

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
23. Februar 2006 (23.02.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/018016 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01S 5/40 (2006.01) **H04N 9/31** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2005/001456

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. August 2005 (18.08.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
20 2004 013 003.3 18. August 2004 (18.08.2004) DE
20 2005 003 856.3 8. März 2005 (08.03.2005) DE
20 2005 009 294.0 13. Juni 2005 (13.06.2005) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **ARCTOS SHOWLASERTECHNIK E. KFM**
[DE/DE]; Sägewerkstr. 22, 83416 Saaldorf-Surheim (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **HAFNER, Thomas**
[DE/DE]; Obersurheimerstr. 45a, 83416 Saaldorf-Surheim
(DE).

(74) Anwalt: **SCHÄFER, Horst**; Kanzlei Schweiger & Part-
ner, Karlstr. 35, 80333 München (DE).

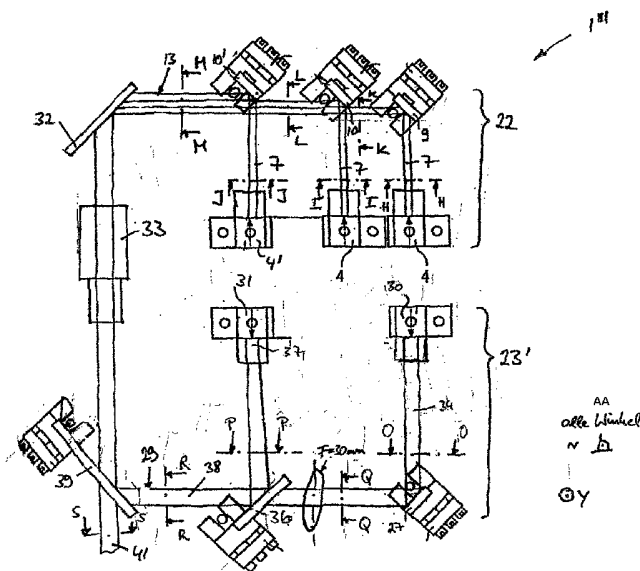
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA,
MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,
NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: LASER DEVICES FOR GENERATING LASER BEAMS

(54) Bezeichnung: LASERVORRICHTUNGEN ZUR ERZEUGUNG VON LASERSTRAHLEN



(57) Abstract: The invention relates to a laser device (1st) for generating a laser beam, said laser device comprising a first laser partial beam unit (22) for generating a red laser beam (13), a second laser partial beam unit (23') for generating a cyan-coloured laser beam (38), a green laser diode (30) for generating a green laser beam (34), and a blue-violet laser diode (31) for generating a blue-violet laser beam (37). The inventive laser device is embodied in such a way that the green laser beam (34), the blue-violet laser beam (37), and the red laser beam (13) are combined and superimposed in order to form a white laser beam (41).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2006/018016 A2



Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Eine Laservorrichtung (1'') zur Erzeugung eines Laserstrahls hat eine erste Laserteilstrahleinrichtung (22) zur Erzeugung eines roten Laserstrahls (13) und eine zweite Laserteilstrahleinrichtung (23') zur Erzeugung eines cyanfarbenen Laserstrahls (38) mit einer grünen Laserdiode (30) zur Erzeugung eines grünen Laserstrahls (34) und mit einer blauvioletten Laserdiode (31) blauvioletten Laserstrahls (37). Die Laservorrichtung ist weiterhin so ausgebildet ist, dass der grüne Laserstrahls (34), der blauviolette Laserstrahls (37) und der rote Laserstrahl (13) zu einem weißen Laserstrahl (41) überlagert zusammengeführt sind.

Beschreibung

Laservorrichtungen zur Erzeugung von Laserstrahlen

- 5 Die Erfindung betrifft Vorrichtungen zur Erzeugung eines Laserstrahls mit guter Sichtbarkeit und hoher Energiedichte.

Im Stand der Technik sind so genannte DPSS-Laser bekannt, die einen hohen Energieverbrauch aufweisen. Diese Laser haben ein Strahlungsmaximum bei einer Wellenlänge von ca. 671 Nanometern. Diese Wellenlänge befindet sich nahe am Infrarotbereich des Lichtspektrums und ist für das menschliche Auge nur schwer wahrnehmbar. Um mit einem solchen Laser mit dem Auge sichtbares Licht in ausreichender Stärke zu erzeugen, sind hohe Leistungen nötig. Die US 6 687 271 veranschaulicht, wie man einen solchen Laser mit hoher Leistungsdichte betreiben kann.

In "Heterostructure Lasers" (H.C. Casey, Jr., M.B. Panish, , Academic Press 1978, ISBN 0-12-163102-8 (pt. B), S. 43-44) werden Systeme zur Beschreibung der Farbeigenschaften von Halbleitern angegeben.

In der DE 41 28 966 A1 werden Messungen von orthogonalen Bewegungskomponenten mittels Doppler-Velocimetrie beschrieben.

25

Die WO 2004/112209 A1 zeigt eine Vorrichtung, mit der der Abstand von Strahlenfächern von Laserdioden verringert werden kann.

30 In "Laser-Licht in Diskotheken" (K. Nowak in "der elektromeister + deutsches elektrohandwerk" 12/80, S. 883-886) werden Laseranwendungen in Ligh-Shows beschrieben. Eine Weiterentwick-

lung einer solchen Laser-Show ist in der DE 42 22 951 A1 gezeigt.

Die DE 200 10 309 U1, die WO 03/098758 A1 und die WO 98/13910
5 beschreiben Diodenlaseranordnungen, mit der die Laserstrahlen aus mehreren Diodenlasern coaxial überlagert werden können.

In der US 5 463 534, in der US 5 668 903, in der US 6 732 929
B2, in der US 6 240 116 B1 und in der DE 196 03 111 A1 werden
10 optische Systeme zur Erzeugung einer Lichtquelle beschrieben, bei denen mehrere Laserstrahlen kombiniert werden.

Das Markieren bzw. Bearbeiten einer Oberfläche mittels Laserstrahlen ist in der DE 195 11 393 A1, in der DE 298 16 107 U1
15 und in der DE 198 40 926 A1 beschrieben. Die DE 198 41 040 A1 zeigt eine solche Vorrichtung zum Markieren einer Oberfläche mittels Laserstrahlen, bei der charakteristische Eigenschaften eines Laserstrahls verändert und das damit erzeugte Strahlungsfeld homogenisiert wird.

20

Die US 6 388 799 zeigt eine optische Vorrichtung, bei der die Phase zwischen zwei Signalen unterschiedlicher Frequenz verbessert wird, und zwar abhängig von der Helligkeit eines verbundenen Lichtstrahls.

25

Bei den im Stand der Technik bekannten Systemen ist von Nachteil, dass weißes Laserlicht nur sehr aufwendig und teuer erzeugbar ist. Kleinlaser lassen sich nicht gut bereitstellen, diese fallen mit der bekannten Technik sehr groß aus.

30

Die Erfindung geht von der Aufgabe aus, einen Laser bereitzustellen, der einen gut sichtbaren Strahl erzeugt, wobei nur wenig Energie verbraucht werden soll.

5 Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch den Gegenstand der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den jeweiligen abhängigen Patentansprüchen.

10 Eine erste Laserteilstrahleinrichtung dient zur Erzeugung eines roten Laserstrahls, eine zweite Laserteilstrahleinrichtung dient zur Erzeugung eines cyanfarbenen Laserstrahls mit einer grünen Laserdiode zur Erzeugung eines grünen Laserstrahls und mit einer blauvioletten Laserdiode blauvioletten Laserstrahls.

15 Die Laservorrichtung ist weiterhin so ist, dass der grüne Laserstrahl, der blauviolette Laserstrahl und der rote Laserstrahl zu einem weißen Laserstrahl überlagert zusammengeführt werden.

20 Eine erste Sammeleinheit dient zur Zusammenführung des grünen Laserstrahls und des blauvioletten Laserstrahls zu einem cyanfarbenen Laserstrahl und eine zweite Sammeleinheit dient zur Zusammenführung des roten Laserstrahls und des cyanfarbenen Laserstrahls zu einem weißen Laserstrahl.

25

Die Laserdioden sind als Halbleiter-Laserdioden ausgebildet, deren Substrat die Elemente P, In, Ga und/oder Al aufweist und die Licht mit einer Wellenlänge von ca. 652 nm bis ca. 664 nm, vorzugsweise ca. 654 nm bis ca. 662 nm und vorzugsweise mit

30 einem Maximum bei ca. 658 nm erzeugen.

