



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 32 915 T2** 2006.07.20

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 857 990 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 32 915.5**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 102 092.8**

(96) Europäischer Anmeldetag: **06.02.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **12.08.1998**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **28.12.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **20.07.2006**

(51) Int Cl.⁸: **G02B 26/10** (2006.01)
G01C 15/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

4015397 09.02.1997 JP

(73) Patentinhaber:

Kabushiki Kaisha Topcon, Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:

**Patent- und Rechtsanwälte Bardehle, Pagenberg,
Dost, Altenburg, Geissler, 81679 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, SE

(72) Erfinder:

**Ohtomo, Fumio, Tokyo, JP; Koizumi, Hiroshi,
Tokyo, JP; Momiuchi, Masayuki, Tokyo, JP;
Ohishi, Masahiro, Tokyo, JP; Goto, Yoshiaki,
Tokyo, JP**

(54) Bezeichnung: **Rotierende Laserbeleuchtungsvorrichtung**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung**HINTERGRUND DER ERFINDUNG**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine laserstrahlrotierende Bestrahlungsvorrichtung und insbesondere eine laserstrahlrotierende Bestrahlungsvorrichtung, die durch Synchronisation eines Emissions-Timings eines PulsLasers mit einer Rotation eines Bestrahlungsmittels es möglich macht, intermittierende, punktförmige Markierungen zu beschreiben, wesentlich eine visuelle Wahrnehmungsentfernung zu vergrößern und ein Arbeitsgebiet zu vergrößern.

[0002] Bis jetzt ist in einem Arbeitsgebiet wie einer Baustelle ein Bauprozess des Rotierens eines Laserlichtstrahls weit verbreitet gewesen, um eine rotierende Laserstrahlebene zu formen und dann den Bau durchzuführen, unter Verwendung der so erzeugten Referenzebene. Eine rotfarbige Laserdiode, die die gegenwärtigen technologischen Fortschritte in einem Halbleiterlaser widerspiegelt, ist in der laserstrahlrotierenden Bestrahlungsvorrichtung verwendet worden zum Formen der rotierenden Laserstrahlebene. Die laserstrahlrotierende Bestrahlungsvorrichtung, die die rotfarbige Laserdiode verwendet, ist batteriebetreibbar und einfach zu handhaben, wodurch sie weit verbreitet in einem Bauarbeitsgebiet verwendet wird.

[0003] Zum Beispiel umfasst eine laserstrahlrotierende Bestrahlungsvorrichtung des Standes der Technik einen Laserlichtprojektor und eine Laserlichtbestrahlungseinheit, die um eine optische Achse des Laserlichtprojektors rotiert, um so mit einem Laserlicht zu strahlen, das um 90 Grad zu der optischen Achse des Laserlichtprojektors abgelenkt wurde. Die laserstrahlrotierende Bestrahlungsvorrichtung des Standes der Technik macht es durch Rotieren der laserlichtbestrahlenden Einheit möglich, die Referenzebene zu formen oder eine Referenzlinie bereitzustellen auf einem Objekt wie z.B. einer Wandoberfläche.

[0004] Jedoch wies die laserstrahlrotierende Bestrahlungsvorrichtung des Standes der Technik, die die rotfarbige Laserdiode verwendet, eine Grenze in einer Ausgabe des Halbleiterlasers auf, und zusätzlich hatte sie eine Beschränkung für eine Bestrahlungsausgabe des Lasers, um Sicherheit für die Augen eines Arbeiters sicherzustellen. Dies resultiert in einem Problem, dass in einem vergleichsweise hellen Arbeitsgebiet und an einer Position ein wenig entfernt von der laserstrahlrotierenden Bestrahlungsvorrichtung es unmöglich wird, die rotierende Laserstrahlebene visuell wahrzunehmen.

[0005] Es kann bedacht werden, um die Beschränkung des Laserbestrahlungsausgangs zu überwin-

den, einen grünen Laser zu verwenden, bei dem eine spektrale Lichteffizienz des menschlichen Auges höher ist.

[0006] Jedoch, selbst wenn der grüne Laser anstelle des roten Lasers verwendet wird, ergab sich das folgende Problem, besonders, wenn der Laserbestrahlungsausgang erhöht wird:

Der emittierte Laserstrahl war zu hell für die Augen eines Arbeiters, was es unmöglich machte, die Sicherheit sicherzustellen, eine deutliche Vergrößerung in der visuellen Wahrnehmungsentfernung zu realisieren und das Arbeitsgebiet zu vergrößern.

[0007] Weiterhin kann als ein Mittel zum Erzeugen des grünen Lasers eine festkörperlasererzeugende Vorrichtung verwendet werden, die einen zweiten höheren harmonischen Erzeuger verwendet, der in den letzten Jahren weit verbreitet ist. Die festkörperlasererzeugende Vorrichtung ist in der Lage, eine vergleichsweise hohe Ausgabe von grünem Laser zu erzeugen, aber der Leistungsverbrauch davon war größer, und es wurde für schwierig befunden, die erzeugende Vorrichtung kontinuierlich für eine lange Zeit durch Batteriebetrieb zu betreiben.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0008] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine laserstrahlrotierende Bestrahlungsvorrichtung, wie definiert in Anspruch 1.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0009] Die Zeichnungen zeigen eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, worin:

[0010] [Fig. 1](#) ein Diagramm ist zum Beschreiben einer Konfiguration einer laserstrahlrotierenden Bestrahlungsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0011] [Fig. 2](#) eine perspektivische Darstellung ist einer laserstrahlrotierenden Bestrahlungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0012] [Fig. 3](#) ein Diagramm ist zum Erklären einer laserstrahlemittierenden Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0013] [Fig. 4](#) ein Diagramm ist, das die Beziehung zwischen einer Inversionspopulation und der Intensität von Licht zu der Zeit von Relaxationsvibrationen eines Halbleiterlasers zeigt;

[0014] [Fig. 5\(a\)](#) ein Diagramm ist, das schematisch ein Gewinnschalten zeigt und die Beziehung zwischen der Zeit und der Intensität des Pumpens zeigt;

[0015] [Fig. 5\(b\)](#) ein Diagramm ist, das schematisch

ein Gewinnschalten illustriert und die Beziehung zwischen der Zeit und der Intensität von Licht zeigt;

[0016] [Fig. 5\(c\)](#) ein Diagramm ist, das schematisch ein Gewinnschalten illustriert und die Beziehung zwischen der Zeit und einer Populationsinversion zeigt;

[0017] [Fig. 6\(a\)](#) ein Diagramm ist zum Beschreiben der Beziehung, in der eine Periode T eines kontinuierlichen Pulses, der an einen Halbleiterlaser geliefert wird, eine Bedingung erfüllt, $\tau < T - \tau$;

[0018] [Fig. 6\(b\)](#) ein Diagramm ist zum Beschreiben der Beziehung, in der die Periode T des kontinuierlichen Pulses, der an den Halbleiterlaser geliefert wird, eine Bedingung erfüllt, $\tau_{FL} > T - \tau$;

[0019] [Fig. 7](#) ein Diagramm ist zum Beschreiben der Beziehung zwischen einem Eingangspuls einer Laserlichtquelle und der Quantität von emittiertem Licht von der laserstrahlemittierenden Vorrichtung.

[0020] [Fig. 8](#) ein Diagramm ist zum Illustrieren einer elektrischen Konfiguration eines Laserantriebsmittels;

[0021] [Fig. 9\(a\)](#) ein Diagramm ist zum Beschreiben eines ersten Antriebssignals;

[0022] [Fig. 9\(b\)](#) ein Diagramm ist zum Beschreiben eines ersten Antriebssignals;

[0023] [Fig. 10\(a\)](#) ein Diagramm ist zum Beschreiben eines zweiten Antriebssignals;

[0024] [Fig. 10\(b\)](#) ein Diagramm ist zum Beschreiben eines zweiten Antriebssignals;

[0025] [Fig. 11\(a\)](#) ein Diagramm ist zum Beschreiben eines generellen Bestrahlungsverfahrens;

[0026] [Fig. 11\(b\)](#) ein Diagramm ist zum Beschreiben eines generellen Bestrahlungsverfahrens;

[0027] [Fig. 12\(a\)](#) ein Diagramm ist zum Beschreiben eines Bestrahlungsverfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0028] [Fig. 12\(b\)](#) ein Diagramm ist zum Beschreiben eines Bestrahlungsverfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0029] [Fig. 13](#) ein Diagramm ist zum Zeigen einer Bestrahlungsmarkierung; und

[0030] [Fig. 14](#) ein Diagramm ist zum Zeigen einer Bestrahlungsmarkierung.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

Ausführungsform

[0031] Eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird beschrieben werden in Übereinstimmung mit den beigefügten Zeichnungen.

