder dergleichen an einer Öffnungskante eines von der Grundplatte **12** und dem Seitenwandabschnitt **13** umgebenen Raums vorgesehen. Das Dichtungselement **20a** kann zwischen dem Seitenwandabschnitt **13** und dem Deckelabschnitt **14** angeordnet sein. Der Innenraum eines Gehäuses **20** kann durch dichtes Anbringen des Deckelabschnitts **14** an dem Dichtungselement **20a** abgedichtet werden. Ein Dichtungselement **20b** zum Abdichten ist auch an der Öffnungskante des Q-Schalter-Gehäuseabschnitts **2A** vorgesehen.

[0075] Der Q-Schalter-Gehäuseabschnitt **2A** umfasst einen Einfallsabschnitt **24**, auf den das von dem Anregungslichterzeugungsabschnitt **110** erzeugte Anregungslicht einfallen kann. Der Q-Schalter-Gehäuseabschnitt **2A** kann mindestens den Q-Schalter **23** und den ersten Reflexionsspiegel **21** aufnehmen.

[0076] Insbesondere ist der Q-Schalter-Gehäuseabschnitt **2A** gemäß dieser Ausführungsform konfiguriert zum luftdichten unterbringen von dem Einfallsabschnitt **24**, auf den Lasererregungslicht, das von dem Erregungslicht-Erzeugungsabschnitt **110** erzeugt wird, einfallen kann, einem Lasermedium **25**, das zum Erzeugen einer Grundwelle auf der Basis des Laseranregungslichts konfiguriert ist, dem Q-Schalter **23**, der so konfiguriert ist, dass er auf der Grundlage eines Steuersignals, das von der Markierungssteuerung **100** eingegeben wird, die durch das Lasermedium **25** erzeugte Grundwelle pulsoszilliert, und den ersten Reflexionsspiegel **21** zum Reflektieren der von dem Lasermedium **25** erzeugten Grundwelle. Unter diesen Komponenten muss wenigstens das Lasermedium **25** nur in einem des Q-Schalter-Gehäuseabschnitts **2A** und des Wellenlängenumwandlungsabschnitts **2B** untergebracht sein.

[0077] Der Wellenlängenumwandlungsabschnitt **2B** umfasst das Gehäuse **20**, in dem ein Transmissionsfensterabschnitt **15** ausgebildet ist, der die von dem Lasermedium **25** erzeugte Grundwelle übertragen kann, und einen Ausgangsfensterabschnitt **16**, der das in dem Wellenlängenumwandlungsabschnitt **2B** erzeugte UV-Laserlicht emittieren kann. Der Wellenlängenumwandlungselement **2B** ist konfiguriert zum luftdichten aufnehmen, durch ein luftdichtes Gehäuse mit einem von dem Gehäuse **20** umgebenen Innenraum von wenigstens einem ersten Wellenlängenumwandlungsabschnitt (einem ersten Wellenlängenumwandlungselement) **26**, auf den die durch das Lasermedium **25** erzeugte Grundwelle einfallen soll, dem ersten Wellenlängenumwandlungsabschnitt **26**,

der eine zweite Harmonische mit einer Wellenlänge größer als eine Wellenlänge der Grundwelle erzeugt, einem zweiten Wellenlängenumwandlungsabschnitt (ein zweites Wellenlängenumwandlungselement) **27**, das konfiguriert ist, eine dritte Harmonische mit einer Wellenlänge zu erzeugen, die größer als die Wellenlänge der zweiten Harmonischen ist, und einem zweiten Reflexionsspiegel **22** zum Reflektieren der zweiten Harmonischen und/oder der dritten Harmonischen.

[0078] Insbesondere in der Ausführungsform, gezeigt in **Fig. 4** bis **Fig. 6**, ist das Gehäuse **20** durch die Basisplatte **12**, den Seitenwandabschnitt **13** und den oben erläuterten Deckelabschnitt **14** konfiguriert. Sowohl der Transmissionsfensterabschnitt **15** als auch der Ausgangsfensterabschnitt **16** sind in dem Seitenwandabschnitt **13** vorgesehen.

[0079] Wie oben erläutert, sind der Q-Schalter-Gehäuseabschnitt **2A** und der Wellenlängenumwandlungsabschnitt **2B** durch den Seitenwandabschnitt **13** getrennt. Indem der Transmissionsfensterabschnitt **15** in dem Seitenwandabschnitt **13** vorgesehen ist, bildet daher der durch den ersten Reflexionsspiegel **21** in dem Q-Schalter-Gehäuseabschnitt **2A** und den zweiten Reflexionsspiegel **22** in dem Wellenlängenumwandlungsabschnitt **2B** konfigurierte Resonator einen optischen Resonanzweg, der durch den Transmissionsfensterabschnitt **15** läuft.

[0080] Der Wellenlängenumwandlungsabschnitt **2B** kann auch mit dem durch ein solches Gehäuse **20** gebildeten Innenraum einen Laserlicht-Trennabschnitt **28** zum Trennen von wenigstens der dritten Harmonischen von dem resonanten optischen Weg und einen Strahlaufweiter **29** abdichten.

[0081] Insbesondere ist in einem in **Fig. 6** gezeigten Beispiel der Laserlichtausgabeabschnitt **2** als Laseroszillator eines sogenannten Intra-Cavity-Typs konfiguriert. Das heißt, auf halbem Weg in dem optischen Resonanzweg, der vom ersten Reflexionsspiegel **21** zum zweiten Reflexionsspiegel **22** führt, sind der Q-Schalter **23**, ein Klappspiegel **24b**, der den Einfallsabschnitt **24** bildet, das Lasermedium **25**, der Transmissionsfensterabschnitt **15**, ein erster Separator **28a**, der den Laserlicht-Trennabschnitt **28** bildet, das zweite Wellenlängenumwandlungselement **27** und das erste Wellenlängenumwandlungselement **26** in der Reihenfolge angeordnet.

[0082] Der Klappspiegel **24b** ist so angeordnet, dass er die optische Achse des durch den Anregungslichterzeugungsabschnitt **110** erzeugten Anregungslichts und die optische Achse des resonanten optischen Pfads verbindet. Der erste Separator **28a** ist so angeordnet, dass er Laserlicht mit wenigstens der dritten Harmonischen von dem optischen Resonanzweg

trennt, der den ersten Reflexionsspiegel **21** und den zweiten Reflexionsspiegel **22** verbindet.

[0083] Komponenten, die sich auf den Laserlichtausgabeabschnitt **2** beziehen, werden nachstehend in der Reihenfolge erläutert.

Erster Reflexionsspiegel 21

[0084] Der erste Reflexionsspiegel **21** ist in dem Q-Schalter-Gehäuseabschnitt **2A** untergebracht und konfiguriert, um wenigstens die Grundwelle zu reflektieren. Wie oben erläutert, bilden der erste Reflexionsspiegel **21** und der zweite Reflexionsspiegel **22** den Resonator. In dieser Ausführungsform ist der erste Reflexionsspiegel **21** als Totalreflexionsspiegel ausgebildet, der die Grundwelle reflektiert.

Zweiter Reflexionsspiegel 22

[0085] Der zweite Reflexionsspiegel **22** ist in dem Wellenlängenumwandlungsabschnitt **2B** untergebracht und konfiguriert, um wenigstens die Grundwelle zu reflektieren. Der zweite Reflexionsspiegel **22** und der erste Reflexionsspiegel **21** bilden den Resonator. In dieser Ausführungsform ist der zweite Reflexionsspiegel **22** als Totalreflexionsspiegel ausgebildet, der nicht nur die Grundwelle, sondern auch die zweite Harmonische und die dritte Harmonische reflektiert.

Q-Schalter 23

[0086] Der Q-Schalter **23** ist in dem Q-Schalter-Gehäuseabschnitt **2A** untergebracht und konfiguriert, um die durch das Lasermedium **25** erzeugte Grundwelle zu pulsooszillieren. Insbesondere ist der Q-Schalter **23** so angeordnet, dass er sich auf dem optischen Weg des resonanten optischen Wegs befindet und zwischen dem Lasermedium **25** und dem ersten Reflexionsspiegel **21** angeordnet ist. Durch Verwendung des Q-Schalters **23** ist es möglich, die Dauerschwingung in eine wiederholte gepulste Hochgeschwindigkeitsschwingung mit einem hohen Spitzenausgangswert (einem Spitzenwert) umzuwandeln. Eine Q-Schalt-Steuerung, die zum Erzeugen eines an den Q-Schalter **23** angelegten RF-Signals konfiguriert ist, ist mit dem Q-Schalter **23** verbunden. Der Laserlichtausgabeabschnitt **2** verstärkt zwischen dem ersten Reflexionsspiegel **21** und dem zweiten Reflexionsspiegel **22** durch mehrfache Reflexion Laserlicht, das durch Photonen gebildet wird, die vom Lasermedium **25** induziert und emittiert werden, und gibt das Laserlicht durch den Laserlicht-Trennabschnitt **28** aus.

[0087] Das heißt, wenn der Q-Schalter **23** in einen EIN-Zustand geschaltet wird, wird das auf den Q-Schalter **23** einfallende Laserlicht abgelenkt und vom optischen Resonanzweg getrennt. In diesem Fall wird

als Folge der Beschränkung der Mehrfachreflexion des Laserlichts die Erzeugung einer umgekehrten Verteilung in dem Lasermedium **25** gefördert, das unten erläutert wird.

[0088] Wenn der Q-Schalter **23** für eine vorbestimmte Zeitdauer von dem EIN-Zustand in einen AUS-Zustand geschaltet wird, wird das Laserlicht durch die mehrfache Reflexion verstärkt. In diesem Fall oszilliert ein Laserlicht mit hohem Output.

[0089] Durch zyklisches Ein- und Ausschalten des Q-Schalters **23** auf diese Weise kann die oben erläuterte wiederholte Impulsschwingung mit hoher Geschwindigkeit durchgeführt werden. Beispiele eines Steuerbetrags zum Steuern einer solchen gepulsten Oszillation umfassen ein Tastverhältnis, das sich auf ein Verhältnis zwischen einer Periode bezieht, in der der Q-Schalter **23** in den EIN-Zustand geschaltet wird (eine EIN-Zeit), und einer Periode, in der der Q-Schalter **23** in den AUS-Zustand (eine AUS-Zeit) geschaltet wird. Wenn das Tastverhältnis groß ist, ist die Periode, in der der Q-Schalter **23** in den EIN-Zustand geschaltet wird, länger als wenn das Tastverhältnis klein ist. In diesem Fall wird die Erzeugung der invertierten Verteilung gefördert und ein Ausgabewert der gepulsten Schwingung (z.B. Pulsenergie des Laserlichts) steigt an. Beispiele eines anderen Steuerbetrags zum Steuern der gepulsten Oszillation umfassen eine Q-Schalterfrequenz, die eine Frequenz angibt, die der Q-Schalter ein- und ausschaltet. Durch Erhöhen der Q-Schaltfrequenz nimmt die Anzahl der pro Zeiteinheit emittierten Pulsoszillationen zu.

Einfallsabschnitt 24

[0090] Ein optisches Leitfaserkabel, das sich von dem Anregungslichterzeugungsabschnitt **110** erstreckt, ist mit dem Einfallsabschnitt **24** verbunden. Das heißt, ein Endabschnitt des optischen Faserkabels ist mit dem Anregungslichtsammelabschnitt **113** verbunden. Andererseits ist der andere Endabschnitt mit dem Einfallsabschnitt **24** verbunden, der in dem Q-Schalter-Gehäuseabschnitt **2A** untergebracht ist. Das von dem Einfallsabschnitt **24** einfallende Laseranregungslicht erreicht das Lasermedium **25**.

[0091] In dem Beispiel, gezeigt in **Fig. 5** und **Fig. 6**, sind ein Kondensationsabschnitt **24a** und der Klappspiegel **24b** zwischen dem Einfallsabschnitt **24** und dem Lasermedium **25** angeordnet. Der Kondensationsabschnitt **24a** ist durch einen Satz von zwei optischen Linsen konfiguriert. Der Kondensationsabschnitt **24a** kondensiert das Laseranregungslicht, das sich durch das Lichtleitfaserkabel ausbreitet und einfallen gelassen wird, und leitet das Laseranregungslicht zu dem Klappspiegel **24b**.

[0092] Andererseits ist der Klappspiegel **24b** als sogenannter Halbspiegel ausgebildet. Der Klappspie-

gel **24b** überträgt Laserlicht (insbesondere Laseranregungslicht), das sich in einer Richtung von dem Einfallsabschnitt **24** zum Lasermedium **25** durch den Kondensationsabschnitt **24a** ausbreitet. Auf der anderen Seite reflektiert der Klappspiegel **24b** Laserlicht (insbesondere eine Grundwelle), das sich in entgegengesetzter Richtung der Richtung ausbreitet. Das von dem Klappspiegel **24b** insgesamt reflektierte Laserlicht erreicht den ersten Reflexionsspiegel **21**, der durch den Q-Schalter **23** geht (insbesondere der Q-Schalter **23**, der in dem AUS-Zustand geschaltet ist), wie nachstehend erläutert wird.

Lasermedium 25

[0093] Das Lasermedium **25** ist als Lasermedium ausgebildet, das eine umgekehrte Verteilung bilden kann. Das Lasermedium **25** ist so konfiguriert, dass es, wenn Laseranregungslicht auf das Medium einfällt, eine induzierte Emission entsprechend dem einfallenden Laseranregungslicht durchführt. Eine Wellenlänge (eine sogenannte Grundwellenlänge) von durch die induzierte Emission emittierten Photonen nimmt mit der Konfiguration des Lasermediums **25** zu und ab. In diesem Beispiel liegt die Wellenlänge der Photonen in einem Infrarotbereich von etwa 1 μm .

[0094] In dieser Ausführungsform wird stabförmiges Nd:YVO₄ (Yttriumvanadat) als Lasermedium **25** verwendet. Das Laseranregungslicht fällt von einer Endfläche des Lasermediums **25** ein, das stabförmig ausgebildet ist. Laserlicht (eine sogenannte Grundwelle) mit der Grundwellenlänge wird von der anderen Endfläche emittiert (ein Anregungsschema in einer Richtung durch sogenanntes Endpumpen). In diesem Beispiel ist die Grundwellenlänge auf 1064 nm eingestellt. Andererseits wird die Wellenlänge des Laseranregungslichts nahe einer Mittenwellenlänge des Absorptionsspektrums von Nd:YVO₄ eingestellt, um die induzierte Emission zu fördern. Das Lasermedium ist jedoch nicht auf dieses Beispiel beschränkt. Als andere Lasermedien können beispielsweise YAG, YLF, GdVo₄ und dergleichen verwendet werden, die mit seltenen Erden dotiert sind. Je nach Verwendung der Laserbearbeitungsvorrichtung **L** können verschiedene Festkörperlasermedien verwendet werden.

[0095] Eine Wellenlänge des ausgegebenen Laserlichts kann durch Kombinieren eines Wellenlängenumwandlungselements mit dem Festkörperlasermedium in eine beliebige Wellenlänge umgewandelt werden. In diesem Fall kann das Lasermedium **25** anders als in **Fig. 6** in dem Wellenlängenumwandlungsabschnitt **2B** untergebracht sein. Als Festkörperlasermedium kann ein sogenannter Faserlaser verwendet werden, bei dem Faser anstelle von Volumen als Oszillator verwendet wird.

[0096] Darüber hinaus ist der Markierungskopf **1** nicht auf den Festkörperlaser beschränkt. Es kann ein Gaslaser verwendet werden, der Gas, wie beispielsweise CO₂, Helium-Neon, Argon oder Stickstoff als Medium verwendet. Beispielsweise wird ein Lasermedium zu der Zeit, wenn ein Kohlendioxidlaser verwendet wird, auf seiner Innenseite mit Kohlendioxid (CO₂) gefüllt und enthält eine Elektrode. Das Lasermedium schwingt einen Laser, indem es das Kohlendioxid auf der Grundlage eines Drucksignals anregt, das von einer Lasersteuervorrichtung eingegeben wird.

[0097] Ferner kann der Laserlichtausgabeabschnitt **2** als Anregungsschema, in dem das Festkörperlasermedium verwendet wird, ein Zwei-Richtungs-Anregungsschema zum Einstrahlen von Anregungslicht von den vorderen und hinteren Endflächen des Festkörperlasermediums anstelle des oben erläuterten Anregungsschemas in eine Richtung verwenden.

Erstes Wellenlängenumwandlungselement 26

[0098] Das erste Wellenlängenumwandlungselement **26** ist als nichtlinearer optischer Kristall ausgebildet, der die zweite Harmonische erzeugen kann. Das erste Wellenlängenumwandlungselement **26** ist konfiguriert, um, wenn die Grundwelle einfällt, eine Frequenz der Grundwelle zu verdoppeln und die Grundwelle als zweite Harmonische zu emittieren („Second Harmonic Generation“: SHG). Das heißt, eine Wellenlänge von Laserlicht, das erzeugt wird, wenn die Grundwelle auf das erste Wellenlängenumwandlungselement **26** einfällt, liegt in einem Bereich von sichtbarem Licht von etwa 500 nm vor. Insbesondere ist bei dieser Ausführungsform eine Wellenlänge der zweiten Harmonischen auf 532 nm eingestellt.

[0099] Im Allgemeinen ist die Umwandlungseffizienz der Grundwelle durch das erste Wellenlängenumwandlungselement **26** weniger als 100%. Daher wird wenigstens ein Teil der auf das erste Wellenlängenumwandlungselement **26** einfallenden Grundwelle emittiert, ohne von dem ersten Wellenlängenumwandlungselement **26** konvertiert zu werden. Wenn daher die Grundwelle auf das erste Wellenlängenumwandlungselement **26** einfällt, wird Laserlicht mit der Grundwelle und der zweiten Harmonischen emittiert.

[0100] In dieser Ausführungsform wird LBO (LiB₃O₃) als das erste Wellenlängenumwandlungselement **26** verwendet. Das erste Wellenlängenumwandlungselement **26** ist jedoch nicht auf dieses Beispiel beschränkt. Als erstes Wellenlängenumwandlungselement **26** können KTP (KTiPO₄), organische nichtlineare optische Materialien, andere anorganische nichtlineare optische Materialien, zum Beispiel KN (KNbO₃), KAP (KAsPO₄), BBO (β -BaB₂O₄) und LBO (LiB₃O₅), und ein Polarisationsumkehrlement vom Massetyp (LiNbO₃ („Periodically Polled Lithium Nio-

bate“: PPLN), LiTaO_3 , etc.) verwendet werden. Ein Halbleiterlaser für eine Anregungslichtquelle eines Lasers durch Aufwärtskonvertierung unter Verwendung einer mit Seltenerden dotierten Fluoridfaser wie Ho, Er, Tm, Sm oder Nd kann ebenfalls verwendet werden. Auf diese Weise können bei dieser Ausführungsform optische Materialien verschiedener Arten verwendet werden.

Zweites Wellenlängenumwandlungselement 27

[0101] Das zweite Wellenlängenumwandlungselement **27** ist als nichtlinearer optischer Kristall ausgebildet, der die dritte Harmonische erzeugen kann. Das zweite Wellenlängenumwandlungselement **27** ist konfiguriert, wenn die Grundwelle und die zweite Oberwelle einfallen sollen (insbesondere wenn die Ausbreitungsrichtungen der Grundwelle und der zweiten Oberwelle gleich sind), zum Umwandeln der Grundwelle und der zweiten Harmonischen in die dritte Harmonische mit einer dreifachen Frequenz der Grundwelle und zum Emittieren der dritten Harmonischen („Third Harmonic Generation“: THG). Das heißt, eine Wellenlänge von Laserlicht, die erzeugt wird, wenn die Grundwelle und die zweite Harmonische auf das zweite Wellenlängenumwandlungselement **27** einfallen, liegt in einem ultravioletten Bereich von ungefähr 350 nm vor (insbesondere nahe einer Grenze zwischen einem sichtbaren Lichtbereich und dem ultravioletten Bereich). Insbesondere ist bei dieser Ausführungsform eine Wellenlänge der dritten Harmonischen auf 355 nm eingestellt.

[0102] Im Allgemeinen ist die Umwandlungseffizienz der Grundwelle durch das zweite Wellenlängenumwandlungselement **27** weniger als 100%. Daher wird wenigstens ein Teil der Grundwelle und der zweiten Harmonischen, die auf das zweite Wellenlängenumwandlungselement **27** einfallen, emittiert, ohne von dem zweiten Wellenlängenumwandlungselement **27** umgewandelt zu werden. Daher, wenn die Grundwelle und die zweite Oberwelle auf das zweite Wellenlängenumwandlungselement **27** einfallen gelassen werden, wird Laserlicht emittiert, in dem die Grundwelle, die zweite Oberwelle und die dritte Oberwelle gemischt werden.

[0103] In dieser Ausführungsform wird LBO (LiB_3O_3) als das zweite Wellenlängenumwandlungselement **27** verwendet. Das zweite Wellenlängenumwandlungselement **27** ist jedoch nicht auf dieses Beispiel beschränkt. Als zweites Wellenlängenumwandlungselement **27** können optische Materialien verschiedener Arten, wie beispielsweise KTP (KTiPO_4), organische nichtlineare optische Materialien und andere anorganische nichtlineare optische Materialien verwendet werden.

Laserlicht-Trennabschnitt 28

[0104] Der Laserlicht-Trennabschnitt **28** ist in dem Wellenlängenumwandlungsabschnitt **2B** untergebracht und konfiguriert, um die dritte Harmonische von dem resonanten optischen Pfad des Laserlichts zu trennen und die dritte Harmonische von dem Laserlichtausgabeabschnitt **2** zu emittieren.

[0105] Wie gezeigt in **Fig. 5** und **Fig. 6** ist der Laserlicht-Trennabschnitt **28** in dieser Ausführungsform aus mehreren optischen Komponenten konfiguriert. Der Laserlicht-Trennabschnitt **28** kann so konfiguriert sein zum Umfassen des ersten Separators (einen Ausgangsspiegel) **28a** zum Extrahieren der zweiten und der dritten Harmonischen aus dem Laserlicht, der konkaven Linse **28b** zum Formen eines Strahldurchmessers des Laserlichts einschließlich der zweiten und der dritten Harmonischen, eines zweiten Separators (einen Reflexionsspiegel) **28c** zum Extrahieren der dritten Harmonischen aus dem Laserlicht und eines Dämpfungsabschnitts **28d** zum Dämpfen eines unnötigen zweite Harmonische (siehe auch **Fig. 9**).

[0106] Der erste Separator **28a** ist ein sogenannter Strahlteiler und ist konfiguriert, um die Grundwelle zu übertragen und die zweite Oberwelle und die dritte Oberwelle zu reflektieren. Der erste Separator **28a** ist so angeordnet, dass er die optische Achse des optischen Resonanzpfads kreuzt, der den ersten Reflexionsspiegel **21** und den zweiten Reflexionsspiegel **22** verbindet, und auf eine Stellung eingestellt ist, die in Bezug auf die optische Achse um etwa 45 Grad geneigt ist.

[0107] Die konkave Linse **28b** ist konfiguriert, um den Strahldurchmesser des durchgelassenen Laserlichts durch Übertragen des von dem ersten Separator **28a** reflektierten Laserlichts, d.h. des Laserlichts, das von dem resonanten optischen Weg getrennt ist, zu erweitern. In diesem Konfigurationsbeispiel ist die konkave Linse **28b** zwischen dem ersten Separator **28a** und dem zweiten Separator **28c** angeordnet. Die konkave Linse **28b** ist jedoch nicht auf eine solche Anordnung beschränkt. Beispielsweise kann die konkave Linse **28b** so angeordnet sein, dass das Laserlicht, nachdem es durch den zweiten Separator **28c** übertragen wurde, durch die konkave Linse **28b** fällt.

[0108] Der zweite Separator **28c** ist ein Strahlteiler ähnlich dem ersten Separator **28a** und ist konfiguriert, um die zweite Harmonische zu übertragen und die dritte Harmonische zu reflektieren. Der zweite Separator **28c** ist so angeordnet, dass er die optische Achse des durch die konkave Linse **28b** durchgelassenen Laserlichts kreuzt und in einer Stellung steht, die ungefähr 45 Grad in Bezug auf die optische Achse geneigt ist.

[0109] Der Dämpfungsabschnitt **28d** ist konfiguriert, um das Laserlicht zu dämpfen, das heißt, die zweite Harmonische, die durch den zweiten Separator **28c** übertragen wird. In diesem Konfigurationsbeispiel dämpft der Dämpfungsabschnitt **28d** die zweite Harmonische mit mehrfacher Reflexion.

Strahlaufweiter 29

[0110] Der Strahlaufweiter **29** ist aus einer Vielzahl von optischen Linsen aufgebaut und konfiguriert, um die durch den zweiten Separator **28c** reflektierte dritte Oberwelle einfallen zu lassen und den Strahldurchmesser des Laserlichts so zu formen, dass er für einen Einfall auf einen Z-Abtaster **33** geeignet ist, der unten erläutert wird.

[0111] In diesem Konfigurationsbeispiel sind der zweite Separator **28c**, die zwei optischen Linsen, die den Strahlaufweiter **29** bilden, und der Ausgangsfensterabschnitt **16** des Gehäuses **20** in dieser Reihenfolge auf einem optischen Weg angeordnet, der durch die dritte Harmonische gebildet wird, die durch den zweiten Separator **28c** reflektiert wird. Diese Komponenten sind auf der Oberseite des Gehäuses **10** etwas auf der Oberseite angeordnet.

[0112] Obwohl auf Details verzichtet wird, ist ein Strahlabtaster zum Trennen eines Teils des Laserlichts zwischen dem Strahlaufweiter **29** und dem Ausgangsfensterabschnitt **16** angeordnet. Stromabwärts des Strahlabtasters ist ein Leistungsmonitor vorgesehen, der zum Erfassen einer Ausgabe des Laserlichts konfiguriert ist. Ein Erfassungssignal des Leistungsmonitors wird an den Steuerabschnitt **101** der Markierungssteuerung **100** ausgegeben.

[0113] Wenn es nicht erforderlich ist, den Strahldurchmesser des Laserlichts zu erweitern, kann der Strahlaufweiter **29** weggelassen werden.

Laserresonanz

[0114] Wie gezeigt in **Fig. 5** und **Fig. 6**, wird in dem Q-Schalter-Gehäuseabschnitt **2A** das von dem Einfallsabschnitt **24** einfallende Laseranregungslicht durch den Klappspiegel **24b** übertragen und auf eine Endfläche des Lasermediums **25** einfallen gelassen. Die auf der Basis des Laseranregungslichts emittierte Grundwelle wird durch den Transmissionsfensterabschnitt **15** übertragen und auf den Wellenlängenumwandlungsabschnitt **2B** einfallen gelassen.

[0115] Anschließend wird die auf den Wellenlängenumwandlungsabschnitt **2B** einfallende Grundwelle durch den ersten Separator **28a** übertragen und danach auf das erste Wellenlängenumwandlungselement **26** einfallen gelassen, das das zweite Wellenlängenumwandlungselement **27** passiert. In dem ersten Wellenlängenumwandlungselement **26** wird ein

Teil der Grundwelle in die zweite Harmonische umgewandelt. Daher sendet das erste Wellenlängenumwandlungselement **26** Laserlicht aus, in dem die Grundwelle und die zweite Harmonische gemischt sind. Das Laserlicht wird an dem zweiten Reflexionspiegel total reflektiert und verfolgt einen optischen Weg, den das Laserlicht bisher verfolgt hat, in entgegengesetzter Richtung.

[0116] Das auf das erste Wellenlängenumwandlungselement **26** einfallende Laserlicht wird erneut auf das zweite Wellenlängenumwandlungselement **27** einfallen gelassen, nachdem die zweite Harmonische wieder in dem ersten Wellenlängenumwandlungselement **26** erzeugt wird. In dem zweiten Wellenlängenumwandlungselement **27** wird ein Teil der Grundwelle und der zweiten Harmonischen in die dritte Harmonische umgewandelt. Daher emittiert das zweite Wellenlängenumwandlungselement **27** Laserlicht, in dem die Grundwelle, die zweite Harmonische und die dritte Harmonische gemischt werden. Wenn das Laserlicht den ersten Separator **28a** erreicht, werden die zweite Harmonische und die dritte Harmonische durch den ersten Separator **28a** reflektiert, um sich vom optischen Resonanzpfad zu trennen. Andererseits wird die Grundwelle durch den ersten Separator **28a** übertragen, um den Übertragungsfensterabschnitt **15** zu erreichen.

[0117] Die zweiten und dritten Oberwellen, die durch den ersten Separator **28a** getrennt werden, erreichen den zweiten Separator **28c**, nachdem sie die konkave Linse **28b** passiert haben. Der zweite Separator **28c** überträgt die zweite Oberwelle und führt die zweite Oberwelle zum Dämpfungsabschnitt **28d** und reflektiert die dritte Oberwelle und führt die dritte Oberwelle zum Strahlaufweiter **29**. Die zu dem Strahlaufweiter **29** geführte dritte Harmonische wird über den Ausgangsfensterabschnitt **16** als UV-Laserlicht emittiert, nachdem der Strahldurchmesser der dritten Harmonischen geformt ist.

[0118] Andererseits erreicht die durch den ersten Separator **28a** übertragene Grundwelle, die den Transmissionsfensterabschnitt **15** erreicht, über das Lasermedium **25** den Klappspiegel **24b**, nachdem sie den Transmissionsfensterabschnitt **15** passiert hat. Wie oben erläutert, reflektiert der Klappspiegel **24b** die auf diese Weise ausgebreitete Grundwelle und leitet die Grundwelle zum Q-Schalter **23**. Die zu dem Q-Schalter **23** geleitete Grundwelle wird abgelenkt und vom resonanten optischen Pfad getrennt, wenn sich der Q-Schalter **23** im EIN-Zustand befindet. Wie oben erläutert, oszilliert in diesem Fall eine kontinuierliche Welle („continuous wave“, CW) mit einem Nullausgang oder einem extrem niedrigen Ausgang.

[0119] Wenn sich andererseits der Q-Schalter **23** im AUS-Zustand befindet, erreicht die Grundwelle den ersten Reflexionspiegel **21**, der durch den Q-Schal-

ter **23** geht. Die an dem ersten Reflexionsspiegel **21** reflektierte Grundwelle wird durch den Faltungsspiegel **24b** reflektiert und auf das Lasermedium **25** einfallen gelassen, nachdem er den Q-Schalter **23** erneut passiert hat. Die auf das Lasermedium **25** einfallende Grundwelle wird erneut auf den Wellenlängenumwandlungsabschnitt **2B** einfallen gelassen.

[0120] Wenn ein solcher Vorgang wiederholt wird, wird die Grundwelle zwischen dem ersten Reflexionsspiegel **21** und dem zweiten Reflexionsspiegel **22** mehrfach reflektiert. Dadurch wird das Laserlicht verstärkt. Gemäß der EIN/AUS-Steuerung des Q-Schalters **23** schwingt ein UV-Laser mit hoher Leistung intermittierend pulssoszillierend.

Komponenten für die Temperatureinstellung der optischen Komponenten

[0121] Um die Umwandlungseffizienz des Laserlichts durch das erste Wellenlängenumwandlungselement **26** und das zweite Wellenlängenumwandlungselement **27** sicherzustellen, ist es übrigens erforderlich, die Temperaturen des ersten Wellenlängenumwandlungselements **26** und des zweiten Wellenlängenumwandlungselements **27** in geeigneter Weise einzustellen.

[0122] Daher enthält der Laserlichtausgabeabschnitt **2** einen elementenseitigen Temperatureinstellabschnitt, der konfiguriert ist, um die Temperaturen des ersten und des zweiten Wellenlängenumwandlungselements **26** und **27** auf der Grundlage eines Steuersignals einzustellen, das von der Markierungssteuerung **100** eingegeben wird, so dass das erste und das zweite Wellenlängenumwandlungselement **26** und **27** auf einer vorbestimmten Zieltemperatur gehalten werden.

[0123] Insbesondere enthält der elementenseitige Temperatureinstellabschnitt einen ersten Temperatureinstellabschnitt **5**, der die Temperatur des ersten Wellenlängenumwandlungselements **26** einstellen kann, und einen zweiten Temperatureinstellabschnitt **6**, der die Temperatur des zweiten Wellenlängenumwandlungselements **27** einstellen kann. Sowohl der erste Temperatureinstellabschnitt **5** als auch der zweite Temperatureinstellabschnitt **6** sind an der Außenseite des Gehäuses **20** angeordnet (d.h. an der Außenseite des von dem Gehäuse **20** umgebenen Innenraums).

[0124] Der erste Temperatureinstellabschnitt **5** und der zweite Temperatureinstellabschnitt **6** sind so konfiguriert, dass sie unabhängig voneinander gesteuert werden. Das heißt, Elemente zum Einstellen der Temperatur, wie beispielsweise Peltier-Elemente, sind einzeln in dem ersten Temperatureinstellabschnitt **5** und dem zweiten Temperatureinstellabschnitt **6** vorgesehen. Separate Steuersigna-

le (wenn die Peltier-Elemente verwendet werden, können elektrische Ströme (Steuerströme)) an diese Glieder gesendet werden.

[0125] Insbesondere sind bei dieser Ausführungsform das erste Wellenlängenumwandlungselement **26** und der erste Temperatureinstellabschnitt **5** vereinheitlicht und das zweite Wellenlängenumwandlungselement **27** und der zweite Temperatureinstellabschnitt **6** vereinheitlicht. In der folgenden Erklärung wird Ersteres als „SHG-Einheit“ und letzteres als „THG-Einheit“ bezeichnet.

[0126] Es wird auch angefordert, die Temperatur des Laserlicht-Trennabschnitts **28** unter dem Gesichtspunkt des Reduzierens einer Temperaturdifferenz zwischen den ersten und zweiten Wellenlängenumwandlungselementen **26** und **27** und den ersten und zweiten Separatoren **28a** und **28c** in dem Laserlicht-Trennabschnitt **28** einzustellen.

[0127] Der Laserlichtausgabeabschnitt **2** umfasst einen Ausgangsspiegel-Temperatureinstellabschnitt **7**, der konfiguriert ist, um wenigstens die Temperatur des ersten Separators **28a** im Laserlicht-Trennabschnitt **28** einzustellen, auf der Grundlage eines Steuersignals, das von der Markierungssteuerung **100** eingegeben wird, so dass die Temperatur in einen vorbestimmten Temperaturbereich fällt, der gemäß der Zieltemperatur des ersten und des zweiten Wellenlängenumwandlungselements **26** und **27** spezifiziert ist.

[0128] Insbesondere ist bei dieser Ausführungsform der Ausgangsspiegel-Temperatureinstellabschnitt **7** so konfiguriert, dass er die Temperaturen des ersten Separators **28a**, der konkaven Linse **28b** und des zweiten Separators **28c** unter den optischen Komponenten, die den Laserlicht-Trennabschnitt **28** bilden, gemeinsam einstellen. Der Ausgangsspiegel-Temperatureinstellabschnitt **7** kann diese Temperaturen individuell einstellen.

[0129] Bei dieser Ausführungsform sind insbesondere der Laserlicht-Trennabschnitt **28** und der Ausgangsspiegel-Temperatureinstellabschnitt **7** vereinheitlicht. In der folgenden Erläuterung wird diese Einheit als „Laserlichttrenneinheit“ bezeichnet.

[0130] Die Konfigurationen der SHG-Einheit, der THG-Einheit und der Laserlichttrenneinheit werden im Folgenden der Reihe nach erläutert.

SHG-Einheit

[0131] Fig. 7 ist eine Schnittansicht, die die Konfiguration der SHG-Einheit darstellt. Wie in Fig. 7 gezeigt ist, ist die SHG-Einheit durch eine Peltier-Basis **51** konfiguriert, die auf der Basisplatte **12** gelagert ist, ein Kristallhalteelement **53**, das in Bezug auf

die Peltier-Basis **51** über eine Vielzahl von Positionierstifte (in **Fig. 7** nicht gezeigt), das erste Wellenlängenumwandlungselement **26**, das auf dem Kristallhalteelement **53** gehalten wird, und ein Kristallpresselement **54** zum Befestigen des ersten Wellenlängenumwandlungselements **26** an dem Kristallhalteelement **53**. Der erste Temperatureinstellabschnitt **5** ist zwischen der Peltier-Basis **51** und dem Kristallhalteelement **53** angeordnet. Ein Kabelbaum **56**, der mit dem ersten Temperatureinstellabschnitt **5** verbunden ist, ist von der Außenseite des Gehäuses **20** über Durchgangslöcher **51a** und **12a**, die in der Peltier-Basis **51** und der Basisplatte **12** vorgesehen sind, verbunden.

[0132] In der Erklärung, die sich auf die SHG-Einheit bezieht, ist „oben“ äquivalent zu „oben“ auf der Papieroberfläche von **Fig. 7**. Eine Oberseite, auf die hierin Bezug genommen wird, ist gleich der oben erläuterten Breitenrichtung.

[0133] Die Peltier-Basis **51** ist in einer rechteckigen Plattenform ausgebildet und an der Basisplatte **12** durch Schrauben und dergleichen befestigt. Der erste Temperatureinstellabschnitt **5**, der durch das Peltier-Element gebildet wird, ist auf der oberen Oberfläche der Peltier-Basis **51** angeordnet. Die Vielzahl von Positionierstifte sind in die obere Oberfläche der Peltier-Basis **51** eingesetzt. Das Kristallhalteelement **53** wird über die Positionierstifte getragen.

[0134] Auf diese Weise wird eine Stützstruktur über die Positionierstifte verwendet. Dies ist vorteilhaft beim Verringern einer Kontaktfläche der Peltier-Basis **51** und des Kristallhalteelements **53** und beim Verhindern einer Wärmeübertragung zwischen beiden Elementen.

[0135] Das Kristallhalteelement **53** ist in einer Plattenform mit einer kleineren Abmessung als die Peltier-Basis **51** ausgebildet und an der Peltier-Basis **51** über Positionierstifte befestigt. Ein Dichtungselement **57**, das aus einem Harz wie einem O-Ring hergestellt ist, ist zwischen der unteren Oberfläche des Kristallhalteelements **53** und der oberen Oberfläche der Peltier-Basis **51** angeordnet. Obwohl Details weggelassen sind, kann das Dichtungselement **57** in einer Form ausgebildet sein, die den ersten Temperatureinstellabschnitt **5** von einer Seite umgibt.

[0136] Ein Raum, der von der unteren Oberfläche des Kristallhalteelements **53**, der oberen Oberfläche der Peltier-Basis **51** und dem Dichtungselement **57** umgeben ist, steht mit der Außenseite des Gehäuses **20** durch das in der Basisplatte **12** vorgesehene Durchgangsloch **12a** in Verbindung. Der Raum ist von dem von dem Gehäuse **20** umgebenen Raum luftdicht isoliert, indem das Dichtungselement **57** zwischen den Räumen angeordnet ist.