Die blauvioletten Laserdioden sind als Halbleiter-Laserdioden ausgebildet, die Licht mit einer Wellenlänge von ca. 401 nm bis ca. 439 nm, vorzugsweise ca. 401 nm bis ca. 415 nm und vorzugsweise mit einem Maximum bei ca. 408 nm erzeugen.

5

Die grünen Laserdioden sind als Halbleiter-Laserdioden ausgebildet, die Licht mit einer Wellenlänge von ca. 505 nm bis ca. 555 nm, vorzugsweise ca. 520 nm bis ca. 544 nm und vorzugsweise mit einem Maximum bei ca. 532 nm erzeugen.

10

Die erfindungsgemäße Laservorrichtung zur Erzeugung eines Laserstrahls kann noch eine zweite Laserteilstrahleinrichtung zur Erzeugung eines cyanfarbenen Laserstrahls mit einer grünen Laserdiode zur Erzeugung eines grünen Laserstrahls und mit einer blauvioletten Laserdiode zur Erzeugung eines blauvioletten Laserstrahls aufweisen. Die Laservorrichtung kann dabei so ausgebildet sein, dass der grüne Laserstrahl und der blauviolette Laserstrahl zu einem blauen Laserstrahl überlagert zusammengeführt sind.

20

Die Erfindung kann für zahlreiche Lichtfarben eingesetzt werden, nicht nur für rote Laserstrahlen sondern auch für blaue Laserstrahlen. So lassen sich einerseits die Leistungen von mehreren Laserdioden zusammenführen, um eine höhere Ausgangsleistung zu erzielen. Gleichzeitig ergibt sich aufgrund der Polarisierungsrichtungen ein guter Gesamteffekt und ein einfacher Aufbau sowie eine leichte Einstellbarkeit der Vorrichtung.

30

Die Laserdioden zur Erzeugung roter Lichtstrahlen sind dabei vorzugsweise als Halbleiter-Laserdioden ausgebildet, deren Substrat die Elemente Phosphor, Indium, Gallium und/oder Alu-

minium aufweist. Solche Laserdioden erzeugen Licht mit einer Wellenlänge von ca. 630 (in besonderen Fällen 652) Nanometer bis ca. 690 (in besonderen Fällen 664) Nanometer, und zwar vorzugsweise mit einem Leistungsmaximum bei ca. 658 Nanometer Wellenlänge. Es hat sich bewährt, dabei Laserdioden auszuwählen, die ein Leistungsmaximum in einem Wellenlängenbereich von ca. 654 Nanometer bis ca. 662 Nanometer haben. Die Emittergröße sollte nicht größer als 2 x 20 Mikrometer haben, welche mit nachgeschalteter 20 mm-Linse zur Bündelung/Parallelisierung dieses Emitters ausgestattet ist. Bei größeren Laserdioden-Emitttern wird die Strahlqualität im Endresultat unnötig verschlechtert.

Die Laserdioden zur Erzeugung blauvioletter Lichtstrahlen sind dabei vorzugsweise als Halbleiter-Laserdioden ausgebildet. Solche Laserdioden erzeugen Licht mit einer Wellenlänge von ca. 399 (in besonderen Fällen 408) Nanometer bis ca. 415 (in besonderen Fällen 440) Nanometer, und zwar vorzugsweise mit einem Leistungsmaximum bei ca. 408 Nanometer Wellenlänge. Es hat sich bewährt, dabei Laserdioden auszuwählen, die ein Leistungsmaximum in einem Wellenlängenbereich von etwas kleiner als 440 Nanometer haben. Die Emittergröße sollte nicht größer als 2 x 20 Mikrometer haben, welche mit nachgeschalteter 20 mm-Linse zur Bündelung/Parallelisierung dieses Emitters ausgestattet ist. Bei größeren Laserdioden-Emitttern wird die Strahlqualität im Endresultat unnötig verschlechtert.

Die vorstehenden blauvioletten Laserdioden ergeben dabei erfindungsgemäß beim Zusammenmischen mit etwas Licht aus einer grünen Laserdiode von ca. 532 nm (auch mit "grün" aus einem Bereich um diesen Wert herum, beispielsweise 505nm bis 555nm) gut sichtbare Blautöne. Dies ist ein überraschender Effekt,

denn es ist nicht zu erwarten gewesen, dass bereits ein ganz geringer Anteil von etwa 3% bis 10% der Leistung im grünen Spektralbereich zusammen mit 90% bis 97% der Leistung im schlecht sichtbaren violetten Bereich eine relativ hohe Lichtleistung im gut sichtbaren blauen Spektralbereich ergibt, allerdings mit einem deutlichen Blaustich. Beim Zumischen von höheren Lichtleistungen im grünen Spektralbereich wird die Farbe des sich ergebenden Lichts zunehmend grüner.

10 Weisslicht-Balance ergibt sich beispielsweise bei ca. 80mW grünem Licht (ca. 532 nm) und bei ca. 150mW blauvioletttem Licht (ca. 408 nm), gemischt mit ca. 270 mW rotem Licht (650 nm). Somit ergibt sich eine Gesamtleistung von ca. 500 mW, gemessen mit einem Halbleiter-Laser-Leistungsmessgerät.

15

Häufig erzeugen solche Laserdioden einen Laserstrahl mit einem im Wesentlichen elliptischen oder nahezu rechteckigen Querschnitt, wobei ein solcher Laserstrahl eine Polarisierung überwiegend in Richtung der längeren Symmetrieachse der Ellipse bzw. des Rechtecks aufweist. Hierbei ist zu beachten, dass mit der Bezeichnung "Querschnitt" nicht gemeint ist, dass ein Lichtstrahl einen fest umgrenzten Querschnitt wie etwa denjenigen eines Stabes aufweist. Vielmehr ist es so, dass der Querschnitt eines solchen Laserstrahls sich aus denjenigen Orten innerhalb des Laserstrahls bestimmt, die in etwa eine gleiche Leistungsdichte aufweisen.

Die Erfindung lässt es zu, besonders kostengünstige und klein bauende Laser herzustellen. Die hierfür verwendeten Laserdioden haben Ausgangsleistungen von ca. 200 mW, gemessen mit einem Halbleiter-Laser-Leistungsmessgerät. Durch Verwendung einer blauviolettten Laserdiode, einem Klein-DPSS-Grünlaser und

einem Rotlicht-Mischlaser ist es möglich, einen Laser der Laserklasse 4 mit einer Leistung von mehr als 500 mW herzustellen, dessen Baugröße der Größe einer Handfläche entspricht.

- 5 Es hat sich bewährt, die Sammeleinheit als Polarisationswürfel auszubilden, der vorzugsweise aus BK7-Glas nach Grade A hergestellt ist, und zwar mit einer entsprechenden zur Wellenlänge aufgedampften Antireflex-Beschichtung. Solche Polarisationswürfel werden häufig als Strahlteiler eingesetzt, um einen Laserstrahl in zwei Bestandteile mit zueinander senkrechter Polarisation zu zerlegen.
- 10

- Die Spiegel-Kollimatoreinheit weist nach der Erfindung eine Linseneinheit auf, deren eingangsseitige Brennweite größer als die ausgangsseitige Brennweite ist. Eine solche Linseneinheit wird häufig auch als "achromatic doublets" bezeichnet. Es können hierfür aber auch geringwertigere Linsen eingesetzt werden.
- 15

- 20 Der erfindungsgemäße Laser wird insbesondere zur Projektion in einem Dreifarblaser eingesetzt, der für Beamshows dient. Dabei wird der rote Strahl zur Ergänzung der Palette Rot-Grün-Blau der bereits vorhandenen Laser Grün-Blau verwendet.

- 25 Im einfachsten Fall hat die Laservorrichtung zur Erzeugung eines Laserstrahls eine erste Laserteilstrahleinrichtung zur Erzeugung eines ersten Laserstrahls und eine Kollimatoreinheit zur Zusammenführung und Ausgabe des ersten Laserstrahls als Ausgabelaserstrahls, wobei die erste Laserteilstrahleinrichtung eine horizontale Lasereinrichtung und eine vertikale Lasereinrichtung mit je wenigstens einer Laserdiode zur Ausgabe eines horizontalen Laserstrahls bzw. eines vertikalen Laser-
- 30

strahl sowie eine Sammeleinheit zur Zusammenführung des horizontalen Laserstrahls und des vertikalen Laserstrahls zum ersten Laserstrahl aufweist. Bereits damit lässt sich ein zufrieden stellendes Ergebnis erzielen.