[0032] [Fig. 1](#) zeigt eine Konfiguration einer laserstrahlrotierenden Bestrahlungsvorrichtung **1000** gemäß der vorliegenden Erfindung, und [Fig. 2](#) zeigt eine perspektivische Darstellung einer laserstrahlrotierenden Bestrahlungsvorrichtung **1000**.

[0033] Nachstehend ist eine optische und elektrische Konfiguration einer laserstrahlrotierenden Bestrahlungsvorrichtung **1000** beschrieben.

[0034] Wie in [Fig. 1](#) gezeigt, umfasst die laserstrahlrotierenden Bestrahlungsvorrichtung **1000** eine lichtemittierende Einheit **115**, eine rotierende Einheit **116**, eine Steuereinheit (CPU) **118**, eine Laserantriebseinheit **119**, eine Motorantriebseinheit **120** und eine Anzeigeneinheit **121**.

[0035] Die Steuereinheit (CPU) **118** entspricht dem arithmetischen Verarbeitungsmittel.

[0036] Als nächstes wird nachstehend die Beschreibung bezüglich der lichtemittierenden Einheit **115** gegeben werden.

[0037] Die lichtemittierende Einheit **115** gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist zusammengesetzt aus einer laserstrahlemittierenden Vorrichtung **1000** und einer Kollimatorlinse **126**. Ein Laserlicht, das ausgegeben wird von der laserstrahlemittierenden Vorrichtung **1000**, wird gewandelt in einen kollimierten Lichtstrahl durch die Kollimatorlinse **126**, und der kollimierte Lichtstrahl wird eingeführt in die rotierende Einheit **116**, die sich aufwärts befindet.

[0038] Im Übrigen entspricht die laserstrahlemittierende Vorrichtung **1000** der Puls laserlichtquelle.

[0039] Die rotierende Einheit **116** ist eine Einheit zum Abtasten des Laserlichts, das von der lichtemittierenden Einheit **115** eingeführt wird, um das Laserlicht um 90 Grad abzulenken und zum Abgeben des abgelenkten Laserlichts. Sie umfasst ein Pentaprisma **114**, einen Rotationsunterstützer **13**, ein Antriebsgetriebe **16**, ein angetriebenes Getriebe **17**, einen Abtastmotor **15** und einen Encoder **129**. Die rotierende Einheit **116** entspricht ebenfalls dem Bestrahlungsmittel.

[0040] Das Pentaprisma **114** ist eine Einheit zum Ablenken des Laserlichts um 90 Grad, das von der lichtemittierenden Einheit **11.5** eingeführt wurde. Das

Pentaprisma **114** ermöglicht durch zweifaches Ablenken innerhalb des Pentaprismas **114**, dass das Laserlicht um 90 Grad abgelenkt wird.

[0041] Der Rotationsunterstützer **13** ist eine Einheit zum Rotieren des Pentaprismas **114** und ist bereitgestellt mit einem angetriebenen Getriebe **17**. Der Rotationsunterstützer **13** ist in der Lage, das Laserlicht, das von der lichtemittierenden Einheit **115** eingeführt wird, in einer im Wesentlichen horizontalen Richtung zu rotieren und abzutasten.

[0042] Der Abtastmotor **15** ist eine Antriebsquelle zum Rotieren des Pentaprismas **114** durch den Rotationsunterstützer **13**. Auf dem Abtastmotor **15** ist das Antriebsgetriebe **16** gebildet. Das Antriebsgetriebe **16** ist in Eingriff mit dem angetriebenen Getriebe **17**, und eine Rotationsantriebskraft durch das Antriebsgetriebe **16** wird übertragen an das angetriebene Getriebe **17**, wodurch es so möglich gemacht wird, das Pentaprisma **114** durch den Rotationsunterstützer **13** zu rotieren. Zusätzlich entsprechen der Abtastmotor **15**, das Antriebsgetriebe **16** und das angetriebene Getriebe **17** dem Rotationsantriebsmittel.

[0043] Ein Encoder **129** ist ebenfalls zu dem Rotationsunterstützer **13** verknüpft, wodurch es möglich gemacht wird, einen Zustand zu erkennen, in dem der Rotationsunterstützer **13** rotiert. Ein Erkennungssignal von dem Encoder **129** ist konfiguriert, um in die Steuereinheit **118** eingegeben zu werden. Der Encoder **129** entspricht dem Rotationserkennungsmittel, und in der vorliegenden Ausführungsform ist der Encoder **129** in der Lage, ebenfalls eine Bestrahlungsrichtung eines Laserlichts zu erkennen.

[0044] [Fig. 3](#) zeigt eine laserstrahlemittierende Vorrichtung **1000** gemäß der vorliegenden Ausführungsform, die eine Laserlichtquelle **100**, eine Sammellinse **200**, einen Laserkristall **300**, ein nicht-lineares optisches Medium **400**, einen Auskoppelspiegel **500** und ein Laserantriebsmittel **600** umfasst.

[0045] Die Laserlichtquelle **100** wird verwendet, um einen Laserstrahl zu erzeugen. In der vorliegenden Ausführungsform wird ein Halbleiterlaser als die Laserlichtquelle **100** verwendet. In der vorliegenden Ausführungsform fungiert die Laserlichtquelle **100** als ein Pumplichterzeuger zum Erzeugen einer Grundwelle. Weiter wird das Laserantriebsmittel **600** verwendet, um die Laserlichtquelle **100** anzutreiben. In der vorliegenden Ausführungsform ist das Laserantriebsmittel **600** in der Lage zum Pulsantreiben der Laserlichtquelle **100**.

[0046] Der Laserkristall **300** ist ein Medium, das eine negative Temperatur aufweist, und wird verwendet zum Lichtverstärken. YAG (Yttrium-Aluminium-Granat), das mit Nd^{3+} -Ionen dotiert ist, oder ähnliches wird angenommen für den Laserkristall **300**.

[0047] Ein erster dielektrisch reflektierender Film **310** ist gebildet auf der Laserlichtquellen 100-Seite des Laserkristalls **300**.

[0048] Der Auskoppelspiegel **500** ist so konfiguriert, um dem Laserkristall **300** mit dem ersten dielektrisch reflektierenden Film **310**, der darauf geformt ist, gegenüberzuliegen. Die Laserkristall 300-Seite des Auskoppelspiegels **500** ist in einer Form eines konkaven, sphärischen Spiegels verarbeitet, der einen geeigneten Radius aufweist, so dass ein zweiter dielektrisch reflektierender Film **510** auf dem Auskoppelspiegel **500** geformt ist.

[0049] Das nicht-lineare optische Medium **400** ist in einen optischen Resonator eingefügt, der besteht aus dem ersten dielektrisch reflektierenden Film **310** des Laserkristalls **300** und dem Auskoppelspiegel **500**.

[0050] Wenn ein elektrisches Feld an ein Substrat angelegt wird, wird eine elektrische Polarisation erzeugt. Wenn das elektrische Feld gering ist, ist die elektrische Polarisation proportional zu dem elektrischen Feld. Jedoch ist die Proportionalität zwischen dem elektrischen Feld und der Polarisation nicht ausbalanciert in dem Fall von leistungsstarkem, kohärentem Licht, wie z.B. einem Laserstrahl. Daher kommt eine nicht-linear polarisierte Komponente, die proportional ist zu dem Quadrat oder zu der dritten Potenz des elektrischen Feldes, exzellent zustande.

[0051] Kopplung zwischen optischen Wellen tritt auf, die aufgrund der nicht-linear polarisierten Komponente unterschiedliche Frequenzen aufweisen, so dass harmonische Verdopplung der Frequenz der optischen Welle erzeugt wird.