[0137] Der erste Temperatureinstellabschnitt **5** ist in dem auf diese Weise isolierten Raum angeordnet. Insbesondere ist der erste Temperatureinstellabschnitt **5** gemäß dieser Ausführungsform durch ein Peltier-Element mit einer im Wesentlichen dünnen Plattenform gebildet und zwischen der oberen Oberfläche der Peltier-Basis **51** und dem Kristallhalteelement **53** angeordnet. Der Kabelbaum **56** zum Zuführen eines elektrischen Stroms zu dem Peltier-Element ist mit einer Seite des ersten Temperatureinstellabschnitts **5** verbunden. Wie oben erläutert, wird der Kabelbaum **56** über das Durchgangsloch **12a** der Basisplatte **12** nach außen herausgelassen.

[0138] Ein Temperatursensor **58** zum Erfassen der Temperatur des ersten Temperatureinstellabschnitts **5** ist in das Kristallhalteelement **53** eingesetzt. Der Temperatursensor **58** ist im Wesentlichen stabförmig und wird von der unteren Oberfläche des Kristallhalteelements **53** nach oben eingeführt. Obwohl Details weggelassen sind, werden Drähte zum Ausgeben eines Erfassungssignals durch den Temperatursensor **58** über das Durchgangsloch **12a** der Basisplatte **12** wie der mit dem ersten Temperatureinstellabschnitt **5** verbundene Kabelbaum **56** nach außen gelassen.

[0139] Das Kristallhalteelement **53** hat eine Querschnittsform, die durch seitliches Umkehren einer wesentlichen L-Form erhalten wird. Das erste Wellenlängenumwandlungselement **26** ist auf der oberen Fläche nahe einer Ecke der L-Form des Kristallhalteelements **53** angeordnet.

[0140] Das Kristallpresselement **54** ist an der oberen Oberfläche des Kristallhalteelements **53** befestigt. Das Kristallpresselement **54** und das Kristallhalteelement **53** halten das erste Wellenlängenumwandlungselement **26**.

[0141] Wenn dem ersten Temperatureinstellabschnitt **5** ein elektrischer Strom zugeführt wird, erzeugt der erste Temperatureinstellabschnitt **5** (insbesondere eine Oberfläche auf der Seite des Kristallhalteelements **53** im ersten Temperatureinstellabschnitt **5**) Wärme entsprechend der Stärke des elektrischen Stroms. Die Wärme wird über das Kristallhalteelement **53** auf das erste Wellenlängenumwandlungselement **26** übertragen. Die Temperatur des ersten Wellenlängenumwandlungselements **26** wird eingestellt, um eine vorbestimmte Zieltemperatur **T1** zu halten. Die Zieltemperatur **T1** kann gemäß dem Entwurf eines optischen Systems in geeigneter Weise geändert werden. In dieser Ausführungsform wird die Zieltemperatur **T1** innerhalb eines Bereichs von 50°C bis 100°C eingestellt.

[0142] Ein Raum, in dem der erste Temperatureinstellabschnitt **5**, der Kabelbaum **56**, der mit dem ersten Temperatureinstellabschnitt **5** verbunden ist, und der Temperatursensor **58** untergebracht sind,

ist luftdicht von dem von dem Gehäuse **20** umgebenen Raum isoliert. Selbst wenn Kunstharz oder dergleichen in diesen Komponenten verdampft und Verunreinigungen gebildet werden, kann verhindert werden, dass solche Verunreinigungen in den von dem Gehäuse **20** umgebenen Raum eindringen, d.h. in das Innere des Wellenlängenumwandlungsabschnitts **2B**. Dies ist vorteilhaft, um zu verhindern, dass die Verunreinigungen an verschiedenen optischen Komponenten wie dem ersten Wellenlängenumwandlungselement **26** und dem ersten Separator **28a** anhaften.

THG-Einheit

[0143] Fig. 8 ist eine Schnittansicht, die die Konfiguration der THG-Einheit darstellt. Die THG-Einheit ist im Wesentlichen die gleiche wie die SHG-Einheit, mit Ausnahme eines Teils der Komponenten. Das heißt, wie in Fig. 8 gezeigt, ist die THG-Einheit konfiguriert durch eine auf der Basisplatte **12** gelagerte Peltier-Basis **61**, ein Kristallhalteelement **63**, das über eine Vielzahl von Positionierstiften **62** in Bezug auf die Peltier-Basis **61** gestützt wird, das zweite Wellenlängenumwandlungselement **27**, das auf dem Kristallhalteelement **63** angeordnet ist, und ein Kristallhalteelement **64** zum Befestigen des zweiten Wellenlängenumwandlungselements **27** an dem Kristallhalteelement **63**. Der zweite Temperatureinstellabschnitt **6** ist zwischen der Peltier-Basis **61** und dem Kristallhalteelement **63** angeordnet. Ein Kabelbaum **66**, der mit dem zweiten Temperatureinstellabschnitt **6** verbunden ist, ist von der Außenseite des Gehäuses **20** über ein Durchgangsloch **61a** verbunden, das in der Peltier-Basis **61** vorgesehen ist.

[0144] Der zweite Temperatureinstellabschnitt **6** ist in dem auf diese Weise isolierten Raum angeordnet. Insbesondere ist der zweite Temperatureinstellabschnitt **6** gemäß dieser Ausführungsform durch ein im Wesentlichen dünnes plattenförmiges Peltier-Element gebildet und zwischen der oberen Oberfläche der Peltier-Basis **61** und dem Kristallhalteelement **63** angeordnet. Der Kabelbaum **66** zum Zuführen eines elektrischen Stroms zu dem Peltier-Element ist mit einer Seite des zweiten Temperatureinstellabschnitts **6** verbunden. Der Kabelbaum **66** wird über das in der Peltier-Basis **61** vorgesehene Durchgangsloch **61a** nach außen herausgelassen.

[0145] Ein Dichtungselement **67**, das aus einem Harz wie einem O-Ring hergestellt ist, ist zwischen der unteren Oberfläche des Kristallhalteelements **63** und der oberen Oberfläche der Peltier-Basis **61** angeordnet. Wie das Dichtungselement **57** in der SHG-Einheit kann das Dichtungselement **67** in einer Form ausgebildet sein, die den zweiten Temperatureinstellabschnitt **6** von einer Seite umgibt.

[0146] Ein Temperatursensor **68** zum Erfassen der Temperatur des zweiten Temperatureinstellabschnitts **6** ist in das Kristallhalteelement **63** eingesetzt. Obwohl Details weggelassen sind, werden Drähte zum Ausgeben eines Erfassungssignals durch den Temperatursensor **68** über das Durchgangsloch **61a** der Peltier-Basis **61** wie der mit dem zweiten Temperatureinstellabschnitt **6** verbundene Kabelbaum **66** nach außen herausgeführt.

[0147] Wenn dem zweiten Temperatureinstellabschnitt **6** ein elektrischer Strom zugeführt wird, erzeugt der zweite Temperatureinstellabschnitt **6** (insbesondere eine Oberfläche auf der Seite des Kristallhalteelements **63** im zweiten Temperatureinstellabschnitt **6**) Wärme entsprechend der Stärke des elektrischen Stroms. Die Wärme wird über das Kristallhalteelement **63** auf das zweite Wellenlängenumwandlungselement **27** übertragen. Die Temperatur des zweiten Wellenlängenumwandlungselements **27** wird eingestellt, um eine vorbestimmte Zieltemperatur **T2** zu halten. Die Zieltemperatur **T2** kann gemäß dem Entwurf eines optischen Systems in geeigneter Weise geändert werden. In dieser Ausführungsform ist die Zieltemperatur **T2** im Wesentlichen gleich der Zieltemperatur **T1** des ersten Wellenlängenumwandlungselements **26** eingestellt.

[0148] Ein Raum, in dem der zweite Temperatureinstellabschnitt **6**, der Kabelbaum **66**, der mit dem zweiten Temperatureinstellabschnitt **6** verbunden ist, und der Temperatursensor **68** untergebracht sind, ist luftdicht von dem von dem Gehäuse **20** umgebenen Raum isoliert. Selbst wenn Kunstharz oder dergleichen in diesen Komponenten verdampft und Verunreinigungen gebildet werden, kann verhindert werden, dass solche Verunreinigungen in den von dem Gehäuse **20** umgebenen Raum eindringen, d.h. in das Innere des Wellenlängenumwandlungsabschnitts **2B**. Dies ist vorteilhaft, um zu verhindern, dass die Verunreinigungen an verschiedenen optischen Komponenten wie dem zweiten Wellenlängenumwandlungselement **27** und dem ersten Separator **28a** anhaften.

Laserlichttrenneinheit

[0149] Fig. 9 ist eine perspektivische Ansicht, die die Konfiguration der Laserlichttrenneinheit darstellt. Fig. 10 ist eine teilweise weggelassene perspektivische Ansicht der in Fig. 9 dargestellten Konfiguration. Die Laserlichttrenneinheit, die gezeigt ist in Fig. 9 und Fig. 10, umfassen eine Separatorbasis (eine Basisplatte) **71**, die sich im Wesentlichen parallel zur Basisplatte **12** erstreckt. Der erste Separator **28a**, die konkave Linse **28b**, der zweite Separator **28c** und der Dämpfungsabschnitt **28d** werden von der Separatorbasis **71** getragen.

[0150] Die Separatorbasis, die gezeigt ist in **Fig. 9** und **Fig. 10**, ist in einer im Wesentlichen rechteckigen Plattenform ausgebildet, die sich entlang der Oben-Unten-Richtung des Gehäuses **10** erstreckt und in dem von dem Gehäuse **20** umgebenen Innenraum untergebracht ist. Die Separatorbasis **71** ist integral mit einer Innenwand **13a** versehen, die den von dem Gehäuse **20** umgebenen Innenraum trennt. Die Trennbasis **71** erstreckt sich von der einen Innenwand **13a** zur Innenseite des Innenraums.

[0151] Das heißt, wie oben erläutert, ist der Innenraum des Gehäuses **20** durch die Grundplatte **12**, den Seitenwandabschnitt **13** und den Deckelabschnitt **14** unterteilt. Die Trennbasis **71** ist an der Innenseite einer Ecke angeordnet, wo sich die eine Innenwand **13a** im Seitenwandabschnitt **13** und die andere Innenwand **13b** orthogonal zu der einen Innenwand **13a** kreuzen. Die Separatorbasis **71** erstreckt sich im Wesentlichen senkrecht von der einen Innenwand **13a** und zu einer Richtung, die im Wesentlichen parallel zur anderen Innenwand **13b** ist, während sie eine Haltung im Wesentlichen parallel zur Basisplatte **12** hält.

[0152] Ein erster Verbindungsabschnitt **71a**, der mit der einen Innenwand **13a** des Gehäuses **20** integriert ist, ist an einem Endabschnitt in der Längsrichtung der Separatorbasis **71** vorgesehen. Wie gesehen in **Fig. 9** und **Fig. 10**, erstreckt sich der erste Verbindungsabschnitt **71a** in der Längsrichtung der Separatorbasis **71** und ist schmaler als ein Teil ausgebildet, der den ersten Separator **28a**, die konkave Linse **28b**, den zweiten Separator **28c** und den Dämpfungsabschnitt **28d** tragen kann.

[0153] Andererseits ist ein zweiter Verbindungsabschnitt **71b**, der mit der anderen Innenwand **13b** des Gehäuses **20** integriert ist, an dem anderen Endabschnitt in der Längsrichtung der Trennbasis **71** vorgesehen. Wie gesehen in **Fig. 9** und **Fig. 10**, erstreckt sich der zweite Verbindungsabschnitt **71b** in der Breitenrichtung der Separatorbasis **71** und ist schmaler als der erste Verbindungsabschnitt **71a** ausgebildet.

[0154] Auf diese Weise ist die Separatorbasis **71** durch Vorsehen der Verbindungsabschnitte **71a** und **71b** an einem Ende und dem anderen Ende in der Längsrichtung so konfiguriert, dass sie integral mit den Innenwänden **13a** und **13b** gehalten wird, die das Gehäuse **20** bilden.

[0155] Eine Vielzahl von zylindrischen Positionierstiften ist zwischen der Separatorbasis **71** und der Basisplatte **12** angeordnet. Durch das Einfügen der Positionierstifte kann eine thermische Kopplung zwischen der Trennbasis **71** und der Grundplatte **12** verhindert werden.

[0156] Wie in **Fig. 10** gezeigt ist, ist in der Separatorbasis **71** ein erstes Einführloch (ein Einführloch) **72** zum Einfügen des Ausgangsspiegel-Temperatureinstellabschnitts **7** vorgesehen. Das erste Einführloch **72** erstreckt sich in einer dünnen Lochform entlang der Längsrichtung der Separatorbasis **71**. Das erste Einführloch **72** ist in der Außenfläche des Seitenwandabschnitts **13** über den ersten Verbindungsabschnitt **71a** geöffnet. Der Ausgangsspiegel-Temperatureinstellabschnitt **7** ist stabförmig ausgebildet und von der Öffnung her eingesetzt. Der Anschlussendabschnitt des ersten Einführlochs **72** erstreckt sich bis in die Nähe des anderen Endabschnitts der Trennbasis **71**. Andererseits ist der Anfangsendabschnitt des ersten Einführlochs **72** mit dem Außenraum des Gehäuses **20** verbunden.

[0157] In dieser Ausführungsform ist der Ausgangsspiegel-Temperatureinstellabschnitt **7** durch einen Heizdraht wie beispielsweise einen Nichromdraht konfiguriert und in das erste Einführloch **72** eingesetzt. Der Ausgangsspiegel-Temperatureinstellabschnitt **7** erzeugt Wärme gemäß einem von außen zugeführten elektrischen Strom.

[0158] Wie in **Fig. 10** gezeigt, ist in der Trennbasis **71** auch ein zweites Einführloch **73** zum Einführen des Temperatursensors **75** vorgesehen. Wie das erste Einführloch **72** erstreckt sich das zweite Einführloch **73** in einer dünnen Lochform entlang der Längsrichtung der Separatorbasis **71**. Das zweite Einführloch **73** ist in der Außenfläche des Seitenwandabschnitts **13** über den ersten Verbindungsabschnitt **71a** geöffnet. Der Terminalendabschnitt des zweiten Einführlochs **73** erstreckt sich im Wesentlichen zur Mitte in der Längsrichtung der Separatorbasis **71**. Andererseits ist der Anfangsendabschnitt des zweiten Einführlochs **73** mit dem Außenraum des Gehäuses **20** verbunden.

[0159] In dieser Ausführungsform ist der Temperatursensor **75** in einer länglichen Stangenform ausgebildet und in das zweite Einführloch **73** eingesetzt. Der Temperatursensor **75** gibt ein Erfassungssignal aus, das ein Erfassungsergebnis des Temperatursensors **75** anzeigt.

[0160] Wenn dem Ausgangsspiegel-Temperatureinstellabschnitt **7** ein elektrischer Strom zugeführt wird, erzeugt der Ausgangsspiegel-Temperatureinstellabschnitt **7** Wärme entsprechend der Größe des elektrischen Stroms. Die Wärme wird an den ersten Separator **28a**, die konkave Linse **28b**, den zweiten Separator **28c** und den Dämpfungsabschnitt **28d** über die Separatorbasis **71** übertragen. Die Temperaturen der optischen Komponenten werden so eingestellt, dass sie in einen vorbestimmten Temperaturbereich **T3** fallen.

[0161] Der Temperaturbereich **T3**, der als Regelungsziel in dem Ausgangsspiegel-Temperatureinstellabschnitt **7** eingestellt ist, wird gemäß den Zieltemperaturen **T1** und **T2** in den ersten und zweiten Temperatureinstellabschnitten **5** und **6** spezifiziert. Wenn die Zieltemperaturen **T1** und **T2** gleich eingestellt sind, muss der Temperaturbereich **T3** nur in einem Bereich von wünschenswerterweise $\pm 10^{\circ}\text{C}$ und bevorzugter von $\pm 5^{\circ}\text{C}$ in Bezug auf die Zieltemperatur **T1** eingestellt werden.

Verhinderung einer Verringerung
der Ausgangsleistung von Laserlicht
(der Laserlichtausgabeabschnitt **2**)

[0162] Im Hinblick auf die Verhinderung einer Verringerung der Ausgangsleistung von Laserlicht ist es im Allgemeinen erforderlich, zu verhindern, dass Verunreinigungen an verschiedenen optischen Komponenten haften. Wie gezeigt in **Fig. 11** bis **Fig. 12** sammeln sich solche Verunreinigungen im Laserlicht gemäß einem sogenannten optischen Staubsammeleffekt. Die Verunreinigungen (Kontaminationen) haften wahrscheinlich an optischen Komponenten, die auf der optischen Achse des Laserlichts angeordnet sind, und koagulieren. Infolgedessen treten ein Übertragungsverlust und ein Reflexionsverlust des Laserlichts auf. Folglich ist es wahrscheinlich, dass ein Leistungsabfall verursacht wird.

[0163] Andererseits ist bei dieser Ausführungsform, wie gezeigt in **Fig. 5** und **Fig. 6**, der Wellenlängenumwandlungsabschnitt **2B**, der durch Unterbringen des ersten und des zweiten Wellenlängenumwandlungselements **26** und **27** konfiguriert ist, getrennt von dem Q-Schalter-Gehäuseabschnitt **2A** vorgesehen, der durch Unterbringen des Q-Schalters **23** konfiguriert ist. Der Resonator zum Verstärken von Laserlicht wird durch den ersten Reflexionsspiegel **21** konfiguriert, der in dem Q-Schalter-Gehäuseabschnitt **2A** untergebracht ist, und den zweiten Reflexionsspiegel **22**, der in dem Wellenlängenumwandlungsabschnitt **2B** untergebracht ist. Der Wellenlängenumwandlungsabschnitt **2B** umfasst den Innenraum unabhängig von dem Q-Schalter-Gehäuseabschnitt **2A** und kann das erste und das zweite Wellenlängenumwandlungselement **26** und **27** luftdicht verschließen. Selbst wenn im Q-Schalter **23** gebildete Verunreinigungen an die Luft im Inneren des Gehäuses **10** abgegeben werden, kann daher verhindert werden, dass die Verunreinigungen an den ersten und zweiten Wellenlängenumwandlungselementen **26** und **27** anhaften. Folglich kann eine Abnahme des Ausgangslichts des Laserlichts verhindert werden.

[0164] Wie in **Fig. 9** gezeigt, ist es nicht nur möglich, die Temperaturen der ersten und zweiten Wellenlängenumwandlungselemente **26** und **27** einzustellen, sondern auch die Temperatur des ersten Separators

28a, der als Ausgangsspiegel dient. Durch Spezifizieren des Temperaturbereichs **T3**, auf den der erste Separator **28a** gemäß den Zieltemperaturen **T1** und **T2** des ersten und des zweiten Wellenlängenumwandlungselements **26** und **27** gerichtet ist, kann eine Temperaturdifferenz zwischen den Wellenlängenumwandlungselementen **26** und **27** und dem ersten Separator **28a** reduziert sein. Folglich kann verhindert werden, dass Verunreinigungen an dem ersten Separator **28a** anhaften, und eine Abnahme des Ausgangslichts des Laserlichts kann verhindert werden.

Änderungen im Zusammenhang mit der
Verhinderung einer Leistungsabnahme

[0165] In der Ausführungsform sind der erste Separator **28a**, der als Ausgangsspiegel dient, und der erste und der zweite Reflexionsspiegel **21** und **22** als separate optische Komponenten konfiguriert. Der erste Separator **28a** und der erste und der zweite Reflexionsspiegel **21** und **22** sind jedoch nicht auf die Konfiguration beschränkt. Beispielsweise kann einer der ersten und zweiten Reflexionsspiegel **21** und **22** als Halbspiegel konfiguriert sein, der die dritte Harmonische überträgt.

[0166] Die Konfiguration des Resonators ist nicht auf den Intra-Cavity-Typ beschränkt (der Typ, bei dem das Wellenlängenumwandlungselement im Inneren des Resonators angeordnet ist). Wenn beispielsweise der erste Reflexionsspiegel **21** in dem Wellenlängenumwandlungsabschnitt **2B** angeordnet ist, kann der Resonator auch in einem Typ mit einem zusätzlichen Hohlraum konfiguriert sein (einem Typ, bei dem das Wellenlängenumwandlungselement außerhalb des Resonators angeordnet ist).

Änderung der Konfiguration in Bezug auf die
Temperatureinstellung der optischen Komponenten

[0167] In dieser Ausführungsform ist die Konfiguration dargestellt, die den ersten und den zweiten Temperatureinstellabschnitt **5** und **6** und den Ausgangsspiegeltemperatureinstellabschnitt **7** umfasst. Der Laserlichtausgabeabschnitt **2** ist jedoch nicht auf diese Konfiguration beschränkt. Zum Beispiel kann der Laserlichtausgabeabschnitt **2** einen dritten Temperatureinstellabschnitt aufweisen, der konfiguriert ist, um auf der Grundlage eines Steuersignals von dem Steuerabschnitt **101** die Temperatur des Strahlauweiters **29** so einzustellen, dass sie in einen vorgegebenen Temperaturbereich **T4** entsprechend der Zieltemperatur **T1** fällt. Wie der Temperaturbereich **T3**, der sich auf den Ausgangsspiegel-Temperatureinstellabschnitt **7** bezieht, muss der Temperaturbereich **T4** nur auf einen Bereich von wünschenswerterweise $\pm 10^{\circ}\text{C}$ und noch besser $\pm 5^{\circ}\text{C}$ in Bezug auf die Zieltemperatur **T1** eingestellt werden.

Laserlichtführungsabschnitt 3

[0168] Der Laserlichtführungsabschnitt 3 ist konfiguriert, um Laserlicht (UV-Laserlicht), das von dem Laserlichtausgabeabschnitt 2 emittiert wird, zu biegen und einen optischen Pfad zum Leiten des Laserlichts zu dem Laserlichtabstastabschnitt 4 zu bilden.

[0169] Fig. 13 ist eine Vorderansicht, die einen Zustand darstellt, in dem eine äußere Abdeckung 17 (vgl. 2 bis 4) auf der Vorderflächenseite vom Markierungskopf 1 gelöst ist. Fig. 14 ist eine perspektivische Vorderansicht einer in Fig. 13 dargestellten Konfiguration. Fig. 15 ist eine teilweise weggelassene Ansicht der in Fig. 13 dargestellten Konfiguration. Fig. 16 ist ein Diagramm, das einen Zustand darstellt, in dem die Z-Kammerabdeckung 31 vom Markierungskopf 1 abgenommen ist. Fig. 17 ist eine Querschnittsansicht, die die Konfiguration um die Führungslichtquelle (die Führungslichtemissionsvorrichtung) 35 herum darstellt. Fig. 18 ist ein Diagramm, das einen Längsschnitt des Laserlichtführungsabschnitts 3 darstellt.

[0170] Der Laserlichtführungsabschnitt 3 umfasst die Z-Kammer (einen abgedichteten Raum) Sz zum Abdichten der optischen Komponenten wie der ersten und zweiten Biegungsspiegel 32 und 34, des Z-Abtasters 33 und dergleichen. Die Z-Kammer Sz ist durch den oben erläuterten Trennabschnitt 11 und die Z-Kammerabdeckung 31 konfiguriert, wie gezeigt in Fig. 13 bis Fig. 15. Die Z-Kammer Sz ist über den oben erläuterten Ausgangsfensterabschnitt 16 optisch mit dem Wellenlängenumwandlungsabschnitt 2B in dem Laserlichtausgabeabschnitt 2 gekoppelt.

[0171] Insbesondere ist die Z-Kammerabdeckung 31 in einer flachen Kastenform ausgebildet, die zum Trennabschnitt 11 hin geöffnet ist. Die Z-Kammerabdeckung 31 ist in einer Form ausgebildet, um zu bewirken, dass die Z-Kammerabdeckung 31 an dem Trennabschnitt 11 haftet, um Komponenten zu umgeben, wobei das Anhaften von Verunreinigungen vermieden werden sollte, wie etwa der erste Biegungsspiegel 32, der Z-Abtaster 33 und der zweite Umlenkspiegel 34 in Verbindung mit dem Trennabschnitt 11.

[0172] Ein Transmissionsfensterabschnitt, der zum Übertragen von vorbestimmtem Licht konfiguriert ist, ist in einem Seitenwandabschnitt der Z-Kammerabdeckung 31 vorgesehen. Auf der Innenseite der Z-Kammer Sz ist eine optische Komponente angeordnet, die bewirkt, dass sich ein optischer Pfad des von dem Laserlicht-Ausgangsabschnitt 2 emittierten UV-Laserlichts und ein optischer Pfad des durch den Transmissionsfensterabschnitt übertragenen durchgelassenen Lichts kreuzen.

[0173] Andererseits sind sowohl die Führungslichtquelle (eine Führungslichtemissionsvorrichtung) 35,

die Führungslicht zum Sichtbarmachen einer Abtastposition des UV-Laserlichts emittieren kann, als auch die Kamera (eine Bildgebungs Vorrichtung) 36 zum Abbilden des Werkstücks W auf der Außenseite der Z-Kammer Sz angeordnet. Die Führungslichtquelle 35 sendet das Führungslicht in Richtung des Transmissionsfensterabschnitts (einen ersten Transmissionsfensterabschnitt 31c). Die Kamera 36 empfängt Licht zum Abbilden des Werkstücks W über den Transmissionsfensterabschnitt (einen zweiten Transmissionsfensterabschnitt 31d). Das heißt, die Kamera 36 ist so angeordnet, dass eine Bildgebungsachse (eine Lichtempfangsachse) der Kamera 36 durch den zweiten Umlenkspiegel 34 koaxial zur optischen Achse des UV-Laserlichts ausgebildet ist.

[0174] Komponenten, die sich auf den Laserlichtführungsabschnitt 3 beziehen, werden im Folgenden der Reihe nach erläutert.

Führungslichtquelle 35

[0175] Die Führungslichtquelle 35 ist an der Außenseite der Z-Kammer Sz angeordnet. Die Führungslichtquelle 35 sendet Führungslicht in Richtung des ersten Transmissionsfensterabschnitts 31c, was den Transmissionsfensterabschnitt konfigurieren kann. Der erste Transmissionsfensterabschnitt 31c ist im Wesentlichen auf der gleichen Höhe wie der Ausgangsfensterabschnitt 16 und der erste Umlenkspiegel 32 angeordnet und befindet sich etwas oberhalb der Mitte in der Oben-Unten-Richtung des Gehäuses 10.

[0176] Die Führungslichtquelle 35 ist im Wesentlichen auf der gleichen Höhe wie ein derartiger erster Transmissionsfensterabschnitt 31c angeordnet, wie in Fig. 15 gezeigt, und dergleichen. Die Führungslichtquelle 35 strahlt in Breitenrichtung des Gehäuses 10 nach innen gerichtetes Licht aus. Die optische Achse des Führungslichts kreuzt sowohl den ersten Transmissionsfensterabschnitt 31c als auch den ersten Umlenkspiegel 32.

[0177] Wenn daher Führungslicht von der Führungslichtquelle 35 emittiert wird, um eine Abtastposition des UV-Laserlichts sichtbar zu machen, erreicht das Führungslicht den ersten Transmissionsfensterabschnitt 31c. Der erste Transmissionsfensterabschnitt 31c überträgt das Führungslicht und leitet das Führungslicht als durchgelassenes Licht zu dem ersten Umlenkspiegel 32. Ein durch das durchgelassene Licht gebildeter optischer Weg wird durch den ersten Umlenkspiegel 32 übertragen, um dadurch einen optischen Weg des UV-Laserlichts zu verbinden, das an dem ersten Umlenkspiegel 32 reflektiert wird.

[0178] Obwohl Details weggelassen werden. Eine mit der Führungslichtquelle 35 verbundene Leiter-

platte ist ebenso wie die Führungslichtquelle **35** auf der Außenseite der Z-Kammer Sz angeordnet.

Erster Umlenkspiegel 32

[0179] In dieser Ausführungsform ist der erste Umlenkspiegel **32**, der eine optische Komponente (eine erste optische Komponente) konfigurieren kann, auf der Innenseite der Z-Kammer Sz angeordnet und aus einem ersten Spiegel **32a** und einem zweiten Spiegel **32b** konfiguriert, wie gezeigt in **Fig. 16** und **Fig. 17**.

[0180] Der erste Spiegel **32a** ist so konfiguriert, dass er eines von dem Führungslicht, das von der Führungslichtquelle **35** emittiert wird, und dem UV-Laserlicht, das von dem Laserlichtausgabeabschnitt **2** ausgegeben wird, durchlässt und das andere reflektiert, um dadurch zu bewirken, dass sich die optischen Wege des Führungslichts und des UV-Laserlichts kreuzen.

[0181] Insbesondere ist der erste Spiegel **32a** als sogenannter Halbspiegel konfiguriert. Der erste Spiegel **32a** ist in einer Position fixiert, zum Senden, von einer Oberflächenseite, von Führungslicht, das von der Führungslichtquelle **35** ausgesandt und durch den ersten Transmissionsfensterabschnitt **31c** übertragen wird, und zum Reflektieren, mit der anderen Oberfläche auf der gegenüberliegenden Seite der einen Oberfläche, durch die das Führungslicht gesendet wird, von UV-Laserlicht, das über den Ausgangsfensterabschnitt **16** einfallen gelassen wird (insbesondere UV-Laserlicht, das sich in der Richtung von vorne nach hinten in Richtung der Vorderseite ausbreitet und als erste Richtung dient).

[0182] Folglich verbinden sich ein optischer Weg des durch den ersten Spiegel **32a** durchgelassenen Führungslichts und ein optischer Weg des durch den ersten Spiegel **32a** reflektierten UV-Laserlichts. Beide optischen Wege erreichen den zweiten Spiegel **32b**.

[0183] Der zweite Spiegel **32b** ist konfiguriert, um den optischen Weg des UV-Laserlichts umzuleiten, um dadurch den optischen Weg entlang einer zweiten Richtung (in diesem Beispiel im Wesentlichen gleich der Oben-Unten-Richtung) im Wesentlichen orthogonal zu der ersten Richtung auszudehnen.

[0184] Das UV-Laserlicht und das durch den zweiten Spiegel **32b** umgelenkte Führungslicht breiten sich nach unten aus (im Detail abwärts in der Oben-Unten-Richtung des Gehäuses **10**), um durch den Z-Abtaster **33** den zweiten Umlenkspiegel **34** zu erreichen.

Z-Abtaster 33

[0185] Ein Fokuseinstellmechanismus zum Einstellen einer Brennweite eines UV-Laserlichts, das von dem Laserlichtausgabeabschnitt **2** ausgegeben wird,

kann auf der Innenseite der Z-Kammer Sz angeordnet sein. Als ein derartiger Fokuseinstellmechanismus ist bei dieser Ausführungsform der Z-Abtaster **33**, der gezeigt ist in **Fig. 16** und **Fig. 18** vorgesehen.

[0186] Insbesondere ist der Z-Abtaster **33** auf halbem Weg in einem optischen Weg vorgesehen, der vom ersten Umlenkspiegel **32** zum zweiten Umlenkspiegel **34** führt (im Detail nahe der Mitte in der Oben-Unten-Richtung des Gehäuses **10**). Der Z-Abtaster **33** kann die Brennweite des UV-Laserlichts einstellen.

[0187] Der optische Weg, der von dem ersten Umlenkspiegel **32** zu dem zweiten Umlenkspiegel **34** führt, breitet auch das von der Führungslichtquelle **35** emittierte Führungslicht aus. Durch Betreiben des Z-Abtasters **33** kann daher nicht nur die Brennweite des UV-Laserlichts, sondern auch die Brennweite des Führungslichts eingestellt werden.

Kamera 36

[0188] Die Kamera **36** ist wie die Führungslichtquelle **35** an der Außenseite der Z-Kammer Sz angeordnet. Die Kamera **36** empfängt Licht, das durch den zweiten Transmissionsfensterabschnitt **31d** übertragen wird, der den Transmissionsfensterabschnitt konfigurieren kann. Wie in **Fig. 18** gezeigt ist, ist der zweite Transmissionsfensterabschnitt **31d** im Wesentlichen auf der gleichen Höhe wie der zweite Umlenkspiegel **34** angeordnet und befindet sich etwas unter der Mitte in der Oben-Unten-Richtung des Gehäuses **10**.

[0189] Wie gezeigt in **Fig. 13** bis **Fig. 15** und dergleichen ist die Kamera **36** im Wesentlichen auf der gleichen Höhe wie ein solcher zweiter Transmissionsfensterabschnitt **31d** angeordnet. Wie oben erläutert, empfängt die Kamera **36** Licht, das durch den zweiten Transmissionsfensterabschnitt **31d** übertragen wird. Im Detail ist das Licht reflektiertes Licht, das auf den Laserlichtführungsabschnitt **3** von dem Laserlichtabstastabschnitt **4** einfällt. Das Licht breitet sich zur Vorderseite in Längsrichtung des Gehäuses **10** aus und wird der Reihe nach durch den zweiten Umlenkspiegel **34** und den zweiten Transmissionsfensterabschnitt **31d** übertragen. Danach wird das Licht von einem Klappspiegel für die Kamera **37** reflektiert. Das reflektierte Licht breitet sich in Breitenrichtung des Gehäuses **10** zur anderen Seite hin aus, um die Kamera **36** zu erreichen. Die optische Achse des reflektierten Lichts kreuzt sowohl den zweiten Transmissionsfensterabschnitt **31d** als auch den zweiten Umlenkspiegel **34**.

[0190] Das heißt, wenn reflektiertes Licht, das an einem Druckpunkt des Werkstücks W reflektiert wird, durch den zweiten Umlenkspiegel **34** zum Erreichen des zweiten Transmissionsfensterabschnitts **31d** übertragen wird, überträgt der zweite Transmis-

sionsfensterabschnitt **31d** das reflektierte Licht und leitet das reflektierte Licht als durchgelassenes Licht zu dem Klappspiegel für die Kamera **37**. Ein durch das durchgelassene Licht gebildeter optischer Weg wird durch den zweiten Umlenkspiegel **34** übertragen, um dadurch die optischen Wege des UV-Laserlichts und des vom zweiten Umlenkspiegel **34** reflektierten Führungslichts zu kreuzen.

[0191] Obwohl Details weggelassen sind, ist eine mit der Kamera **36** verbundene Leiterplatte ebenso wie die Kamera **36** an der Außenseite der Z-Kammer Sz angeordnet.

Zweiter Umlenkspiegel 34

[0192] In dieser Ausführungsform ist der zweite Umlenkspiegel **34**, der eine optische Komponente (eine zweite optische Komponente) konfigurieren kann, auf der Innenseite der Z-Kammer Sz angeordnet, wie der erste Umlenkspiegel **32** und ist konfiguriert, um von der Kamera **36** empfangenes Licht oder von dem Laserlichtausgabeabschnitt **2** ausgegebenes UV-Laserlicht zu übertragen und das andere zu reflektieren, um dadurch zu bewirken, dass sich optische Wege des Lichts und des UV-Laserlichts kreuzen.

[0193] Insbesondere ist der zweite Umlenkspiegel **34** als sogenannter Halbspiegel konfiguriert und ist konfiguriert, um von der Kamera **36** empfangenes Licht zu übertragen und UV-Laserlicht zu reflektieren und von dem ersten Biegespiegel **32** reflektiertes und durch den Z-Scanner **33** getretenes Licht zu leiten.

[0194] Folglich kreuzen sich, wie oben erläutert, ein optischer Weg des durch den zweiten Umlenkspiegel **34** durchgelassenen Lichts und ein optischer Weg des UV-Laserlichts und des von dem zweiten Umlenkspiegel **34** reflektierten Führungslichts.

[0195] Ferner biegt der zweite Umlenkspiegel **34** in dieser Ausführungsform einen optischen Weg, der durch den ersten Umlenkspiegel **32** erneut gebogen wird, um dadurch den optischen Weg in Vorne-Hinten-Richtung zur Rückseite zu lenken.

[0196] Im Detail, wie gezeigt in **Fig. 16** und **Fig. 18** und dergleichen, ist der zweite Umlenkspiegel **34** in einer Stellung fixiert, wobei eine Reflexionsfläche des zweiten Umlenkspiegels **34** schräg nach hinten aufwärts gerichtet ist und von dem oberen Ende nach hinten zur Unterseite des zweiten Umlenkspiegels **34** hin geneigt ist. Wenn daher das nach unten gerichtete Laserlicht von dem zweiten Umlenkspiegel **34** reflektiert wird, wird die Ausbreitungsrichtung des Laserlichts nach hinten gerichtet.

[0197] Das UV-Laserlicht und das Führungslicht, die in dem zweiten Umlenkspiegel **34** zusammengefügt sind, breiten sich auf diese Weise nach hinten aus,

um dadurch vom zweiten Raum **S2** über einen stromabwärtigen Fensterabschnitt **11b**, der in dem Trennabschnitt **11** vorgesehen ist, in den ersten Raum **S1** einfallen zu lassen. Das UV-Laserlicht und das Führungslicht gelangen vom Laserlichtführungsabschnitt **3** zum Laserlichtabtabstabschnitt **4**.

Trockenmittel Dm

[0198] Wie in **Fig. 18** gezeigt ist, ist eine Gehäusekammer Sdz an der Innenseite der Z-Kammer Sz vorgesehen. In der Gehäusekammer Sdz ist ein Trockenmittel untergebracht. Obwohl auf Details verzichtet wird, kommuniziert die Gehäusekammer Sdz mit der Z-Kammer Sz. Feuchtigkeit kann aus der Z-Kammer Sz durch das in der Gehäusekammer Sdz untergebrachte Trocknungsmittel entfernt werden.

Verhinderung einer Verringerung der Ausgangsleistung von Laserlicht (der Laserlichtausgabeabschnitt 2)

[0199] Wie gezeigt in **Fig. 13** und **Fig. 16** und dergleichen, werden optische Komponenten mit Sorge um einen Übertragungsverlust und einen Reflexionsverlust von Laserlicht, wie beispielsweise der erste und der zweite Umlenkspiegel **32** und **34**, in der Z-Kammer Sz im luftdichten Zustand untergebracht. Andererseits sind die Führungslichtquelle **35** und die Kamera **36** mit Sorge um die Bildung von Verunreinigungen an der Außenseite der Z-Kammer Sz angeordnet. Selbst wenn Verunreinigungen in der Führungslichtquelle **35** und der Kamera **36** gebildet werden, kann bei einer derartigen Konfiguration ein Anhaften der Verunreinigungen an den optischen Komponenten verhindert werden. Folglich kann eine Abnahme des Ausgangslichts des Laserlichts verhindert werden.