5

Verbessern lässt sich diese Laservorrichtung dadurch, dass eine zweite Laserteilstrahleinrichtung zur Erzeugung eines zweiten Laserstrahls vorgesehen ist, wobei die zweite Laserteilstrahleinrichtung ebenfalls wenigstens eine horizontale Lasereinrichtung oder - alternativ oder kumulativ zur horizontalen Lasereinrichtung - wenigstens eine vertikale Lasereinrichtung mit je wenigstens einer Laserdiode zur Ausgabe eines horizontalen Laserstrahls bzw. eines vertikalen Laserstrahl aufweist. Es kann die Sammeleinheit aus der Grundausführung oder eine zusätzliche Sammeleinheit zur Zusammenführung des horizontalen Laserstrahls und des vertikalen Laserstrahls zum zweiten Laserstrahl verwendet werden.

Die Kollimatoreinheit dient dann zur im wesentlichen parallelen Zusammenführung und Ausgabe des ersten Laserstrahls und des zweiten Laserstrahls als Ausgabelaserstrahl (26).

Wenn die horizontale Lasereinrichtungen bzw. die horizontalen Lasereinrichtungen je wenigstens zwei nebeneinander angeordnete Laserdioden zur Ausgabe eines horizontalen Quadratlasersstrahls aufweist, wobei die Sammeleinheit zur Zusammenführung des horizontalen Quadratlasersstrahls und des vertikalen Laserstrahls zum ersten Laserstrahl bzw. zum zweiten Laserstrahl vorgesehen ist, dann ergeben sich größere Strahlquerschnitte oder höhere Energiedichten, je nachdem, wie die einzelnen Strahlengänge gelegt werden.

Dabei können die vertikale Lasereinrichtung bzw. die vertikale Lasereinrichtungen je wenigstens zwei nebeneinander angeordneten Laserdioden zur Ausgabe eines vertikalen Quadratlasers-
strahl und eine Sammeleinheit zur Zusammenführung des vertikalen
5 Quadratlasersstrahls und des horizontalen Laserstrahls und
des vertikalen Laserstrahls zum ersten Laserstrahl bzw. zum
zweiten Laserstrahl aufweisen.

In einer weiteren Ausgestaltung können ein oder mehrere Spie-
10 gel zur im wesentlichen parallelen Zusammenführung und Ausgabe
des ersten Laserstrahls und des zweiten Laserstrahls als Aus-
gabelaserstrahl vorgesehen sein. Zudem kann zur leichteren
Einstellung dieser Spiegel je eine Teillasergruppe auf einer
Teillaser-Verstelleinrichtung angeordnet sein, mit der deren
15 Laserdioden und der Sammeleinheit gemeinsam bezüglich der üb-
rigen Komponenten der Vorrichtung verschiebbar bzw. verdrehbar
sind. Weiter können die horizontale und/oder die vertikale La-
sereinrichtung auf je einer Dioden-Verstelleinrichtung ange-
ordnet ist, mit der deren Laserdioden gemeinsam bezüglich den
20 übrigen Komponenten der Vorrichtung verschiebbar bzw. verdreh-
bar sind.

Besonders kompakt wird der Aufbau, wenn die erste Laserteil-
strahleinrichtung und die zweite Laserteilstrahleinrichtung je
25 zwei horizontale Lasereinrichtungen und zwei vertikale Laser-
einrichtungen mit je zwei nebeneinander angeordneten Laserdio-
den zur Ausgabe eines horizontalen Quadratlasersstrahls bzw.
eines vertikalen Quadratlasersstrahls aufweisen, wobei je eine
horizontale Lasereinrichtung und eine vertikale Lasereinrich-
30 tung mit je zwei nebeneinander angeordneten Laserdioden zu ei-
ner Teillasergruppe angeordnet sind.

Bei roten Laserstrahlen sollten die Laserdioden als Halbleiter-Laserdioden ausgebildet sein, deren Substrat die Elemente P, In, Ga und/oder Al aufweist und die Licht mit einer Wellenlänge von ca. 652 nm bis ca. 664 nm, vorzugsweise ca. 654 nm
5 bis ca. 662 nm und vorzugsweise mit einem Maximum bei ca. 658 nm erzeugen. Solche Laserdioden emittieren häufig einen Laserstrahl mit einem im wesentlichen elliptischen und nahezu rechteckigen Querschnitt, wobei der Laserstrahl eine Polarisierung überwiegend in Richtung der längeren Symmetrieachse
10 der Ellipse bzw. des Rechtecks aufweist.

Die Sammeleinheit wird als Polarisationswürfel ausgebildet ist, der vorzugsweise aus BK7-Glas nach Grade A hergestellt ist und die Kollimatoreinheit hat einen Kollimator mit einer
15 Linseneinheit, deren eingangsseitige Brennweite größer als die ausgangsseitige Brennweite ist.

Eine Disco-Projektionseinrichtung hat eine solche Vorrichtung nach eine zum Erzeugen eines Laserstrahls, bei der der Laserstrahl (26) auf einem wenigstens teilweise reflektierenden Gegenstand oder auf Rauch- oder Nebelpartikel auftrifft. Solche
20 Disco-Projektionseinrichtung werden häufig zur entgeltlichen Unterhaltung von Publikum eingesetzt.

25 Die Erfindung sieht in einer besonders vorteilhaften Ausführungsform eine Vorrichtung vor, die eine erste Laserteilstrahleinrichtung zur Erzeugung eines ersten Laserstrahls und eine zweite Laserteilstrahleinrichtung zur Erzeugung eines zweiten Laserstrahls aufweist. Der erste Laserstrahl und der
30 zweite Laserstrahl werden dabei zusammengeführt, so dass sie im Wesentlichen parallel übereinander und/oder nebeneinander liegen und so einen Ausgabelaserstrahl bilden. Zum Zusammen-

führen wird eine Spiegeleinheit verwendet, wobei eine besondere Kollimatoreinheit für eine Parallelisierung der mit einem Spiegel übereinander gelegten Laserstrahlen sorgt. Die erste Laserstrahleinrichtung und die zweite Laserstrahleinrichtung weisen dabei eine horizontale und eine vertikale Lasereinrichtung mit zwei nebeneinander angeordneten Laserdioden auf. Die Bezeichnungen "horizontal" und "vertikal" beziehen sich hier und nachfolgend jeweils auf die Polarisierung eines damit erzeugten Laserstrahls. Dabei erzeugen die horizontalen Laserdioden einen horizontalen Quadratlasersstrahl und die vertikalen Laserdioden erzeugen einen vertikalen Quadratlasersstrahl.

Weiterhin ist darin eine Sammeleinheit, die insbesondere als Polarisationswürfel ausgebildet ist, zum Zusammenführen des horizontalen Quadratlasersstrahls und des vertikalen Quadratlasersstrahls zum ersten Laserstrahl bzw. zum zweiten Laserstrahl vorgesehen. Mit einer solchen Einrichtung lassen sich auf besonders einfache Weise Laserstrahlen mit hoher Energiedichte erzeugen. Dabei ist durch das Übereinanderlegen von horizontal polarisierten und von vertikal polarisierten Lasersstrahlen gewährleistet, dass der sich ergebende Laserstrahl keine oder nur eine geringe überwiegende Polarisation in einer bestimmten Richtung aufweist. Ungeachtet der Polarisation kann der erfindungsgemäße Laserstrahl für mit dem menschlichen Auge sichtbare Anwendungen, beispielsweise in der Werbung, in der Animation oder in der gewerblichen Projektion von Filmen und anderen Bildern eingesetzt werden. Immer mehr werden solche Anwendungen gefordert, bei denen ein erfindungsgemäßer Laserstrahl auf einen wenigstens teilweise reflektierenden Gegenstand oder auch auf Rauch- oder Nebelpartikel geworfen wird.

Die erste Laserteilstrahleinrichtung und die zweite Laserteilstrahleinrichtung können dabei je eine horizontale Lasereinrichtung und je eine vertikale Lasereinrichtung mit je zwei nebeneinander angeordneten Laserdioden zur Ausgabe eines horizontalen Quadratlasersstrahls bzw. eines vertikalen Quadratlasersstrahl aufweisen. Dabei können die horizontale Lasereinrichtung und die vertikale Lasereinrichtung auch voneinander getrennt sein, so dass in der ersten Laserteilstrahleinrichtung nur horizontale Lasereinrichtungen und in der zweiten Laserteilstrahleinrichtung nur vertikale Lasereinrichtungen vorgesehen sind, oder umgekehrt.