[0052] Da das nicht-lineare optische Medium **400** in den optischen Resonator eingefügt ist, der zusammengesetzt ist aus dem Laserkristall **300** und dem Auskoppelspiegel **500**, wird es „interne Typ SHG“ genannt. Da eine gewandelte Ausgabe proportional ist zu dem Quadrat der optischen Leistung der Grundwelle, kann ein Effekt hervorgerufen werden, bei dem eine große optische Intensität in dem optischen Resonator direkt verwendet werden kann.

[0053] [Fig. 4](#) zeigt die Beziehung zwischen einer invertierten Population und der Intensität von Licht zu der Zeit von Relaxationsvibrationen einer gewöhnlich verwendeten Laserlichtquelle. Ein $\Delta N(t)$, das in [Fig. 4](#) gezeigt ist, zeigt die invertierte Population (Gewinn), $\Phi(t)$ zeigt die Intensität von Licht, und die Abszisse zeigt das Verstreichen von Zeit.

[0054] Aus [Fig. 4](#) kann verstanden werden, dass die initiale Spitze (d.h. erster Pulse) ansteigt, um so die maximale Lichtintensität zu erzeugen, wenn die invertierte Population das Maximum erreicht.

[0055] Weiter zeigen [Fig. 5\(a\)](#), [Fig. 5\(b\)](#) und [Fig. 5\(c\)](#) jeweils typisches Gewinnschalten, worin [Fig. 5\(a\)](#) ein Diagramm ist, das die Beziehung zwischen der Zeit und der Intensität des Pumpens zeigt, [Fig. 5\(b\)](#) ein Diagramm ist, das die Beziehung zwischen der Zeit und der Intensität von Licht zeigt, und [Fig. 5\(c\)](#) ein Diagramm ist, das die Beziehung zwischen der Zeit und der invertierten Population illustriert.

[0056] Wenn Antriebsleistung, die in einer kontinuierlichen Welle ausgedrückt wird, an einen Halbleiterlaser geliefert wird, dann wird in Reaktion auf den ersten Puls die maximale Lichtintensität erzeugt. Da danach die Lichtintensität reduziert ist, um gegen die vorbestimmte Lichtintensität zu konvergieren, erlaubt die Verwendung alleine des ersten Pulses die effizienteste Extraktion von Licht.

[0057] Eine weitere Beschreibung wird vorgenommen werden für den Fall, in dem Antriebsleistung, die in einer kontinuierlichen Welle ausgedrückt wird, an einen Halbleiterlaser geliefert wird, unter Bezugnahme auf [Fig. 6\(a\)](#) und [Fig. 6\(b\)](#).

[0058] Im Übrigen sind ein Antriebspuls zum Antreiben des Halbleiterlasers und ein optischer Puls, der von dem Halbleiterlaser ausgegeben wird, im Wesentlichen zueinander identisch in Periode und Pulsweite.

[0059] [Fig. 6\(a\)](#) ist ein Diagramm, das die Beziehung zeigt, in der eine Periode T des kontinuierlichen Pulses, der zu dem Halbleiterlaser geliefert wird, die Bedingung erfüllt, dass $\tau_{FL} < T - \tau$ ist. In dem vorliegenden Ausdruck bezeichnet τ_{FL} die Fluoreszenzlebensdauer, und τ die Pulsweite.

[0060] Im Gegensatz zu [Fig. 10\(a\)](#) ist [Fig. 10\(b\)](#) ein Diagramm, das die Beziehung zeigt, in der die Periode T des kontinuierlichen Pulses, der an den Halbleiterlaser geliefert wird, die Bedingung erfüllt, dass $\tau_{FL} > T - \tau$ ist.

[0061] Aus [Fig. 6\(b\)](#) kann verstanden werden, dass eine neue invertierte Population hinzugefügt wird zu der verbleibenden invertierten Population durch Anwenden des nächsten Pulses auf den Halbleiterlaser während τ_{FL} (Fluoreszenzlebenszeit), wobei nur Licht, das die maximale Intensität aufweist, auf einer kontinuierlichen Basis effektiv erzeugt werden kann.

[0062] Die Beziehung zwischen einem Eingangspuls der Laserlichtquelle **100** und der Quantität von Licht, die von der laserstrahlmittierenden Vorrichtung **1000** emittiert wird, wird weiter erläutert werden basierend auf [Fig. 7](#).

[0063] Wenn der Eingangspuls der Laserlichtquelle **100** einen Schwellstrom überschreitet, steigt die

Quantität von Licht, die von der laserstrahlmittierenden Vorrichtung **1000** emittiert wird, nicht-linear an. Wenn daher der Spitzenwert des Eingangspulsstroms, der an die Laserlichtquelle **100** geliefert wird, als ein Nennwert der Laserlichtquelle **100** definiert wird und die relative Einschaltdauer und -periode des Eingangspulses gesteuert wird, dann kann die Quantität von einem Laserstrahl oder Licht variiert werden in einem Zustand, in dem der Laser oszilliert worden ist mit höchster Effizienz.

[0064] Das Laserantriebsmittel **600**, das in der vorliegenden Ausführungsform verwendet wird, wird als nächstes im Detail basierend auf [Fig. 8](#) beschrieben werden.

[0065] Das Laserantriebsmittel **600** umfasst einen Takterzeuger **610**, eine Timing-Einheit **620**, eine Konstantstromquelle **630**, eine Schalteinheit **640**, eine Stromerkennungseinheit **650** und eine arithmetische Steuereinheit **660**.

[0066] Der Takterzeuger **610** ist ein Oszillator zum Erzeugen eines Taktes, der als Referenz verwendet wird.

[0067] Die Timing-Einheit **620** wird verwendet um die Zeit festzusetzen und die Periode, die benötigt wird für die Laserlichtquelle **100**, um Licht zu emittieren, basierend auf dem Referenztakt, der von dem Takterzeuger **610** erzeugt wird.

[0068] Die Konstantstromquelle **630** wird verwendet, um einen Nennstrom an die Laserlichtquelle **100** zu liefern und um einen Strom festzusetzen für alle Zeiten auf den Nennstrom, der durch die Laserlichtquelle **100** aufgebraucht wird, welcher erkannt wird durch die Stromerkennungseinheit **650**.

[0069] Die Schalteinheit **640** wird verwendet, um den Strom, der an die Laserlichtquelle **100** geliefert wird, durch Schalten zu schalten, basierend auf einem Signal, das ausgegeben wird von der Timing-Einheit **620**.

[0070] Die Stromerkennungseinheit **650** wird verwendet, um einen Strom zu erkennen, der in die Laserlichtquelle **100** fließt. Jedes Stromerkennungsmittel kann verwendet werden, wenn man in der Lage ist, den Strom, der in die Laserlichtquelle **100** fließt, zu erkennen.

[0071] Die arithmetische Steuereinheit **660** wird verwendet, um ein Steuersignal an die Timing-Einheit **620** und die Konstantstromquelle **630** zu senden und dadurch ein gewünschtes Antriebssignal an die Laserlichtquelle **100** zu liefern.

[0072] Das Laserantriebsmittel **600** der laserstrahlmittierenden Vorrichtung **1000** gemäß der vorlie-

genden Ausführungsform, die wie oben beschrieben konstruiert ist, kann ein Antriebssignal formen, das zu senden ist an die Laserlichtquelle **100**, basierend auf dem Steuersignal, das ausgegeben wird von der arithmetischen Steuereinheit **660**.

[0073] Das Antriebssignal, das durch das Laserantriebsmittel **600** erzeugt wird, wird als nächstes im Detail beschrieben werden.

[Erstes Antriebssignal]

[0074] Das erste Antriebssignal wird verwendet, um die Laserlichtquelle **100** zu steuern und anzutreiben unter der Steuerung der Periode eines Pulses davon, um dadurch die Quantität von Licht anzupassen, die von der laserstrahlemittierenden Vorrichtung **1000** emittiert wird.