[0200] Im Allgemeinen wird ein sogenannter optischer Staubsammeleffekt auffälliger, wenn die Wellenlänge des Laserlichts kürzer ist. Wenn der optische Staubsammeleffekt auffällig wird, steigt die Sorge um das Anhaften von Verunreinigungen an optischen Komponenten. In Anbetracht dieser Besorgnis ist es beim Verhindern einer Ausgangsabnahme des Laserlichts besonders effektiv, diese Konfiguration auf eine Vorrichtung anzuwenden, die UV-Laserlicht emittieren kann, wie beispielsweise die hierin offenbarte Laserbearbeitungsvorrichtung **L**.

Modifikationen des Laserlichtführungsabschnitts 3

[0201] In der Ausführungsform sind der erste Umlenkspiegel **32**, der Z-Abtaster **33** und der zweite Umlenkspiegel **34** innerhalb der Z-Kammer Sz angeordnet. Die Führungslichtquelle **35** und die Kamera **36** sind außerhalb der Z-Kammer Sz angeordnet. Der Laserlichtführungsabschnitt **3** ist jedoch nicht auf diese Konfiguration beschränkt.

[0202] Fig. 19 ist ein Diagramm, das eine erste bis dritte Modifikation des Laserlichtführungsabschnitts 3 zeigt. Wie in Fig. 19 gezeigt, kann der Z-Abtaster 33 weggelassen werden (eine erste Modifikation), die Führungslichtquelle 35 kann weggelassen werden (eine zweite Modifikation) und die Kamera 36 kann weggelassen werden (eine dritte Modifikation).

[0203] Die Konfiguration der optischen Pfade in dem Laserlichtführungsabschnitt 3 kann auch entsprechend geändert werden. Fig. 20 ist ein Diagramm, das eine vierte Modifikation des Laserlichtführungsabschnitts 3 zeigt. Wie in Fig. 20 gezeigt, können der erste und der zweite Umlenkspiegel 32 und 34 so konfiguriert sein, dass sie von dem Laserlichtausgabeabschnitt 2 emittiertes Laserlicht übertragen und von der Führungslichtquelle 35 emittiertes Licht und in der Kamera 36 empfangenes Licht reflektieren. Ferner können in der vierten Modifikation zum Beispiel die Führungslichtquelle 35 und der erste Umlenkspiegel 32 weggelassen werden und die Kamera 36 und der zweite Umlenkspiegel 34 können weggelassen werden.

Laserlichtabtastabschnitt 4

[0204] Der Laserlichtabtastabschnitt 4 ist so konfiguriert, dass er auf der Oberfläche des Werkstücks W Laserlicht (UV-Laserlicht), das von dem Laserlichtausgabeabschnitt 2 emittiert und von dem Laserlichtführungsabschnitt 3 geführt wird, zweidimensional abtastet.

[0205] Fig. 21 und Fig. 22 sind perspektivische Ansichten, die das Äußere des Laserlichtabtastabschnitts 4 darstellen. Fig. 23 ist eine Unteransicht der in Fig. 22 dargestellten Konfiguration. Fig. 24 ist eine Längsschnittansicht, die die Konfiguration eines X-Abtasters 8 darstellt. Fig. 25 ist eine Längsschnittansicht, die die Konfiguration eines Y-Scanners 9 darstellt.

[0206] In einem Beispiel, gezeigt in Fig. 21 bis Fig. 25, ist der Laserlichtabtastabschnitt 4 als Galvano-Abtaster eines sogenannten Zweiachsen-Typs (einer X-Achse und einer Y-Achse) konfiguriert. Das heißt, der Laserlicht-Abtastabschnitt 4 enthält einen X-Abtaster 8 zum Abtasten von Laserlicht in einer X-Richtung, einen Y-Abtaster 9 zum Abtasten des Laserlichts in einer Y-Richtung und ein Abtastergehäuse (ein Gehäuseelement) 40 zum Aufnehmen sowohl eines ersten Abtasterspiegels (nachstehend einfach als „X-Spiegel“ bezeichnet) 81 für den X-Abtaster 8 als auch einen zweiten Abtasterspiegel (im Folgenden einfach als „Y-Spiegel“ bezeichnet) 91 für den Y-Abtaster 9.

[0207] Eine Abtasterkammer Sxy zum Aufnehmen des X-Spiegels 81 und des Y-Spiegels 91 ist durch das Abtastergehäuse 40 und die innere Bodenflä-

che des Gehäuses 10 konfiguriert. Die Abtasterkammer Sxy ist optisch mit dem stromabwärtigen Endabschnitt des Laserlichtführungsabschnitts 3 (insbesondere der stromabwärtsseitige Fensterabschnitt 11b, der oben erläutert wurde) über einen Einfallsfensterabschnitt 41, der auf einer Seite des Abtastergehäuses 40 vorgesehen ist gekoppelt. Die Abtasterkammer Sxy ist über einen im Boden des Abtastergehäuses 40 vorgesehenen Öffnungsabschnitt 43 mit dem im Boden des Gehäuses 10 vorgesehenen Emissionsfensterabschnitt 19 und einem Raum außerhalb des Gehäuses 10 optisch gekoppelt.

[0208] Daher wie in Fig. 23 durch einen schwarzen Pfeil angezeigt, wenn UV-Laserlicht von dem Einfallsfensterabschnitt 41 in das Innere der Abtasterkammer Sxy einfällt, wird das UV-Laserlicht von dem X-Spiegel 81 und dem Y-Spiegel 91 reflektiert (in diesem Beispiel von dem Y-Spiegel 91 reflektiert, nachdem es von dem X-Spiegel 81 reflektiert wurde) und von der Öffnung zur Außenseite der Abtasterkammer Sxy von dem Öffnungsabschnitt 43 emittiert.

[0209] Zu diesem Zeitpunkt kann das UV-Laserlicht beispielsweise auf der Oberfläche des Werkstücks W zweidimensional abgetastet werden, indem der X-Spiegel 81 und der Y-Spiegel 91 betätigt werden, um die von den Spiegeln und dem UV-Laserlicht gebildeten Winkel einzustellen.

[0210] Um das Reflexionsvermögen des Laserlichts durch den X-Spiegel 81 und den Y-Spiegel 91 aufrechtzuerhalten, ist es erforderlich, die Luftdichtheit der Abtasterkammer Sxy aufrechtzuerhalten und zu verhindern, dass Verunreinigungen in die Kammer eindringen.

[0211] Um eine Streuung des UV-Laserlichts aufgrund von Taukondensation zu verhindern, ist es auch erforderlich, Feuchtigkeit aus der Abtasterkammer Sxy zu entfernen.

[0212] Daher ist der Laserlichtabtastabschnitt 4 gemäß dieser Ausführungsform so konfiguriert, dass er die oben beschriebenen Anforderungen erfüllt, indem er eine tragende Struktur für den X-Abtaster 8 und den Y-Abtaster 9 vorsieht und das Trockenmittel Dm auf der Innenseite oder Außenseite der Abtasterkammer Sxy angeordnet wird.

[0213] Komponenten, die sich auf den Laserlichtabtastabschnitt 4 beziehen, werden unter Bezugnahme auf eine Korrespondenzbeziehung mit den Anforderungen erläutert.

Abtastergehäuse 40

[0214] In dieser Ausführungsform ist das Abtastergehäuse 40 in einer im Wesentlichen kubischen Kastenform ausgebildet. Wie gezeigt in Fig. 4 und Fig. 21

und dergleichen, kann das Abtastergehäuse **40** in dem ersten Raum **S1** um eine Ecke angeordnet sein, wo sich die untere Oberfläche des Gehäuses **10** und der Trennabschnitt **11** kreuzen. Oberflächen des Abtastergehäuses **40** sind so konfiguriert, dass sie verschiedene Funktionen ausüben, um den X-Abtaster **8** zu halten und UV-Laserlicht zu emittieren.

[0215] Das heißt, die obere Oberfläche des Abtastergehäuses **40** bildet einen ersten Halteabschnitt (einen Halteabschnitt) **40a** mit einer Öffnung, in die ein erster Antriebsmotor **82**, der den X-Abtaster **8** konfiguriert, eingesetzt werden kann. Der erste Halteabschnitt **40a** hält die Außenumfangsfläche des eingesetzten ersten Antriebsmotors **82** (siehe **Fig. 24**).

[0216] Andererseits bildet die Rückseite des Abtastergehäuses **40** einen zweiten Halteabschnitt (einen Halteabschnitt) **40b** mit einer Öffnung, in die ein zweiter Antriebsmotor **92**, der den Y-Abtaster **9** konfiguriert, eingesetzt werden kann. Der zweite Halteabschnitt **40b** hält die Außenumfangsfläche des eingesetzten zweiten Antriebsmotors **92**.

[0217] Die Vorderfläche (eine Fläche auf der linken Seite der Papierfläche in **Fig. 22**) des Abtastergehäuses **40** konfiguriert den Einfallsfensterabschnitt **41**, der oben erläutert wurde. Laserlicht, das von dem Laserlichtausgabeabschnitt **2** emittiert wird und durch den Laserlichtführungsabschnitt **3** hindurchtritt, kann in das Innere der Abtasterkammer Sxy einfallen.

[0218] Die Unterseite des Abtastergehäuses **40** enthält den oben erläuterten Öffnungsabschnitt **43**. Der Öffnungsabschnitt **43**, ein Öffnungsabschnitt (ein gehäuseseitiger Emissionsabschnitt) **19a**, der im Boden des Gehäuses **10** vorgesehen ist, und ein durchlässiges Element **19b**, das in den Öffnungsabschnitt **19a** passt und Laserlicht durchlassen kann, bilden den Emissionsfensterabschnitt **19** (siehe **Fig. 24** und **Fig. 25**). Der Emissionsfensterabschnitt **19** kann UV-Laserlicht emittieren lassen, das durch den Einfallsfensterabschnitt **41** zur Außenseite des Gehäuses **10** fällt.

[0219] Die an der Innenseite des Abtastergehäuses **40** konfigurierte Abtasterkammer Sxy ist von dem ersten Halteabschnitt **40a**, dem zweiten Halteabschnitt **40b**, dem Einfallsfensterabschnitt **41** und dem oben erläuterten Emissionsfensterabschnitt **19** umgeben und abgedichtet. Der X-Spiegel **81** und der Y-Spiegel **91**, die oben erläutert wurden, können in der Abtasterkammer Sxy untergebracht sein.

[0220] Eine Oberfläche der Vorderseite der Papieroberfläche in **Fig. 22** der anderen zwei Oberflächen, die das Abtastergehäuse **40** bilden, konfiguriert einen Durchstechabschnitt zum Trocknen **42**. Der Durchstechabschnitt zum Trocknen **42** umfasst ein Durchgangsloch **42a** zum Trocknen der Abtasterkammer

Sxy mit dem Trocknungsmittel Dm. Der Durchstechabschnitt zum Trocknen **42**, der erste Halteabschnitt **40a**, der zweite Halteabschnitt **40b**, der Einfallsfensterabschnitt **41** und der Emissionsfensterabschnitt **19** umgeben und verschließen die Abtasterkammer Sxy.

[0221] Wie nachstehend ausführlich erläutert, kann das hierin offenbarte Trockenmittel Dm an der Innenseite der Abtasterkammer Sxy oder an der Innenseite einer Gehäusekammer Sd angeordnet sein, die mit der Abtasterkammer Sxy in Verbindung steht, die unten detailliert erläutert wird.

X-Abtaster 8

[0222] Der X-Abtaster **8** umfasst den X-Spiegel **81** zum Abtasten von UV-Laserlicht in der X-Richtung (der ersten Richtung), die die optische Achse des UV-Laserlichts auf der Oberfläche des Werkstücks W kreuzt, den ersten Antriebsmotor **82**, der konfiguriert ist, um den X-Spiegel **81** drehbar zu lagern, und ein Motorhalteelement **83**, das konfiguriert ist, um den ersten Antriebsmotor **82** zu halten, indem er mit einem Teil der Außenumfangsfläche des ersten Antriebsmotors **82** in Kontakt kommt.

[0223] Der X-Spiegel **81** ist als sogenannter Galvano-Spiegel konfiguriert. Wie in **Fig. 23** gezeigt ist, reflektiert der X-Spiegel **81** UV-Laserlicht, das von dem Einfallsfensterabschnitt **41** einfallen gelassen wird, und leitet das UV-Laserlicht zu dem Y-Spiegel **91**.

[0224] Insbesondere ist der X-Spiegel **81** ein Totalreflexionsspiegel mit einer im Wesentlichen rechteckigen Plattenform. Der X-Spiegel **81** ist an der Innenseite der Abtasterkammer Sxy in einem Zustand untergebracht, in dem der X-Spiegel **81** von einer Spiegelbasis **82e** getragen wird. Der X-Spiegel **81** arbeitet integral mit der Spiegelbasis **82e** und einem Rotor **82a** des ersten Antriebsmotors **82**. Der X-Spiegel **81** kann sich um eine vorbestimmte Drehachse Ox drehen.

[0225] Der erste Antriebsmotor **82** ist ein Galvanomotor, der durch einen Gleichstrommotor konfiguriert ist. Der erste Antriebsmotor **82** umfasst den Rotor **82a**, der so konfiguriert ist, dass er sich um die Rotationsachse Ox drehen kann und den X-Spiegel **81** an einem Ende in der Rotationsachsen-Ox-Richtung stützt, ein Motorgehäuse **82b**, das konfiguriert ist, um den Rotor **82a** aufzunehmen, und Lager **82c** und **82d**, die zwischen dem Rotor **82a** und dem Motorgehäuse **82b** angeordnet sind, um den Rotor **82a** in Bezug auf das Motorgehäuse **82b** axial zu lagern.

[0226] Der Rotor **82a** ist konfiguriert, um einen elektrischen Strom aufzunehmen und sich zu drehen und erstreckt sich im Wesentlichen säulenförmig entlang der Rotationsachse Ox. Ein Endabschnitt in der

Rotationsachsen-Ox-Richtung (ein distales Ende auf der Abtasterkammer-Sxy-Seite) des Rotors **82a** steht von dem Motorgehäuse **82b** vor und erstreckt sich in das Innere der Abtasterkammer Sxy. Der eine Endabschnitt ist in die Spiegelbasis **82e** mit einer im Wesentlichen zylindrischen Form eingesetzt. Andererseits ist der andere Endabschnitt (ein distales Ende auf der Gegen-Abtasterkammer-Sxy-Seite), der auf der gegenüberliegenden Seite des einen Endabschnitts angeordnet ist, zur Innenseite des Motorgehäuses **82b** versenkt.

[0227] Das Motorgehäuse **82b** ist in einer im Wesentlichen zylindrischen Form ausgebildet, die sich in der Rotationsachsen-Ox-Richtung erstreckt und an beiden Enden in der Richtung geöffnet ist. Der Rotor **82a** kann in die Innenseite des Motorgehäuses **82b** eingesetzt werden. Das distale Ende (ein Öffnungsende) des Motorgehäuses **82b** ist in den ersten Halteabschnitt **40a** des Abtastergehäuses **40** eingesetzt. Folglich wird ein Abschnitt, der in den ersten Halteabschnitt **40a** in der Außenumfangsfläche des Motorgehäuses **82b** eingefügt ist, von dem ersten Halteabschnitt **40a** gehalten.

[0228] Ein Öffnungsende auf der gegenüberliegenden Seite des Abschnitts des Motorgehäuses **82b**, der in den ersten Halteabschnitt **40a** eingesetzt ist, ist im Durchmesser in einer im Wesentlichen randförmigen Form erweitert. In einem Zustand, in dem eine Leiterplatte **85** für den ersten Antriebsmotor **82** an dem auf diese Weise im Durchmesser erweiterten Abschnitt angeordnet ist, ist der Abschnitt zusammen mit der Leiterplatte **85** durch eine kappenartige Abtasterabdeckung **84** abgedeckt.

[0229] Die Lager **82c** und **82d** sind zwischen der Außenumfangsfläche des Rotors **82a** und der Innenumfangsfläche des Motorgehäuses **82b** angeordnet. Die Lager **82c** und **82d** stützen beide Enden in der Längsrichtung des Rotors **82a**.

[0230] Das Motorhalteelement **83** ist in einer im Wesentlichen zylindrischen Form ausgebildet, die sich in der Rotationsachsen-Ox-Richtung erstreckt und an beiden Enden in der Richtung geöffnet ist. Das Motorgehäuse **82b** kann in die Innenseite des Motorhalteelements **83** eingesetzt werden. Ein Öffnungsende des Motorhalteelements **83** kann an dem ersten Halteabschnitt **40a** des Abtastergehäuses **40** von oben angebracht und an dem ersten Halteabschnitt **40a** befestigt sein.

[0231] Wenn das Motorhalteelement **83** an dem ersten Halteabschnitt **40a** befestigt ist, sind die Innenumfangsfläche der Öffnung des ersten Halteabschnitts **40a** und die Innenumfangsfläche des Motorhalteelements **83** im Wesentlichen integriert. Ein Gehäuseraum des Motorgehäuses **82b** ist unterteilt. Wenn das Motorgehäuse **82b** von oben in den Gehäuseraum

eingeführt wird, kommt der im Durchmesser in der im Wesentlichen randförmigen Gestalt im Motorgehäuse **82b** erweiterte Abschnitt mit dem Motorhalteelement **83** von oben in Kontakt und verhindert, dass sich das Motorhalteelement **83** löst. Zu diesem Zeitpunkt wird die Außenumfangsfläche nahe dem distalen Ende des Motorgehäuses **82b** durch die Öffnung des ersten Halteabschnitts **40a** in einem Zustand gehalten, in dem die Außenumfangsfläche in die Öffnung eingesetzt ist. Andererseits kommt die Außenumfangsfläche, die weiter auf der Seite des X-Gegenspiegels **81** als das distale Ende angeordnet ist, mit der Innenumfangsfläche des Motorhalteelements **83** in Kontakt. Das heißt, der erste Halteabschnitt **40a** hält die Außenumfangsfläche weiter auf der Seite des X-Spiegels **81** als ein Teil in Kontakt mit dem Motorhalteelement **83**.

[0232] Die Abtasterabdeckung **84** ist in einer zylindrischen Form mit Boden ausgebildet. Das distale Ende auf der Seite des X-Gegenspiegels **81** im Motorhalteelement **83** ist in die Abtasterabdeckung **84** eingesetzt. Ein Gehäuseraum der Leiterplatte **85** ist durch die Abtasterabdeckung **84** und das Motorgehäuse **82b** unterteilt.

[0233] Die Leiterplatte **85** konfiguriert eine elektrische Schaltung zum Antreiben, um den ersten Antriebsmotor **82** zu drehen. Die Leiterplatte **85** ist an einer Endfläche an der Seite befestigt, deren Durchmesser im Wesentlichen in der Randform im Motorgehäuse **82b** erweitert ist. Zwei Kabelbäume **89** sind mit der Leiterplatte **85** verbunden und über die in der Abtasterabdeckung **84** vorgesehene Öffnung nach außen herausgeführt (siehe Fig. 22). Obwohl die Darstellung weggelassen ist, ist an der Umfangskante der Öffnung ein Element zum luftdichten Verschießen der Innenseite der Abtasterabdeckung **84**, beispielsweise ein aus Harz hergestelltes Dichtungselement, zum Herauslassen der Kabelbäume **89** vorgesehen.

[0234] Ein erstes Dichtungselement (ein Dichtungselement) **86**, das konfiguriert ist, um das Einströmen der Luft in die Abtasterkammer **Sxy** zu begrenzen, ist in einem Teil vorgesehen, der von dem ersten Halteabschnitt **40a** in der Außenumfangsfläche des ersten Antriebsmotors **82** gehalten wird.

[0235] Insbesondere ist das erste Dichtungselement **86** aus einem aus Harz hergestellten O-Ring aufgebaut und ist so angeordnet, dass es die Außenumfangsfläche eines Abschnitts umgibt, der in die Öffnung des ersten Halteabschnitts **40a** in der Außenumfangsfläche des Motorgehäuses **82b** eingesetzt ist. Durch diese Anordnung wird das erste Dichtungselement **86** zwischen der Innenumfangsfläche der Öffnung des ersten Halteabschnitts **40a** und der Außenumfangsfläche des Motorgehäuses **82b** angeordnet.

[0236] Auf der anderen Seite ist getrennt von einem solchen ersten Dichtungselement **86** ein zweites Dichtungselement (ein Dichtungselement) **87** ausgebildet, um das Einströmen der Luft über einen Spalt zwischen der Außenumfangsfläche des Rotors **82a** und der Innenumfangsfläche des Motorgehäuses **82b** zu begrenzen. Das zweite Dichtungselement **87** gemäß dieser Ausführungsform ist in dem Teil vorgesehen, das in die Abtasterabdeckung **84** in der Außenumfangsfläche des ersten Antriebsmotors **82** eingesetzt ist.

[0237] Insbesondere ist das zweite Dichtungselement **87** aus einem O-Ring aus Harz wie das erste Dichtungselement **86** aufgebaut und ist so angeordnet, um die Außenumfangsfläche des Abschnitts, der sich im Durchmesser in der im Wesentlichen Randform erstreckt, in der Außenumfangsfläche des Motorgehäuses **82b** zu umgeben. Durch Anwenden einer solchen Anordnung wird das zweite Dichtungselement **87** zwischen der Innenumfangsfläche in der Nähe der Öffnung der Abtasterabdeckung **84** und der Außenumfangsfläche des Motorgehäuses **82b** angeordnet.

Y-Abtaster 9

[0238] Der Y-Abtaster **9** umfasst den Y-Spiegel **91** zum Abtasten von UV-Laserlicht in einer Y-Richtung (einer zweiten Richtung), die die optische Achse des UV-Laserlichts kreuzt, den zweiten Antriebsmotor **92**, der zum drehbaren Tragen des Y-Spiegels **91** konfiguriert ist, und ein Motorhalteelement **93**, das konfiguriert ist, um den zweiten Antriebsmotor **92** zu halten, indem er mit einem Teil der Außenumfangsfläche des zweiten Antriebsmotors **92** in Kontakt kommt.

[0239] Der Y-Spiegel **91** ist als sogenannter Galvano-Spiegel konfiguriert. Wie in **Fig. 23** gezeigt, reflektiert der Y-Spiegel **91** das von dem X-Spiegel **81** reflektierte UV-Laserlicht und leitet das UV-Laserlicht zu dem Emissionsfensterabschnitt **19**.

[0240] Insbesondere ist der Y-Spiegel **91** ein Totalreflexionsspiegel mit einer im Wesentlichen rechteckigen Plattenform. Der Y-Spiegel **91** ist an der Innenseite der Abtasterkammer **Sxy** in einem Zustand untergebracht, in dem der Y-Spiegel **91** von einer Spiegelbasis **92e** getragen wird. Der Y-Spiegel **91** arbeitet integral mit der Spiegelbasis **92e** und einem Rotor **92a** des zweiten Antriebsmotors **92**. Der Y-Spiegel **91** kann sich um eine vorbestimmte Drehachse **Oy** drehen.

[0241] Der zweite Antriebsmotor **92** ist ein Galvanomotor, der aus einem Gleichstrommotor aufgebaut ist. Der zweite Antriebsmotor **92** umfasst den Rotor **92a**, der so konfiguriert ist, dass er sich um die Rotationsachse **Oy** drehen kann und den Y-Spiegel **91** an einem Ende in der Rotationsachsen-**Oy**-Richtung

stützt, ein Motorgehäuse **92b**, das konfiguriert ist, um den Rotor **92a** aufzunehmen, und Lager **92c** und **92d**, die zwischen dem Rotor **92a** und dem Motorgehäuse **92b** angeordnet sind, um den Rotor **92a** in Bezug auf das Motorgehäuse **92b** axial zu lagern.

[0242] Der Rotor **92a** ist konfiguriert, um einen elektrischen Strom aufzunehmen und sich zu drehen, und erstreckt sich in einer im Wesentlichen säulenförmigen Form entlang der Drehachse **Oy**. Ein Endabschnitt in Richtung der Rotationsachse **Oy** (ein distales Ende an der Abtasterkammer Sxy-Seite in **Fig. 23**) des Rotors **92a** steht von dem Motorgehäuse **92b** vor und erstreckt sich zum Inneren der Abtasterkammer Sxy. Der eine Endabschnitt ist in die Spiegelbasis **92e** mit einer im Wesentlichen zylindrischen Form eingesetzt. Andererseits ist der andere Endabschnitt (ein distales Ende auf der Gegen-Abtasterkammer Sxy-Seite in **Fig. 25**), der auf der gegenüberliegenden Seite des einen Endabschnitts angeordnet ist, zur Innenseite des Motorgehäuses **92b** abgesenkt.

[0243] Das Motorgehäuse **92b** ist in einer im Wesentlichen zylindrischen Form ausgebildet, die sich in der Richtung der Drehachse **Oy** erstreckt und an beiden Enden in der Richtung geöffnet ist. Der Rotor **92a** kann in die Innenseite des Motorgehäuses **92b** eingesetzt werden. Das distale Ende (ein Öffnungsende) des Motorgehäuses **92b** ist in den zweiten Halteabschnitt **40b** des Abtastergehäuses **40** eingesetzt. Folglich wird ein Abschnitt, der in den zweiten Halteabschnitt **40b** in der Außenumfangsfläche des Motorgehäuses **92b** eingefügt ist, von dem zweiten Halteabschnitt **40b** gehalten.

[0244] Ein Öffnungsende auf der gegenüberliegenden Seite des Abschnitts des Motorgehäuses **92b**, der in den zweiten Halteabschnitt **40b** eingesetzt ist, ist im Durchmesser in einer im Wesentlichen randförmig erweitert. In einem Zustand, in dem eine Leiterplatte **95** für den zweiten Antriebsmotor **92** an dem auf diese Weise im Durchmesser erweiterten Abschnitt angebracht ist, ist der Abschnitt zusammen mit der Leiterplatte **95** durch eine kappenartige Abtasterabdeckung **94** abgedeckt.

[0245] Die Lager **92c** und **92d** sind zwischen der Außenumfangsfläche des Rotors **92a** und der Innenumfangsfläche des Motorgehäuses **92b** angeordnet. Die Lager **92c** und **92d** stützen beide Enden in der Längsrichtung des Rotors **92a**.

[0246] Das Motorhalteelement **93** ist in einer im Wesentlichen zylindrischen Form ausgebildet, die sich in Richtung der Drehachse **Oy** erstreckt und an beiden Enden in der Richtung geöffnet ist. Das Motorgehäuse **92b** kann in die Innenseite des Motorhalteelements **93** eingesetzt werden. Ein Öffnungsende des Motorhalteelements **93** kann an einer zweiten Sei-

te an dem zweiten Halteabschnitt **40b** des Abtastergehäuses **40** befestigt und an dem zweiten Halteabschnitt **40b** befestigt sein.

[0247] Wenn das Motorhalteelement **93** an dem zweiten Halteabschnitt **40b** befestigt ist, sind die Innenumfangsfläche der Öffnung des zweiten Halteabschnitts **40b** und die Innenumfangsfläche des Motorhalteglieds **93** im Wesentlichen integriert. Ein Gehäuseraum des Motorgehäuses **92b** ist unterteilt. Wenn das Motorgehäuse **92b** von einer Seite in den Gehäuseraum eingeführt wird, kommt der Abschnitt, der im Durchmesser in der im Wesentlichen randförmigen Gestalt im Motorgehäuse **92b** erweitert ist, von einer Seite in Kontakt mit dem Motorhalteelement **93** und verhindert, dass sich das Motorhalteelement **93** löst. Zu diesem Zeitpunkt wird die Außenumfangsfläche nahe dem distalen Ende des Motorgehäuses **92b** durch die Öffnung des zweiten Halteabschnitts **40b** in einem Zustand gehalten, in dem die Außenumfangsfläche in die Öffnung eingesetzt ist. Die Außenumfangsfläche, die weiter auf der Seite des Y-Gegenspiegels **91** als das distale Ende angeordnet ist, kommt mit der Innenumfangsfläche des Motorhaltelements **93** in Kontakt. Das heißt, der zweite Halteabschnitt **40b** hält die Außenumfangsfläche weiter auf der Seite des Y-Spiegels **91** als ein Teil in Kontakt mit dem Motorhalteelement **93**.

[0248] Die Abtasterabdeckung **94** ist in einer zylindrischen Form mit Boden ausgebildet. Das distale Ende auf der Seite des Y-Gegenspiegels **91** in dem Motorhalteelement **93** ist in die Abtasterabdeckung **94** eingesetzt. Ein Gehäuseraum der Leiterplatte **95** ist durch die Abtasterabdeckung **94** und das Motorgehäuse **92b** unterteilt.

[0249] Die Leiterplatte **95** konfiguriert eine elektrische Schaltung zum Antreiben, um den zweiten Antriebsmotor **92** zu drehen. Die Leiterplatte **95** ist an einer Endfläche an der Seite befestigt, deren Durchmesser im Wesentlichen in der Randform im Motorgehäuse **92b** erweitert ist. Zwei Kabelbäume **99** sind mit der Leiterplatte **95** verbunden und über die in der Abtasterabdeckung **94** vorgesehene Öffnung nach außen herausgeführt (siehe **Fig. 22**). Obwohl die Darstellung weggelassen ist, ist an der Umfangskante der Öffnung ein Element zum luftdichten Verschießen der Innenseite der Abtasterabdeckung **94**, wie beispielsweise ein aus Harz hergestelltes Dichtungselement, zum Herauslassen der Kabelbäume **99** vorgesehen.

[0250] Wie bei dem X-Abtaster **8** ist ein erstes Dichtungselement (ein Dichtungselement) **96**, das zum Begrenzen des Einströmens der Luft in die Abtasterkammer **Sxy** konfiguriert ist, in einem Teil vorgesehen, der von dem zweiten Halteabschnitt **40b** in der Außenumfangsfläche des zweiten Antriebsmotors **92** gehalten wird.

[0251] Insbesondere ist das erste Dichtungselement **96** für den Y-Abtaster **9** im Allgemeinen genauso konfiguriert wie das erste Dichtungselement **86** für den X-Abtaster **8**. Das heißt, das erste Dichtungselement **96** für den Y-Abtaster **9** ist aus einem O-Ring aus Harz konfiguriert und ist so angeordnet, dass es die Außenumfangsfläche eines Abschnitts umgibt, der in die Öffnung des zweiten Halteabschnitts **40b** in der Außenumfangsfläche des Motorgehäuses **92b** eingesetzt ist. Durch diese Anordnung wird das erste Dichtungselement **96** zwischen der Innenumfangsfläche der Öffnung des zweiten Halteabschnitts **40b** und der Außenumfangsfläche des Motorgehäuses **92b** angeordnet.

[0252] Auf der anderen Seite ist getrennt von einem solchen ersten Dichtungselement **89** ein zweites Dichtungselement (ein Dichtungselement) **97** ausgebildet, um das Einströmen der Luft über einen Spalt zwischen der Außenumfangsfläche des Rotors **92a** und der Innenumfangsfläche des Motorgehäuses **92b** zu begrenzen. Das zweite Dichtungselement **97** gemäß dieser Ausführungsform ist in einem Teil vorgesehen, das in die Abtasterabdeckung **94** in der Außenumfangsfläche des zweiten Antriebsmotors **92** eingesetzt ist.

[0253] Insbesondere ist das zweite Dichtungselement **97** aus einem O-Ring aus Harz wie das erste Dichtungselement **96** aufgebaut und ist so angeordnet, um die Außenumfangsfläche des Abschnitts, der sich im Durchmesser in der im Wesentlichen Randform erstreckt, in der Außenumfangsfläche des Motorgehäuses **92b** zu umgeben. Durch Anwenden einer solchen Anordnung wird das zweite Dichtungselement **97** zwischen der Innenumfangsfläche in der Nähe der Öffnung der Abtasterabdeckung **94** und der Außenumfangsfläche des Motorgehäuses **92b** angeordnet.

Verhinderung einer Verringerung
der Ausgangsleistung von Laserlicht
(der Laserlichtausgabeabschnitt **4**)

[0254] Wie gezeigt in **Fig. 24** und **Fig. 25**, könnten geringfügige Lücken in Teilen ausgebildet sein, die von den ersten und zweiten Halteabschnitten **40a** und **40b** in den Außenumfangsflächen des ersten und des zweiten Antriebsmotors **82** und **92** gehalten werden. Wie durch die Pfeile **F1** bis **F4** angedeutet in **Fig. 24** und **Fig. 25**, dringen wahrscheinlich Verunreinigungen aus solchen Spalten in die Abtasterkammer **Sxy** ein.

[0255] Jedoch mit der oben erläuterten Konfiguration, ist es möglich, zu verhindern, dass Verunreinigungen in die Abtasterkammer **Sxy** eindringen, die ein Raum zum Drehen des X-Spiegels **81** und des Y-Spiegels **91** ist, ohne dass eine spezielle Komponente wie ein Vakuumlager verwendet wird. Folglich

ist es möglich, eine Verringerung der Ausgangsleistung von Laserlicht zu verhindern, während die Herstellungskosten gesenkt werden.

Modifikationen des Galvano-Abtasters

[0256] In der Ausführungsform wird die Konfiguration erläutert, in der die ersten Dichtungselemente **86** und **96** und die zweiten Dichtungselemente **87** und **97** jeweils im X-Abtaster **8** und im Y-Abtaster **9** vorgesehen sind. Die Konfiguration der Dichtungselemente kann jedoch wie nachstehend erläutert modifiziert werden.

[0257] Modifikationen des Y-Abtasters werden nachfolgend erläutert. Die hier offenbarten Modifikationen können auch auf den X-Abtaster angewendet werden.

[0258] **Fig. 26** ist ein Diagramm entsprechend **Fig. 25**, das eine erste Modifikation des Y-Abtasters zeigt. Wie bei einem Y-Abtaster **9'**, der in **Fig. 26** gezeigt ist, kann ein Spalt zwischen dem zweiten Halteabschnitt **40b** und dem Motorgehäuse **92b** durch ein Harz abgedichtet werden, das als ein erstes Dichtungselement **96'** dient.

[0259] **Fig. 27** ist ein Diagramm entsprechend **Fig. 25**, das eine zweite Modifikation des Y-Abtasters zeigt. Wie bei dem in **Fig. 27** gezeigten Y-Abtaster **9'** kann der Spalt zwischen dem Rotor **92a** und dem Motorgehäuse **92b** durch Harz abgedichtet sein, das als zweites Dichtungselement wirkt, ohne eine Abtasterabdeckung bereitzustellen.

[0260] An erster Stelle wird in der Ausführungsform die Konfiguration erläutert, in der sowohl der X-Abtaster **8** als auch der Y-Abtaster **9** an dem Abtastergehäuse **40** angebracht sind. Der X-Abtaster **8** und der Y-Abtaster **9** sind jedoch nicht auf eine solche Konfiguration beschränkt, wenn wenigstens die ersten Dichtungselemente **86** und **96** und die zweiten Dichtungselemente **87** und **97** verwendet werden.

[0261] Zum Beispiel kann wenigstens einer von dem X-Abtaster **8** und dem Y-Abtaster **9** an dem Abtastergehäuse **40** angebracht sein. Das erste Dichtungselement kann an dem einen Abtaster angebracht sein.

Modifikationen der Abtasterkammer Sxy

[0262] In der Ausführungsform ist die Abtasterkammer **Sxy** von dem ersten Halteabschnitt **40a**, dem zweiten Halteabschnitt **40b**, dem Einfallsfensterabschnitt **41**, dem Emissionsfensterabschnitt **19** und dem Durchstechabschnitt zum Trocknen **42** umgeben. Der Emissionsfensterabschnitt **19** ist durch den in der Bodenfläche des Abtastergehäuses **40** vorgesehenen Öffnungsabschnitt **43**, den im Boden des

Gehäuses **10** vorgesehenen Öffnungsabschnitt **19a** und das Transmissionselement **19b**, das in den Öffnungsabschnitt **19a** passt, aufgebaut. Der Emissionsfensterabschnitt **19** ist jedoch nicht auf diese Konfiguration beschränkt.

[0263] **Fig. 28** ist ein Diagramm, das eine Modifikation des Abtastergehäuses zeigt. Wie in **Fig. 28** gezeigt, kann der Emissionsfensterabschnitt **19** durch Einsetzen eines Transmissionselements **43a** in den Öffnungsabschnitt **43** des Abtastergehäuses **40** konfiguriert sein.

Gehäusekammer Sd

[0264] Wie oben erläutert, kann das von außen austauschbare Trockenmittel Dm in der Abtasterkammer **Sxy** oder der Gehäusekammer **Sd** angeordnet sein, die mit der Gehäusekammer **Sxy** in Verbindung steht. In einer nachfolgend dargestellten Ausführungsform ist die Gehäusekammer **Sd** an der Außenseite der Abtasterkammer **Sxy** angeordnet. Wie in einer unten erläuterten Modifikation kann jedoch ein Raum zum Anordnen des Trockenmittels Dm an der Innenseite der Abtasterkammer **Sxy** gebildet werden (im Folgenden wird ein solcher Raum mit dem Zeichen „Sd“ bezeichnet).

[0265] **Fig. 29** ist eine perspektivische Ansicht, die die Anordnung eines Trockenmittelgehäuses **45** veranschaulicht. **Fig. 30** ist eine Längsschnittansicht, die die Konfiguration der Gehäusekammer **Sd** und der Abtasterkammer **Sxy** darstellt. **Fig. 31** ist eine perspektivische Ansicht, die das Äußere des Trockenmittelgehäuses **45** darstellt. **Fig. 32** ist ein erläuterndes Diagramm, das eine Dichtungsstruktur durch den Ersatzdeckelabschnitt **18** darstellt.

[0266] In diesem Konfigurationsbeispiel liegen die Gehäusekammer **Sd** und die Abtasterkammer **Sxy** in dem Gehäuse **10** nebeneinander. Die Gehäusekammer **Sd** steht mit der Abtasterkammer **Sxy** durch das Durchgangsloch **42a** in dem Durchstechabschnitt zum Trocknen **42**, wie oben erläutert, in Verbindung. Die Gehäusekammer **Sd** ist so konfiguriert, dass das Trockenmittel Dm durch eine Öffnung (einen nachstehend beschriebenen Ersatzöffnungsabschnitt **45c**) ersetzt wird, die von dem Durchgangsloch **42a** getrennt ist. Die Gehäusekammer **Sd** wird durch den Ersatzdeckelabschnitt **18** geöffnet.