Es kann je eine Sammeleinheit zur Zusammenführung des horizontalen Quadratlasersstrahls und des vertikalen Quadratlasersstrahls zum ersten Laserstrahl bzw. zum zweiten Laserstrahl vorgesehen sein. Die erste Laserteilstrahleinrichtung und die zweite Laserteilstrahleinrichtung können auch eine gemeinsame Sammeleinheit benutzen, ohne dass sie sich gegenseitig beeinflussen, wenn diese unterschiedlich polarisiert sind. Dann wirkt die Verwendung einer einzigen Sammeleinheit von der Funktion her wie die Verwendung je einer Sammeleinheit.

Die Erfindung stellt eine Vorrichtung zur Erzeugung eines roten Laserstrahls mit hoher Energiedichte und kleinem Öffnungswinkel (Divergenz) bei gleichzeitig hohem Wirkungsgrad des Systems bereit. Das erste Laserstrahlprofil und das zweite Laserstrahlprofil werden dabei zusammengeführt.

In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung mit einem Laserstrahl mit besonders großer Querschnittsfläche weist die erste Laserteilstrahleinrichtung und die zweite Laserteilstrahleinrichtung je zwei horizontale und zwei vertikale La-

sereinrichtungen mit je zwei nebeneinander angeordneten Laserdioden auf. Je eine horizontale und eine vertikale Lasereinrichtung sind dabei zu einer Teillasergruppe im Sinne der Erfindung angeordnet.

5

Eine besonders einfache Verstellbarkeit der Komponenten der erfindungsgemäßen Laservorrichtung ergibt sich dann, wenn je eine Teillasergruppe auf einer Teillaser-Verstelleinrichtung angeordnet ist, mit der deren Komponenten gemeinsam bezüglich der übrigen Komponenten der Vorrichtung verschiebbar bzw. verdrehbar sind. Dasselbe gilt, wenn die horizontale oder die vertikale Lasereinrichtung auf je einer einzeln einstellbaren Dioden-Verstelleinrichtung angeordnet ist.

10

15 Die Laserdioden sind dabei vorzugsweise als Halbleiter-Laserdioden ausgebildet, deren Substrat die Elemente Phosphor, Indium, Gallium und/oder Aluminium aufweist. Solche Laserdioden erzeugen Licht mit einer Wellenlänge von ca. 630 (in besonderen Fällen 652) Nanometer bis ca. 690 (in besonderen Fällen 664) Nanometer, und zwar vorzugsweise mit einem Leistungsmaximum bei ca. 658 Nanometer Wellenlänge. Es hat sich be-
20 währt, dabei Laserdioden auszuwählen, die ein Leistungsmaximum in einem Wellenlängenbereich von ca. 654 Nanometer bis ca. 662 Nanometer haben. Die Emittergröße sollte nicht größer als
25 2 x 20 Mikrometer haben, welche mit nachgeschalteter 20 mm-Linse zur Bündelung/Parallelisierung dieses Emitters ausgestattet ist. Bei größeren Laserdioden-Emittern wird die Strahlqualität im Endresultat unnötig verschlechtert.

30 Häufig erzeugen solche Laserdioden einen Laserstrahl mit einem im Wesentlichen elliptischen oder nahezu rechteckigen Querschnitt, wobei ein solcher Laserstrahl eine Polarisierung ü-

berwiegend in Richtung der längeren Symmetrieachse der Ellipse bzw. des Rechtecks aufweist. Hierbei ist zu beachten, dass mit der Bezeichnung "Querschnitt" nicht gemeint ist, dass ein Lichtstrahl einen fest umgrenzten Querschnitt wie etwa denjenigen eines Stabes aufweist. Vielmehr ist es so, dass der Querschnitt eines solchen Laserstrahls sich aus denjenigen Orten innerhalb des Laserstrahls bestimmt, die in etwa eine gleiche Leistungsdichte aufweisen.

- 10 Es hat sich bewährt, die Sammeleinheit als Polarisationswürfel auszubilden, der vorzugsweise aus BK7-Glas nach Grade A hergestellt ist, und zwar mit einer entsprechenden zur Wellenlänge aufgedampften Antireflex-Beschichtung. Solche Polarisationswürfel werden häufig als Strahlteiler eingesetzt, um einen Laserstrahl in zwei Bestandteile mit zueinander senkrechter Polarisation zu zerlegen.

Die Spiegel-Kollimatoreinheit weist nach der Erfindung eine Linseneinheit auf, deren eingangsseitige Brennweite größer als die ausgangsseitige Brennweite ist. Eine solche Linseneinheit wird häufig auch als "achromatic doublets" bezeichnet. Es können hierfür aber auch geringwertigere Linsen eingesetzt werden.

- 25 Der erfindungsgemäße Laser wird insbesondere zur Projektion in einem Dreifarblaser eingesetzt, der für Beamshows dient. Dabei wird der rote Strahl zur Ergänzung der Palette Rot-Grün-Blau der bereits vorhandenen Laser Grün-Blau verwendet.

- 30 Die Erfindung ist nachfolgend mit mehreren Figuren näher veranschaulicht.

Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Laservorrichtung in der Draufsicht,

Figur 2 zeigt eine schematische Darstellung einer weiteren erfindungsgemäßen Laservorrichtung,

Figur 3 zeigt eine schematische Darstellung einer weiteren erfindungsgemäßen Laservorrichtung,

Figur 4-14 zeigen Querschnitte von Laserteilstrahlen der Laservorrichtung aus Figur 3,

Figur 15 zeigt eine schematische Darstellung einer weiteren erfindungsgemäßen Laservorrichtung, und

Figur 16-19 zeigen Querschnitte von Laserteilstrahlen der Laservorrichtung aus Figur 15.

Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Laservorrichtung 1 in der Draufsicht.

Die Laservorrichtung 1 gliedert sich in eine erste Laserteilstrahleinrichtung 2 sowie in eine zweite Laserteilstrahleinrichtung 3. Die erste Laserteilstrahleinrichtung 2 und die zweite Laserteilstrahleinrichtung 3 sind zueinander achsensymmetrisch, d. h. spiegelbildlich ausgebildet. Im Weiteren werden nur die Komponenten der ersten Laserteilstrahleinrichtung 2 beschrieben. Komponenten der zweiten Laserteilstrahleinrichtung, die denjenigen der ersten Laserteilstrahleinrichtung 2 entsprechen, haben dieselben Bezugsziffern, werden jedoch mit einem Apostroph versehen. Zur besseren Verständlichkeit werden sowohl die erste Laserteilstrahleinrichtung 2 als auch die zweite Laserteilstrahleinrichtung 3 verkürzt mit "die Laserteilstrahleinrichtung" bezeichnet.

Das Herzstück einer Laserteilstrahleinrichtung sind vier vertikal polarisierte Laserdioden 4 und vier horizontal polarisierte Laserdioden 5, die auf einem gemeinsamen Support 6 angeordnet sind. Die Laserdioden 5, 6 sind handelsübliche Halbleiterdioden, die einen mikroskopisch kleinen Querschnitt von ca. 1×20 Mikrometer in der aktiven Zone aufweisen. Sie weisen eine für Laserdioden typische divergente Strahlkeule mit elliptischem Querschnitt und gasförmige Intensitätsverteilung auf. Im vorliegenden Fall emittieren diese roten Laser mit nachgeschaltetem Kollimator Licht im sichtbaren Bereich des Lichtspektrums. In Figur 1 wird dem Umstand, dass die Laserdioden 4, 5 einen Lichtstrahl mit elliptischem Querschnitt emittieren, dadurch Rechnung getragen, dass die von den vertikal polarisierten Laserdioden 4 imitierten vertikalen Lichtstrahlen 7 in der Draufsicht schmaler gezeichnet sind als die von den horizontal polarisierten Laserdioden 5 imitierten horizontalen Lichtstrahlen 8. Im Bereich vor den vertikal polarisierten Laserdioden 4 ist dabei ein erster Vertikalspiegel 9 und ein zweiter Vertikalspiegel 10 vorgesehen, die die beiden entsprechenden vertikalen Lichtstrahlen 7 um einen Winkel von 90° umlenken. Dabei ist der zweite Vertikalspiegel 10 gerade um einen solchen Betrag verschoben angeordnet, dass dessen zu den vertikal polarisierten Laserdioden 4 hin gerichtete Vorderkante 11 gerade den zweiten vertikalen Lichtstrahl 7 vorbeistreichen lässt. Zur Aufnahme des ersten Vertikalspiegels 9 und des zweiten Vertikalspiegels 10 sowie zur einfacheren Verstellung in den drei Raumrichtungen sind Spiegelhalter 12 vorgesehen, die auch für alle übrigen Spiegel der Laservorrichtung 1 verwendet werden.