[0075] **Fig. 9(a)** und **9(b)** zeigen jeweils ein erstes Antriebssignal, das durch das Laserantriebsmittel **600** erzeugt wird. In dem ersten Antriebssignal ist die Periode des Pulses davon variiert. Wenn es nämlich erwünscht ist, die Quantität von Licht zu erhöhen, das von der laserstrahlemittierenden Vorrichtung **1000** emittiert wird, wird der Zyklus oder die Periode des Pulses davon kurz gemacht, und ein effektiver Wert des Antriebssignals, das zu der Laserlichtquelle **100** geliefert wird, wird erhöht, wie gezeigt in **Fig. 9(a)**. Als ein Resultat erhöht sich die Quantität von Licht, das von der laserstrahlemittierenden Vorrichtung **1000** emittiert wird.

[0076] Wenn es andererseits erwünscht ist, die Quantität von Licht zu reduzieren, das von der laserstrahlemittierenden Vorrichtung **1000** emittiert wird, wird die Periode des Pulses des Antriebssignals lang gemacht, und der effektive Wert des Antriebssignals, das an die Laserlichtquelle **100** geliefert wird, wird reduziert, wie gezeigt in **Fig. 9(b)**. Als ein Resultat wird die Quantität von Licht, das von der laserstrahlemittierenden Vorrichtung **1000** emittiert wird, reduziert.

[0077] Das Laserantriebsmittel **600** kann daher das Antriebssignal ändern, das an die Laserlichtquelle **100** geliefert wird, um die Quantität von Licht anzupassen, das von der laserstrahlemittierenden Vorrichtung **1000** emittiert wird.

[0078] Im Übrigen ist die Periode des Pulses des ersten Antriebssignals einige 100 KHz, kann aber geeignet festgesetzt werden.

[Zweites Antriebssignal]

[0079] Ein zweites Antriebssignal wird verwendet, um die Laserlichtquelle **100** zu steuern und anzutreiben unter der Steuerung der relativen Einschaltdauer eines Pulses davon und dadurch anpassend die Quantität von Licht, das von der laserstrahlemittie-

renden Vorrichtung **1000** emittiert wird.

[0080] **Fig. 10(a)** und **10(b)** zeigen jeweils ein zweites Antriebssignal, das durch das Laserantriebsmittel **600** geformt wird, in dem das relative Einschaltverhältnis des Pulses davon variiert wird in einem Zustand, in dem der Zyklus oder die Periode des Pulses davon unverändert bleibt.

[0081] Das relative Einschaltverhältnis, das dem Verhältnis zwischen einer Zeit (T_1), die benötigt wird, um das Antriebssignal AN zu halten, das an die Laserlichtquelle **100** geliefert wird, und einer Zeit (T_2), die benötigt wird, um das Antriebssignal AUS zu halten, entspricht, wird nämlich geändert.

[0082] Wenn es nämlich erwünscht ist, die Quantität von Licht zu erhöhen, das von der laserstrahlemittierenden Vorrichtung **1000** emittiert wird, wird $(T_1)/(T_1 + T_2)$ erhöht, und die Zeit, die benötigt wird, um das Antriebssignal AN zu halten, das an die Laserlichtquelle **100** geliefert wird, wird lang gemacht, wie gezeigt in **Fig. 10(a)**, wodurch die Quantität von Licht, das von der laserstrahlemittierenden Vorrichtung **1000** emittiert wird, erhöht werden kann.

[0083] Wenn es andererseits erwünscht ist, die Quantität von Licht zu verringern, das von der laserstrahlemittierenden Vorrichtung **1000** emittiert wird, wird $(T_1)/(T_1 + T_2)$ reduziert, und die Zeit, die benötigt wird, um das Antriebssignal AN zu halten, das an die Laserlichtquelle **100** geliefert wird, wird kurz gemacht, wie in **Fig. 10(b)** gezeigt, wodurch die Quantität von Licht, das von der laserstrahlemittierenden Vorrichtung **1000** emittiert wird, reduziert werden kann.

[0084] Das Laserantriebsmittel **600** ändert daher die benötigte Zeit zum Antreiben des Antriebssignals, das an die Laserlichtquelle **100** geliefert wird, um die relative Einschaltdauer des Pulses davon zu variieren, wodurch es möglich gemacht wird, die Quantität von Licht, das von der laserstrahlemittierenden Vorrichtung **1000** emittiert wird, anzupassen.

[0085] Im Übrigen ist die Periode des Pulses des zweiten Antriebssignals einige 100 KHz, sie kann jedoch geeignet festgesetzt werden.

[0086] Als nächstes wird nachstehend die Beschreibung gegeben werden bezüglich einer Emission eines Laserpulses und einer zu formenden, rotierenden Laserstrahlebene.

[0087] **Fig. 11(a)** und **Fig. 11(b)** zeigen eine laserstrahlemittierende Vorrichtung, die nicht innerhalb des Bereichs der Erfindung ist, die einen kontinuierlichen Laserlichtstrahl erzeugt und wobei eine rotierende Laserstrahlebene gebildet wird durch Abgeben des Laserlichtstrahls, der zur gleichen Zeit rotiert

wird. An einer Bestrahlungsposition, wie z.B. einer Wand, die eine Entfernung R entfernt ist von der Laserstrahlbestrahlungsvorrichtung **10000**, wie gezeigt in [Fig. 11\(b\)](#), stellt sich heraus, dass eine bandförmige Linie gezeichnet wird. Die bandförmige Linie in [Fig. 11\(b\)](#) bedeutet, dass sich die Energie des Laserlichts in einer bandförmigen Art und Weise ausbreitet in Bezug auf Zeit von der Laserstrahlbestrahlungsvorrichtung **10000** und wobei mit steigender Entfernung R die Helligkeit der bandförmigen Linie abnimmt.

[0088] Weiterhin zeigen [Fig. 12\(a\)](#) und [Fig. 12\(b\)](#) das Prinzip der vorliegenden Erfindung. Bei der Bestrahlungsposition, wie z.B. einer Wand, die eine Entfernung R entfernt ist von der Laserstrahlbestrahlungsvorrichtung **10000**, wie gezeigt in [Fig. 12\(b\)](#), wird ein Querschnitt des Laserstrahls für jeden Abstand L projiziert, und es stellt sich heraus, dass punktförmige Markierungen gezeichnet werden. Die punktförmigen Markierungen in [Fig. 12\(b\)](#) bedeuten, dass die Energie des Laserlichts in einer punktförmigen Weise von der Laserstrahlbestrahlungsvorrichtung **10000** konzentriert ist, und selbst wenn die optische Energie gleich ist, ist es möglich, eine punktförmige, intermittierende Linie mit einer hohen Lumineszenz zu zeichnen.

[0089] In der vorliegenden Erfindung, die in [Fig. 12\(b\)](#) gezeigt ist, ist die Energie, die auf einer Linie L in der Länge verteilt ist, nämlich in einer punktförmigen Weise konzentriert. Dies macht es möglich, selbst wenn die mittlere Ausgabe gleich ist, die punktförmige, intermittierende Linie mit einer hohen Lumineszenz zu zeichnen, wodurch die visuelle Wahrnehmungsentfernung erheblich vergrößert wird.

[0090] Auch wenn eine Pulsweite des Pulsasers so schmal ist, dass sie nicht wesentlich beeinflusst wird durch ein Abtasten durch eine Rotation der Laserstrahlbestrahlungsvorrichtung **10000**, wird der Abstand L zwischen zwei der punktförmigen Markierungen größer werden, wenn die Entfernung R größer wird, die eine Entfernung ist von der Laserstrahlbestrahlungsvorrichtung zu der bestrahlten Position, wie z.B. einer Wand. Es stellt sich jedoch heraus, dass die Helligkeit der punktförmigen Markierungen gleich ist, unabhängig von der Entfernung R , wodurch letztendlich eine Verlängerung der visuellen Wahrnehmungsdistanz ermöglicht wird.

[0091] Bezugnehmend auf eine Bedingung zum Erlauben, dass die Markierung punktförmig aussieht, muss die Bedingung sein

$$T_{p-on} < \Phi / (R \cdot \omega),$$

wobei angenommen wird, dass, wie in [Fig. 13](#) gezeigt, der Lichtstrahl sich um eine Länge des Durchmessers des Lichtstrahls während der Emittierungs-

periode bewegt, wobei T_{p-on} eine Emittierzeitbreite des Pulsasers bezeichnet von der Laserstrahlbestrahlungsvorrichtung **10000**, ω (Omega) bezeichnet eine Winkelgeschwindigkeit (rad/s), Φ bezeichnet einen Querschnittsdurchmesser des Lichtstrahls, und R bezeichnet eine Entfernung zwischen der Laserstrahlbestrahlungsvorrichtung **10000** und einem bestrahlten Objekt.