[0267] Das heißt, wie in **Fig. 30** gezeigt, ist die Abtasterkammer **Sxy** zwischen der linken Seitenfläche (einer Seitenfläche auf der in **30** linken Papieroberfläche in **30**) des Gehäuses **10** und der Basisplatte **12** angeordnet. Die Gehäusekammer **Sd** ist zwischen einer solchen Abtasterkammer **Sxy** und der linken Seitenfläche des Gehäuses **10** angeordnet.

[0268] Insbesondere ist die Gehäusekammer **Sd** durch das Trockenmittelgehäuse **45** unterteilt, das das Trockenmittel **Dm** aufnehmen kann. Das Trockenmittelgehäuse **45** ist in einer rechteckigen flachen Kastenform ausgebildet. In dem ersten Raum **S1** ist das Trockenmittelgehäuse **45** an einer Ecke angeordnet, wo sich die untere Oberfläche des Gehäuses **10** und der Trennabschnitt **11** kreuzen.

[0269] Ein in **Fig. 30** gezeigtes Durchgangsloch **45b** ist in der hinteren Oberfläche (einer Oberfläche auf der anderen Seite in der Breitenrichtung) des Trockenmittelgehäuses **45** geöffnet. In einem Zustand, in dem sowohl das Trockenmittelgehäuse **45** als auch das Abtastergehäuse **40** am Gehäuse **10** befestigt sind, sind das Durchgangsloch **45b** und das Durchgangsloch **42a** des Abtastergehäuses **40** verbunden. Die Gehäusekammer **Sd** und die Abtasterkammer **Sxy** kommunizieren miteinander.

[0270] Ein Filter **42b** ist an dem Durchgangsloch **42a** des Abtastergehäuses **40** angebracht. Es kann verhindert werden, dass aus dem Trockenmittel **Dm** gebildete Verunreinigungen aus der Gehäusekammer **Sd** in die Abtasterkammer **Sxy** eindringen.

[0271] Wie in **Fig. 22** gezeigt ist, umfasst der Durchstechabschnitt zum Trocknen **42** des Abtastergehäuses **40** ein Dichtungselement **42c**, das so konfiguriert ist, dass es den Umfang des Durchgangslochs **42a** bedeckt. Ein Spalt zwischen dem Durchgangsloch **42a** des Abtastergehäuses **40** und dem Durchgangsloch **45b** des Trockenmittelgehäuses **45** kann abgedichtet werden.

[0272] Die Vorderfläche des Trockenmittelgehäuses **45** ist durch den in **Fig. 32** gezeigten Ersatzdeckelabschnitt **18** abgedichtet, um geöffnet und geschlossen zu werden. Insbesondere ist ein Austauschöffnungsabschnitt **45c**, der mit der Innenseite der Gehäusekammer **Sd** in Verbindung steht, in die Vorderfläche (eine Fläche auf einer Seite in der Breitenrichtung) des Trockenmittelgehäuses **45** gebohrt. Der Austauschöffnungsabschnitt **45c** ist eine Öffnung, deren Querschnitt im Wesentlichen kreisförmig ist. Ein Teil der Innenumfangsfläche (der Innenfläche) des Austauschöffnungsabschnitts **45c** hat ein Innengewinde.

[0273] Der Ersatzdeckelabschnitt **18** umfasst einen Einführabschnitt **18a**, der den Ersatzdeckelabschnitt **45c** durch Einsetzen in den Ersatzöffnungsabschnitt **45c** schließen kann. Insbesondere ist der Einführabschnitt **18a** in einer im Wesentlichen zylindrischen Form ausgebildet. Ein Teil der Außenumfangsfläche (der Außenfläche) des Einführabschnitts **18a** ist so ausgebildet, dass er in den Gewindeabschnitt in den Austauschöffnungsabschnitt **45c** eingeschraubt wird. Ein Dichtungselement **18b** ist an der Außenfläche eines Abschnitts vorgesehen, der an der distalen Endseite in einer Einführrichtung (siehe einen Pfeil **Di** in

Fig. 32) in Bezug auf den in den Gewindeabschnitt in den Austauschöffnungsabschnitt **45c** geschraubten Teil angeordnet ist.

[0274] Das Dichtungselement **18b** ist aus einem aus Harz hergestellten O-Ring konfiguriert und in einen Umfangsnutbereich eingepasst, der an der Außenfläche des Einführabschnitts **18a** vorgesehen ist. In einem Zustand, in dem der Ersatzdeckelabschnitt **18** von dem Ersatzöffnungsabschnitt **45c** gelöst ist, hat das Dichtungselement **18b** einen etwas größeren Durchmesser als der Innendurchmesser des Ersatzdeckelabschnitts **45c**. Wenn daher der Einführabschnitt **18a** des Ersatzdeckelabschnitts **18** in den Austauschöffnungsabschnitt **45c** eingeführt wird, schwillt das Dichtungselement **18b** in einer nach außen gerichteten Richtung (siehe einen schwarzen Pfeil in **32**) orthogonal zur Einführrichtung **Di** an, um dadurch an der inneren Oberfläche des Austauschöffnungsabschnitts **45c** zu haften.

[0275] Das Trocknungsmittel **Dm** wird durch Füllen einer Substanz erhalten, die Feuchtigkeit in der Luft absorbieren kann, wie beispielsweise Kieselgel oder Kalk. Das Trockenmittel **Dm** kann nicht nur Feuchtigkeit aus dem Inneren der Gehäusekammer **Sd** entfernen, sondern auch Feuchtigkeit aus dem Inneren der Abtasterkammer **Sxy** durch den Durchstechabschnitt zum Trocknen **42**. Wenn die Feuchtigkeitsentfernungsleistung durch das Trocknungsmittel **Dm** infolge der Verwendung des Trocknungsmittels **Dm** für eine vorbestimmte Zeitdauer verschlechtert wird, kann das Trocknungsmittel **Dm** von außen durch Abnehmen des Ersatzdeckelabschnitts **18** ersetzt werden.

Verhinderung einer Leistungsabnahme des Laserlichts aufgrund von Taukondensation

[0276] Wie in **Fig. 22** gezeigt, durch Setzen einer Oberfläche des Abtastergehäuses **40** als Durchstechabschnitt zum Trocknen **42**, ist es möglich, den Gehäuseabschnitt **Sd** und die Abtasterkammer **Sxy** über das Durchgangsloch **42a** zu kommunizieren und das Trockenmittel **Dm** über das Durchgangsloch **42a** einzuführen und zu entfernen. Daher ist es möglich, Feuchtigkeit aus dem Inneren der Abtasterkammer **Sxy** zu entfernen und eine Verringerung der Ausgangsleistung des Laserlichts aufgrund von Taukondensation zu verhindern.

Änderungen im Zusammenhang mit der Unterbringung des Trockenmittels **Dm**

[0277] In der Ausführungsform wird die Konfiguration erläutert, bei der die Gehäusekammer **Sd** an der Außenseite der Abtasterkammer **Sxy** vorgesehen ist und das Trockenmittel **Dm** an der Innenseite der Gehäusekammer **Sd** untergebracht ist. In dieser Ausführungsform ist der Durchstechabschnitt zum Trock-

nen **42**, der die Abtasterkammer **Sxy** umgibt, vorgesehen, um zu bewirken, dass die Abtasterkammer **Sxy** und die Gehäusekammer **Sd** miteinander kommunizieren. Die Konfiguration der Gehäusekammer **Sd** und des Durchstechabschnitts zum Trocknen **42** ist jedoch nicht darauf beschränkt.

[0278] Beispielsweise kann ein Raum, der der Gehäusekammer **Sd** entspricht, im Inneren der Abtasterkammer **Sxy** vorgesehen sein. In diesem Fall fungiert das Durchgangsloch **42a** in dem Durchstechabschnitt zum Trocknen **42** als eine Öffnung zum Ersetzen des Trockenmittels **Dm**.

[0279] Selbst wenn die Gehäusekammer **Sd** an der Außenseite der Abtasterkammer **Sxy** vorgesehen ist, kann ein Gehäuseverfahren für das Trocknungsmittel **Dm** in geeigneter Weise geändert werden, indem beispielsweise der Aufbau des Ersatzdeckelabschnitts festgelegt wird.

[0280] Fig. 33 ist ein Diagramm, das eine Modifikation eines Ersatzdeckelabschnitts **18'** zeigt. Wie in Fig. 33 gezeigt, kann der Ersatzdeckelabschnitt **18'** selbst als Trockenmittelgehäuse (ein Gehäuse) zum Unterteilen der Gehäusekammer **Sd** verwendet werden. In diesem Fall kann der Ersatzdeckelabschnitt **18'** einschließlich des Trocknungsmittels **Dm** an dem Gehäuse befestigt und davon gelöst werden.

[0281] Jeder des ersten Halteabschnitts **40a**, des zweiten Halteabschnitts **40b**, des Einfallsfensterabschnitts **41** und des Emissionsfensterabschnitts **19**, die so konfiguriert sind, dass sie die Abtasterkammer **Sxy** umgeben, können als Durchstechabschnitt zum Trocknen verwendet werden.

[0282] Fig. 34 ist ein Diagramm, das eine Modifikation der Peripherie der Abtasterkammer **Sxy** zeigt. Wie in Fig. 34 gezeigt, kann ein Raum **Sd'**, der der Gehäusekammer entspricht, im Inneren der Abtasterkammer **Sxy** vorgesehen sein. Der Emissionsfensterabschnitt **19** kann so konfiguriert sein, dass er von außen geöffnet und geschlossen werden kann.

Steuerung des Markierungskopfs 1
durch die Markierungssteuerung 100

[0283] Die Steuerung in Bezug auf die Ausgabeeinstellung des Laserlichts und die Steuerung, die während eines Stopps der Laserbearbeitungsvorrichtung **L** bei der Steuerung des Markierungskopfs **1** durch die Markiersteuerung **100** durchgeführt wird, werden nachstehend in der Reihenfolge erläutert.

Ausgangseinstellung entsprechend
einer Impulsfrequenz

[0284] Wenn eine Laserbearbeitung durchgeführt wird, wird im Allgemeinen eine Zielausgabe von La-

serlicht manchmal geändert, um beispielsweise die Farbentwicklung des Druckens bei der Lasermarkierung und die Schneidgeschwindigkeit beim Laserschneiden anzupassen.

[0285] In diesem Fall ist es als ein Verfahren zum Erzielen einer geänderten Zielausgabe denkbar, eine Ausgabe einer Grundwelle durch Einstellen eines Ansteuerstroms einzustellen, der der Anregungslichtquelle **111** zugeführt wird.

[0286] Das heißt, wenn beispielsweise ein Stromwert eines Ansteuerstroms verringert wird, nimmt die Ausgabe des in der Anregungslichtquelle **111** erzeugten Anregungslichts ab. Ein Ausgang einer im Lasermedium **25** erzeugten Grundwelle nimmt ebenfalls ab. Folglich ist es möglich, eine Ausgabe von Laserlicht zu reduzieren, das auf der Basis der Grundwelle erzeugt wird.

[0287] Auf diese Weise besteht eine positive Korrelation zwischen der Größe des Ansteuerstroms und der Ausgabe des Laserlichts. Daher durch Speichern im Voraus, einer Korrespondenzbeziehung zwischen einer Zielausgabe von Laserlicht und einem Antriebsstrom, der der Anregungslichtquelle **111** zugeführt werden sollte, wie in dem oben erläuterten Tabellenspeicherabschnitt **114**, ist es möglich, einen Ansteuerstrom zu bestimmen, der einer vom Benutzer gewünschten Ausgabe unter Verwendung der Korrespondenzbeziehung entspricht.

[0288] Wenn eine Konfiguration, die den Q-Schalter **23** enthält, wie in dem Laserlichtausgabeabschnitt **2** gemäß dieser Ausführungsform als Steuerparameter für Laserlicht verwendet wird, gibt es eine Q-Schaltfrequenz (die oben erläuterte Impulsfrequenz), die die Anzahl der EIN- und AUS-Schaltvorgänge des Q-Schalters **23** in einer Sekunde angibt, d.h. die Anzahl der Impulsoszillationen pro Zeiteinheit.

[0289] Wenn jedoch die Q-Schalterfrequenz geändert wird, nimmt die Periode, in der der Q-Schalter **23** in den EIN-Zustand geschaltet wird, zu oder ab. Folglich schwankt ein Zustand einer umgekehrten Verteilung in dem Lasermedium **25**. Daher nimmt die Anzahl von Photonen, die induziert und emittiert werden, wenn das Anregungslicht auf das Lasermedium **25** einfällt, zu oder ab. Eine Ausgabe von Laserlicht schwankt. Um eine geeignete Ausgangseinstellung durchzuführen, reicht es daher nicht aus, einfach einen Ansteuerstrom zu bestimmen, wie oben erläutert.

[0290] Darüber hinaus ändert sich im Allgemeinen eine Beziehung zwischen der Ausgabe des Laserlichts und der Q-Schalterfrequenz gemäß den Spezifikationen der Anregungslichtquelle **111**, einem Zustand optischer Komponenten und dergleichen. Daher gibt es für jede Laserbearbeitungsvorrichtung ei-

nen individuellen Unterschied in der Fluktuation einer Ausgabe aufgrund der Q-Schalterfrequenz.

[0291] Daher speichert ein Korrespondenzbeziehungsspeicherabschnitt gemäß dieser Ausführungsform nicht nur eine Korrespondenzbeziehung zwischen einer Zielausgabe von Laserlicht und einem Ansteuerstrom, der der Anregungslichtquelle **111** zugeführt werden sollte, sondern er speichert auch die Korrespondenzbeziehung in Verbindung mit der Größe einer Pulsfrequenz.

[0292] Der Anregungslichtquellen-Ansteuerabschnitt **112** liefert auf der Grundlage der Zielausgabe und der in dem Zustandseinstellungsspeicherabschnitt **102** gespeicherten Impulsfrequenz und der in dem Korrespondenzbeziehungsspeicherabschnitt gespeicherten Korrespondenzbeziehung einen Ansteuerstrom, der dem entspricht Pulsfrequenz an die Anregungslichtquelle **111**.

[0293] Wenn der Tabellenspeicherabschnitt **114** wie in dem in **Fig. 1** gezeigten Konfigurationsbeispiel als Korrespondenzbeziehungsspeicherabschnitt verwendet wird, kann der Tabellenspeicherabschnitt **114** für jede unterschiedliche Impulsfrequenz eine aktuelle Tabelle speichern, die eine Zielausgabe mit einem Ansteuerstrom verknüpft.

[0294] In diesem Fall, wenn der Benutzer sowohl eine Zielausgabe als auch eine Impulsfrequenz als Bearbeitungsbedingung durch Betreiben der Markierungssteuerung **100** über das als den Einstellungsabschnitt dienende Operationsterminal **200** einstellt, wird die Einstellung in dem Zustandseinstellungsspeicherabschnitt **102** gespeichert. Im Betrieb der Laserbearbeitungsvorrichtung **L**, wenn ein Steuersignal empfangen wird, das die Zielausgabe und die Impulsfrequenz betrifft, liest der Anregungslichtquellen-Ansteuerabschnitt **112** eine Stromtabelle, die sich auf die als Bearbeitungsbedingung eingestellte Impulsfrequenz bezieht, aus dem Tabellenspeicherabschnitt **114** und bestimmt einen Treiberstrom auf der Grundlage einer Korrespondenzbeziehung zwischen der Zielausgabe und dem Treiberstrom.

[0295] Die Anzahl der Impulsfrequenzen zu dem Zeitpunkt, zu dem „eine Stromtabelle für jede unterschiedliche Impulsfrequenz gespeichert ist“, muss nur wenigstens zwei oder mehr betragen. In diesem Fall kann eine andere Impulsfrequenz als die in Verbindung mit der Stromtabelle gespeicherte Impulsfrequenz unter Verwendung der Stromtabelle ergänzt werden, die sich auf die Impulsfrequenz bezieht, die der Korrespondenzbeziehung zugeordnet ist.

[0296] Der Steuerabschnitt **101** kann die in dem Tabellenspeicherabschnitt **114** gespeicherte Korrespondenzbeziehung auf der Grundlage eines Erfassungsergebnisses der oben erläuterten Leistungs-

überwachung kalibrieren. Wenn beispielsweise die als Bearbeitungsbedingung festgelegte Zielausgabe kleiner als ein Messwert einer durch die Leistungsüberwachung erfassten Ausgabe ist, erhöht der Steuerabschnitt **101** den Antriebsstrom entsprechend der Zielausgabe. Der Steuerabschnitt **101** kann eine solche Kalibrierung jedes Mal durchführen, wenn die Laserbearbeitungsvorrichtung **L** gestartet wird, oder in jeder vorbestimmten Periode.

Spezifisches Beispiel für die richtige Verwendung von Stromtabellen

[0297] **Fig. 35** ist ein Diagramm, das eine Korrespondenzbeziehung zwischen einer Zielausgabe und einem Antriebsstrom darstellt. **Fig. 36** ist ein Flussdiagramm, das die richtige Verwendung von Stromtabellen veranschaulicht, die den Pulsfrequenzen entsprechen. In einem in **Fig. 35** gezeigten Beispiel wird ein Prozentsatz als eine Einheit der Zielausgabe verwendet. Die Einheit der Zielausgabe ist jedoch nicht auf den Prozentsatz beschränkt. Beispielsweise kann die elektrische Leistung (Watt) von Laserlicht direkt verwendet werden.

[0298] Wie in **Fig. 35** gezeigt, werden gemäß dieser Ausführungsform zwei Arten von aktuellen Tabellen in dem Tabellenspeicherabschnitt **114** gespeichert. Insbesondere werden die aktuellen Tabellen in einem Zustand gespeichert, in dem die Pulsfrequenzen jeweils 40 kHz und 100 kHz zugeordnet sind. Wie aus **Fig. 35** ersichtlich ist, ist ein Antriebsstrom (ein LD-Strom) größer, wenn die Pulsfrequenz hoch ist, als wenn die Pulsfrequenz niedrig ist.

[0299] Wie in **Fig. 36** gezeigt, wenn beispielsweise die Laserbearbeitungsvorrichtung **L** gestartet wird, um das Werkstück **W** zu bearbeiten, liest der Steuerabschnitt **101** ein über das Operationsterminal **200** eingestelltes Markierungsmuster und Druckdaten einschließlich der Zielausgabe und der als Bearbeitungsbedingungen dienenden Impulsfrequenz (Schritt **S101**). Daten, die sich auf die Bearbeitungsbedingungen unter den zu diesem Zeitpunkt gelesenen Druckdaten beziehen, werden von dem Steuerabschnitt **101** in den Treiberabschnitt **112** für die Anregungslichtquelle eingegeben.

[0300] Wenn danach die Fokussteuerung durch den Z-Abtaster **33** durchgeführt wird (Schritt **S102**), bestimmt der Anregungslichtquellen-Ansteuerabschnitt **112**, ob die als eine der Bearbeitungsbedingungen eingestellte Impulsfrequenz 40 kHz oder weniger beträgt (Schritt **S103**). Wenn die Impulsfrequenz 40 kHz oder weniger beträgt, liest der Anregungslichtquellen-Ansteuerabschnitt **112** die Stromtabelle, die in Verbindung mit 40 kHz gespeichert ist, aus dem Tabellenspeicherabschnitt **114**, und bestimmt auf der Basis der Zielausgabe des Laserlichts, das als eine der Bearbeitungsbedingungen eingestellt ist, einen

Antriebsstrom, der der Anregungslichtquelle **111** zugeführt werden sollte (Schritt **S104**).

[0301] Danach liefert der Anregungslichtquellen-Ansteuerabschnitt **112** den in Schritt **S104** bestimmten Ansteuerstrom an die Anregungslichtquelle **111** (Schritt **S105**). Parallel zu einem in Schritt **S105** gezeigten Prozess steuert der Steuerabschnitt **101** das Ein- und Ausschalten des Q-Schalters **23** durch Ausgeben eines Steuersignals, das auf der Grundlage der in Schritt **S101** gelesenen Impulsfrequenz erzeugt wurde (**S106**). Der Steuerabschnitt **101** steuert den X-Abtaster **8** und den Y-Abtaster **9** und führt ein zweidimensionales Abtasten durch, um das in Schritt **S101** gelesene Markierungsmuster zu realisieren (**S107**).

[0302] Die in den Schritten **S105** bis **S107** gezeigten Verarbeitungsarten werden der Einfachheit halber als ausgeführt angezeigt. Wie oben erläutert, werden die Arten der Verarbeitung jedoch parallel ausgeführt.

[0303] Wenn dagegen in Schritt **S103** bestimmt wird, dass die Pulsfrequenz mehr als 40 kHz beträgt, bestimmt der Anregungslichtquellen-Ansteuerabschnitt **112**, ob die Pulsfrequenz 100 kHz oder mehr beträgt (Schritt **S108**). Wenn die Impulsfrequenz 100 kHz oder mehr beträgt, liest der Anregungslichtquellen-Ansteuerabschnitt **112** die Stromtabelle, die in Verbindung mit 100 kHz gespeichert ist, aus dem Tabellenspeicherabschnitt **114**, und bestimmt auf der Basis der Zielausgabe des Laserlichts, das als eine der Bearbeitungsbedingungen eingestellt ist, einen Antriebsstrom, der der Anregungslichtquelle **111** zugeführt werden sollte (Schritt **S109**). Der Anregungslichtquellen-Ansteuerabschnitt **112** geht zu den oben erläuterten Schritten **S105** bis **S107** über und führt die Arten der Verarbeitung aus, die sich auf die Schritte beziehen.

[0304] Wenn in Schritt **S109** bestimmt wird, dass die Pulsfrequenz weniger als 100 kHz beträgt, das heißt, wenn bestimmt wird, dass die Pulsfrequenz mehr als 40 kHz, aber weniger als 100 kHz beträgt, liest der Anregungslichtquellen-Ansteuerabschnitt **112** die in Verbindung mit 40 kHz gespeicherte Stromtabelle und die in Verbindung mit 100 kHz gespeicherte Stromtabelle aus dem Tabellenspeicherabschnitt **114** und ergänzt den Inhalt der Stromtabellen, um einen Antriebsstrom zu bestimmen, der der Anregungslichtquelle **111** zugeführt werden sollte (Schritt **S110**). Der Anregungslichtquellen-Ansteuerabschnitt **112** geht zu den Schritten **S105** bis **S107** über und führt die Arten der Verarbeitung aus, die sich auf die Schritte beziehen.

[0305] Genauer gesagt, wenn mit Schritt **S109** fortgefahren wird, interpoliert der Anregungslichtquellen-Ansteuerabschnitt **112** mit beispielsweise einer linearen Funktion, die durch Zuordnen der Impulsfrequenz

und der Ansteuerströme erhalten wird, den Antriebsstrom, der auf der Grundlage der in Verbindung mit 40 kHz gespeicherten Stromtabelle bestimmt wird, und den Ansteuerstrom, der auf der Grundlage der in Verbindung mit 100 kHz gespeicherten Stromtabelle bestimmt wird, und bestimmt einen Antriebsstrom auf der Grundlage der auf diese Weise erhaltenen linearen Funktion und der als eine der Bearbeitungsbedingungen eingestellten Impulsfrequenz.

[0306] Auf diese Weise, speichert der Tabellenspeicherabschnitt **114**, der als Korrespondenzbeziehungsspeicherabschnitt fungiert, die Korrespondenzbeziehung zwischen der Zielausgabe des Laserlichts und dem Antriebsstrom in Verbindung mit der Größe der Impulsfrequenz, die als eine der Bearbeitungsbedingungen eingestellt ist. Folglich kann ein Antriebsstrom bestimmt werden, der für die Größe der Impulsfrequenz geeignet ist. Daher kann die AusgabeEinstellung des Laserlichts geeignet ausgeführt werden. Die Fluktuation in einer Ausgabe des Laserlichts kann reduziert werden.

Änderung der Ausgangseinstellung
entsprechend einer Pulsfrequenz

[0307] Wenn ein Berechnungsformel-Speicherabschnitt, der zum Speichern einer Berechnungsformel zum Berechnen eines Antriebsstroms unter Verwendung einer Zielausgabe als ein Argument als Korrespondenzbeziehungsspeicherabschnitt anstelle des Tabellenspeicherabschnitts **114** vorgesehen ist, zum Beispiel nur eine Korrespondenzbeziehung mit der Impulsfrequenz in die Berechnungsformel aufgenommen werden muss, die den Zielausgang und den Ansteuerstrom als weiteres Argument verbindet.

AusgabeEinstellung entsprechend
einem Level einer Zielausgabe

[0308] Wie oben erläutert, wenn die Ausgangsänderung des Laserlichts durch den Antriebsstrom durchgeführt wird, wenn eine Zielausgabe des Laserlichts zu niedrig ist, ist es wahrscheinlich, dass ein Antriebsstrom, der einer Ausgabe des Laserlichts entspricht, übermäßig klein ist und instabil wird. In diesem Fall ist es wahrscheinlich, dass die Ausgabe des Laserlichts ebenfalls instabil wird. Daher gibt es Raum für Verbesserungen bei der AusgabeEinstellung auf einer Seite mit niedrigem Ausgang.

[0309] Andererseits ist, wie allgemein bekannt, auch ein Verfahren zum Ändern einer Ausgabe von Laserlicht durch Einstellen eines Tastverhältnisses des Q-Schalters **23** denkbar.

[0310] Das heißt, wenn beispielsweise das Tastverhältnis reduziert wird, nimmt die Periode ab, in der der Q-Schalter **23** in den EIN-Zustand geschaltet wird. Daher nimmt die Ausgabe einer Pulswelle, die von

dem Lasermedium **25** als Grundwelle oszilliert wird, ab. Folglich ist es möglich, eine Ausgabe von Laserlicht zu reduzieren, das auf der Basis der Grundwelle erzeugt wird.

[0311] Wenn daher die Ausgangsänderung des Laserlichts über das Tastverhältnis durchgeführt wird, ist es möglich, die Ausgabe des Laserlichts zu reduzieren, während der Antriebsstrom ausreichend groß gehalten wird, um keine Destabilisierung zu verursachen.

[0312] Es wurde jedoch herausgefunden, dass, wenn das Tastverhältnis des Q-Schalters **23** eingestellt wird, während der Antriebsstrom groß gehalten wird, obwohl die Ausgangseinstellung auf der Seite mit niedrigem Ausgang verbessert wird, eine Schwierigkeit bei der Ausgabeeinstellung auf einer Hochleistungsseite auftritt.

[0313] Das heißt, wenn das Tastverhältnis groß eingestellt wird, um die Ausgabe des Laserlichts zu erhöhen, nimmt die Periode zu, in der der Q-Schalter **23** in den EIN-Zustand geschaltet wird. Daher steigt eine Periode, in der das Laserlicht kontinuierlich oszilliert. Dann erzeugen das erste Wellenlängenumwandlungselement **26** und das zweite Wellenlängenumwandlungselement **27** Wärme. Die Wellenlängenumwandlungselemente werden durch die Wärmeerzeugung überhitzt und eine Zunahme der Ausgabe einer Grundwelle aufgrund des Ansteuerstroms wird groß gehalten. Es ist wahrscheinlich, dass die Lasereigenschaften verschlechtert werden, zum Beispiel wird eine Ausgabe unmittelbar nachdem die gepulste Oszillation aufgrund des Einflusses einer thermischen Linse oder dergleichen instabil wird.

[0314] Daher verwendet der Steuerabschnitt **101** gemäß dieser Ausführungsform entsprechend einem Level einer Zielausgabe ein Verfahren zum Ändern der Ausgabe des Laserlichts.

[0315] Wenn die Zielausgabe einen vorbestimmten Schwellenwert überschreitet, steuert der Steuerabschnitt **101** insbesondere eine Ausgabe des von dem Laserlichtausgabeabschnitt **2** emittierten Laserlichts durch Ändern eines Antriebsstroms, der der Anregungslichtquelle **111** über den Anregungslichterzeugungsabschnitt **110** zugeführt wird. Wenn der Zielantrieb gleich oder kleiner als der Schwellenwert ist, steuert der Steuerabschnitt **101** andererseits die Ausgabe des von dem Laserlichtausgabeabschnitt **2** emittierten Laserlichts durch Ändern eines Tastverhältnisses über den Laserlichtausgabeabschnitt, während der Antriebsstrom, der der Anregungslichtquelle **111** zugeführt wird, im Wesentlichen festgehalten wird.

[0316] Als ein Verfahren zum Ändern des Tastverhältnisses kann eine Tabelle verwendet werden,

die die Zielausgabe und das Tastverhältnis verbindet. Eine Berechnungsformel zum Berechnen eines Tastverhältnisses unter Verwendung der Zielausgabe und der Impulsfrequenz als Argumente kann verwendet werden.

[0317] Wie aus der Beschreibung „unter im Wesentlichen konstanter Beibehaltung des Antriebsstroms“ ersichtlich ist, ist es nicht erforderlich, den Treiberstrom fest zu halten, selbst wenn die Zielausgabe gleich oder kleiner als der Schwellenwert ist. Der Ansteuerstrom muss nur innerhalb eines Bereichs gehalten werden, wenn die Zielausgabe um 10% bis 20% in Bezug auf die Schwelle erhöht oder verringert wird. Wenn zum Beispiel der Schwellenwert der Zielausgabe auf 60% eingestellt ist, muss der Ansteuerstrom nur zu einem Zeitpunkt auf einen Ansteuerstrom eingestellt werden, wenn die Zielausgabe 50% bis 70% beträgt.

[0318] Diese Steuerform kann gleichzeitig mit der Ausgangseinstellung verwendet werden, die der oben erläuterten Impulsfrequenz entspricht. Eine der Steuerformen kann ebenfalls verwendet werden.

Spezifisches Beispiel für die Ausgabeeinstellung entsprechend einem Level einer Zielausgabe

[0319] Wie oben erläutert, werden die zwei Arten von Stromtabellen, die den Impulsfrequenzen entsprechen, in dem Tabellenspeicherabschnitt **114** gemäß dieser Ausführungsform gespeichert. Wie in **Fig. 35** gezeigt, werden in den Stromtabellen die Ausgangseinstellung durch einen Antriebsstrom und die Ausgangseinstellung durch ein Tastverhältnis richtig verwendet, je nachdem, ob die Zielausgabe niedriger oder höher als 60% ist, die als Schwellenwert für die Zielausgabe eingestellt ist.

[0320] Wenn die Zielausgabe 60% übersteigt, steigt der Antriebsstrom mit zunehmender Zielausgabe monoton an. Wenn dagegen die Zielausgabe 60% oder weniger beträgt, ist der Ansteuerstrom in Bezug auf einen Level der Zielausgabe im Wesentlichen festgelegt. In diesem Fall wird der Antriebsstrom zu dem Zeitpunkt verwendet, wenn die Zielausgabe 60% beträgt. Im letzteren Fall nimmt das Tastverhältnis mit abnehmender Zielausgabe monoton ab.

[0321] **Fig. 37** ist ein Flussdiagramm, das die richtigen Anwendungen eines Ausgabeanpassungsverfahrens entsprechend einer Zielausgabe darstellt. Zur Vereinfachung sind in **Fig. 37** die richtigen Verwendungen der den Impulsfrequenzen entsprechenden Stromtabellen weggelassen. Aus **Fig. 35** ist jedoch ersichtlich, dass die richtigen Anwendungen, die den Pulsfrequenzen entsprechen, gleichzeitig durchgeführt werden.

[0322] Wie in **Fig. 37** gezeigt, wenn beispielsweise die Laserbearbeitungsvorrichtung **L** gestartet wird, um das Werkstück **W** zu bearbeiten, liest der Steuerabschnitt **101** ein über das Operationsterminal **200** eingestelltes Markierungsmuster und Druckdaten einschließlich der Zielausgabe und der als Bearbeitungsbedingungen dienenden Impulsfrequenz (Schritt **S201**). Daten, die sich auf die Bearbeitungsbedingungen unter den zu diesem Zeitpunkt gelesenen Druckdaten beziehen, werden von dem Steuerabschnitt **101** in den Treiberabschnitt **112** für die Anregungslichtquelle eingegeben.

[0323] Danach bestimmt der Anregungslichtquellen-Ansteuerabschnitt **112**, ob die als eine der Bearbeitungsbedingungen eingestellte Zielausgabe mehr als 60% beträgt (Schritt **S202**). Wenn die Zielausgabe mehr als 60% beträgt, liest der Anregungslichtquellen-Ansteuerabschnitt **112** die Stromtabelle, die der Zielausgabe entspricht, aus dem Tabellenspeicherabschnitt **114** (Schritt **S203**) und bestimmt einen Antriebsstrom gemäß der Stromtabelle (Schritt **S204**). Der Anregungslichtquellen-Ansteuerabschnitt **112** führt dieselbe Verarbeitung wie der in **Fig. 36** gezeigte Ablauf durch und führt ein Drucken aus (Schritte **S206** bis **S208**), während das Tastverhältnis auf einem minimalen Wert gehalten wird (Schritt **S205**).

[0324] Die Arten der Verarbeitung, die in den Schritten **S206** bis **S208** gezeigt sind, werden der Einfachheit halber als ausgeführt angezeigt. Wie oben erläutert, werden die Arten der Verarbeitung jedoch parallel ausgeführt.

[0325] Wenn dagegen in Schritt **S202** bestimmt wird, dass die Zielausgabe 60% oder weniger beträgt, liest der Anregungslichtquellen-Ansteuerabschnitt **112** die Stromtabelle, die der auf 60% gesetzten Zielausgabe entspricht, aus dem Tabellenspeicherabschnitt **114** unabhängig von einem Level der Zielausgabe (Schritt **S209**) und bestimmt einen Antriebsstrom gemäß der Stromtabelle (Schritt **S210**). Der Anregungslichtquellen-Ansteuerabschnitt **112** ändert das Tastverhältnis gemäß der Zielausgabe (Schritt **S211**) und führt die gleiche Verarbeitung wie der in **Fig. 36** gezeigte Ablauf durch und führt das Drucken aus (Schritte **S206** bis **S208**).

[0326] Auf diese Weise wird, wenn die Zielausgabe relativ hoch ist, die Ausgabe des Laserlichts durch den Antriebsstrom geändert. Wenn dagegen die Zielausgabe relativ niedrig ist, wird die Ausgabe des Laserlichts eher durch das Tastverhältnis als durch den Antriebsstrom geändert.

[0327] Durch Umschalten von Änderungsmitteln für die Ausgabe des Laserlichts gemäß dem Level der Zielausgabe kann die Ausgabe des Laserlichts auf einer Niedrigleistungsseite stabilisiert werden, und es kann verhindert werden, dass die Lasereigenschaften

ten auf einer Hochleistungsseite beeinträchtigt werden. Folglich ist es möglich, die Ausgabe des Laserlichts geeignet zu ändern, ohne die Lasereigenschaften zu verschlechtern.

Konfiguration bezogen auf einen Ausgangsstopp der Laserbearbeitungsvorrichtung **L**

[0328] **Fig. 38** ist ein Blockschaltbild, das die Konfiguration um eine Stromversorgung der Laserbearbeitungsvorrichtung **L** herum veranschaulicht. Unter den in **Fig. 38** gezeigten Komponenten sind die gleichen Komponenten wie die oben erläuterten Komponenten mit den gleichen Bezugszeichen und Zeichen versehen. Die Erläuterung der Komponenten wird gegebenenfalls weggelassen.

[0329] Wie in **Fig. 38** gezeigt ist, umfasst die Laserbearbeitungsvorrichtung **L** den Anregungslichterzeugungsabschnitt **110**, eine Stromversorgung zum Zuführen elektrischer Leistung zu dem Laserlichtausgabeabschnitt **2** und dem Steuerabschnitt **101**, und einen Stromversorgungsüberwachungsabschnitt (in **Fig. 38** als „Spannungsüberwachungsabschnitt“ beschrieben) zum Überwachen der Stromversorgung.

[0330] Im Detail umfasst die Laserbearbeitungsvorrichtung **L** einen ersten Stromversorgungsabschnitt (eine Stromversorgung) **124**, der elektrische Leistung an den Laserlichtausgabeabschnitt **2** und den Steuerabschnitt **101** liefern kann. Der erste Stromversorgungsabschnitt **124** ist durch eine sogenannte AC/DC-Stromversorgung konfiguriert.

[0331] In ähnlicher Weise umfasst die Laserbearbeitungsvorrichtung **L** einen zweiten Stromversorgungsabschnitt (eine Stromversorgung) **125**, der elektrische Energie an den Anregungslichterzeugungsabschnitt **110** liefern kann. Wie der erste Stromversorgungsabschnitt **124** ist der zweite Stromversorgungsabschnitt **125** durch eine allgemeine AC/DC-Stromversorgung konfiguriert.

[0332] Die Stromversorgung für den ersten Stromversorgungsabschnitt **124** und den zweiten Stromversorgungsabschnitt **125** wird durch einen Hauptschalter **121** und einen Schlüsselschalter **122** ein- und ausgeschaltet. Insbesondere ist der Hauptschalter **121** mit dem Schlüsselschalter **122** und dem ersten Stromversorgungsabschnitt **124** verbunden und vorgesehen, um einen Systemstart der anderen Abschnitte als den Anregungslichterzeugungsabschnitt **110** durchzuführen. Wenn der Hauptschalter **121** in einen EIN-Zustand geschaltet wird, kann dem ersten Temperatureinstellabschnitt **5**, dem zweiten Temperatureinstellabschnitt **6** und dem Steuerabschnitt **101** elektrische Energie zugeführt werden.

[0333] Der Schlüsselschalter **122** ist vorgesehen, um die Emission von Laserlicht sicher zu stoppen.

Ein und Aus des Schlüsselschalters **122** und Ein und Aus der Emission des Laserlichts sind zugeordnet. Im Detail wird, wenn der Schlüsselschalter **122** in einen AUS-Zustand geschaltet wird, eine elektrische Schaltung, die vom zweiten Energieversorgungsabschnitt **125** zum Anregungslichterzeugungsabschnitt **110** führt, unterbrochen. Die Erzeugung von Laseranregungslicht und die Emission des Laserlichts kann sicher gestoppt werden. Wenn dagegen der Schlüsselschalter **122** in den EIN-Zustand geschaltet wird, wird die elektrische Schaltung, die von dem zweiten Energieversorgungsabschnitt **125** zum Anregungslichterzeugungsabschnitt **110** führt, geführt. Die Erzeugung des Laseranregungslichts und die Emission des Laserlichts sind erlaubt.