30

Durch die besondere Anordnung der beiden vertikal polarisierten Laserdioden 4 im Zusammenhang mit dem ersten Vertikalspie-

gel 9 und dem zweiten Vertikalspiegel 10 entsteht dadurch ein vertikaler Quadratlasersstrahl 13, dessen Querschnitt in der Schnittzeichnung C-C als Summe der Querschnitte der beiden vertikalen Lichtstrahlen 7 veranschaulicht ist. Der vertikale
5 Quadratlasersstrahl 13 wird in einen Polarisationswürfel 14 eingespeist, der auf einem Polarisationswürfelhalter 15 angebracht ist. Der vertikale Quadratlasersstrahl 13 durchtritt den Polarisationswürfel 14 und tritt dort als erster Laserstrahl 16 aus. Er trifft in der Folge auf den ersten Umlenkspiegel 17
10 und nachfolgend auf den zweiten Umlenkspiegel 18. Durch den zweiten Umlenkspiegel 18 wird der erste Laserstrahl 16 in einen Kollimator 19 reflektiert. Dort wird der erste Laserstrahl 16 zu einem parallelen Strahlenbündel umgewandelt, sofern er noch divergente Strahlungsanteile aufweist. Beim Eintritt in
15 den Kollimator 19 hat der erste Laserstrahl 16 einen im Wesentlichen quadratischen Querschnitt, der sich aus dem Umriss der vertikalen Lichtstrahlen 7 ergibt. Der Querschnitt des ersten Laserstrahls 16 ist dabei in der Querschnittszeichnung A-A veranschaulicht.

20 Im Wesentlichen auf dieselbe Weise werden die horizontalen Lichtstrahlen 8 aus den horizontal polarisierten Laserdioden 5 in den ersten Laserstrahl 16 eingekoppelt. Hierzu ist nach der in Figur 1 linksseitig gezeigten horizontal polarisierten Laserdiode 5 ein erster Horizontalspiegel 20 vorgesehen, der den
25 entsprechenden horizontalen Lichtstrahl 8 um 90° umlenkt. Danach ist ein zweiter Horizontalspiegel 21 vorgesehen, der den horizontalen Lichtstrahl 8 in den Polarisationswürfel 14 umlenkt. Der zweite Horizontalspiegel 21 ist dabei so tief angeordnet, dass seine obere Seite unterhalb desjenigen horizontalen Lichtstrahls 8 liegt, der aus der in Figur 1 rechts ge-
30 legenen horizontal polarisierten Laserdiode 5 austritt. Der ho-

5 rizontale Lichtstrahl 8, der aus der in Figur 1 rechts gelegenen horizontal polarisierten Laserdiode 5 austritt, streicht gerade oberhalb des zweiten Horizontalspiegels 21 entlang vorbei und tritt in den Polarisationswürfel 14 ein. Der Querschnitt B-B veranschaulicht dabei die Lage der beiden horizontalen Lichtstrahlen 8 kurz vor dem Eintritt in den Polarisationswürfel 14.

10 Die in Figur 1 rechts oben gelegenen vertikal polarisierten Laserdioden 4 und horizontal polarisierten Laserdioden 5 bilden dabei eine erste Teillasergruppe 22. Achsensymmetrisch bzw. spiegelbildlich dazu ist eine zweite Teillasergruppe 23 aus dem in Figur 1 untenseitig gelegenen vertikal polarisierten Laserdioden 4 und horizontal polarisierten Laserdioden 5
15 gebildet. Der von dieser zweiten Teillasergruppe 23 erzeugte erste Laserstrahl 16 wird durch den ersten Umlenkspiegel 17 so auf den zweiten Umlenkspiegel 18 gelenkt, dass dieser gerade an dem ersten Umlenkspiegel 17 der ersten Teillasergruppe 22 vorbeistreicht. Die Querschnitte der Lichtstrahlen der zweiten
20 Teillasergruppe 23 sind in Querschnittszeichnungen E-D und E-E veranschaulicht.

25 Der Strahlengang in der zweiten Laserteilstrahleinrichtung 3 entspricht im Wesentlichen demjenigen in der ersten Laserteilstrahleinrichtung 2. Allerdings ist es so, dass die auf dem zweiten Umlenkspiegel 18' auftreffenden ersten Laserstrahl 16' zu einem in Figur 1 links oben gelegenen Höhenanpassspiegel 24 umgeleitet werden, den diese als zweiter Laserstrahl 25 verlassen. Die Stellung des Höhenanpassspiegels 24 ist so gewählt, dass der zweite Laserstrahl 25 gerade über den zweiten
30 Umlenkspiegel 18' hinwegstreicht, bevor der zweite Laserstrahl 25 in den Kollimator 19 eintritt. Der zweite Umlenkspiegel 18'

ist dabei gerade so hoch ausgebildet, dass der vom ersten Umlenkspiegel 17' herrührende erste Laserstrahl 16' gerade noch auf den Höhenanpasssspiegel 24 gelenkt werden kann, wobei der vom Höhenanpasssspiegel 24 ausgehende zweite Laserstrahl 25 gerade über den zweiten Umlenkspiegel 18' hinwegstreicht. Die Querschnitte G-G und H-H veranschaulichen dies.

Der Kollimator 19 transformiert dabei die insgesamt divergente Laserdiodenstrahlung aus dem ersten Laserstrahl 16 und dem zweiten Laserstrahl 25 zu einem parallelen Strahlenbündel in Form eines roten Laserstrahls 26. Der Querschnitt I-I in Figur 1 verdeutlicht dies.

Die erste Laserstrahleinrichtung und die zweite Laserstrahleinrichtung kann dabei in einem hier nicht gezeigten Ausführungsbeispiel auch noch mehrere, nebeneinander angeordnete Laserdioden aufweisen, z. B. drei Stück.

Die Erfindung kann natürlich auch dafür eingesetzt werden, um Licht aus Laserdioden mit anderen Wellenlängen zu vervielfachen. Dann werden Laserdioden mit entsprechend anderer Wellenlänge eingesetzt. So können die Laserdioden einer Polarisierungsrichtung aus einem Spektralbereich gewählt werden und die Laserdioden der anderen Polarisierungsrichtung aus einem Spektralbereich, wie dies untenstehend in Figur 15 gezeigt ist.

Die Laserdioden werden so optimiert, dass sich eine hohe Abgabeleistung bei gleichzeitig guter Sichtbarkeit für das menschliche Auge ergibt.

Figur 2 zeigt eine schematische Darstellung einer weiteren erfindungsgemäßen Laservorrichtung 1' in der Draufsicht. Die Bauteile der Laservorrichtung 1' entsprechen im wesentlichen in der Figur 1. Gleiche Bauteile haben dieselben Bezugs-
5 ziffern.

Figur 2 veranschaulicht, wie man die Laservorrichtung 1 vereinfachen kann. Dadurch ergibt sich ein dünnerer roter Laserstrahl 26' als der entsprechende rote Laserstrahl 26 in Figur
10 1.

Will man die Laservorrichtung 1' noch einfacher gestalten, dann lässt man die beiden Spiegel 17, 18 weg. Man ordnet dann den Kollimator 9 unmittelbar hinter dem Polwürfel 14 an, und
15 zwar so, dass der aus dem Polwürfel 14 austretende erste Laserstrahl 16 im Eintrittsende des Kollimators 19 eintritt.

In einer Abwandlung der Laservorrichtung 1' nach Figur 2 befinden sich auf dem gemeinsamen Support 6 genau zwei polarisierende Laserdioden, und zwar eine vertikal polarisierende
20 Laserdiode 4 und eine horizontal polarisierende Laserdiode 5. Der von der vertikal polarisierenden Laserdiode erzeugte Lichtstrahl 7 und der von der horizontal polarisierenden Laserdiode 5 erzeugte Lichtstrahl 8 werden wie in Figur 2 zusammengeführt, dann umgelenkt und in den Kollimator 19 reflektiert. Die beschriebene Laservorrichtung 1' kann um einen weiteren Support 6 mit ebenfalls zwei Laserdioden, wovon eine horizontal und eine vertikal polarisiert, und mit einer Sammel-
25 einrichtung erweitert werden.

30 In einer weiteren Abwandlung enthält die Laservorrichtung 1' genau drei vertikal polarisierende Laserdioden. Dabei sind

mindestens eine vertikal polarisierende Laserdiode 4 und mindestens eine horizontal polarisierende Laserdiode 5 vorhanden. Die dritte Laserdiode ist entweder vertikal oder horizontal polarisierend. Die zwei gleichartig polarisierenden Laserdioden sind nebeneinander angeordnet.