[0092] Zum Beispiel beim Auswählen $\omega = 20 \pi$ (rad/s), $R = 80$ m oder mehr und $\Phi = 5$ mm, $T_{p-on} = 1$ oder weniger μ s.

[0093] Bezüglich der Mehrzahl von Markierungen, die auf einer Wand geformt werden durch eine Bestrahlung von der Laserstrahlbestrahlungsvorrichtung **10000** muss eine Bedingung zum Erlauben, dass die Markierungen intermittierend, nicht-kontinuierlich aussehen, sein

$$\Phi / (R \cdot \omega) < T_{p-off},$$

wobei T_{p-off} eine Löschezit des Pulsasers bezeichnet.

[0094] Wie in [Fig. 1](#) gezeigt, erkennt in der vorliegenden Ausführungsform der Encoder **129** eine Winkelgeschwindigkeit ω des Rotationsunterstützers **13**, wobei er daher die Daten bezüglich der Winkelgeschwindigkeit in die Steuereinheit **118** eingibt.

[0095] Bezugnehmend auf eine Bedingung zum Erlauben, dass jede der punktförmigen Markierungen an die gleiche Stelle für jede Bestrahlung projiziert wird, stellt sich die Bedingung heraus zu

$$\omega \cdot T_{p-on-off} = 2 \cdot \pi \cdot (m/n)$$

(beide, m und n , sind Integer),

wobei $T_{p-on-off}$ ein Emittierzeitintervall des Pulsasers bezeichnet.

[0096] Die Steuereinheit **118** steuert die Winkelgeschwindigkeit ω des Rotationsunterstützers **13**, um so diese Bedingung zu erfüllen. Die Steuereinheit **118** steuert und treibt den Abtastmotor **15** nämlich an über die Motorsteuereinheit **120**, so ausführend PPL **8** (PHASENREGELKREIS)-Steuerung, so dass die Winkelgeschwindigkeit des Rotationsunterstützers **13** mit ω übereinstimmt.

[0097] Die Steuereinheit **118** macht es durch Steuern der Motorssteuereinheit **120** möglich, ein Emissionstiming des Pulsasers mit der Rotation der rotierenden Einheit **116** zu synchronisieren, wobei so intermittierende, punktförmige Markierungen beschrieben werden.

[0098] Im Übrigen ist die Form der Markierung nicht begrenzt auf die Form, die in [Fig. 13](#) gezeigt ist, und kann variiert werden durch Änderung der Winkelge-

schwindigkeit ω und der Emittierzeitbreite des Pulsasers T_{p-on} , in Abhängigkeit von der Situation und den Anforderungen, wie in [Fig. 14](#) gezeigt.

[0099] Weiterhin, wenn die Entfernung zwischen der Laserstrahlrotierende Bestrahlungsvorrichtung **1000** und einem bestrahlten Objekt lang ist, kann die Entfernung zwischen den punktförmigen Markierungen näherungsweise modifiziert werden durch Variieren der Winkelgeschwindigkeit ω und des Emittierzeitintervalls des Pulsasers $T_{p-on-off}$.

[0100] Die vorliegende Erfindung macht es möglich, verteilte, optische Energie in einer punktförmigen Weise zu konzentrieren, und selbst wenn der mittlere Ausgang gleich ist, macht sie es möglich, eine punktförmige, intermittierende Linie mit einer hohen Lumineszenz zu zeichnen, so resultierend in einem Effekt einer wesentlichen Vergrößerung der visuellen Wahrnehmungsentfernung.

[0101] Weiterhin erfüllt in der vorliegenden Erfindung die Periode T des Antriebspulses durch die Pulsantriebsmittel die Bedingung $T_{FL} > T - \tau$ für T_{FL} (Fluoreszenzlebensdauer). Dies macht es möglich, den optischen Resonator zu pumpen unter Verwendung einer maximalen Intensität von Laserlicht basierend auf dem ersten Puls, so hervorruft einen Effekt des Emittierens eines Laserlichts mit hoher Effizienz.

Patentansprüche

1. Laserstrahlrotierende Bestrahlungsvorrichtung, umfassend:

- einen optischen Resonator, zusammengesetzt aus einem Strahlkristall (**300**) und einem Auskuppelspiegel (**500**);
- eine pulsemittierende Laserstrahllichtquelle (**100**) zum Pumpen des optischen Resonators;
- ein Pulsantriebsmittel (**600**) zum Antreiben der pulsemittierenden Laserstrahllichtquelle (**100**);
- eine rotierende Einheit (**116**) zum Bestrahlen eines bestrahlten Objekts mit einem Pulsaserlichtstrahl von dem optischen Resonator;
- ein Rotationsantriebsmittel (**15**, **16**, **17**) zum Rotieren der rotierenden Einheit (**116**);
- ein Rotationserkennungsmittel (**129**) zum Erkennen der Rotation der rotierenden Einheit (**116**); und
- eine arithmetische Verarbeitungseinheit (**118**), die, in Übereinstimmung mit einem Antriebstiming von dem Pulsantriebsmittel (**600**) und einem Erkennungssignal von dem Rotationserkennungsmittel (**129**), die Winkelgeschwindigkeit des rotierenden Antriebsmittels so steuert, um die Rotation des Bestrahlungsmittels mit einem Emissionstiming des Pulsasers zu synchronisieren, wobei die rotierende Bestrahlungsvorrichtung den Pulsaserstrahl jedes Mal an einer gleichen Position ausstrahlt.

2. Laserstrahlrotierende Bestrahlungsvorrichtung wie beansprucht in Anspruch 1, worin bestrahlte Lichtquantität an der gleichen Position angepasst wird durch Anpassen der Pulsperiode.

3. Laserstrahlrotierende Bestrahlungsvorrichtung wie beansprucht in Anspruch 1, worin Bestrahlungslichtquantität an der gleichen Position angepasst wird durch Steuern eines Tastverhältnisses der Pulsperiode.

4. Laserstrahlrotierende Bestrahlungsvorrichtung wie beansprucht in Anspruch 1, worin das Rotationsantriebsmittel ein Bestrahlungsmittel rotiert und das Pulsaserlicht an dem gleichen Punkt zu der gleichen Zeit ausgestrahlt wird, um so die Bedingungen zu erfüllen:

$$T_{p-an} < \phi/(R \cdot \omega)$$

$$\phi/(R \cdot \omega) < T_{p-aus}$$

wobei T_{p-an} eine Emissionszeitbreite der Pulsaserquelle bezeichnet, T_{p-aus} eine Löszeit der Pulsaserquelle bezeichnet, ω (rad/s) eine Winkelgeschwindigkeit des Bestrahlungsmittels bezeichnet, ϕ einen Querschnittsdurchmesser des Pulsaserlichtstrahls bezeichnet und R eine Entfernung von der Laserstrahlrotierende Bestrahlungsvorrichtung zu einem bestrahlten Objekt bezeichnet.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