[0334] Um die oben erläuterte Steuerung durchzuführen, umfasst die Laserbearbeitungsvorrichtung **L** den Stromversorgungsüberwachungsabschnitt **123**, der konfiguriert ist, um wenigstens den zweiten Stromversorgungsabschnitt **125** zu überwachen. In dieser Ausführungsform ist der Stromversorgungsüberwachungsabschnitt **123** konfiguriert, um den zweiten Stromversorgungsabschnitt **125** durch Messen wenigstens einer Versorgungsspannung an dem zweiten Stromversorgungsabschnitt **125** zu überwachen. Anstelle dieser Konfiguration kann der Stromversorgungsüberwachungsabschnitt **123** nur eine Versorgungsspannung für den ersten Stromversorgungsabschnitt **124** überwachen. Alternativ kann der Stromversorgungsüberwachungsabschnitt **123** eine Spannung überwachen, die von dem ersten Stromversorgungsabschnitt **124** oder dem zweiten Stromversorgungsabschnitt **125** geliefert wird, anstelle der Versorgungsspannung an den ersten Stromversorgungsabschnitt **124** oder den zweiten Stromversorgungsabschnitt **125**.

[0335] Obwohl Details weggelassen werden, ist der Laserlichtausgabeabschnitt **2**, wie oben erläutert, vom Intra-Cavity-Typ. Die Temperaturen der ersten und zweiten Wellenlängenumwandlungselemente **26** und **27** werden jeweils durch die ersten und zweiten Temperatureinstellabschnitte (die Temperatureinstellabschnitte) **5** und **6** eingestellt.

[0336] Übrigens wird in einer solchen Laserbearbeitungsvorrichtung **L** zum Beispiel, wenn die Stromversorgung der Vorrichtung **L** aufgrund eines Stromausfalls oder eines Herunterfahrens gestoppt wird, die Erzeugung des Anregungslichts durch den Anregungslichterzeugungsabschnitt **110** und die Temperatureinstellung des Wellenlängenumwandlungselements **26** und **27** stoppen, entsprechend einer Ladungsmenge, die in einem Kondensator oder dergleichen für eine Stromversorgung verbleibt. Wenn die Erzeugung des Anregungslichts durch den Anregungslichterzeugungsabschnitt **110** aufhört, wird die Erzeugung der Grundwelle durch das Lasermedium **25** gestoppt. In der obigen Erläuterung stoppen die

Erzeugung der Grundwelle und die Temperatureinstellung der Wellenlängenumwandlungselemente **26** und **27** zufällig.

[0337] Wenn die Konfiguration des Typs mit zusätzlicher Kavität gewählt wird, wird die im Resonator erzeugte Grundwelle immer außerhalb des Resonators ausgegeben. Selbst wenn die Erzeugung der Grundwelle nach der Temperatureinstellung der Wellenlängenumwandlungselemente **26** und **27** stoppt, sammelt sich daher die Energie des Laserlichts einschließlich der Grundwelle nicht im Inneren des Resonators an.

[0338] Wenn jedoch die Konfiguration des Intra-Cavity-Typs wie in der hier offenbarten Ausführungsform verwendet wird, ist ein Wellenlängenumwandlungselement zwischen einem Paar von Spiegeln angeordnet. Daher befindet sich das Wellenlängenumwandlungselement auf der Innenseite eines Resonators. In einer solchen Konfiguration werden von dem Wellenlängenumwandlungselement erzeugte Oberwellen durch einen Halbspiegel (z.B. den oben erläuterten ersten Separator **28a**) an die Außenseite des Resonators ausgegeben, solange die oben erläuterte Temperatureinstellung ausreichend funktioniert.

[0339] Wenn jedoch bei einer derartigen Konfiguration des Intra-Cavity-Typs die Temperatureinstellung des Wellenlängenumwandlungselements vor dem Anhalten der Erzeugung der Grundwelle stoppt, ist es wahrscheinlich, dass die Wellenlängenumwandlung der erzeugten Grundwelle nicht ausreichend durchgeführt wird und die Energie des Laserlichts sich im Inneren des Resonators ansammelt. Um sicher zu verhindern, dass verschiedene optische Komponenten, die in dem Resonator angeordnet sind, beschädigt werden, ist es unerwünscht, dass der Resonator in eine solche Situation gerät.

[0340] Daher ist der Steuerabschnitt **101** gemäß dieser Ausführungsform konfiguriert zum Steuern, wenn auf der Grundlage eines Überwachungsergebnisses durch den Stromversorgungsüberwachungsabschnitt **123** bestimmt wird, dass die Stromzufuhr zu den ersten und zweiten Stromversorgungsabschnitten **124** und **125** gestoppt ist, wenigstens des Anregungslichterzeugungsabschnitts **110** und/oder des Q-Schalters **23** derart, dass die Erzeugung der Grundwelle in einem Zustand verhindert wird, in dem die Temperatureinstellung durch den ersten und den zweiten Temperatureinstellabschnitt **5** und **6** fortgesetzt wird.

[0341] Insbesondere wenn der elektrische Strom, der dem ersten und dem zweiten Stromversorgungsabschnitt **124** und **125** zugeführt wird, unter einem vorbestimmten Schwellenwert fällt, bestimmt der Steuerabschnitt **101**, dass die Stromzufuhr zum ersten und zum zweiten Stromversorgungsabschnitt **124**

und **125** gestoppt ist. Der Steuerabschnitt **101** kann die Bestimmung auf der Grundlage eines Levels der elektrischen Leistung oder auf der Grundlage einer physikalischen Größe durchführen, die sich auf die elektrische Leistung bezieht, beispielsweise eine Spannung.

[0342] Wenn bestimmt wird, dass die Stromzufuhr zu den ersten und zweiten Stromversorgungsabschnitten **124** und **125** gestoppt ist, stoppt der Steuerabschnitt **101** die Erzeugung des Laseranregungslichts durch Unterbrechen der Stromzufuhr zu dem Anregungslichterzeugungsabschnitt **110**, insbesondere der Versorgung von einem Antriebsstrom von dem Anregungslichtquellen-Ansteuerabschnitt **112** zu der Anregungslichtquelle **111**. Folglich stoppt die Erzeugung der Grundwelle basierend auf dem Laseranregungslicht. Daher hört auch der Einfall der Grundwelle auf das erste und das zweite Wellenlängenumwandlungselement **26** und **27** auf.

Spezifisches Beispiel für eine Verarbeitung,
die sich auf einen Ausgabestopp der
Laserbearbeitungsvorrichtung **L** bezieht

[0343] Fig. 39 ist ein Flussdiagramm, das die Verarbeitung in Bezug auf einen Ausgabestopp der Laserbearbeitungsvorrichtung **L** darstellt. Wie in Fig. 39 gezeigt ist, prüft der Stromversorgungsüberwachungsabschnitt **123** während des Betriebs der Laserbearbeitungsvorrichtung **L** eine Spannung der elektrischen Energie, die jedem der ersten und zweiten Stromversorgungsabschnitte **124** und **125** zugeführt wird, um die Stromversorgung für den zweiten Stromversorgungsabschnitt **125** zu prüfen, der als externe Stromversorgung dient (Schritte **S301** und **S302**).

[0344] Der Steuerabschnitt **101** bestimmt, ob die von dem Stromversorgungsüberwachungsabschnitt **123** überprüfte Spannung kleiner als ein vorbestimmter Schwellenwert (ein spezifizierter Wert) ist (Schritt **S303**). Wenn die Spannung gleich oder größer als der Schwellenwert ist, kehrt der Steuerabschnitt **101** zum Schritt **S302** zurück. Das heißt, der Steuerabschnitt **101** wiederholt die in den Schritten **S302** und **S303** gezeigte Verarbeitung, solange eine Spannung gleich oder größer als der Schwellenwert gesichert ist.

[0345] Wenn die Spannung unter den Schwellenwert fällt, weil der Hauptschalter **121** in den AUS-Zustand geschaltet wird oder die Stromversorgung des ersten oder zweiten Stromversorgungsabschnitts **124** oder **125** absichtlich oder unabsichtlich unterbrochen wird, geht der Steuerabschnitt **101** von Schritt **S303** zu Schritt **S304** über. Der Steuerabschnitt **101** stoppt in dem Anregungslichterzeugungsabschnitt **110** die Stromversorgung von dem Anregungslichtquellen-Ansteuerabschnitt **112** zu der Anregungslichtquelle **111**. Folglich wird die Erzeugung

des Laseranregungslichts in der Anregungslichtquelle **111** gestoppt und die Erzeugung der Grundwelle in dem Lasermedium **25** gestoppt (Schritt **S305**). Danach stoppt die Temperatureinstellung durch den ersten und den zweiten Temperatureinstellabschnitt **5** und **6** natürlich gemäß einer Ladungsmenge, die in dem Kondensator oder dergleichen verbleibt (Schritt **S306**). Die Laserbearbeitungsvorrichtung **L** wird heruntergefahren (Schritt **S307**).

[0346] Auf diese Weise verhindert der Steuerabschnitt **101** die Erzeugung der Grundwelle in einem Zustand, in dem die Temperatureinstellung durch die Temperatureinstellabschnitte **5** und **6** fortgesetzt wird. Da die Temperatureinstellung durch die Temperatureinstellabschnitte **5** und **6** fortgesetzt wird, wird die Erzeugung der Oberschwingungen gefördert. Wenn daher die Stromversorgung gestoppt wird, wird die während der Reduzierung erzeugte Grundwelle sanft in Harmonische umgewandelt. Daher kann verhindert werden, dass sich Energie des Laserlichts ansammelt. Daher kann verhindert werden, dass die optischen Komponenten beschädigt werden.

Änderung bezüglich eines Ausgangsstops
der Laserbearbeitungsvorrichtung **L**

[0347] In der Ausführungsform ist der Stromversorgungsüberwachungsabschnitt **123** so konfiguriert, dass er jeden der ersten und zweiten Stromversorgungsabschnitte **124** und **125** durch Messen der Versorgungsspannung an jedem der ersten und zweiten Stromversorgungsabschnitte **124** und **125** überwacht. Der Stromversorgungsüberwachungsabschnitt **123** ist jedoch nicht auf eine solche Konfiguration beschränkt.

[0348] Zum Beispiel kann der Stromversorgungsüberwachungsabschnitt **123** einen elektrischen Verbindungszustand zwischen dem zweiten Stromversorgungsabschnitt **125** und dem Erregerlicht-Erzeugungsabschnitt **110** überwachen, oder einen elektrischen Verbindungszustand zwischen dem ersten Stromversorgungsabschnitt **124** und dem Steuerabschnitt **101** oder dem Laserlichtausgabeabschnitt **2**. Wenn bestimmt wird, dass eine der Verbindungen unterbrochen ist, kann der Stromversorgungsüberwachungsabschnitt **123** bestimmen, dass die Stromzufuhr zu den ersten und zweiten Stromversorgungsabschnitten **124** und **125** gestoppt ist.

[0349] In diesem Fall kann der Stromversorgungsüberwachungsabschnitt **123** konfiguriert sein zum, wenn beispielsweise die elektrische Verbindung zwischen dem zweiten Stromversorgungsabschnitt **125** und dem Anregungslichterzeugungsabschnitt **110** als Ergebnis des Umschaltens des Schlüsselschalters **122** vom EIN-Zustand in den AUS-Zustand unterbrochen wird, Eingeben eines vorbestimmten elek-

trischen Signals in den Stromversorgungsüberwachungsabschnitt **123**. Wenn ein solches elektrisches Signal eingegeben wird, kann der Stromversorgungsüberwachungsabschnitt **123** in diesem Fall bestimmen, dass die Stromzufuhr durch den zweiten Stromversorgungsabschnitt **125** gestoppt ist.

[0350] Die Konfiguration mit den ersten und zweiten Stromversorgungsabschnitten **124** und **125** ist nicht essentiell. Wie in einer in 40 gezeigten Abwandlung können beispielsweise der Steuerabschnitt **101**, der Anregungslichterzeugungsabschnitt **110** und der Laserlichtausgabeabschnitt **2** von einem Stromversorgungsabschnitt **126** gesteuert werden.

[0351] Wenn eine Eingangsstromversorgung für die Laserbearbeitungsvorrichtung **L** ein Gleichstromeingang ist, muss die Stromversorgung wie der erste und der zweite Stromversorgungsabschnitt **124** und **125** nicht auf der Innenseite der Laserbearbeitungsvorrichtung **L** vorgesehen sein. In diesem Fall muss ein DC-Eingang von außen nur von der Stromversorgungsüberwachungseinheit **123** überwacht werden.

[0352] In der Ausführungsform ist der Steuerabschnitt **101** so konfiguriert, dass er die Erzeugung der Grundwelle durch das Lasermedium **25** durch Stoppen der Stromversorgung für den Anregungslichterzeugungsabschnitt **110** stoppt. Der Steuerabschnitt **101** ist jedoch nicht auf eine solche Konfiguration beschränkt.

[0353] Zum Beispiel, wenn bestimmt wird, dass die Energieversorgung durch den zweiten Energieversorgungsabschnitt **125** gestoppt ist, kann der Steuerabschnitt **101** die Erzeugung der Grundwelle verhindern, indem der Q-Schalter **23** in einem Zustand in dem AUS-Zustand gehalten wird, in dem die Temperatureinstellung durch den ersten und den zweiten Temperatureinstellabschnitt **5** und **6** fortgesetzt wird. In diesem Fall wird wenigstens eine pulsosziierte Grundwelle nicht auf das erste und das zweite Wellenlängenumwandlungselement **26** und **27** einfallen gelassen. In diesem Fall muss der Steuerabschnitt **101** nur die auf den Q-Schalter **23** bezogene Steuerung anhalten, wie in Schritt **S404** in **Fig. 41** anstelle von Schritt **S304** in **Fig. 37** gezeigt. Der Steuerabschnitt **101** kann gleichzeitig das Stoppen der Pulsoszillation durch den Q-Schalter **23** und das Stoppen der Stromversorgung des Anregungslichterzeugungsabschnitts **110** durchführen.

[0354] Bei der Realisierung der Verarbeitung, die sich auf den Ausgangsstopp des Laserlichts bezieht, ist die Konfiguration mit dem ersten Wellenlängenumwandlungselement **26** und dem zweiten Wellenlängenumwandlungselement **27** nicht essentiell. Zum Beispiel kann nur ein Wellenlängenumwandlungselement vorgesehen sein, oder es können drei oder

mehr Wellenlängenumwandlungselemente vorgesehen sein.

[0355] Bei der Realisierung der Verarbeitung, die sich auf den Ausgangsstopp des Laserlichts bezieht, ist der Q-Schalter **23** nicht essentiell. Die oben erläuterte Konfiguration kann auch auf eine Vorrichtung angewendet werden, die den Q-Schalter **23** nicht enthält und das Laserlicht nur kontinuierlich schwingen kann.

[0356] Wie oben erläutert, kann die vorliegende Offenbarung auf einen Lasermarkierer und dergleichen angewendet werden.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 2007273558 A [0003]

Patentansprüche

1. Laserbearbeitungsvorrichtung, umfassend:
 einen Anregungslichterzeugungsabschnitt, der konfiguriert ist zum Erzeugen von Anregungslicht;
 einen Laserlichtausgabeabschnitt, der konfiguriert ist zum Erzeugen von Laserlicht auf der Basis des durch den Anregungslichterzeugungsabschnitt erzeugten Anregungslichts und zum Emittieren des Laserlichts;
 einen Laserlichtabstastabschnitt, der konfiguriert ist zum Ausstrahlen des von dem Laserlichtausgabeabschnitt emittierten Laserlichts auf ein Werkstück und zum Abtasten des Laserlichts auf einer Oberfläche des Werkstücks; und
 einen Steuerabschnitt, der konfiguriert ist zum Durchführen einer Bearbeitung des Werkstücks durch Steuern des Anregungslichterzeugungsabschnitts, des Laserlichtausgabeabschnitts und des Laserlichtabstastabschnitts, wobei
 der Laserlichtausgabeabschnitt umfasst:
 ein Lasermedium, das konfiguriert ist, um eine Grundwelle auf der Basis des durch den Anregungslichterzeugungsabschnitt erzeugten Anregungslichts zu erzeugen;
 einen Q-Schalter, der konfiguriert ist, um die von dem Lasermedium erzeugte Grundwelle auf der Grundlage eines Steuersignals, das von dem Steuerabschnitt eingegeben wird, zu pulsieren,
 einen ersten Spiegel zum Reflektieren der von dem Lasermedium erzeugten Grundwelle;
 einen Q-Schalter-Gehäuseabschnitt, der einen Einfallabschnitt umfasst, auf den das durch den Anregungslichterzeugungsabschnitt erzeugte Anregungslicht einfallend gemacht werden kann und dadurch konfiguriert ist, dass wenigstens der Q-Schalter und der erste Spiegel darin untergebracht werden;
 ein erstes Wellenlängenumwandlungselement, auf das die von dem Lasermedium erzeugte Grundwelle eingefallen lassen wird, wobei das erste Wellenlängenumwandlungselement eine zweite Harmonische mit einer Frequenz erzeugt, die höher als eine Frequenz der Grundwelle ist;
 ein zweites Wellenlängenumwandlungselement, auf das die durch das erste Wellenlängenumwandlungselement erzeugte zweite Harmonische eingefallen lassen wird, wobei das zweite Wellenlängenumwandlungselement eine dritte Harmonische mit einer Frequenz erzeugt, die höher ist als die Frequenz der zweiten Harmonischen;
 einen zweiten Spiegel zum Reflektieren von wenigstens der zweiten Harmonischen und/oder der dritten Harmonischen; und
 einen Wellenlängenumwandlungsabschnitt mit einem Gehäuse, in dem ein Transmissionsfensterabschnitt, der die durch das Lasermedium erzeugte Grundwelle übertragen kann, und ein Ausgangsfensterabschnitt, der die durch das zweite Wellenlängenumwandlungselement erzeugte dritte Harmonische als Laserlicht emittieren kann, ausgebildet sind, wobei der Wellenlängenumwandlungsabschnitt durch

ein luftdichtes Gehäuse mit einem von dem Gehäuse umgebenen Innenraum, wenigstens dem ersten Wellenlängenumwandlungselement, dem zweiten Wellenlängenumwandlungselement und dem zweiten Spiegel konfiguriert ist,
 wobei das Lasermedium in einem des Q-Switch-Gehäuseabschnitts und des Wellenlängenumwandlungsabschnitts untergebracht ist, und
 wobei ein Resonator, der einen optischen Resonanzweg bildet, der durch den Transmissionsfensterabschnitt verläuft, durch den ersten Spiegel in dem Q-Schalter-Gehäuseabschnitt und den zweiten Spiegel in dem Wellenlängenumwandlungsabschnitt konfiguriert ist.

2. Laserbearbeitungsvorrichtung nach Anspruch 1, ferner umfassend einen Elementtemperatureinstellabschnitt zum Einstellen der Temperaturen des ersten und des zweiten Wellenlängenumwandlungselements, wobei der Elementtemperatureinstellabschnitt an einer Außenseite des Gehäuses angeordnet ist.

3. Laserbearbeitungsvorrichtung nach Anspruch 2, wobei der Elementtemperatureinstellabschnitt umfasst:
 einen ersten Temperatureinstellabschnitt, der zum Einstellen der Temperatur des ersten Wellenlängenumwandlungselements konfiguriert ist; und
 einen zweiten Temperatureinstellabschnitt, der konfiguriert ist, um die Temperatur des zweiten Wellenlängenumwandlungselements einzustellen, und
 wobei der erste Temperatureinstellabschnitt und der zweite Temperatureinstellabschnitt so konfiguriert sind, dass sie unabhängig voneinander gesteuert werden.

4. Laserbearbeitungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei
 das Lasermedium in dem Q-Schalter-Gehäuseabschnitt untergebracht ist, und
 der Q-Schalter-Gehäuseabschnitt durch luftdichtes Unterbringen des Lasermediums, des Q-Schalters und des ersten Spiegels konfiguriert ist.

5. Laserbearbeitungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei auf halbem Weg in einem optischen Resonanzpfad, der durch Verbinden des ersten Spiegels und des zweiten Spiegels gebildet wird, ein Ausgangsspiegel zum Trennen von Laserlicht, das wenigstens die dritte Harmonische enthält, von dem optischen Resonanzpfad angeordnet ist.

6. Laserbearbeitungsvorrichtung nach Anspruch 5, wobei der Ausgangsspiegel in dem Gehäuse luftdicht untergebracht ist.

7. Laseroszillator, umfassend:

ein Lasermedium, das konfiguriert ist, um eine Grundwelle auf der Basis eines Anregungslichts zu erzeugen;

einen Q-Schalter, der so konfiguriert ist, dass er auf der Grundlage eines von außen eingegebenen Steuersignals das Ein- und Ausschalten der gepulsten Schwingung der durch das Lasermedium erzeugten Grundwelle steuert;

einen ersten Spiegel zum Reflektieren der von dem Lasermedium erzeugten Grundwelle;

einen Q-Schalter-Gehäuseabschnitt, der einen Einfallabschnitt umfasst, auf den das Anregungslicht einfallen gelassen werden kann, und konfiguriert ist, um wenigstens den Q-Schalter und den ersten Spiegel aufzunehmen;

ein erstes Wellenlängenumwandlungselement, auf das die von dem Lasermedium erzeugte Grundwelle eingefallen lassen wird, wobei das erste Wellenlängenumwandlungselement eine zweite Harmonische mit einer Frequenz erzeugt, die höher als eine Frequenz der Grundwelle ist;

ein zweites Wellenlängenumwandlungselement, auf das die durch das erste Wellenlängenumwandlungselement erzeugte zweite Harmonische eingefallen lassen wird, wobei das zweite Wellenlängenumwandlungselement eine dritte Harmonische mit einer Frequenz erzeugt, die höher ist als die Frequenz der zweiten Harmonischen;

einen zweiten Spiegel zum Reflektieren von wenigstens der zweiten Harmonischen und/oder der dritten Harmonischen; und

einen Wellenlängenumwandlungsabschnitt mit einem Gehäuse, in dem ein Transmissionsfensterabschnitt, der die durch das Lasermedium erzeugte Grundwelle übertragen kann, und ein Ausgangsfensterabschnitt, der die durch das zweite Wellenlängenumwandlungselement erzeugte dritte Harmonische als Laserlicht emittieren kann, ausgebildet sind, wobei der Wellenlängenumwandlungsabschnitt durch ein luftdichtes Gehäuse mit einem von dem Gehäuse umgebenen Innenraum, wenigstens dem ersten Wellenlängenumwandlungselement, dem zweiten Wellenlängenumwandlungselement und dem zweiten Spiegel konfiguriert ist,

wobei das Lasermedium in einem des Q-Switch-Gehäuseabschnitts und des Wellenlängenumwandlungsabschnitts untergebracht ist, und

wobei ein Resonator, der einen optischen Resonanzweg bildet, der durch den Transmissionsfensterabschnitt verläuft, durch den ersten Spiegel in dem Q-Schalter-Gehäuseabschnitt und den zweiten Spiegel in dem Wellenlängenumwandlungsabschnitt konfiguriert ist.

Es folgen 39 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

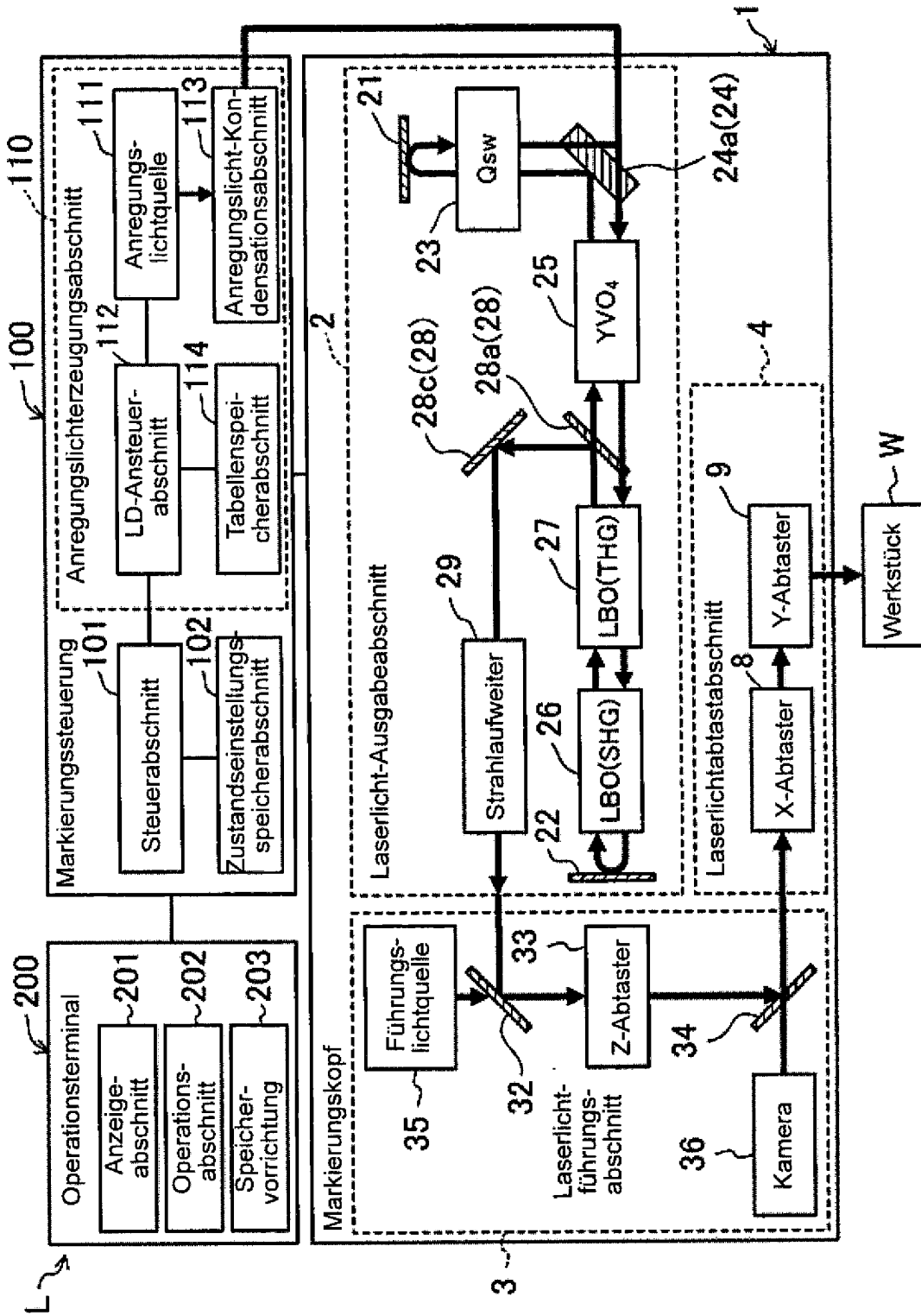
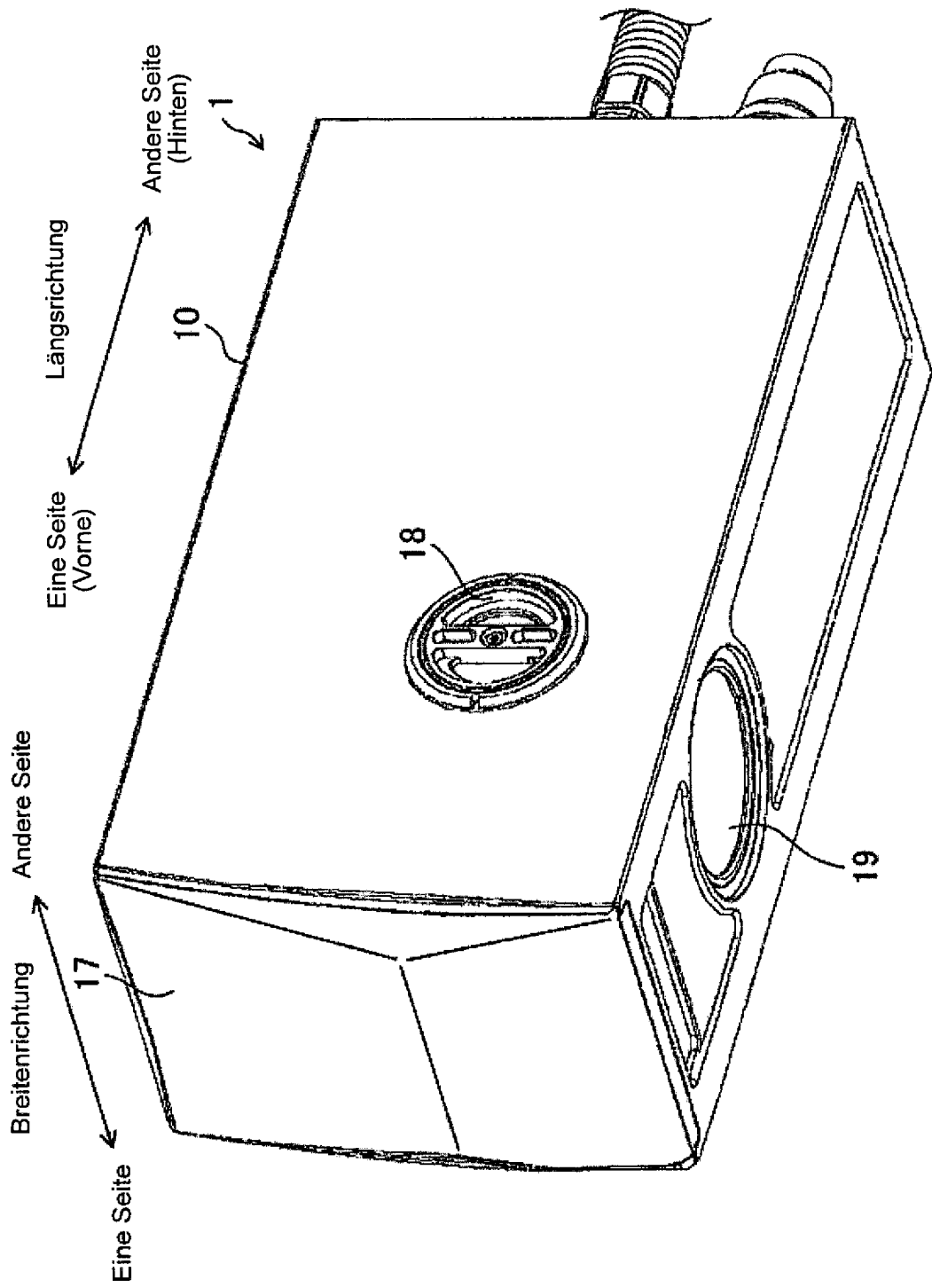