Figur 3 zeigt eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Laservorrichtung 1'' in der Draufsicht. Die Bauteile der Laservorrichtung 1'' entsprechen im wesentlichen denen in der Figur 1. Gleiche Bauteile haben dieselben Bezugsziffern.

Die Laservorrichtung 1'' gliedert sich in eine erste Laserteilstrahleinrichtung 22 sowie in eine zweite Laserteilstrahleinrichtung 23. Die erste Laserteilstrahleinrichtung 22 und die zweite Laserteilstrahleinrichtung 23 sind in wesentlichen Teilen zueinander achsensymmetrisch, d. h. spiegelbildlich ausgebildet.

Das Herzstück jeder Laserteilstrahleinrichtung sind drei vertikal polarisierte Laserdioden 4 bzw. 4' und drei horizontal polarisierte Laserdioden 5 bzw. 5'.

Im Bereich vor den vertikal polarisierten Laserdioden 4 ist dabei ein erster Vertikalspiegel 9 und ein zweiter Vertikalspiegel 10 bzw. 10' vorgesehen, die die beiden entsprechenden vertikalen Lichtstrahlen 7 um einen Winkel von 90° umlenken. Dabei ist der zweite Vertikalspiegel 10 bzw. 10' gerade um einen solchen Betrag verschoben angeordnet, dass dessen zu den vertikal polarisierten Laserdioden 4 hin gerichtete Vorderkante gerade den zweiten vertikalen Lichtstrahl 7 vorbeistreichen lässt.

Durch die besondere Anordnung der beiden vertikal polarisierten Laserdioden 4 im Zusammenhang mit dem ersten Vertikalspiegel 9 und dem zweiten Vertikalspiegel 10 bzw. 10' entsteht dadurch ein vertikaler Quadratlasersstrahl 13, dessen Querschnitt
5 in der Schnittzeichnung M-M als Summe der Querschnitte der drei vertikalen Lichtstrahlen 7 veranschaulicht ist. Der vertikale Quadratlasersstrahl 13 wird in einen Polarisationswürfel 14 eingespeist. Der vertikale Quadratlasersstrahl 13 durchtritt den Polarisationswürfel 14 und tritt dort als erster Laser-
10 strahl 16 aus. Er tritt in der Folge in einen Kollimator 19 ein.

Im Wesentlichen auf dieselbe Weise werden die horizontalen Lichtstrahlen 8 aus den horizontal polarisierten Laserdioden 5
15 bzw. 5' in den ersten Laserstrahl 16 eingekoppelt. Hierzu ist nach der in Figur 3 linksseitig gezeigten horizontal polarisierten Laserdiode 5 ein erster Horizontalspiegel 20 vorgesehen, der den entsprechenden horizontalen Lichtstrahl 8 um 90° umlenkt. Danach ist ein zweiter Horizontalspiegel 21 vorgesehen,
20 der den horizontalen Lichtstrahl 8 zum dritten Umlenkspiegel 27 umlenkt. Der zweite Horizontalspiegel 21 ist dabei so hoch angeordnet, dass seine untere Seite oberhalb desjenigen horizontalen Lichtstrahls 8 liegt, der aus der in Figur 3 rechts gelegenen horizontal polarisierten Laserdiode 5 aus-
25 tritt. Der horizontale Lichtstrahl 8, der aus der in Figur 3 rechts gelegenen horizontal polarisierten Laserdiode 5 austritt, streicht gerade unterhalb des zweiten Horizontalspiegels 21 entlang vorbei und trifft auf den dritten Umlenkspiegel 27 auf. Der Querschnitt D-D veranschaulicht dabei die Lage
30 der beiden horizontalen Lichtstrahlen 8 kurz vor dem Auftreffen auf den dritten Umlenkspiegel 27. Entsprechend wird der Lichtstrahl 8 aus der dritten horizontalen Laserdiode 5' über

einen vierten Umlenkspiegel 28 umgelenkt, so dass sich danach ein horizontaler Quadratlasersstrahl 29 mit einem Strahlquerschnitt G-G gemäß Figur 9 ergibt.

5 Der horizontale Quadratlasersstrahl 29 wird an einem ersten Umlenkspiegel 17 umgelenkt und in den Polarisationswürfel 14 eingespeist. Der horizontale Quadratlasersstrahl 29 durchtritt den Polarisationswürfel 14 und tritt dort als zusätzlicher Teil des ersten Laserstrahls 16 aus. Er tritt in der Folge in
10 den Kollimator 19 ein.

Die in Figur 3 oben gelegenen vertikal polarisierten Laserdioden 4, 4' bilden dabei eine erste Teillasergruppe 22'. Achsensymmetrisch bzw. spiegelbildlich dazu bilden die horizontal
15 polarisierten Laserdioden 5, 5' eine zweite Teillasergruppe 23'.

Die Anordnungen gemäß den Figuren 1 und 2 können anstelle mit roten Laserdioden auch mit blauviolettten Laserdioden und mit
20 grünen Laserdioden betrieben werden. Eine sehr einfache Ausführungsform für einen Betrieb mit gemischten Farben ergibt sich aus Figur 15.

Figur 15 zeigt eine schematische Darstellung einer weiteren
25 erfindungsgemäßen Laservorrichtung 1''' in der Draufsicht. Die Bauteile der Laservorrichtung 1''' entsprechen im wesentlichen denen der Laservorrichtung 1'' in der Figur 3. Gleiche Bauteile haben dieselben Bezugsziffern. Bezugsziffern von einander entsprechenden Bauteilen haben einen Apostroph mehr als in der
30 Figur 3.

Die Laservorrichtung 1''' gliedert sich in eine erste Laserteilstrahleinrichtung 22 sowie in eine zweite Laserteilstrahleinrichtung 23. Die erste Laserteilstrahleinrichtung 22 und die zweite Laserteilstrahleinrichtung 23 sind in wesentlichen
5 Teilen zueinander achsensymmetrisch, d. h. spiegelbildlich angeordnet. Je nach Anforderung können auch andere Aufbauten gewählt werden.

Das Herzstück der Laserteilstrahleinrichtung 23 sind drei vertikal polarisierte rote Laserdioden 4 bzw. 4', deren Strahlen
10 nebeneinander gelegt sind wie in Figur 3.

Die Laserteilstrahleinrichtung 23' hat horizontal polarisierte grüne Laserdiode 30 und eine horizontal polarisierte blauviolette Laserdioden 31. Deren Strahlen sind im Schema der oben
15 dargestellten Ausführungsbeispiele jeweils mittig angeordnet. Die roten Laserdioden haben eine Wellenlänge von ca. 650 nm und eine maximale Ausgangsleistung von je ca. 90 mW.

20 Die grüne Laserdiode hat in diesem Ausführungsbeispiel eine Wellenlänge von ca. 532nm und eine maximale Leistung von ca. 80mW. Die blauviolette Laserdiode hat eine Wellenlänge von ca. 408nm (+- 7nm) und eine maximale Leistung von ca. 200mW.

25 Diese Leistungen sind jeweils Maximalleistungen. Es ist klar, dass diese innerhalb eines vorbestimmten Bereichs zur Erzielung eines gewünschten Farbtons mit einer hier nicht gezeigten Elektronik geregelt oder eingestellt werden können.

30 Weisslicht-Balance ergibt sich beispielsweise bei ca. 80mW grünem Licht (ca. 532 nm) und bei ca. 150mW blauvioletterm Licht (ca. 408 nm), gemischt mit ca. 270 mW rotem Licht (650

nm). Somit ergibt sich eine Gesamtleistung von ca. 600 nm, gemessen mit einem Halbleiter-Laser-Leistungsmessgerät.

Es ist klar, dass die Polarisierungen auch anders gewählt werden können, d.h. die roten Laserdioden können horizontal polarisiert sein. Die grüne und die blaue Laserdiode können auch vertikal polarisiert sein.

Der vertikale Quadratlasersstrahl 13 trifft auf einen Umlenkspiegel 32, wird dort umgelenkt und tritt in der Folge in einen Kollimator 33 ein.

Ein Lichtstrahl 34 aus der grünen Laserdiode 30 trifft auf den dritten Umlenkspiegel 27, der diesen um 90° umlenkt. Danach ist eine Sammellinse als Hilfoptik vorgesehen.