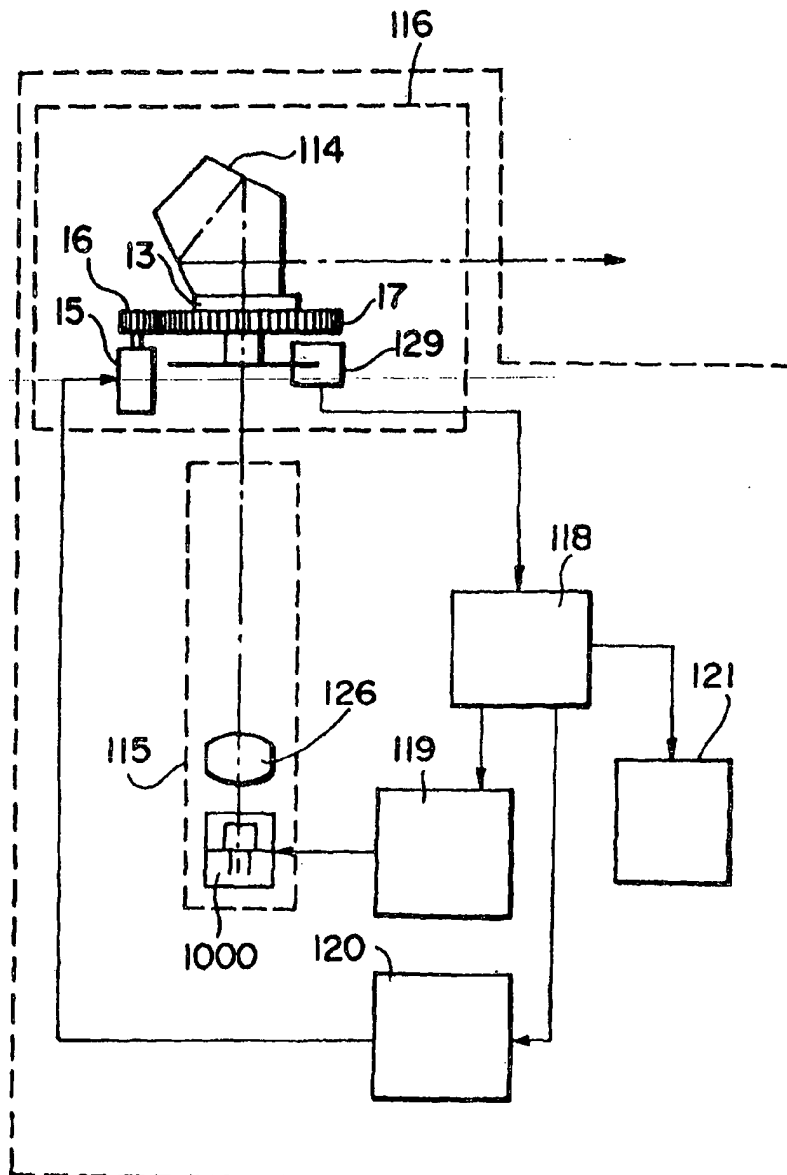


FIG. 2

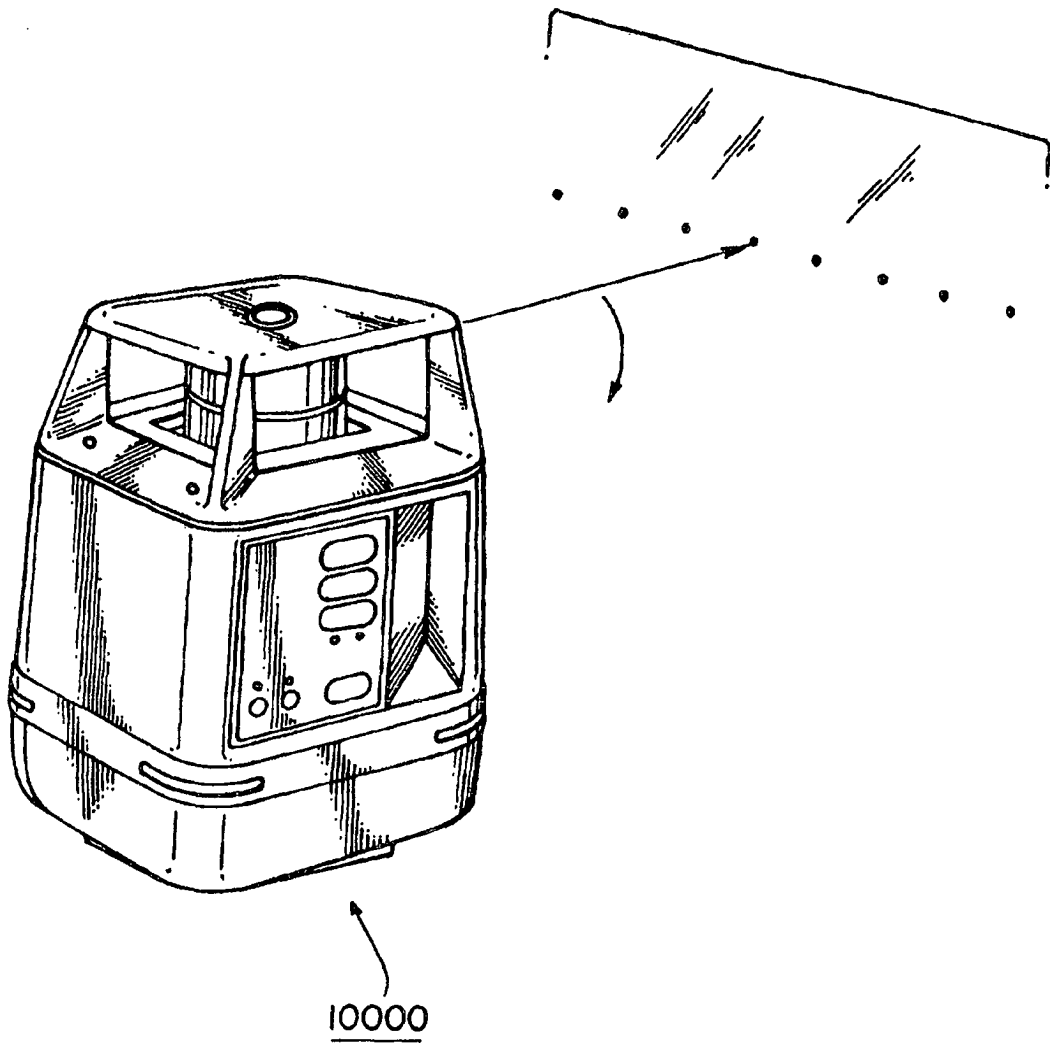


FIG. 3

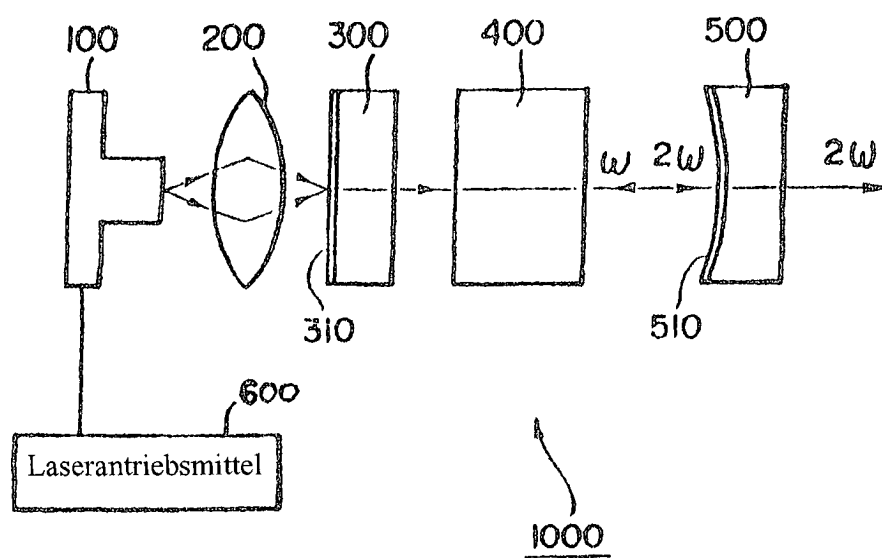


FIG. 4

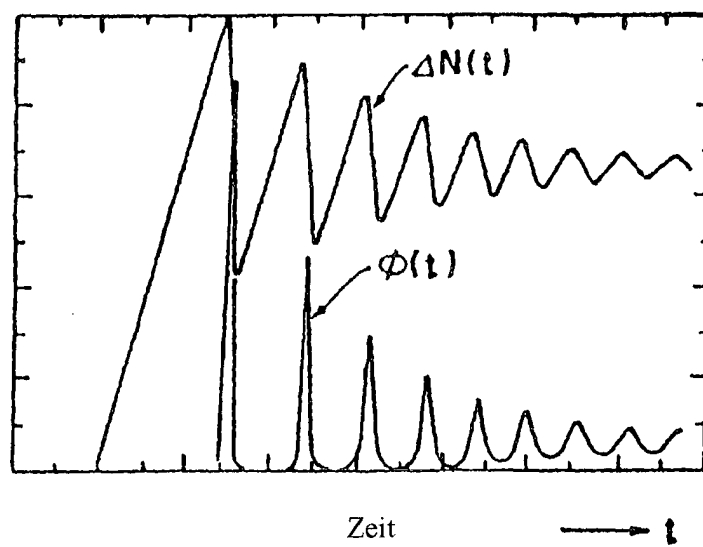


FIG. 5 (a)