FIG. 2



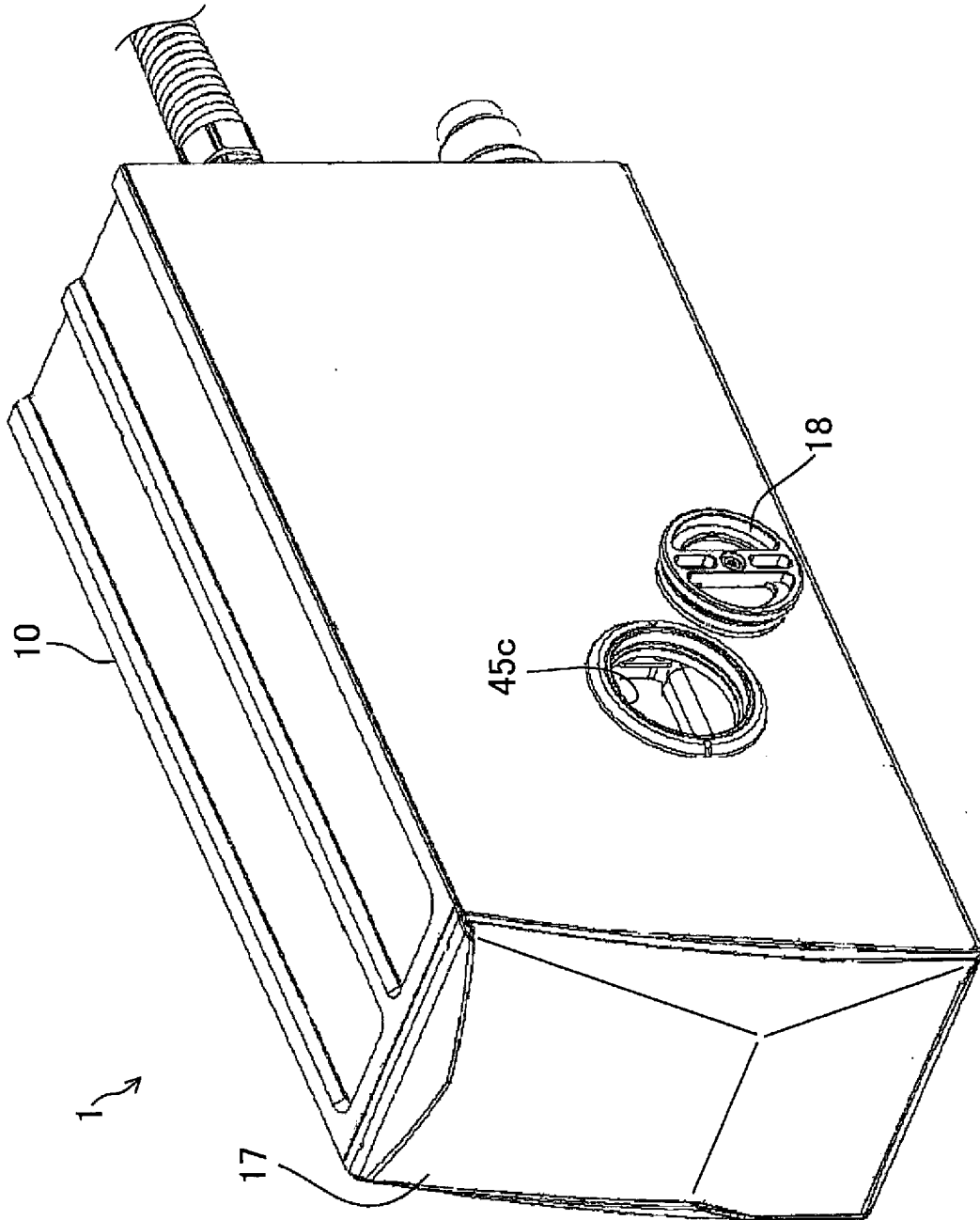


FIG. 3

FIG. 4

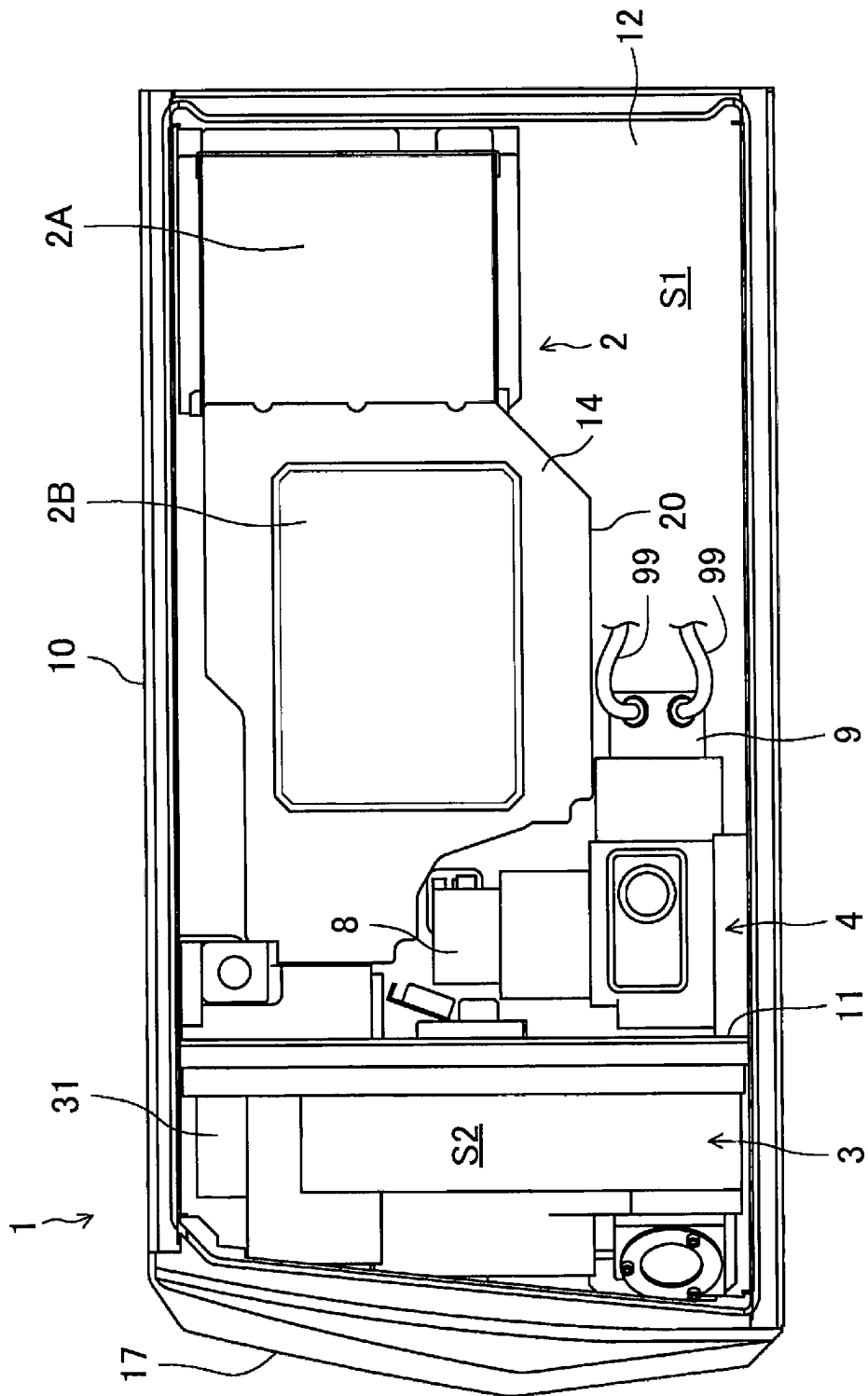


FIG. 5

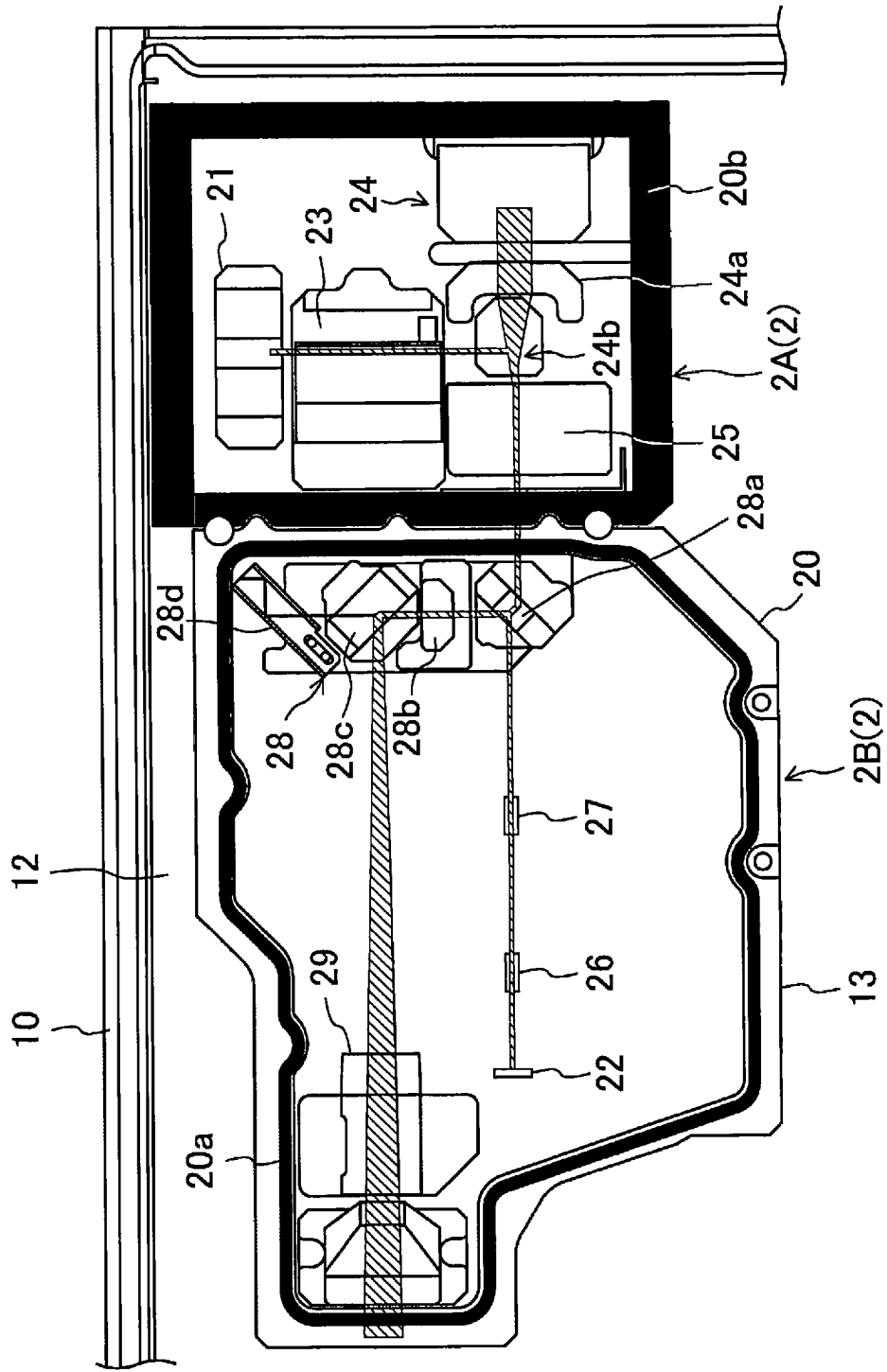


FIG. 6

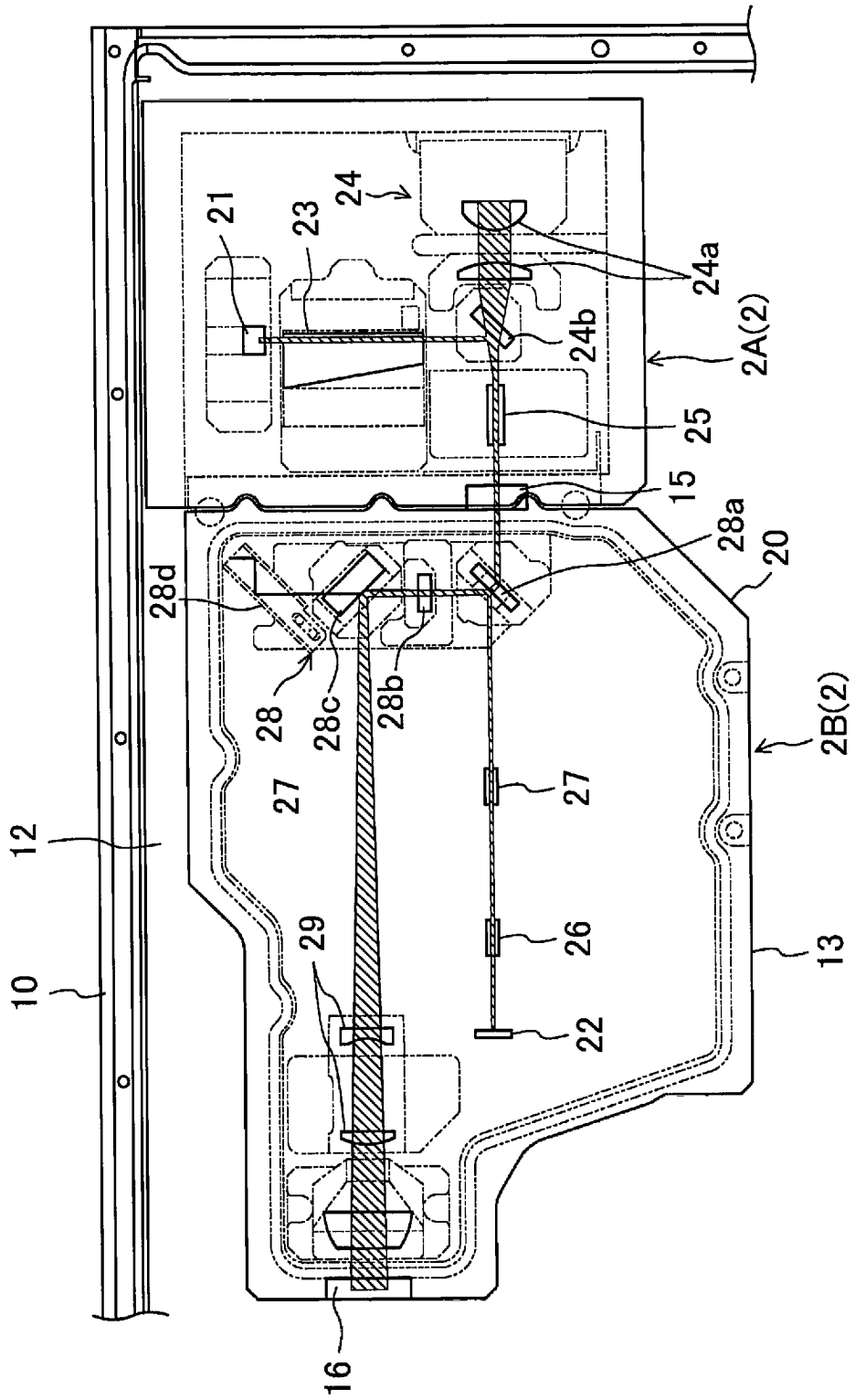


FIG. 7

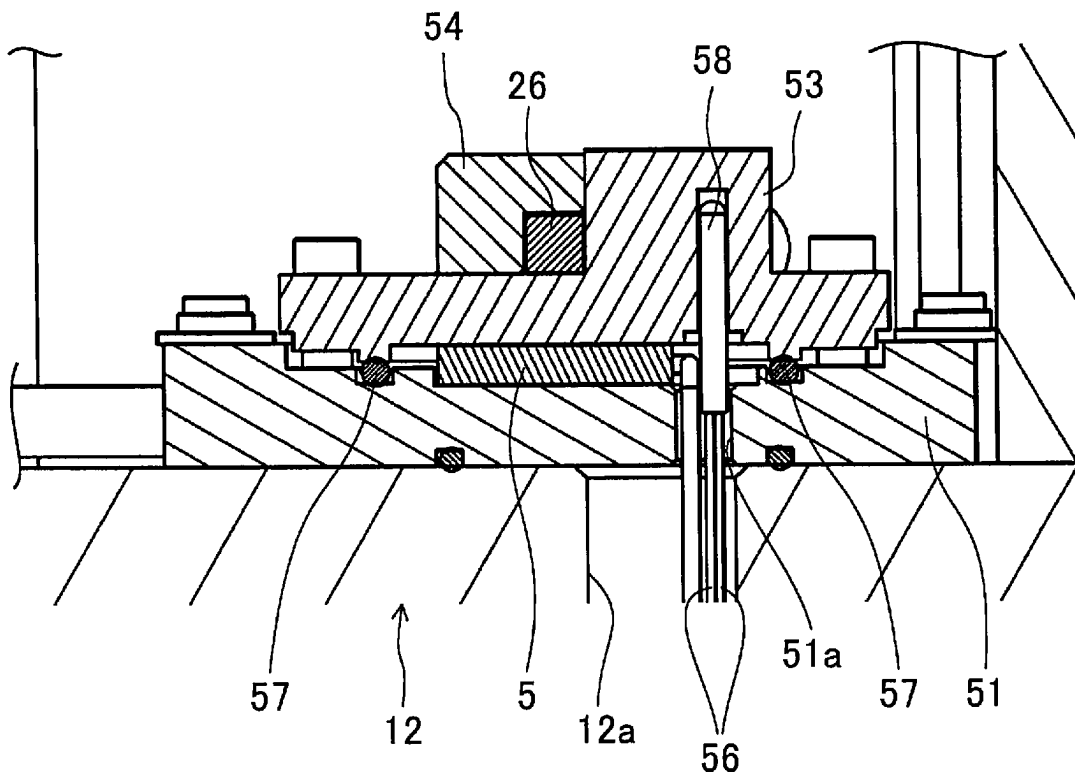


FIG. 8

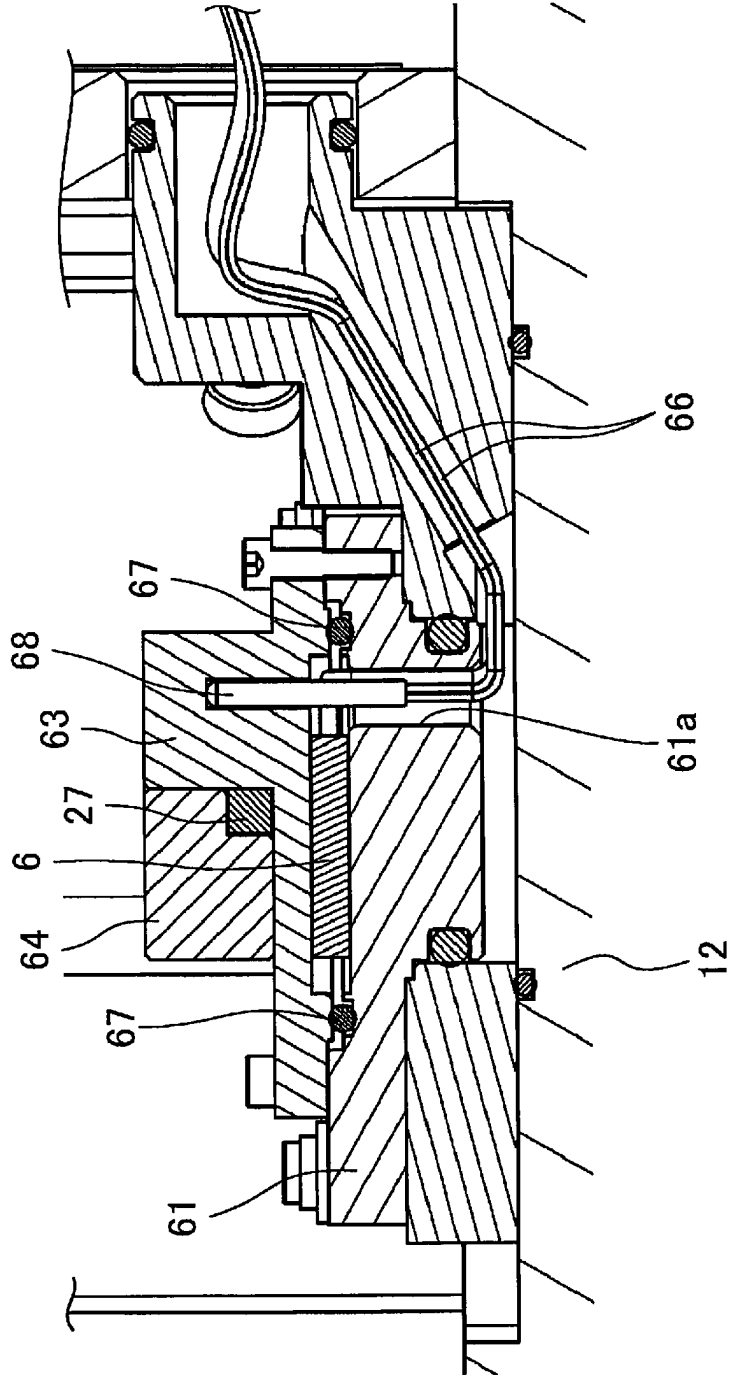


FIG. 9

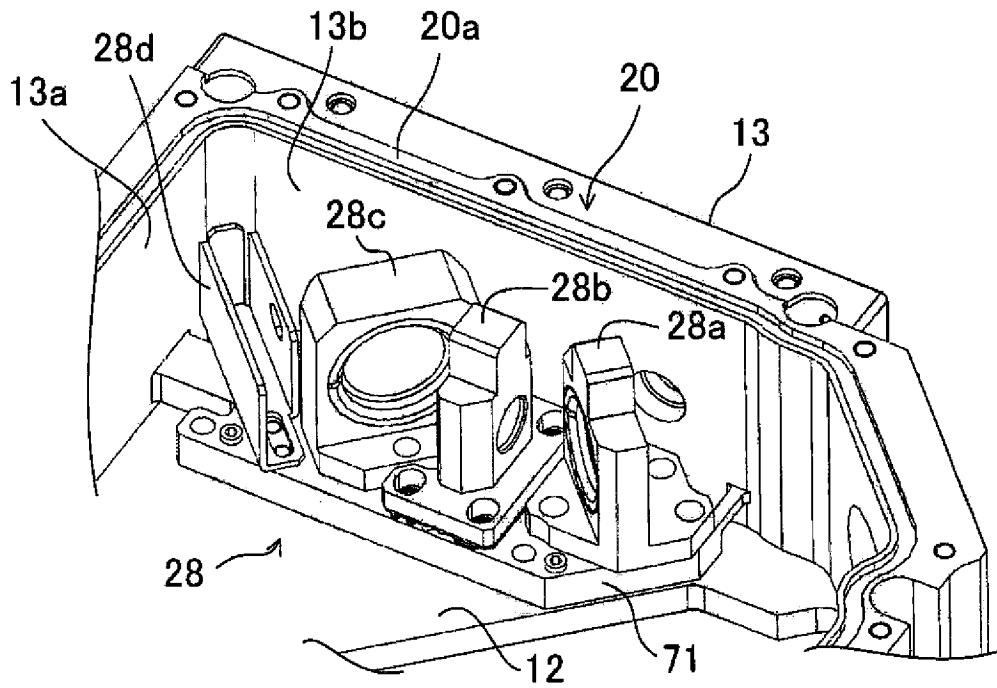


FIG. 10

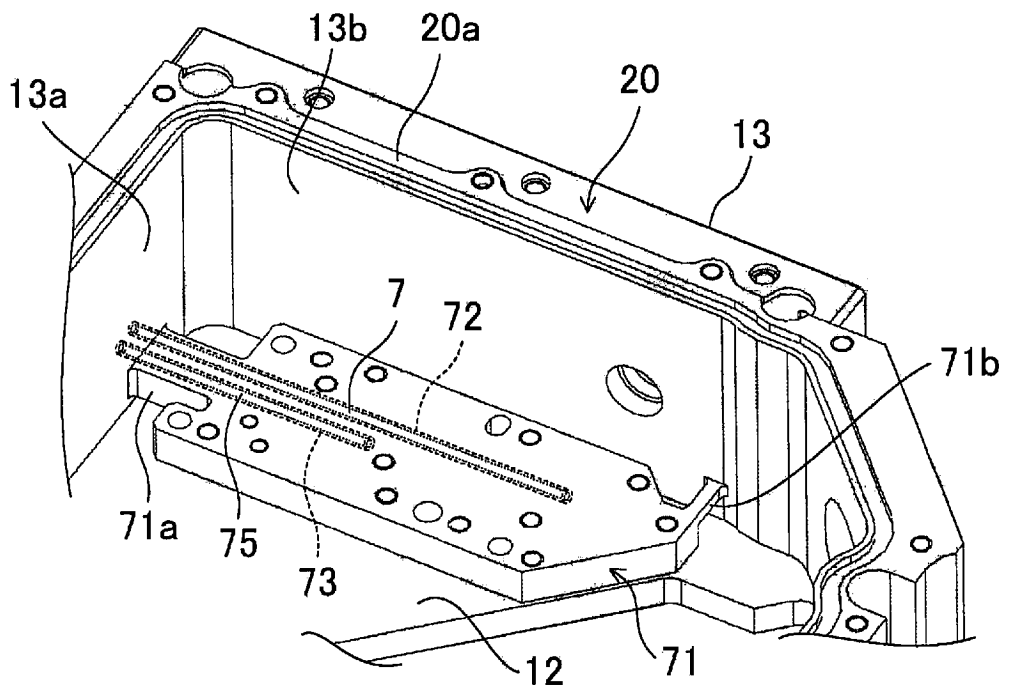


FIG. 11

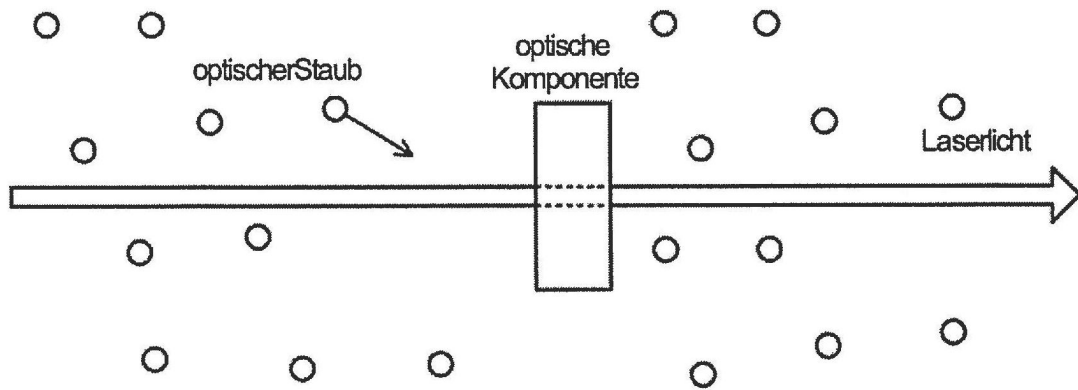


FIG. 12

Verschmutzungshaftung-Beispiel

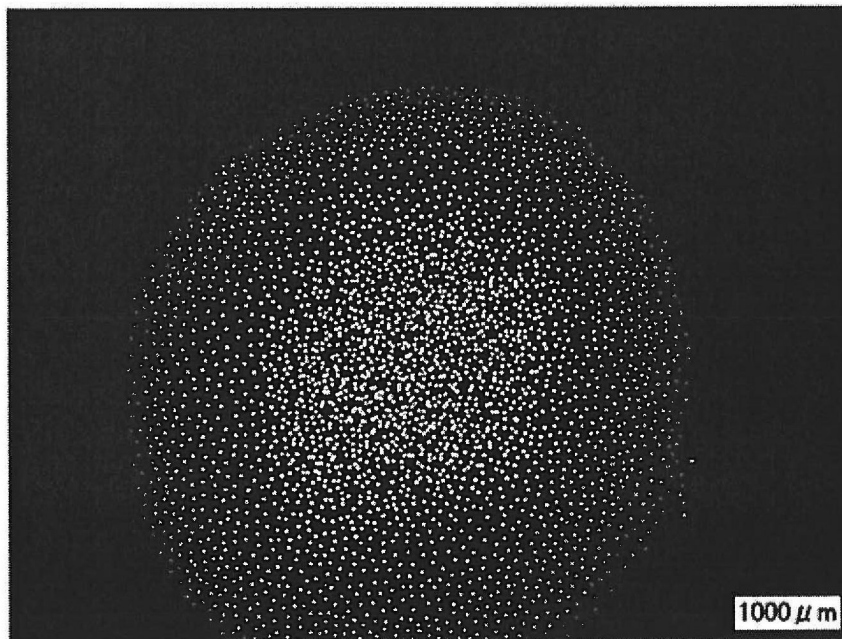


FIG. 13

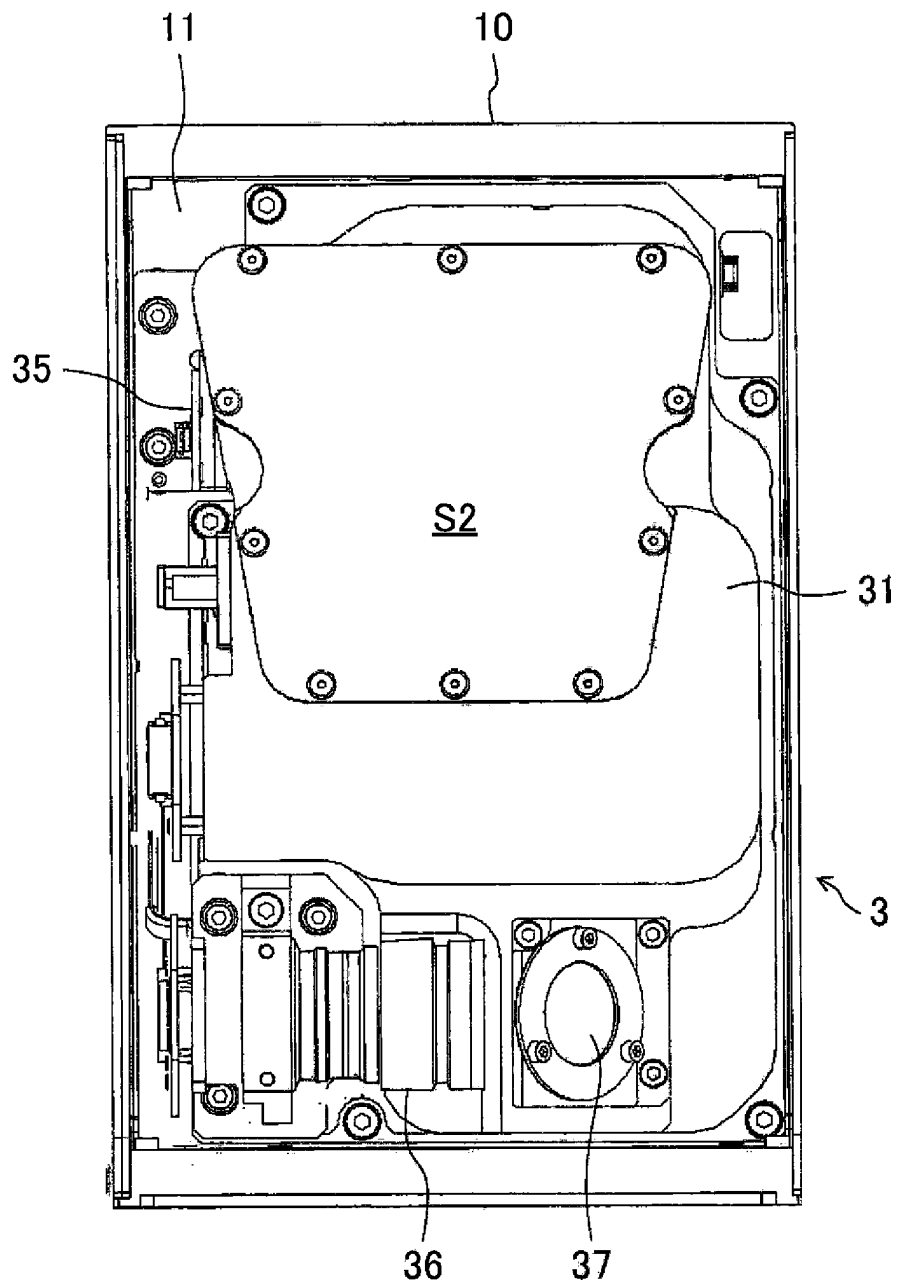


FIG. 14

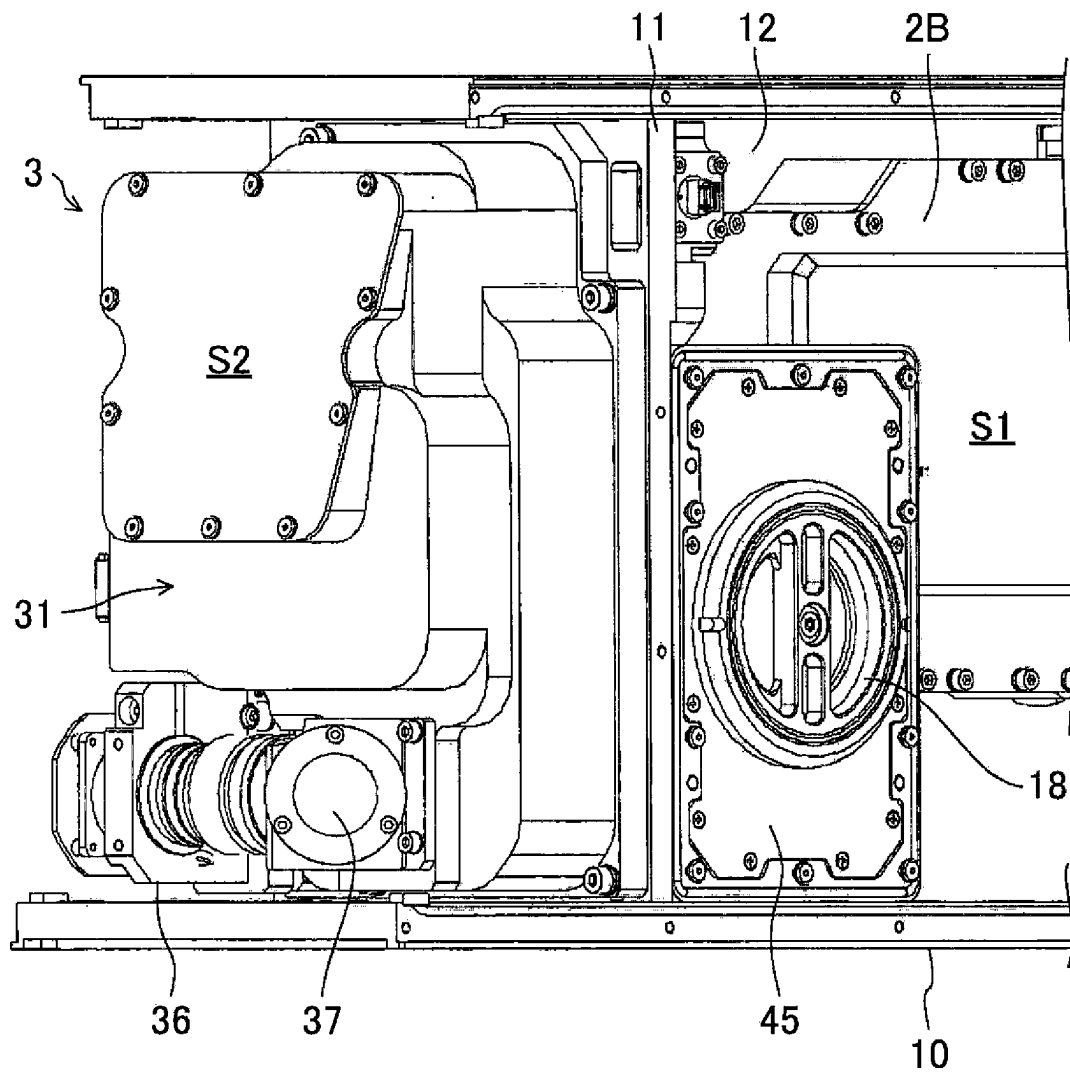


FIG. 15