Anschließend trifft der Lichtstrahl 34 auf einen dichroitischen Farbfilter 36 auf, der grüne Lichtstrahlen durchlässt und blaue Lichtstrahlen reflektiert. Demzufolge durchtritt der grüne Lichtstrahl 34 den dichroitischen Farbfilter 36.

Ein Lichtstrahl 37 aus der blauviolettten Laserdiode 30 trifft auf den dichroitischen Farbfilter 36 auf. Demzufolge wird der wird der blauviolette Lichtstrahl 37 am dichroitischen Farbfilter 36 reflektiert und mit dem grünen Lichtstrahl 34 zu dem Cyan-Lichtstrahl 38 überlagert.

Der Cyan-Lichtstrahl 38 trifft auf einen dichroitischen Farbfilter 39 auf, der rote Lichtstrahlen durchlässt und Cyan-Lichtstrahlen reflektiert. Demzufolge wird der wird der Cyan-Lichtstrahl 38 am dichroitischen Farbfilter 39 reflektiert und

mit dem durchgelassenen roten Lichtstrahl 13 zu dem weißen Lichtstrahl 41 überlagert.

Werden größere Leistungen gewünscht, dann können die roten und
5 die blau-violetten Laserdioden erfindungsgemäß gestaffelt und
deren Licht erfindungsgemäß zusammengeführt werden, beispielsweise
wie in den Figuren 1 bis 3, indem man einer der Laserdioden
durch eine grüne bzw. blaue Laserdiode ersetzt. Dabei
10 sendet beispielsweise in einer Vorrichtung nach Figur 3 eine
der vertikal polarisierenden Laserdioden 4 ein blau-violettes
Licht aus, während die anderen vertikal polarisierenden Laserdioden
4 und 4' rotes Licht aussenden. Einer der horizontal
polarisierenden Laserdioden 5 kann dann eine grüne Laserdiode
sein, wobei die anderen polarisierenden Laserdioden 5 und 5'
15 rote Laserdioden sind.

Die Laservorrichtungen 1 und 1' nach Figur 1 und Figur 2 und
in den Abwandlungen der Figur 1 und 2 können zur Erzeugung von
Weißlicht so abgewandelt werden, dass in jeder Teillasergruppe
20 22, 23, 22', 23' jeweils die beiden vertikal polarisierenden
Laserdioden 4 durch eine blau-violette Laserdiode und eine rote
Laserdiode realisiert werden und die horizontal polarisierende
Laserdioden 5 jeweils ein Paar aus einer roten und einer
grünen Laserdiode aufweisen.

25

Noch viele andere Kombinationen der verschiedenfarbigen oder
gleichfarbigen Laserdioden sind denkbar, wenn der Grundgedanke
der Erfindung verwirklicht werden soll. Dazu können einzelne
der oben beschriebenen roten Laserdioden durch grüne bzw.
30 blaue Laserdioden ersetzt werden oder es werden grüne bzw.
blaue Laserdioden hinzugefügt, wobei die jeweiligen Laserstrahlen
mit den oben gezeigten Techniken zunächst parallel

geführt und dann zusammengeführt werden, damit sie als Ausgangsstrahl eingesetzt werden können.

Bezugszeichenliste

	1, 1'	Laservorrichtung
	2	erste Laserteilstrahleinrichtung
5	3	zweite Laserteilstrahleinrichtung
	4, 4'	vertikal polarisierte Laserdiode
	5, 5'	horizontal polarisierte Laserdiode
	6	Support
	7	vertikaler Lichtstrahl
10	8	horizontaler Lichtstrahl
	9	erster Vertikalspiegel
	10	zweiter Vertikalspiegel
	11	Vorderkante
	12	Spiegelhalter
15	13	vertikaler Quadratlasersstrahl
	14	Polarisationswürfel
	15	Polarisationswürfelhalter
	16	erster Laserstrahl
	17	erster Umlenkspiegel
20	18	zweiter Umlenkspiegel
	19	Kollimator
	20	erster Horizontalspiegel
	21	zweiter Horizontalspiegel
	22	erste Teillasergruppe
25	23, 23'	zweite Teillasergruppe
	24	Höhenanpassspiegel
	25	zweiter Laserstrahl
	26, 26'	roter Laserstrahl
	27	dritter Umlenkspiegel
30	28	vierter Umlenkspiegel
	29	horizontaler Quadratlasersstrahl
	30	grüne Laserdiode

	31	blauviolette Laserdiode
	32	Umlenkspiegel
	33	Kollimator
	34	Lichtstrahl
5	35	Hilfsoptik
	36	dichroitisches Farbfilter
	37	Lichtstrahl
	38	Cyan-Lichtstrahl
	39	dichroitisches Farbfilter
10	41	Lichtstrahl

Patentansprüche

1. Laservorrichtung (1''') zur Erzeugung eines Laserstrahls,
wobei die Vorrichtung die folgenden Merkmale aufweist:
 - 5 - eine erste Laserteilstrahleinrichtung (22) zur Erzeugung eines roten Laserstrahls (13),
 - eine zweite Laserteilstrahleinrichtung (23') zur Erzeugung eines cyanfarbenen Laserstrahls (38) mit einer grünen Laserdiode (30) zur Erzeugung eines grünen Laserstrahls (34) und mit einer blauvioletteten Laserdiode (31) blauvioletteten Laserstrahls (37) aufweisen,
 - 10 wobei die Laservorrichtung weiterhin so ausgebildet ist, dass der grüne Laserstrahls (34), der blauviolette Laserstrahls (37) und der rote Laserstrahl (13) zu einem weißen Laserstrahl (41) überlagert zusammengeführt sind.
 - 15
2. Laservorrichtung (1''') nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine erste Sammeleinheit (36) zur Zusammenführung des grünen Laserstrahls (34) und des blauvioletteten Laserstrahls (37) zu einem cyanfarbenen Laserstrahl (38) vorgesehen
20 sind.
3. Laservorrichtung (1''') nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
25 eine zweite Sammeleinheit (39) zur Zusammenführung des roten Laserstrahls (13) und des cyanfarbenen Laserstrahls (38) zu einem weißen Laserstrahl (41) vorgesehen ist.
- 30 4. Laservorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass

die roten Laserdiode bzw. die roten Laserdioden (4, 5; 4', 5') als Halbleiter-Laserdioden ausgebildet sind, deren Substrat die Elemente P, In, Ga und/oder Al aufweist und die Licht mit einer Wellenlänge von ca. 652 nm bis ca. 664 nm, vorzugsweise ca. 654 nm bis ca. 662 nm und vorzugsweise mit einem Maximum bei ca. 658 nm erzeugen.

5. Laservorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

die blauvioletten Laserdiode bzw. die blauvioletten Laserdioden als Halbleiter-Laserdioden ausgebildet sind, die Licht mit einer Wellenlänge von ca. 401 nm bis ca. 439 nm, vorzugsweise ca. 401 nm bis ca. 415 nm und vorzugsweise mit einem Maximum bei ca. 408 nm erzeugen.

6. Laservorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

die grünen Laserdiode bzw. die grünen Laserdioden als Halbleiter-Laserdioden ausgebildet sind, die Licht mit einer Wellenlänge von ca. 505 nm bis ca. 555 nm, vorzugsweise ca. 520 nm bis ca. 544 nm und vorzugsweise mit einem Maximum bei ca. 532 nm erzeugen.

7. Laservorrichtung (1''') zur Erzeugung eines Laserstrahls, wobei die Vorrichtung die folgenden Merkmale aufweist:

- eine zweite Laserteilstrahleinrichtung (23') zur Erzeugung eines cyanfarbenen Laserstrahls (38) mit einer grünen Laserdiode (30) zur Erzeugung eines grünen Laserstrahls (34) und mit einer blauvioletten Laserdiode (31) zur Erzeugung eines blauvioletten Laserstrahls (37) aufweisen,

wobei die Laservorrichtung weiterhin so ausgebildet ist, dass der grüne Laserstrahl (34) und der blauviolette Laserstrahl (37) zu einem blauen Laserstrahl (38) überlagert zusammengeführt sind.

5

8. Laservorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Laserdioden (4, 5; 4', 5') je einen Laserstrahl (7, 8; 8, 8') mit einem im wesentlichen elliptischen und nahezu rechteckigen Querschnitt erzeugen, wobei der Laserstrahl eine Polarisierung überwiegend in Richtung der längeren Symmetrieachse der Ellipse bzw. des Rechtecks aufweist.

10

9. Projektionseinrichtung mit einer Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche zum Erzeugen eines Laserstrahls, bei der der Laserstrahl auf einem wenigstens teilweise reflektierenden Gegenstand oder auf Rauch- oder Nebelpartikel auftrifft.