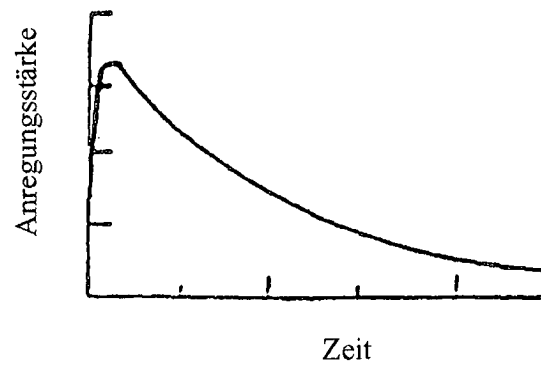


FIG. 5 (b)

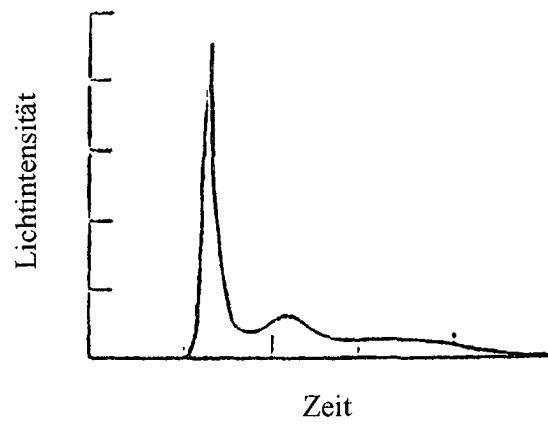


FIG. 5 (c)

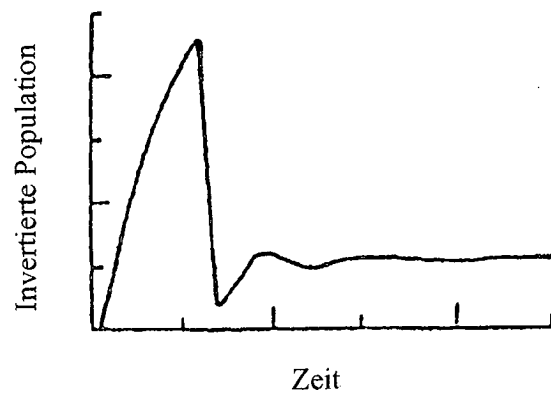


FIG. 8 (a)

$$\tau_{FL} < T - \tau$$

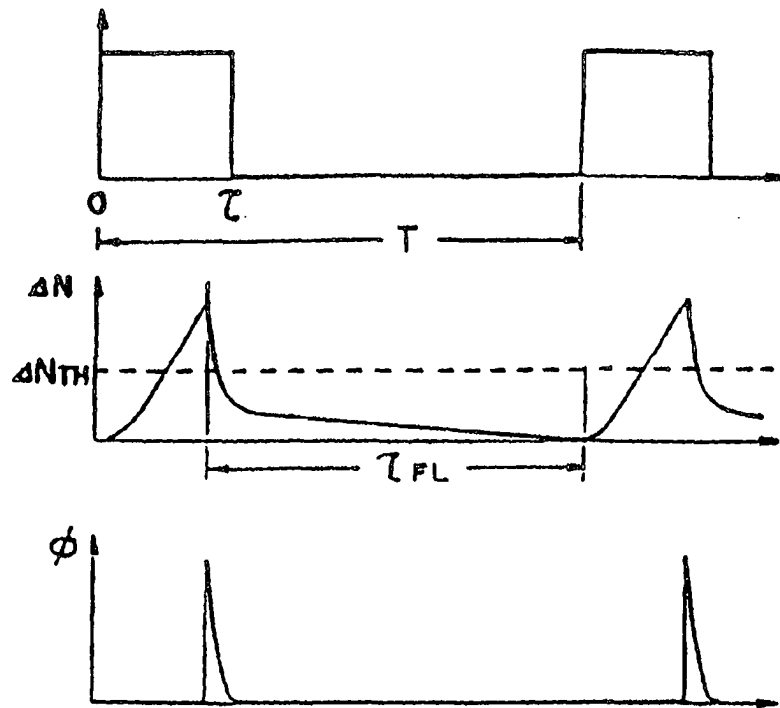


FIG. 8 (b)

$$\tau_{FL} > T - \tau$$

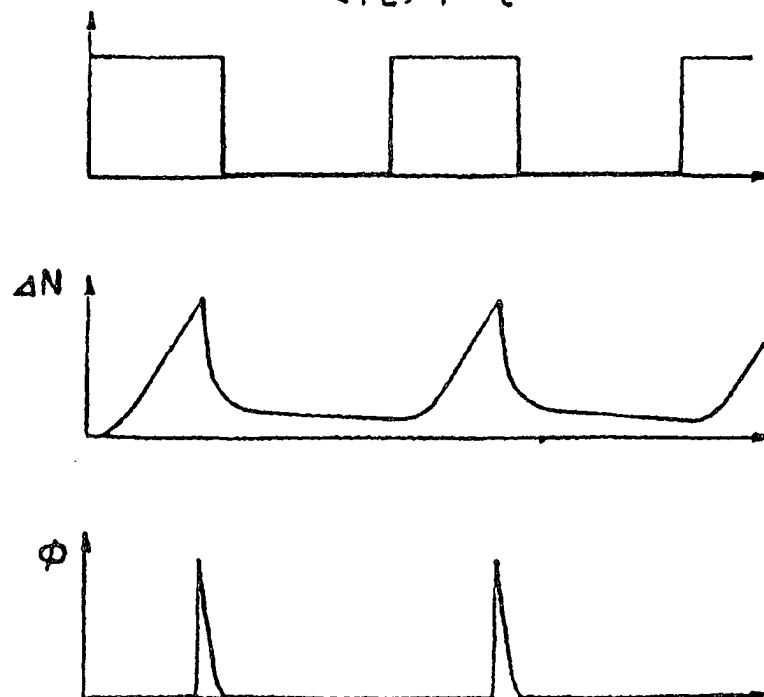


FIG. 7

Laserausgang
[mW]