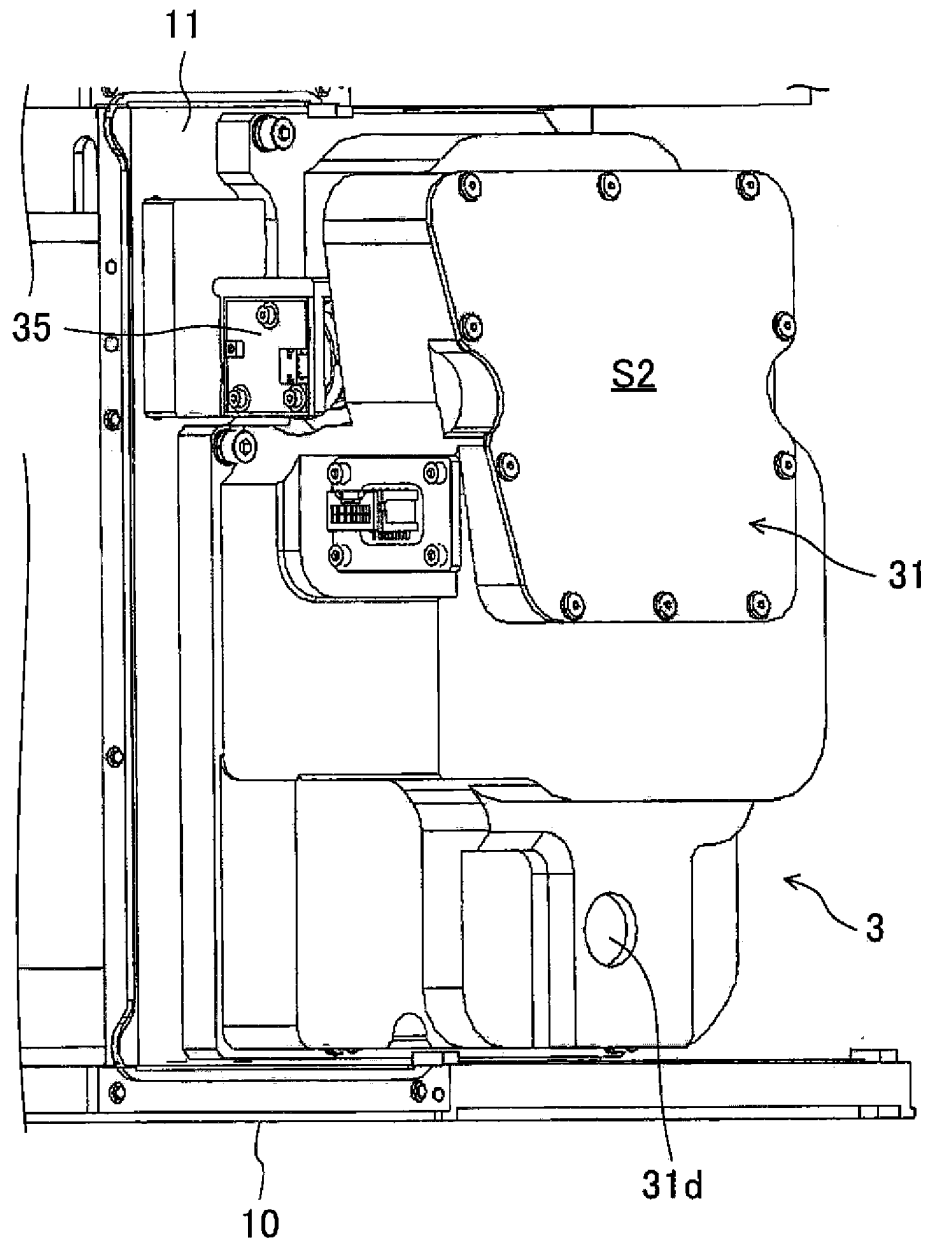


FIG. 16

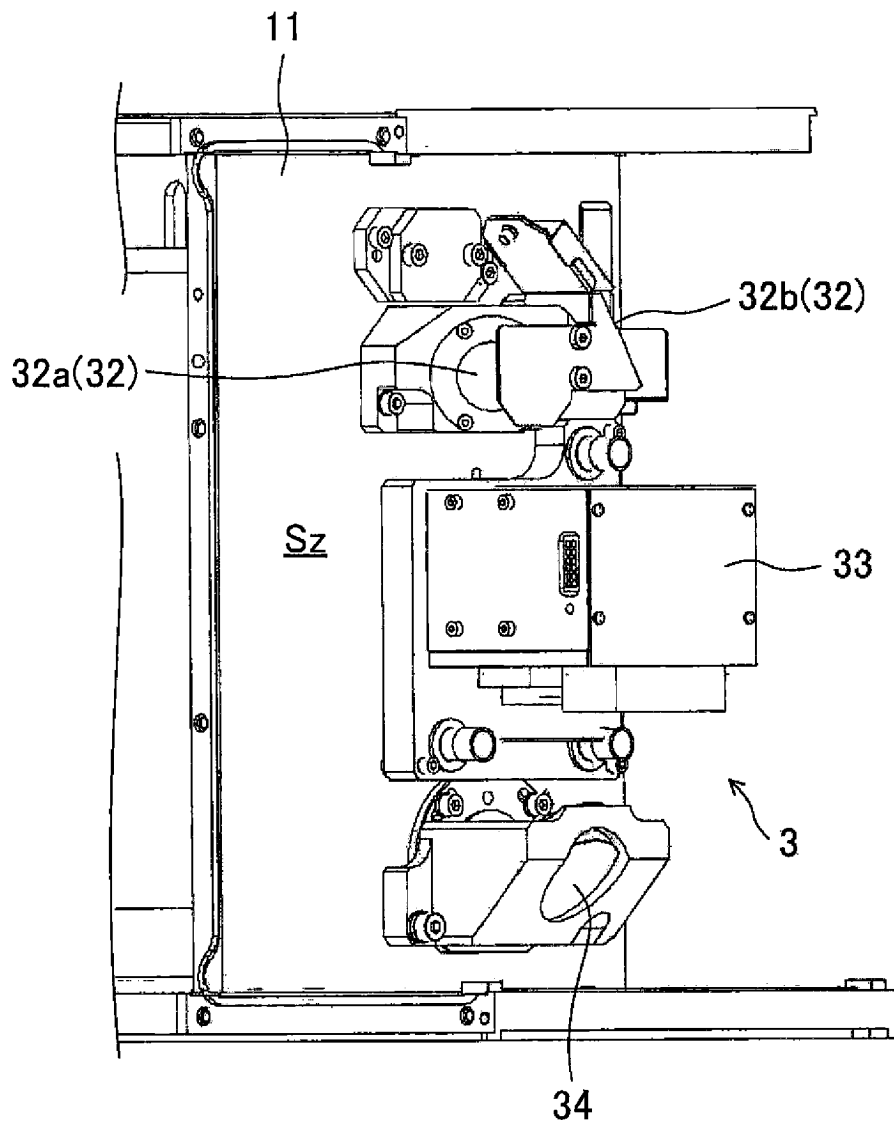


FIG. 17

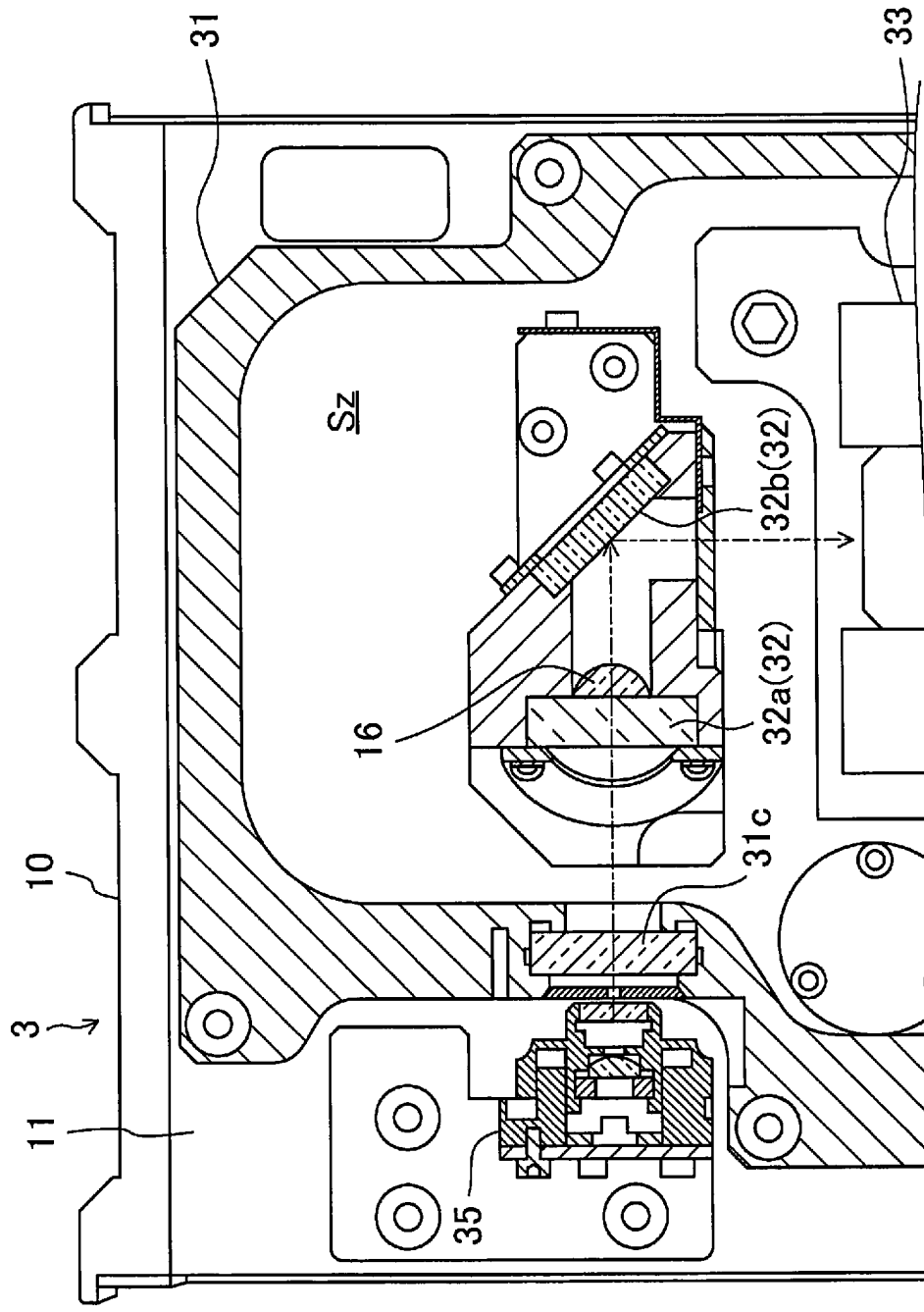


FIG. 18

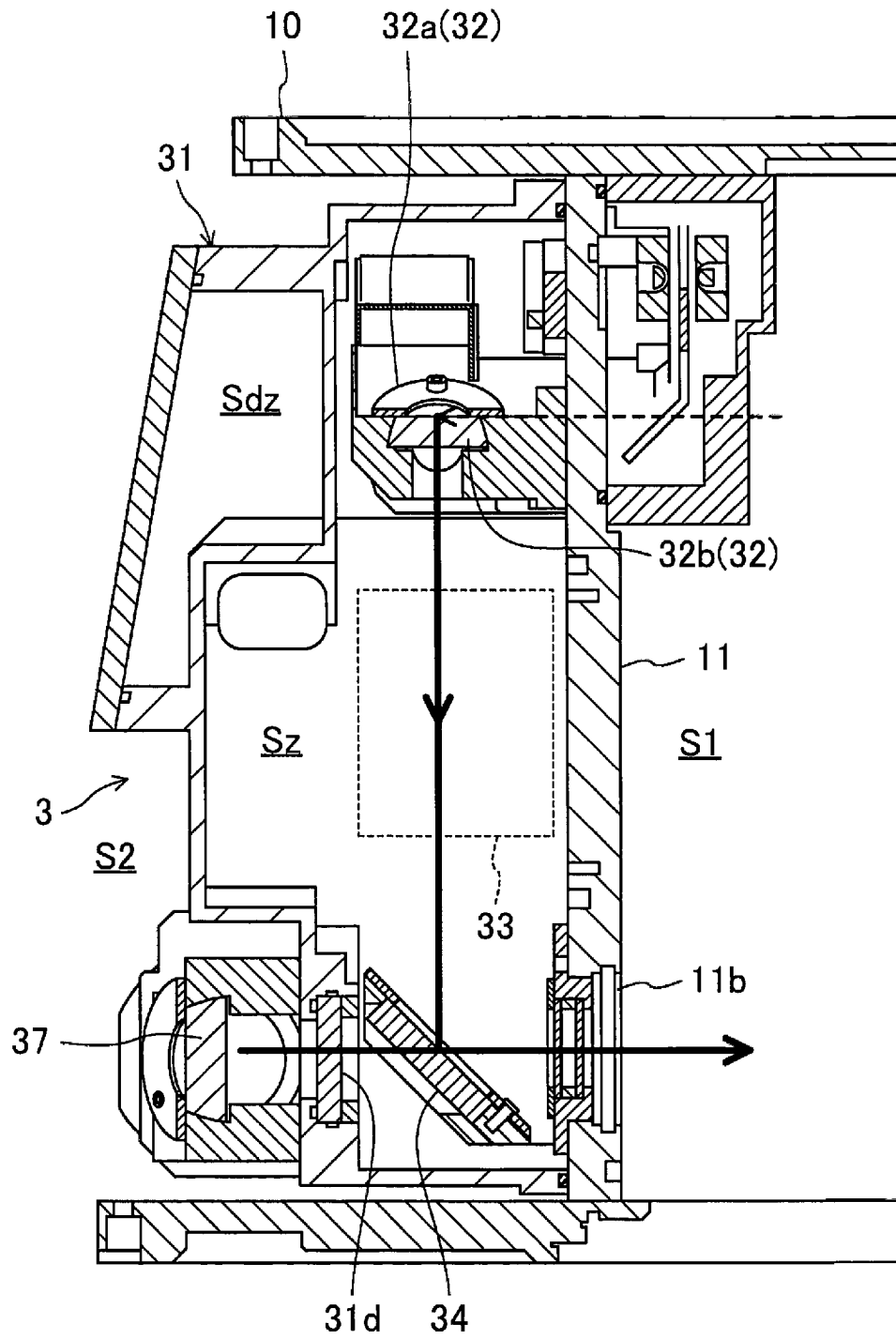


FIG. 19

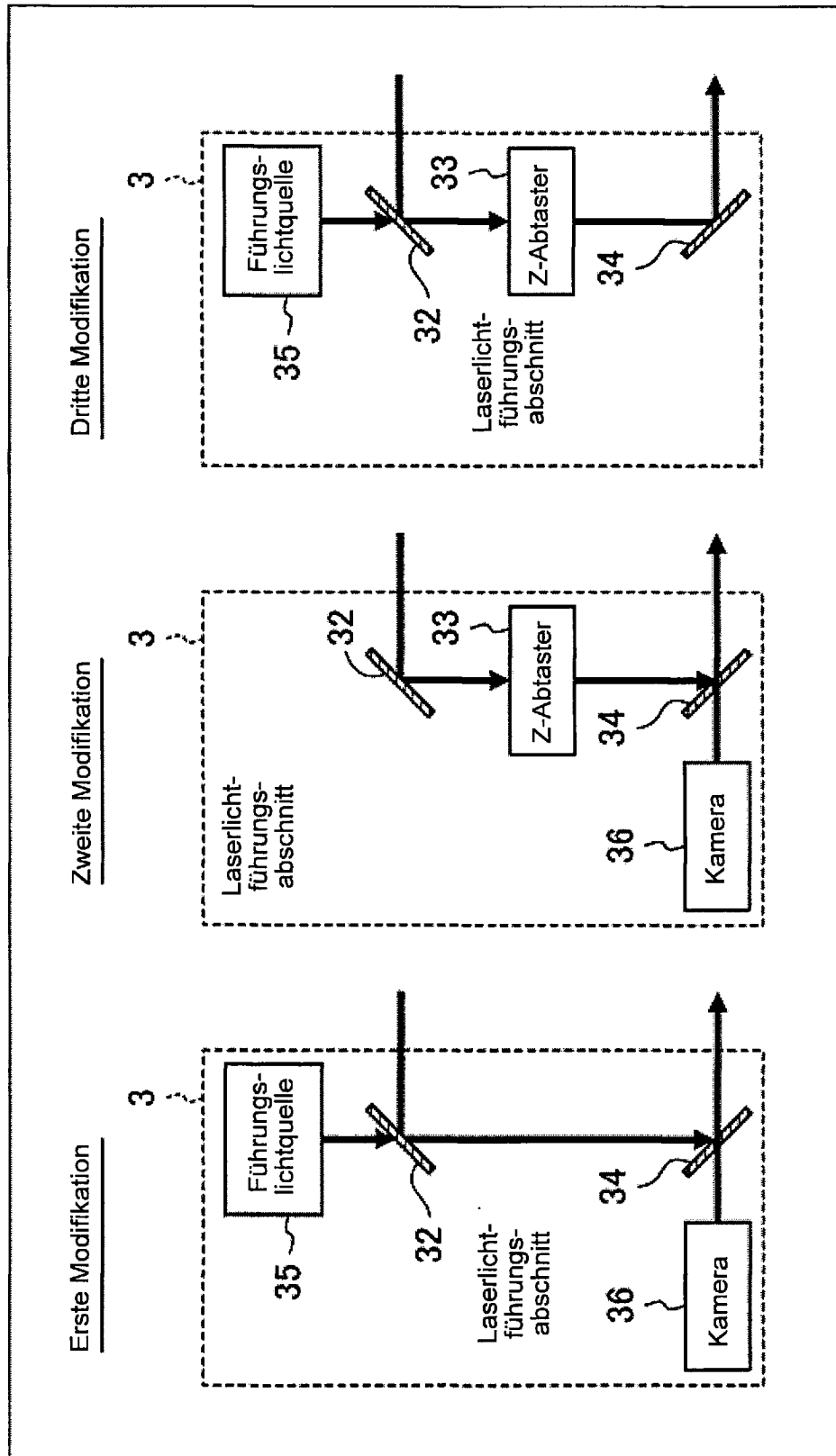


FIG. 20

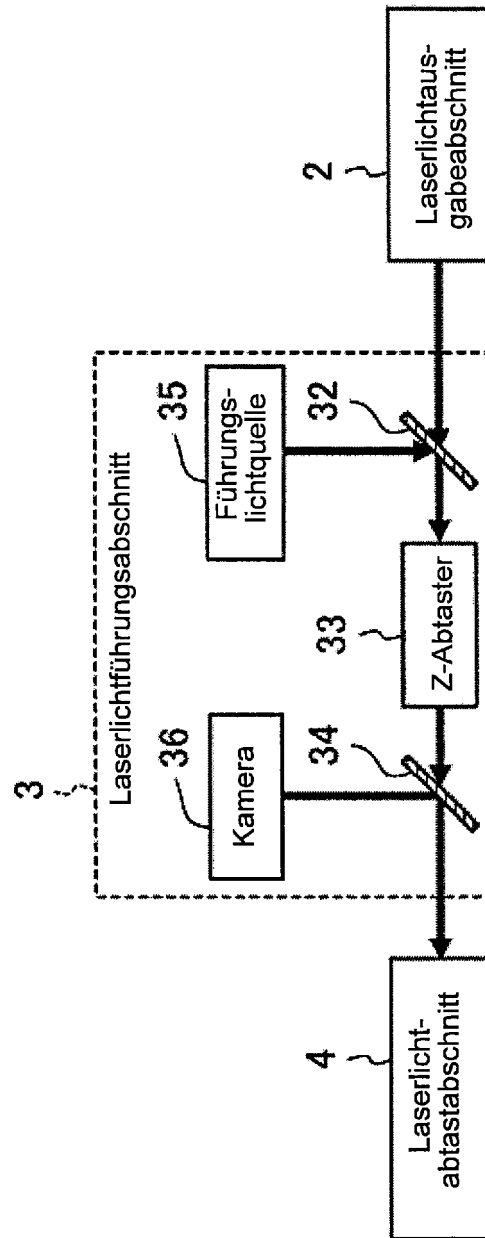


FIG. 21

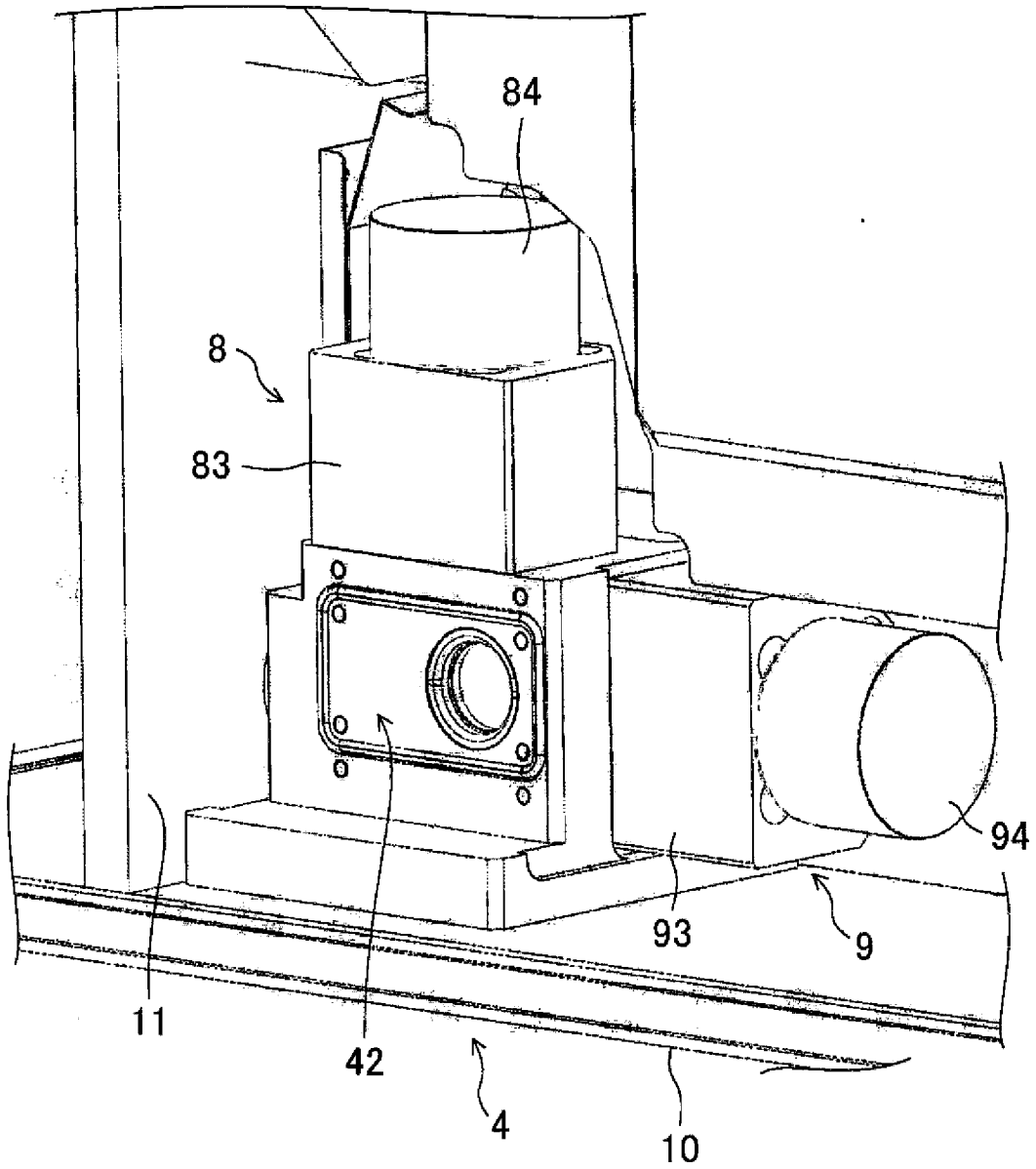


FIG. 22

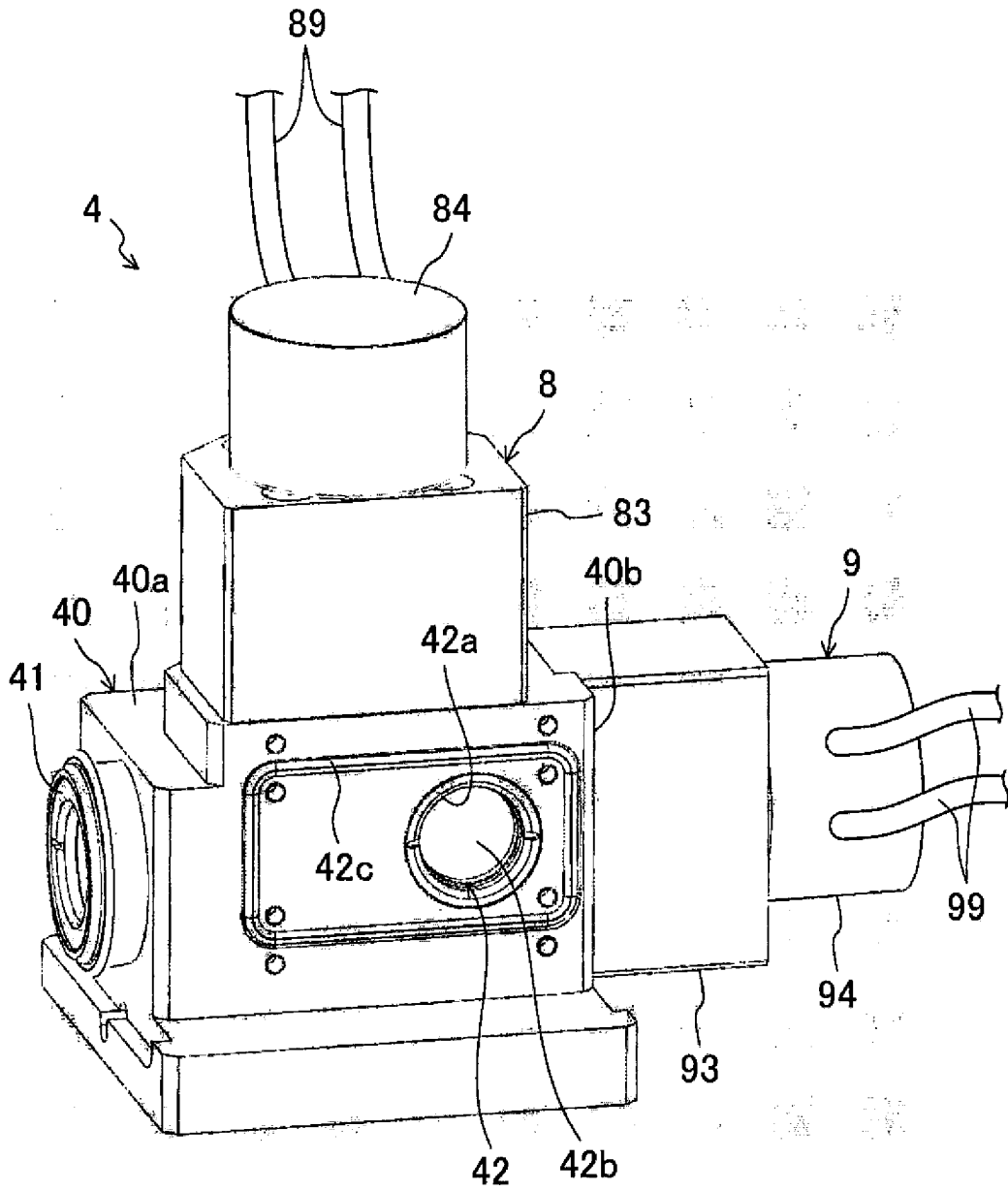


FIG. 23

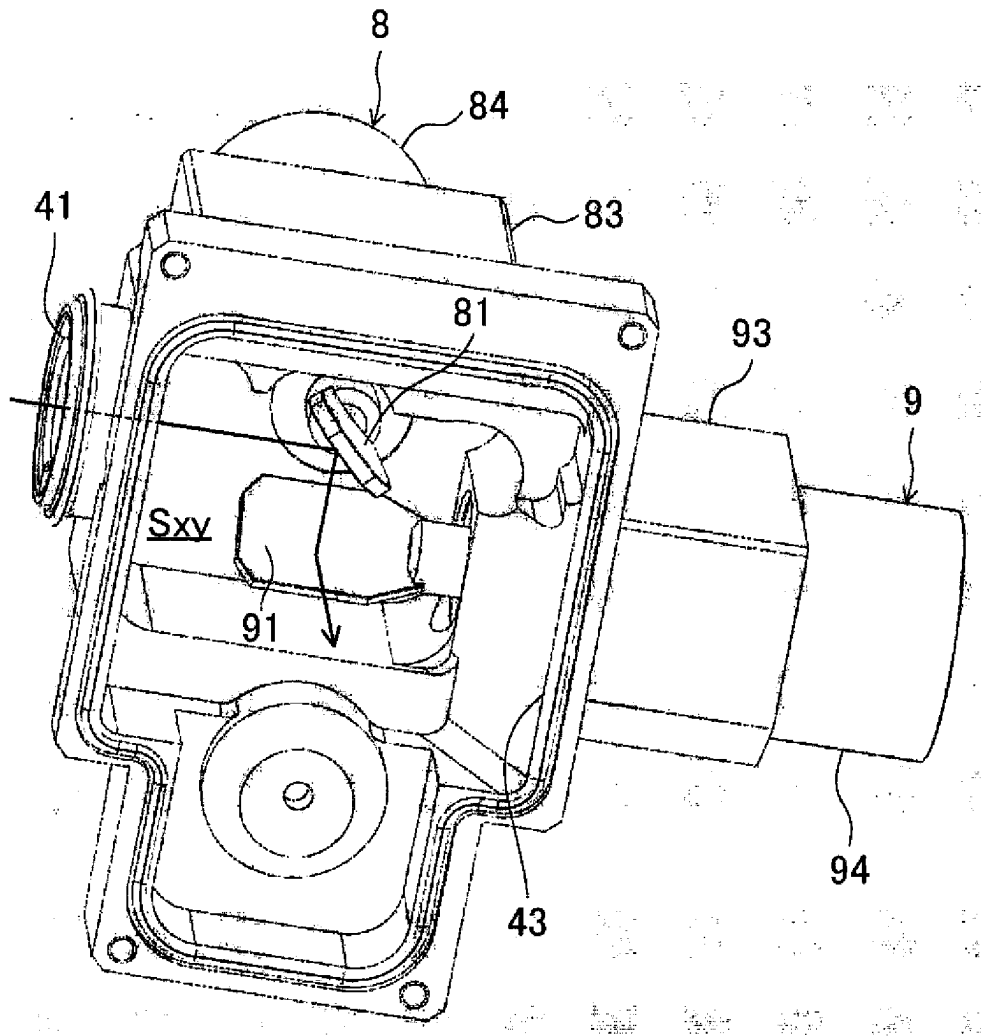


FIG. 24

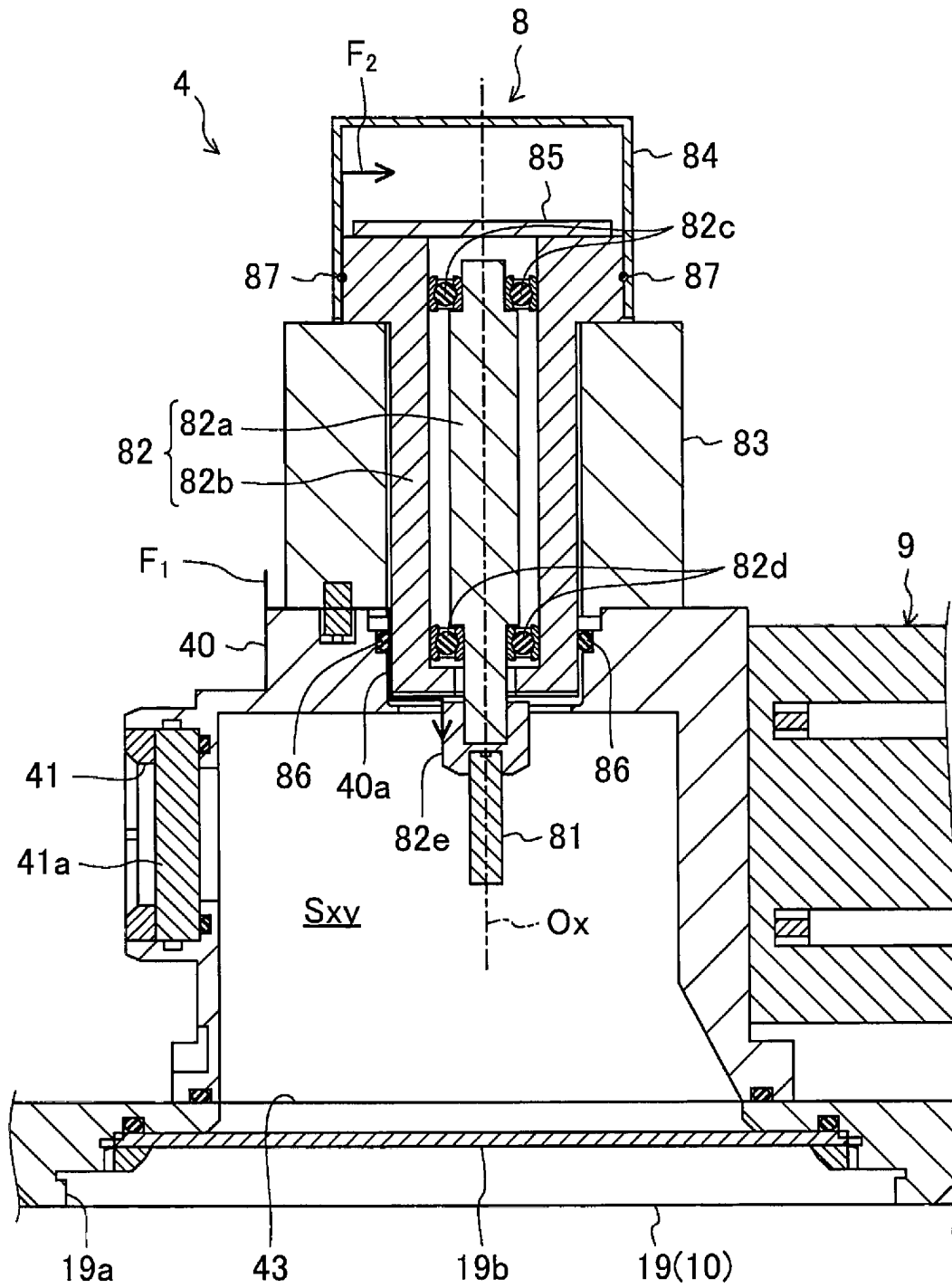


FIG. 25

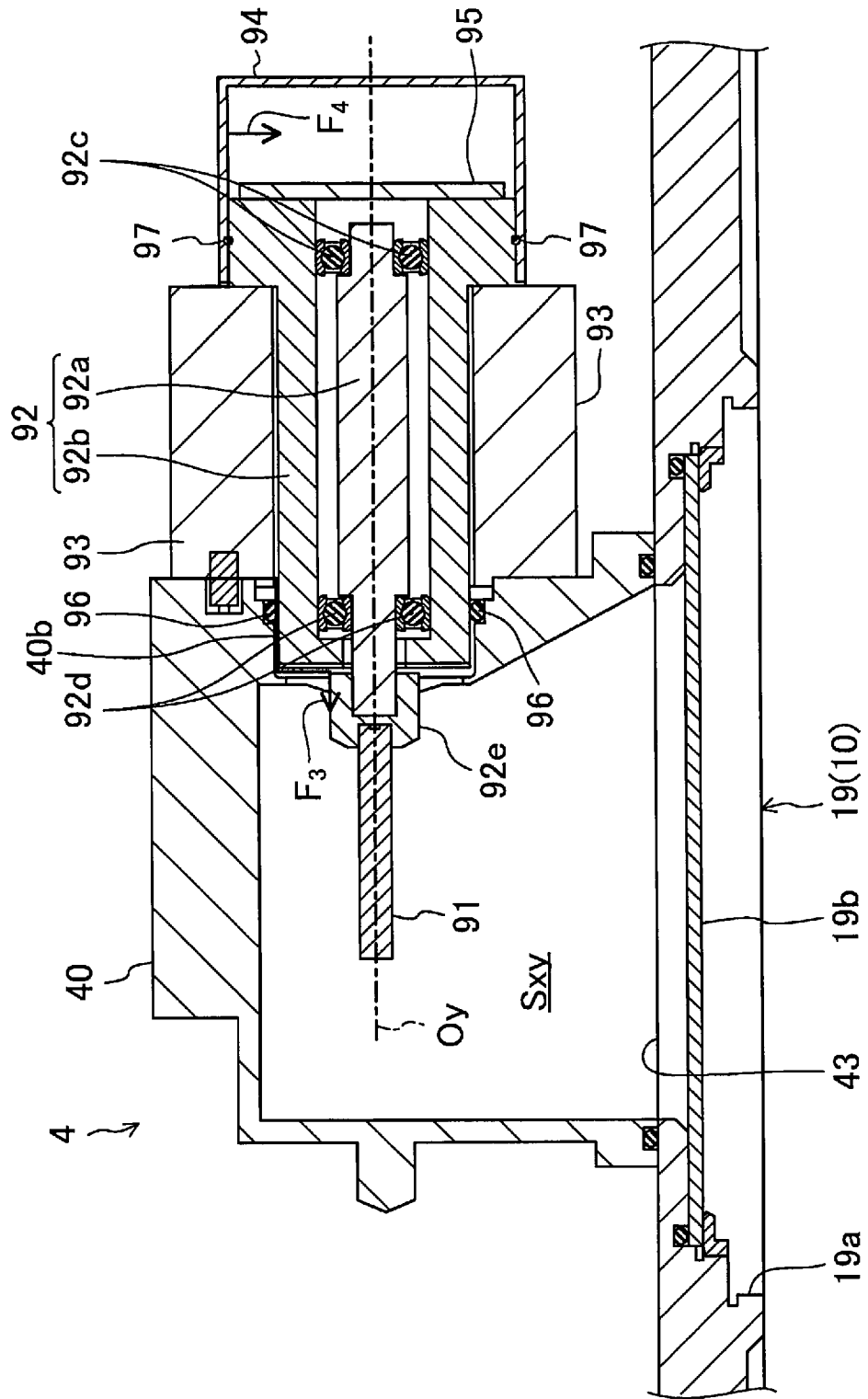


FIG. 26

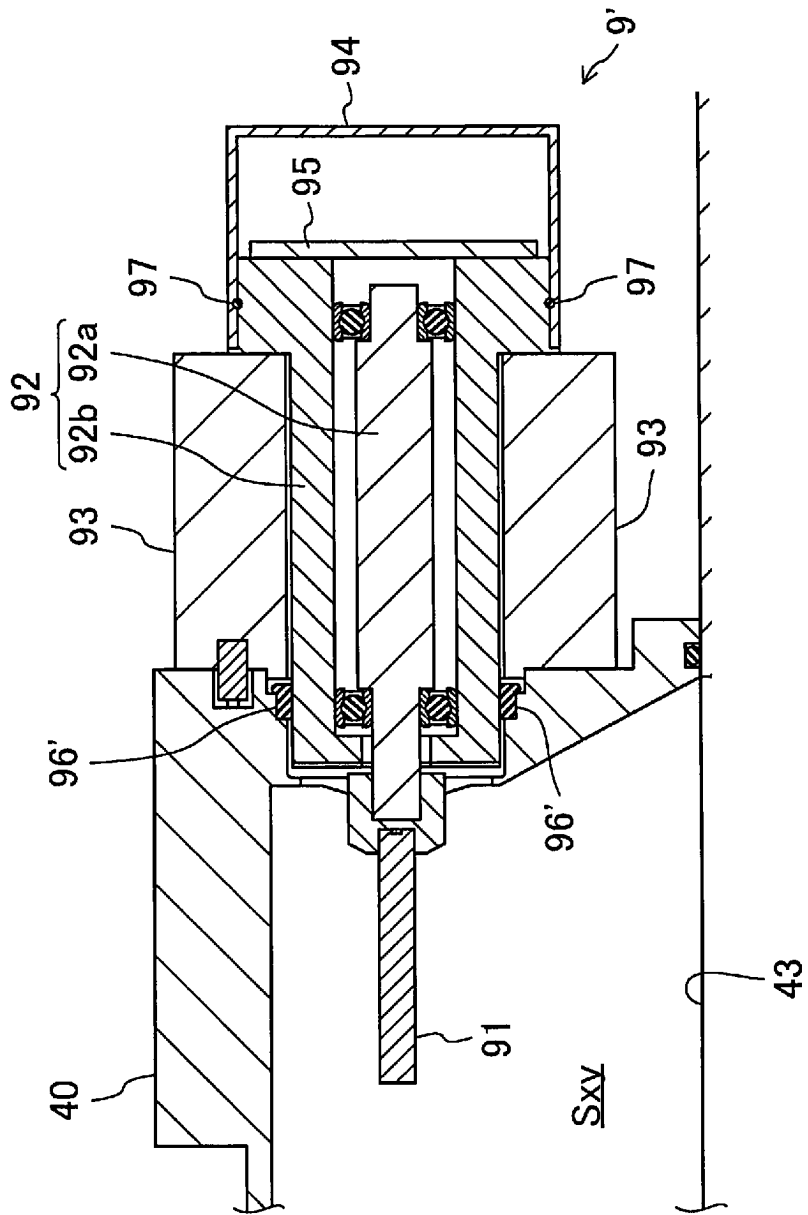


FIG. 27

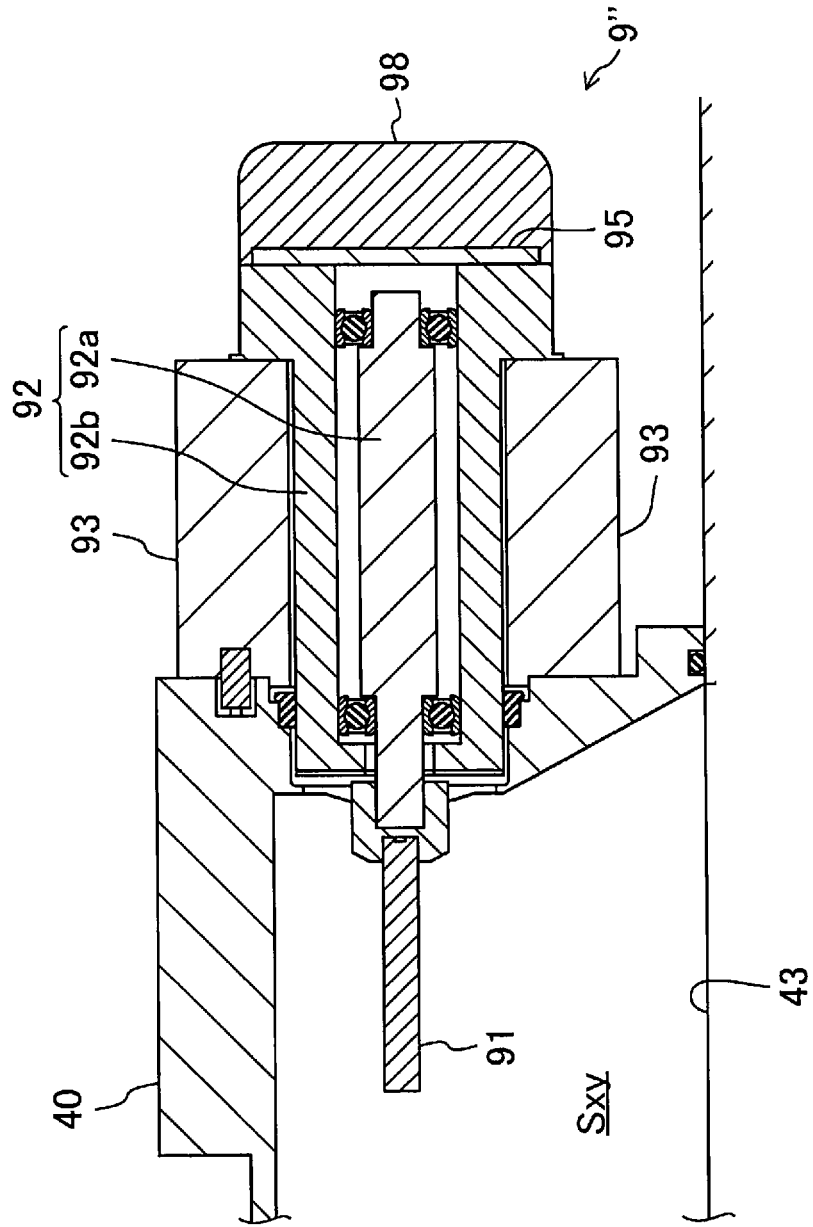


FIG. 28

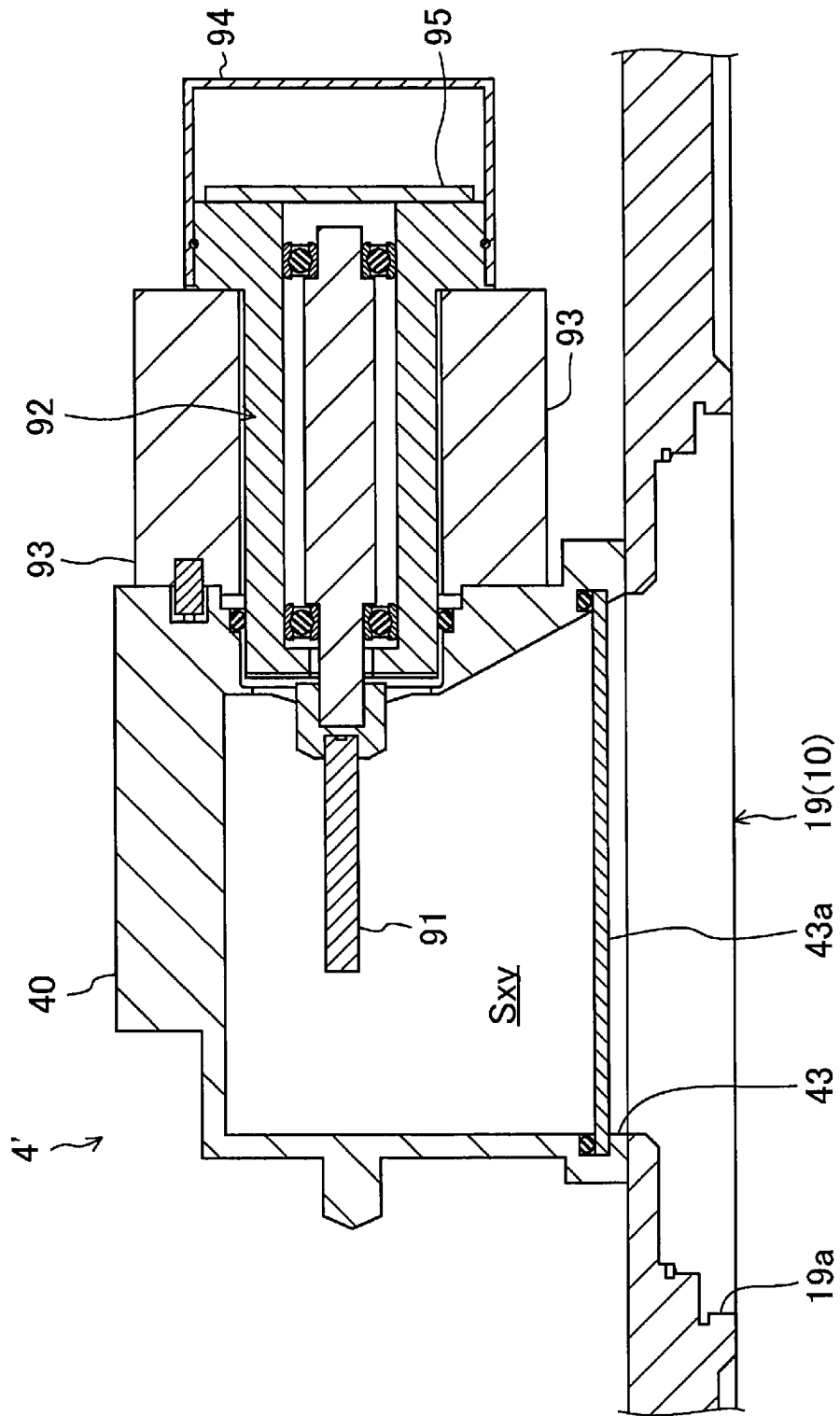


FIG. 29

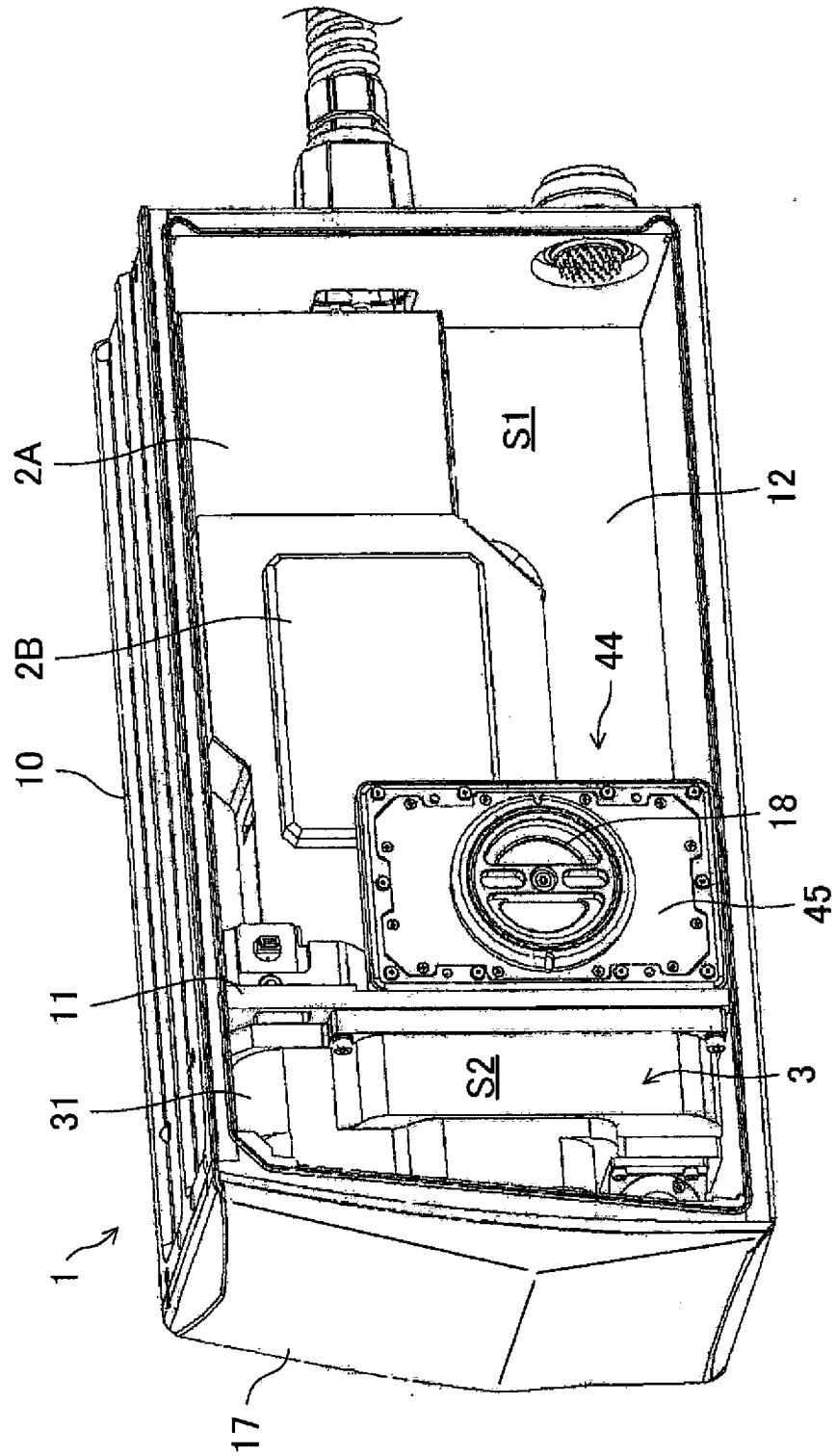


FIG. 30

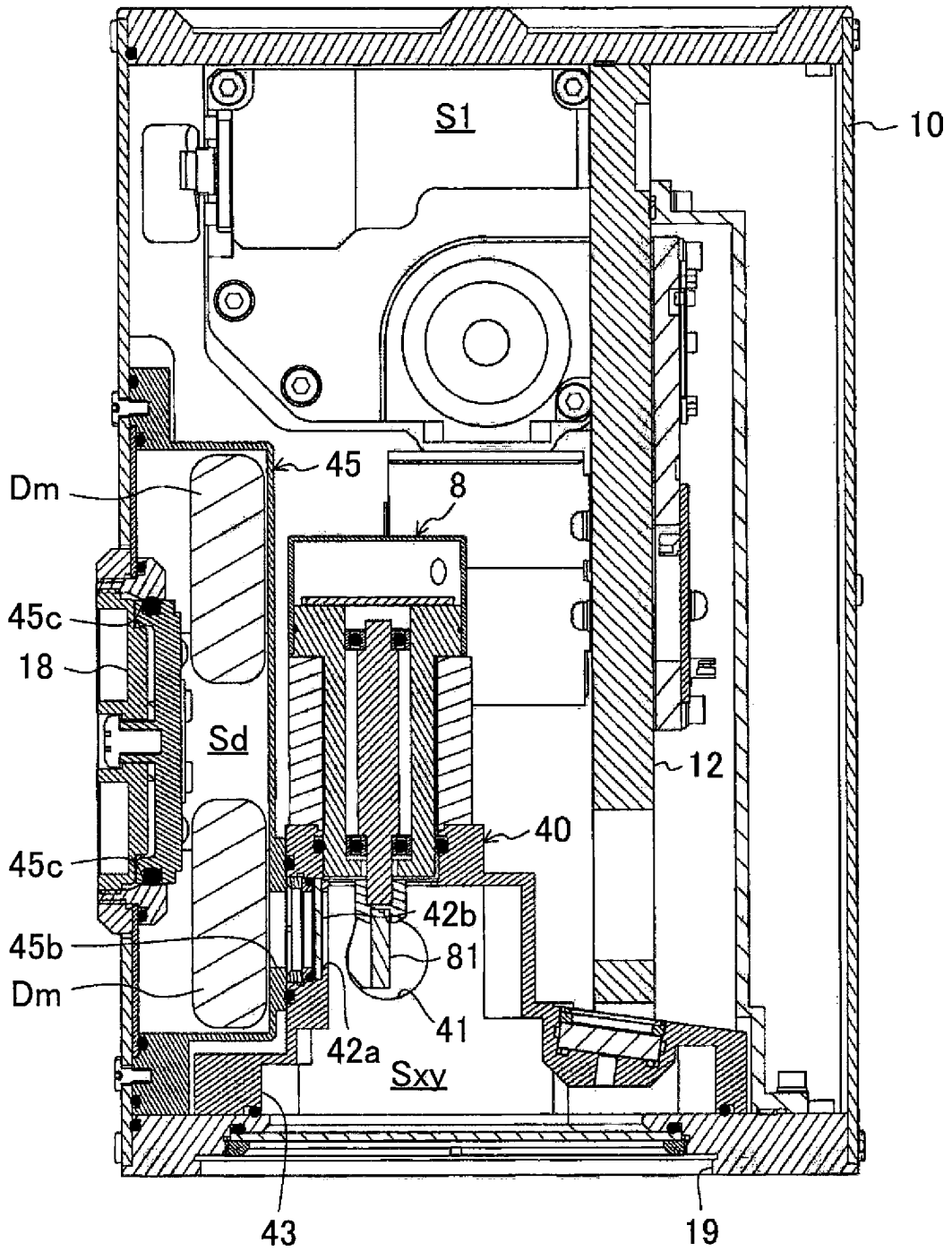
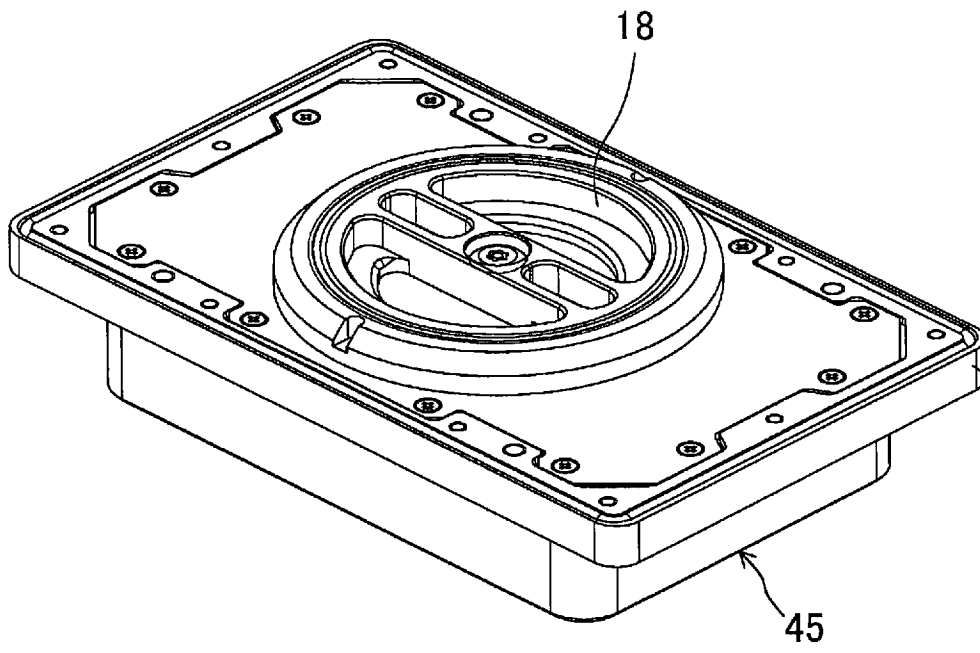


FIG. 31



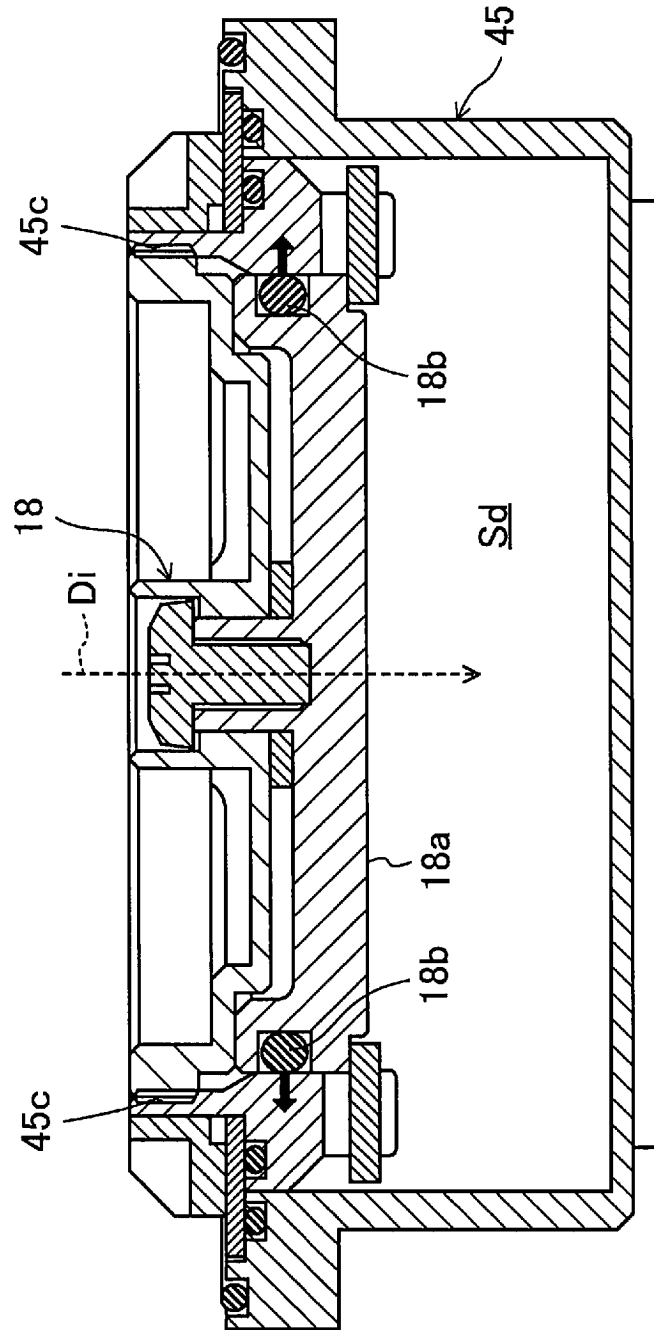


FIG. 32

FIG. 33

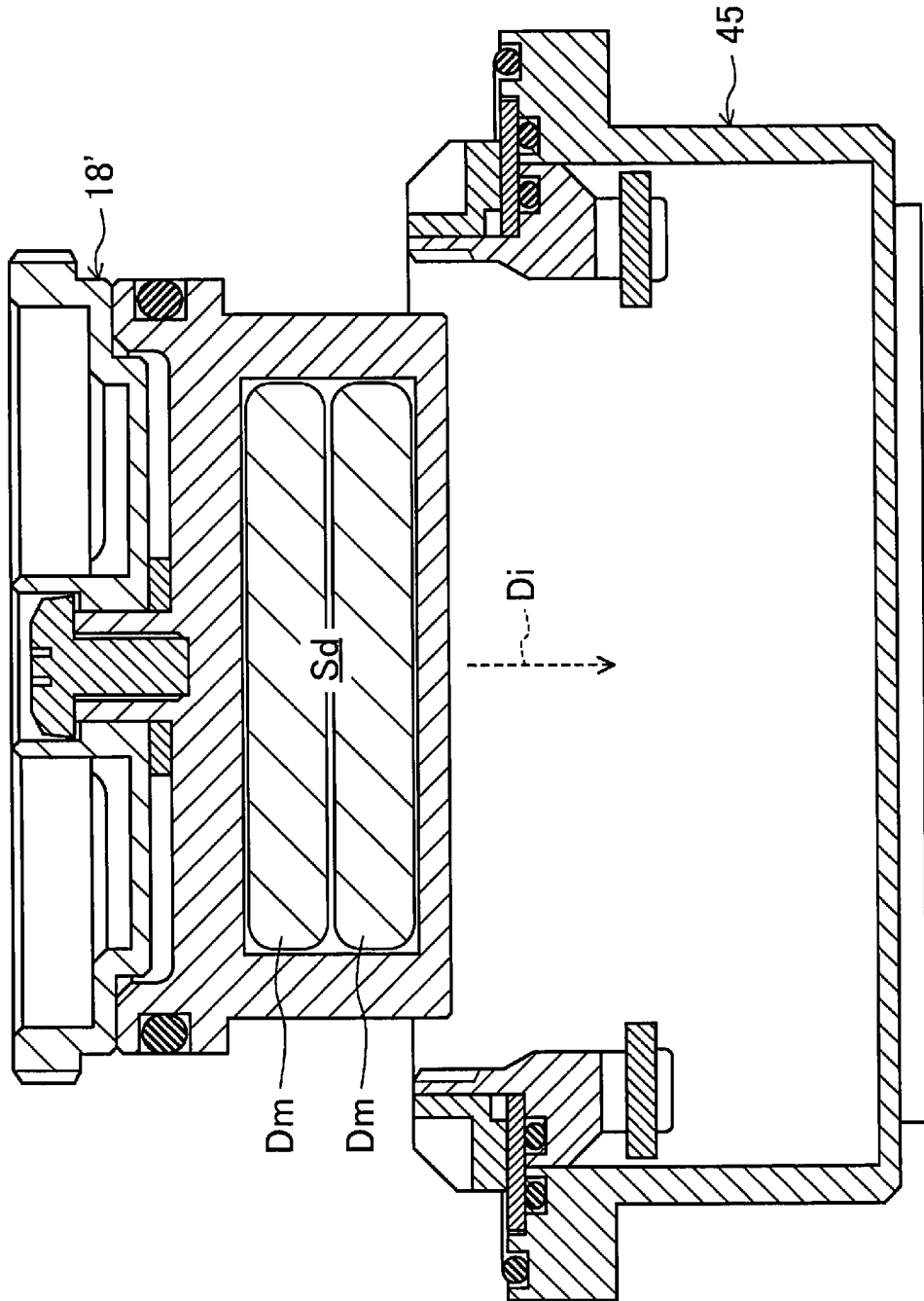


FIG. 34

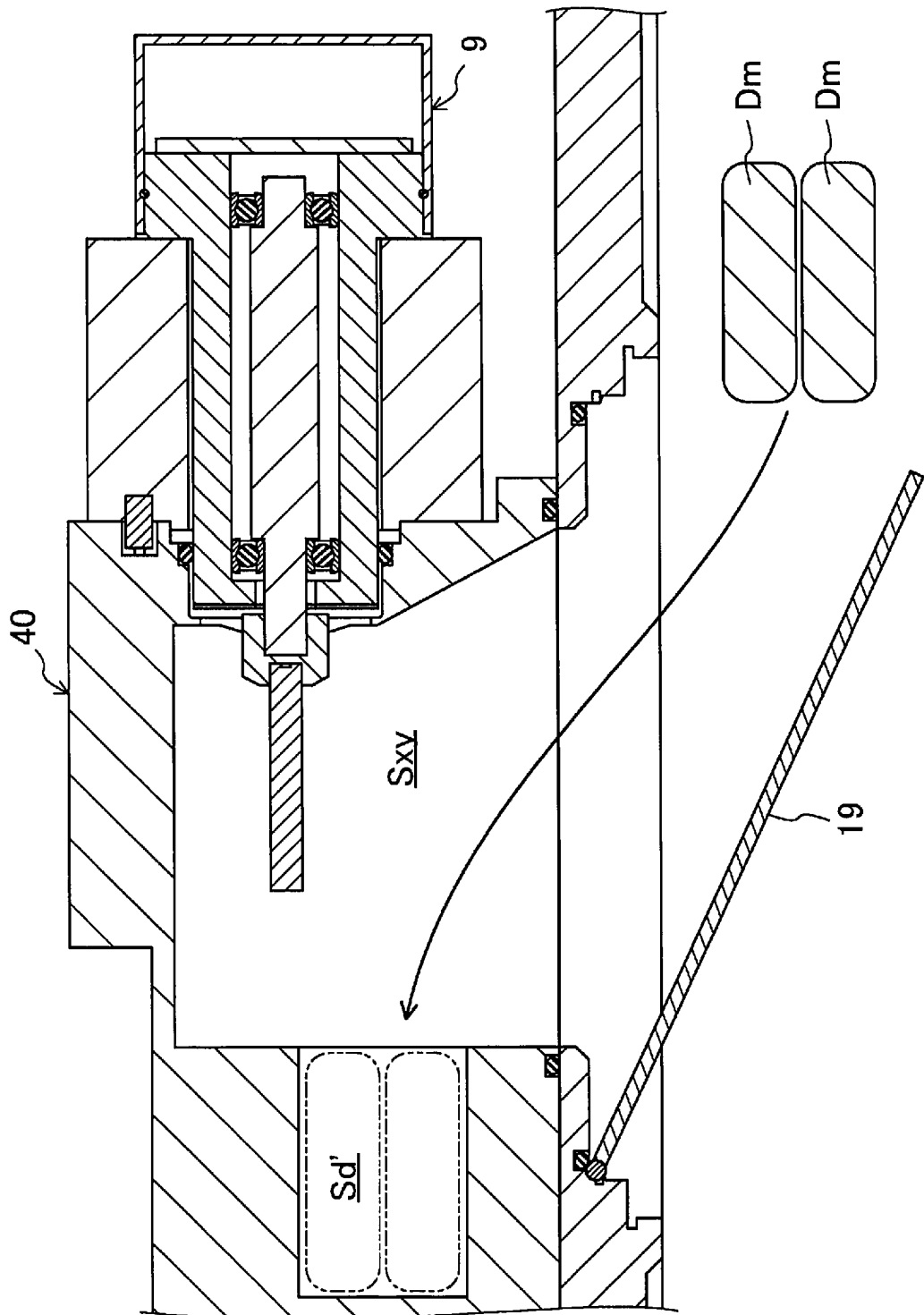


FIG. 35

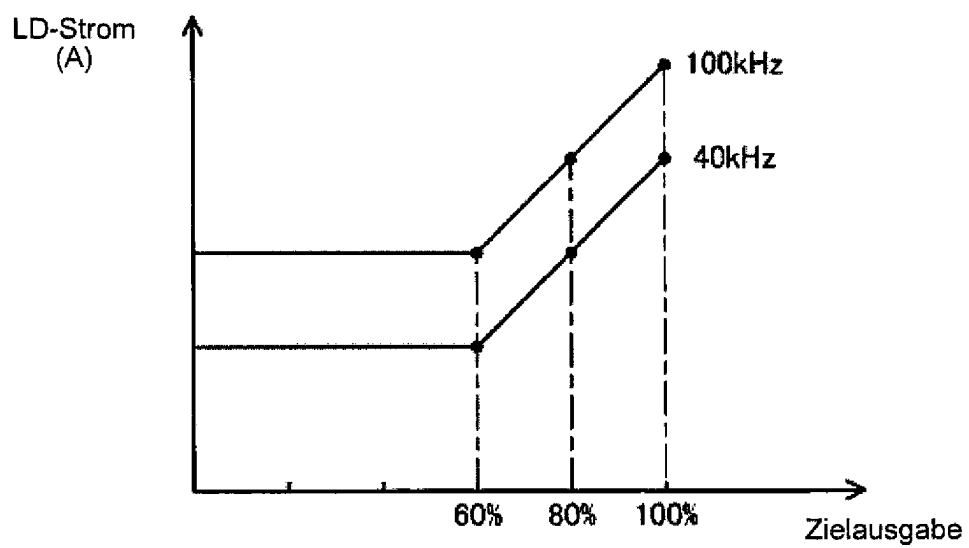


FIG. 36

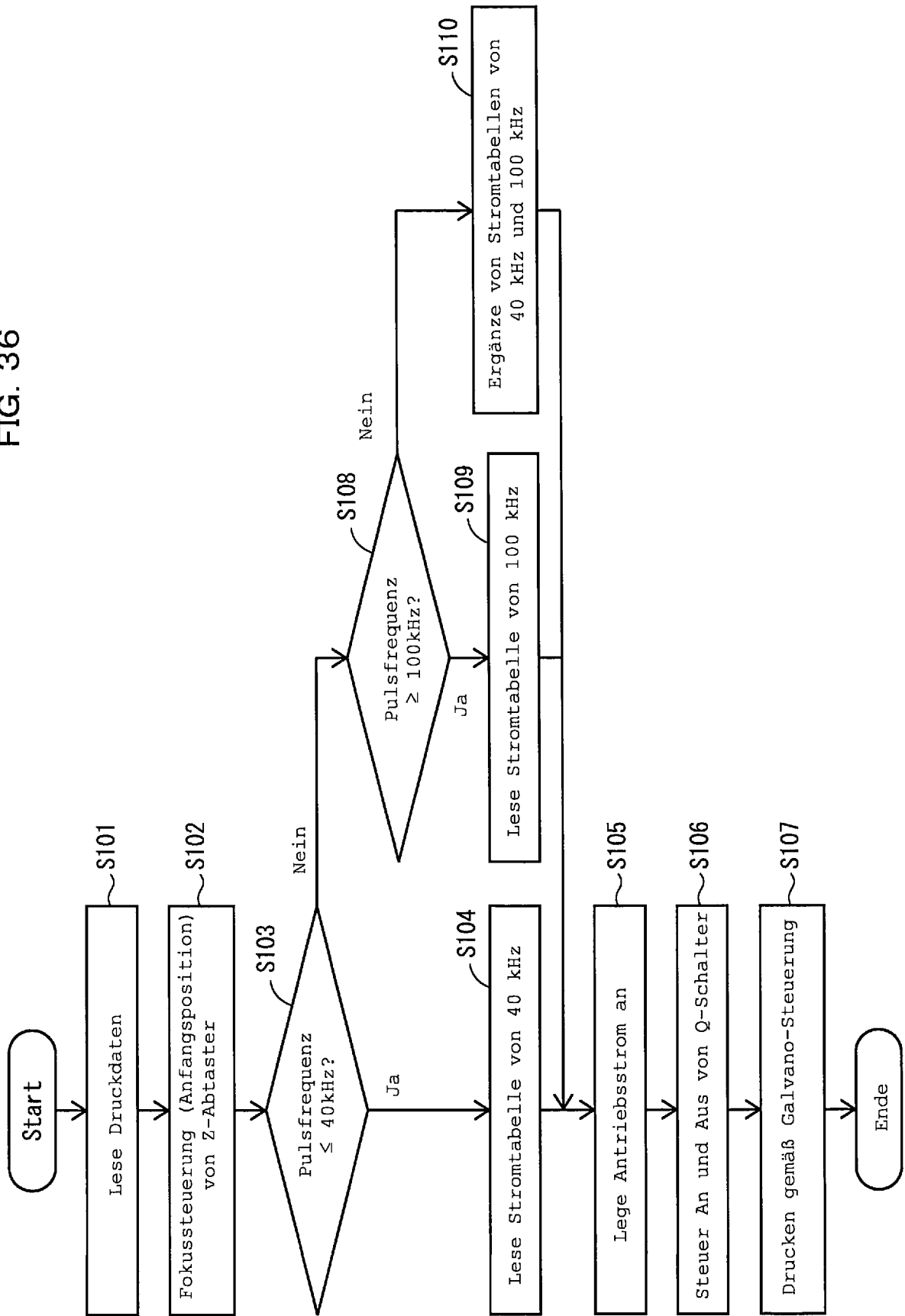


FIG. 37

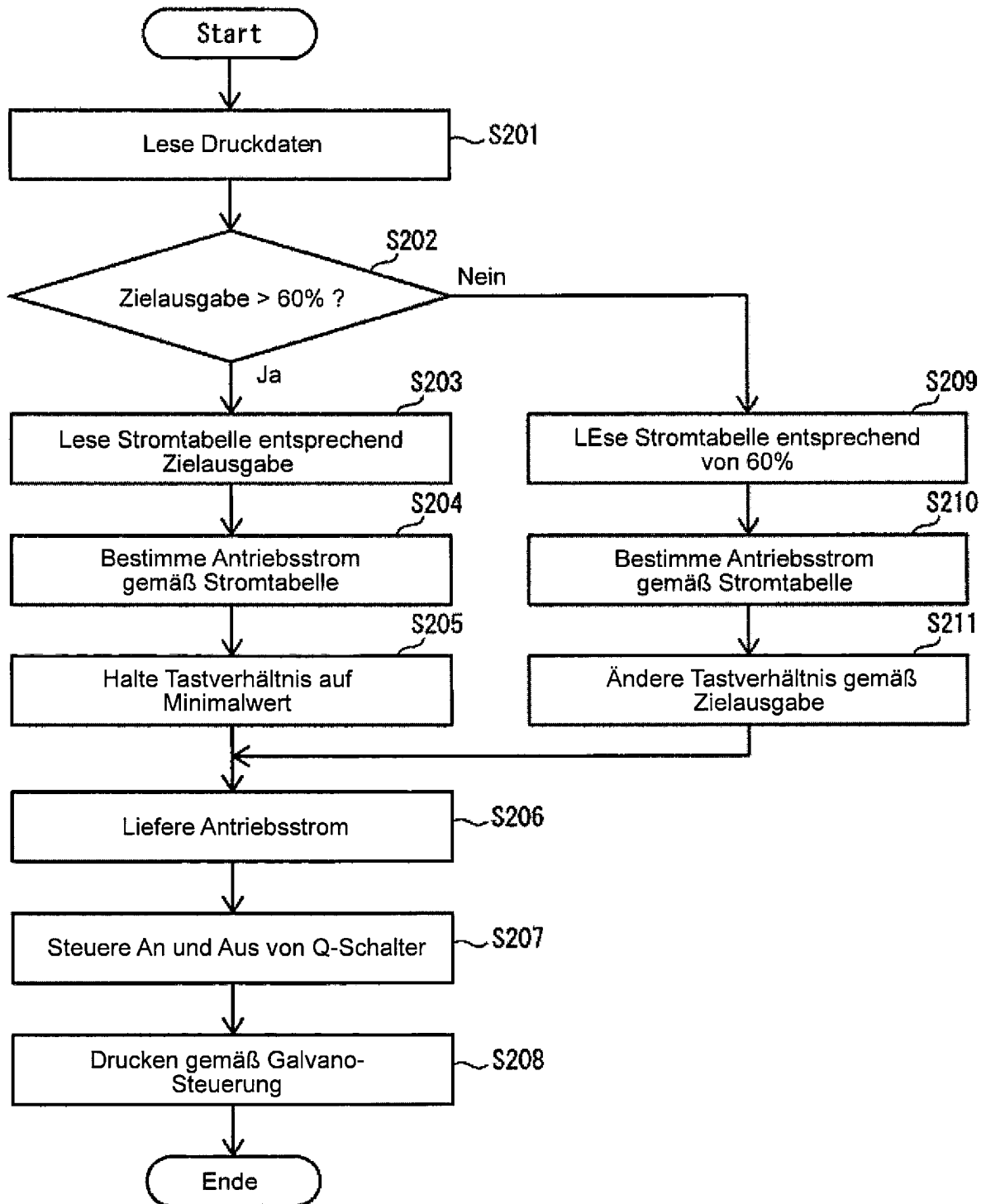


FIG. 38

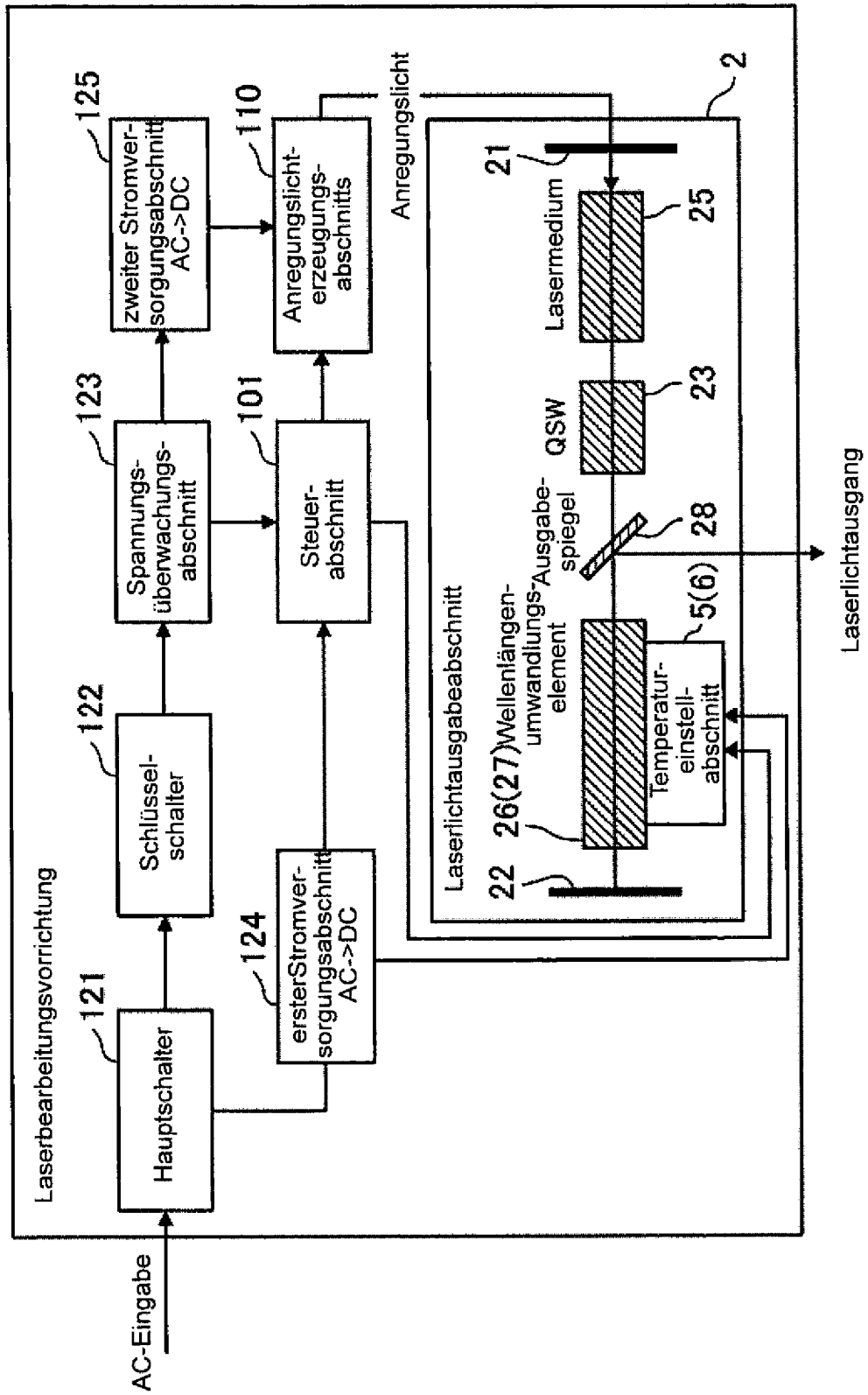


FIG. 39

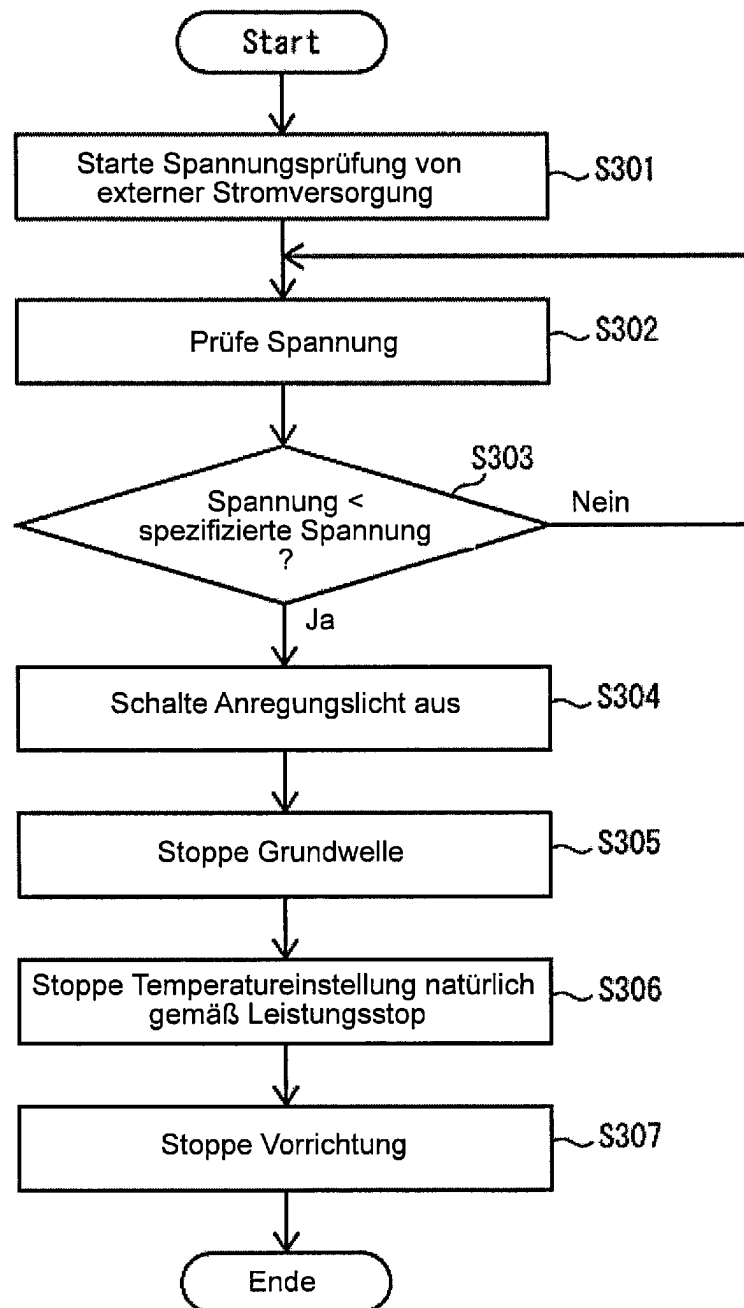


FIG. 40

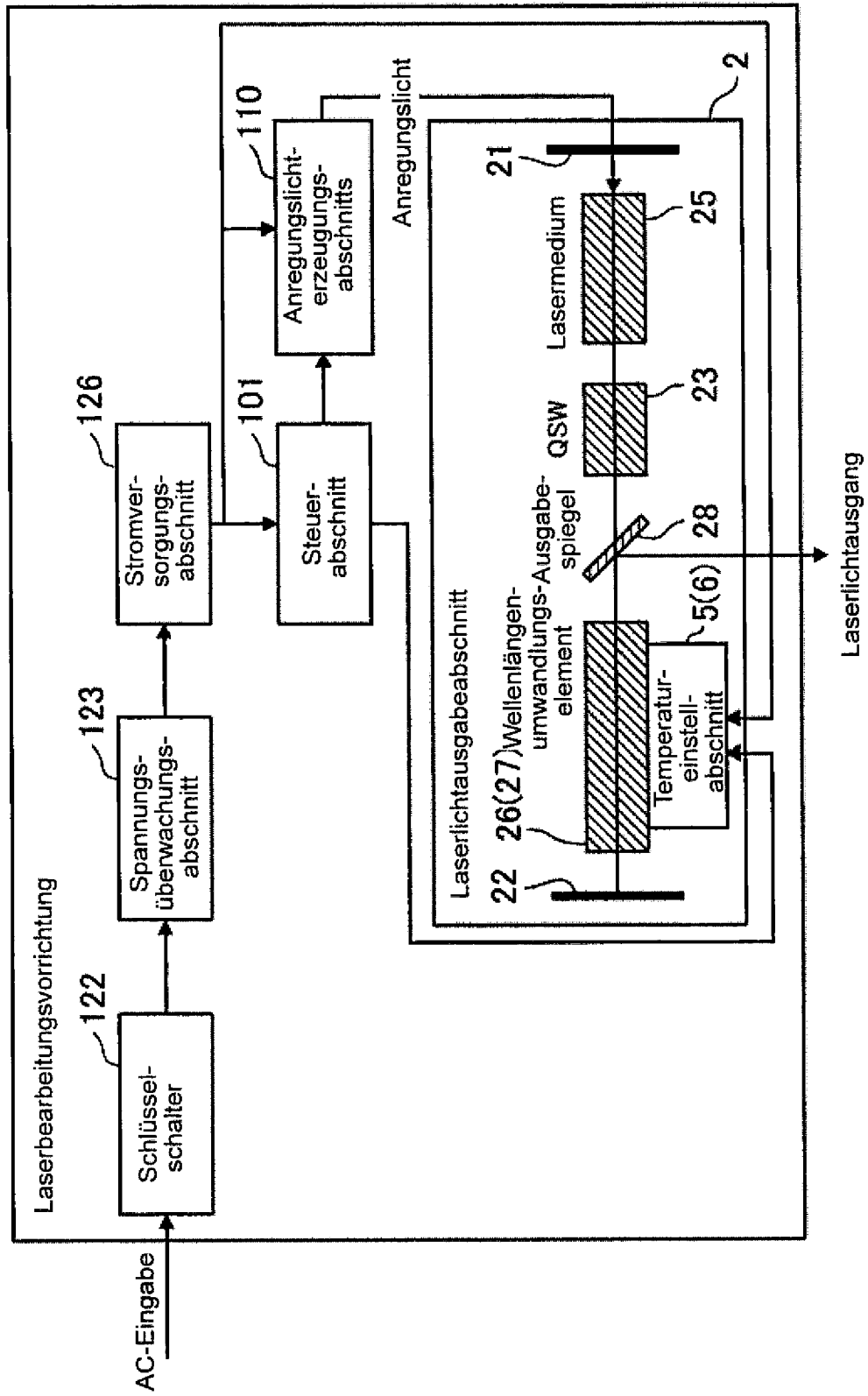


FIG. 41