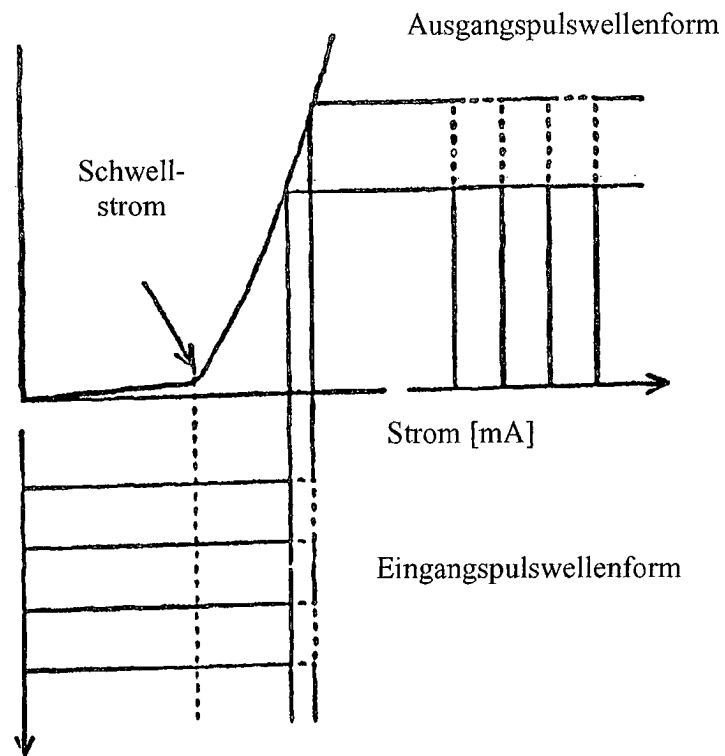


FIG. 8

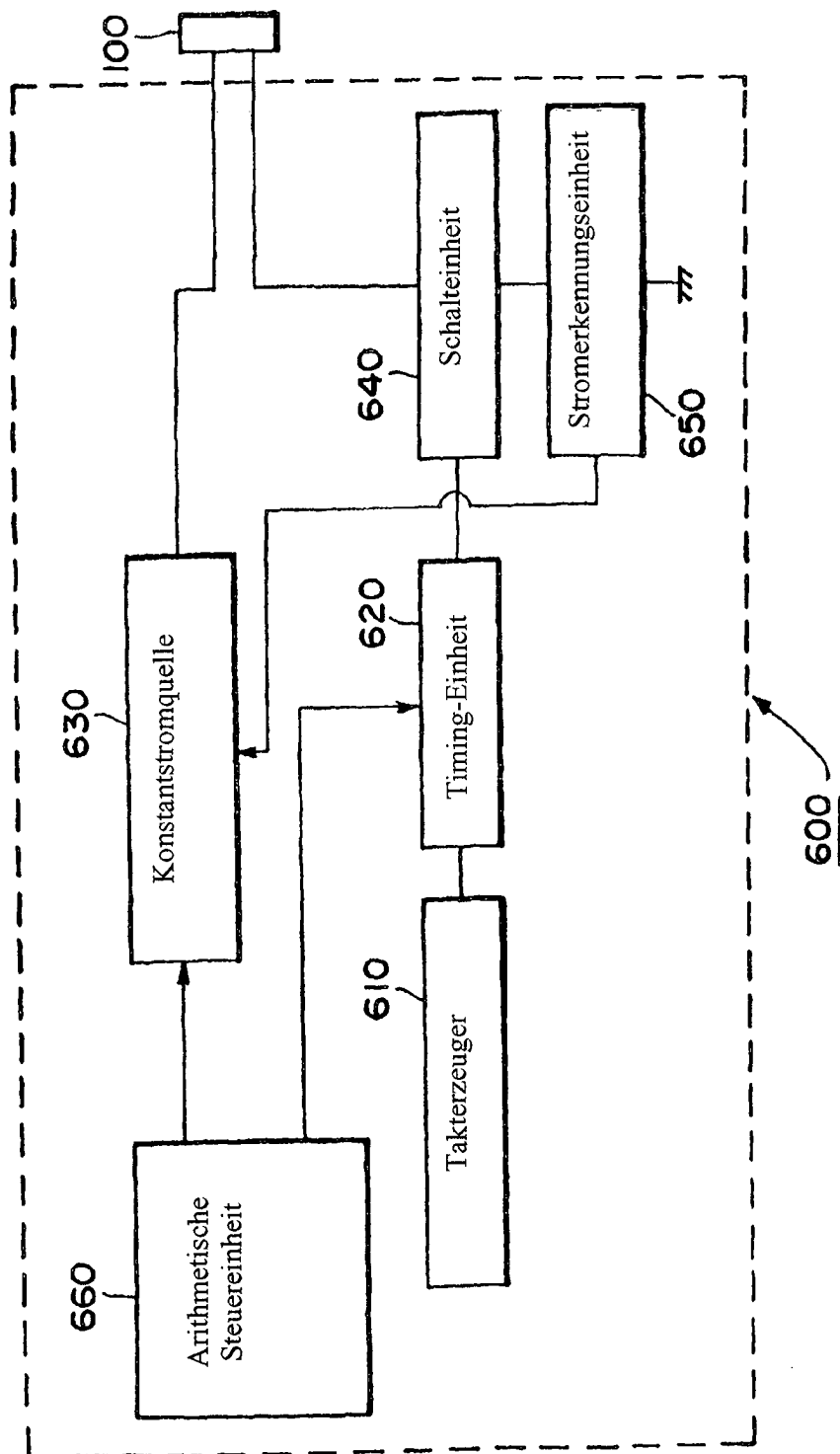


FIG. 9

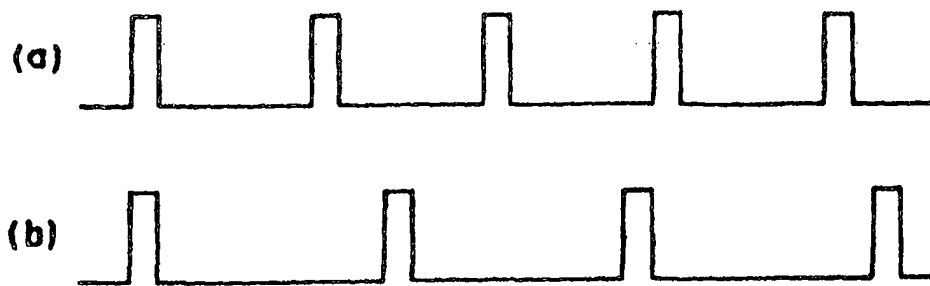


FIG. 10

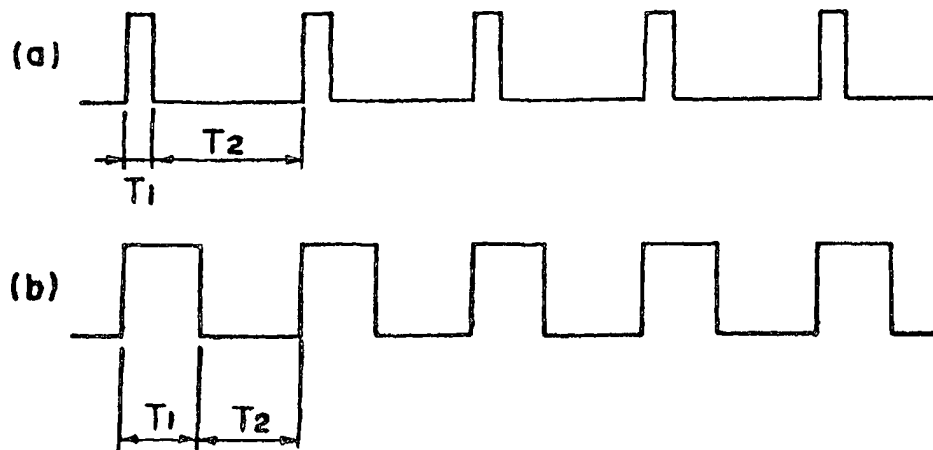


FIG. 11(a)

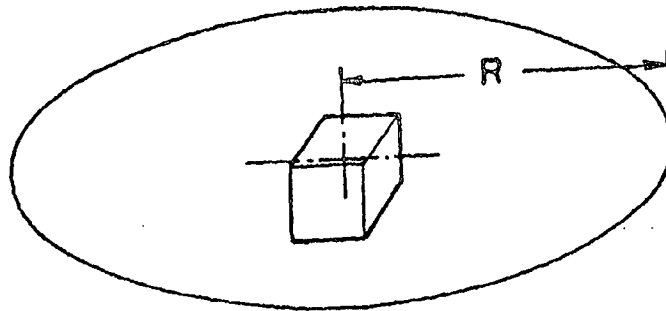


FIG. 11(b)



FIG. 12(a)

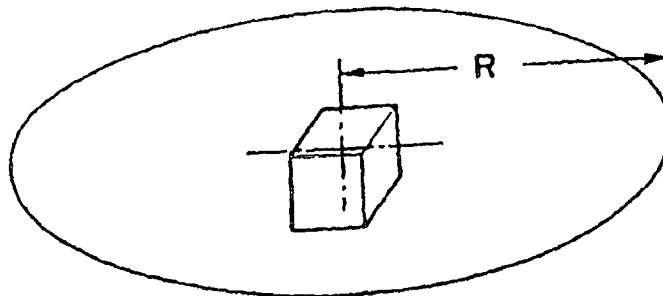


FIG. 12(b)



FIG. 13

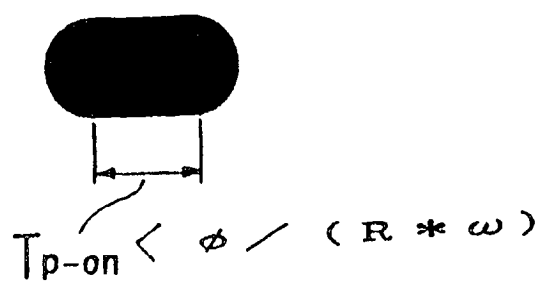


FIG. 14