15

10. Laservorrichtung (1; 1') zur Erzeugung eines Laserstrahls, wobei die Vorrichtung

20

- eine erste Laserteilstrahleinrichtung (2; 4; 4, 4') zur Erzeugung eines ersten Laserstrahls (16; 7; 13),
- eine Kollimatoreinheit (19),

25

zur Zusammenführung und Ausgabe des ersten Laserstrahls (16; 7; 13) als Ausgabelaserstrahl (26) aufweist,

wobei die erste Laserteilstrahleinrichtung (2; 4; 4, 4')

- eine horizontale Lasereinrichtung (5, 20, 21; 5', 20', 21') und eine vertikale Lasereinrichtung (4, 9, 10; 4', 9', 10') mit je wenigstens einer Laserdiode (5, 4; 5', 4') zur Ausgabe eines horizontalen Laserstrahls

30

- (8, 8; 8', 8') bzw. eines vertikalen Laserstrahl (7, 7; 7', 7') sowie
- eine Sammeleinheit (14; 14') zur Zusammenführung des horizontalen Laserstrahls (8, 8; 8', 8') und des vertikalen Laserstrahls (7, 7; 7', 7') zum ersten Laserstrahl (16) aufweisen.

11. Laservorrichtung (1; 1') nach Anspruch 10,

- dadurch gekennzeichnet, dass
- eine zweite Laserteilstrahleinrichtung (3; 5; 5, 5') zur Erzeugung eines zweiten Laserstrahls (25; 8; 29) und vorgesehen ist, wobei die zweite Laserteilstrahleinrichtung (3; 5; 5, 5') wenigstens eine horizontale Lasereinrichtung (5, 20, 21; 5', 20', 21') und wenigstens eine vertikale Lasereinrichtung (4, 9, 10; 4', 9', 10') mit je wenigstens einer Laserdiode (5, 4; 5', 4') zur Ausgabe eines horizontalen Laserstrahls (8, 8; 8', 8') bzw. eines vertikalen Laserstrahl (7, 7; 7', 7') sowie eine Sammeleinheit (14; 14') zur Zusammenführung des horizontalen Laserstrahls (8, 8; 8', 8') und des vertikalen Laserstrahls (7, 7; 7', 7') zum zweiten Laserstrahl (25) aufweist.

12. Laservorrichtung (1; 1') nach Anspruch 11,

- dadurch gekennzeichnet, dass
- die Kollimatoreinheit (19) zur im wesentlichen parallelen Zusammenführung und Ausgabe des ersten Laserstrahls (16; 7; 13) und des zweiten Laserstrahls (25; 8; 29) als Ausgabelaserstrahl (26) vorgesehen ist.

13. Laservorrichtung (1; 1') nach einem der Ansprüche 10 bis 12,

dadurch gekennzeichnet, dass
die horizontale Lasereinrichtung bzw. die horizontalen Lasereinrichtungen (5, 20, 21; 5', 20', 21') je wenigstens zwei nebeneinander angeordnete Laserdioden (5, 4; 5', 4') zur Ausgabe eines horizontalen Quadratlasersstrahls (8, 8; 8', 8') aufweist, wobei die Sammeleinheit (14; 14') zur Zusammenführung des horizontalen Quadratlasersstrahls (8, 8; 8', 8') und des vertikalen Laserstrahls (7, 7; 7', 7') zum ersten Laserstrahl (16) bzw. zum zweiten Laserstrahl (25) vorgesehen ist.

14. Laservorrichtung (1; 1') nach einem der Ansprüche 10 bis 13,

dadurch gekennzeichnet, dass
die vertikale Lasereinrichtung bzw. die vertikale Lasereinrichtungen (4, 9, 10; 4', 9', 10') je wenigstens zwei nebeneinander angeordneten Laserdioden (5, 4; 5', 4') zur Ausgabe eines vertikalen Quadratlasersstrahls (7, 7; 7', 7') und eine Sammeleinheit (14; 14') zur Zusammenführung des vertikalen Quadratlasersstrahls (7, 7; 7', 7') und des horizontalen Laserstrahls (8, 8; 8', 8') zum ersten Laserstrahl (16) bzw. zum zweiten Laserstrahl (25) aufweist.

15. Laservorrichtung (1; 1') nach einem der Ansprüche 10 bis 14,

dadurch gekennzeichnet, dass
ein oder mehrere Spiegel (17, 18) zur im wesentlichen parallelen Zusammenführung und Ausgabe des ersten Laserstrahls (16; 7) und des zweiten Laserstrahls (25; 8) als Ausgabelaserstrahl (26) vorgesehen sind.

16. Laservorrichtung (1; 1') nach einem der Ansprüche 10 bis 15,

dadurch gekennzeichnet, dass

die erste Laserteilstrahleinrichtung (2) und die zweite

Laserteilstrahleinrichtung (3) je zwei horizontale Laser-

einrichtungen (5, 20, 21; 5', 20', 21') und zwei vertikale

Lasereinrichtungen (4, 9, 10; 4', 9', 10') mit je zwei ne-

beneinander angeordneten Laserdioden (4, 5; 4', 5') zur

Ausgabe eines horizontalen Quadratlaserstrahls bzw. eines

vertikalen Quadratlaserstrahls aufweisen, wobei je eine

horizontale Lasereinrichtung (5, 20, 21; 5', 20', 21') und

eine vertikale Lasereinrichtung (4, 9, 10; 4', 9', 10')

mit je zwei nebeneinander angeordneten Laserdioden (4, 5;

4', 5') zu einer Teillasergruppe (22; 23) angeordnet sind.

17. Laservorrichtung (1; 1') nach einem der Ansprüche 10 bis 16,

dadurch gekennzeichnet, dass

je eine Teillasergruppe auf einer Teillaser-

Verstelleinrichtung angeordnet ist, mit der deren Laserdi-
oden und der Sammeleinheit gemeinsam bezüglich der übrigen
Komponenten der Vorrichtung verschiebbar bzw. verdrehbar
sind.

18. Laservorrichtung (1; 1') nach einem der Ansprüche 10 bis 17,

dadurch gekennzeichnet, dass

die horizontale und/oder die vertikale Lasereinrichtung

auf je einer Dioden-Verstelleinrichtung angeordnet ist,

mit der deren Laserdioden gemeinsam bezüglich den übrigen
Komponenten der Vorrichtung verschiebbar bzw. verdrehbar
sind.

19. Laservorrichtung (1; 1') nach einem der Ansprüche 10 bis 18,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Laserdioden (4, 5; 4', 5') als Halbleiter-Laserdioden
ausgebildet sind, deren Substrat die Elemente P, In, Ga
und/oder Al aufweist und die Licht mit einer Wellenlänge
von ca. 652 nm bis ca. 664 nm, vorzugsweise ca. 654 nm bis
ca. 662 nm und vorzugsweise mit einem Maximum bei ca.
658 nm erzeugen.

10

20. Laservorrichtung (1; 1') nach einem der Ansprüche 10 bis 19,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Laserdioden (4, 5; 4', 5') je einen Laserstrahl (7, 8;
8, 8') mit einem im wesentlichen elliptischen und nahezu
rechteckigen Querschnitt erzeugen, wobei der Laserstrahl
eine Polarisierung überwiegend in Richtung der längeren
Symmetrieachse der Ellipse bzw. des Rechtecks aufweist.

15

20 21. Laservorrichtung (1; 1') nach einem der Ansprüche 10 bis 20,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Sammeleinheit als Polarisationswürfel (14) ausgebildet
ist, der vorzugsweise aus BK7-Glas nach Grade A herge-
stellt ist.

25

22. Laservorrichtung (1; 1') nach einem der Ansprüche 10 bis 21,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Kollimatoreinheit einen Kollimator (19) mit einer Lin-
seneinheit aufweist, deren eingangsseitige Brennweite grö-
ßer als die ausgangsseitige Brennweite ist.

30

23. Projektionseinrichtung mit einer Vorrichtung nach einem
der vorhergehenden Ansprüche zum Erzeugen eines Laser-
strahls (26), bei der der Laserstrahl (26) auf einem we-
nigstens teilweise reflektierenden Gegenstand oder auf
5 Rauch- oder Nebelpartikel auftrifft.

24. Verwendung einer Projektionseinrichtung nach Anspruch 9
oder 23 zur Projektion eines Laserstrahls (26) auf einem
wenigstens teilweise reflektierenden Gegenstand oder auf
10 Rauch- oder Nebelpartikel.

FIG 1B

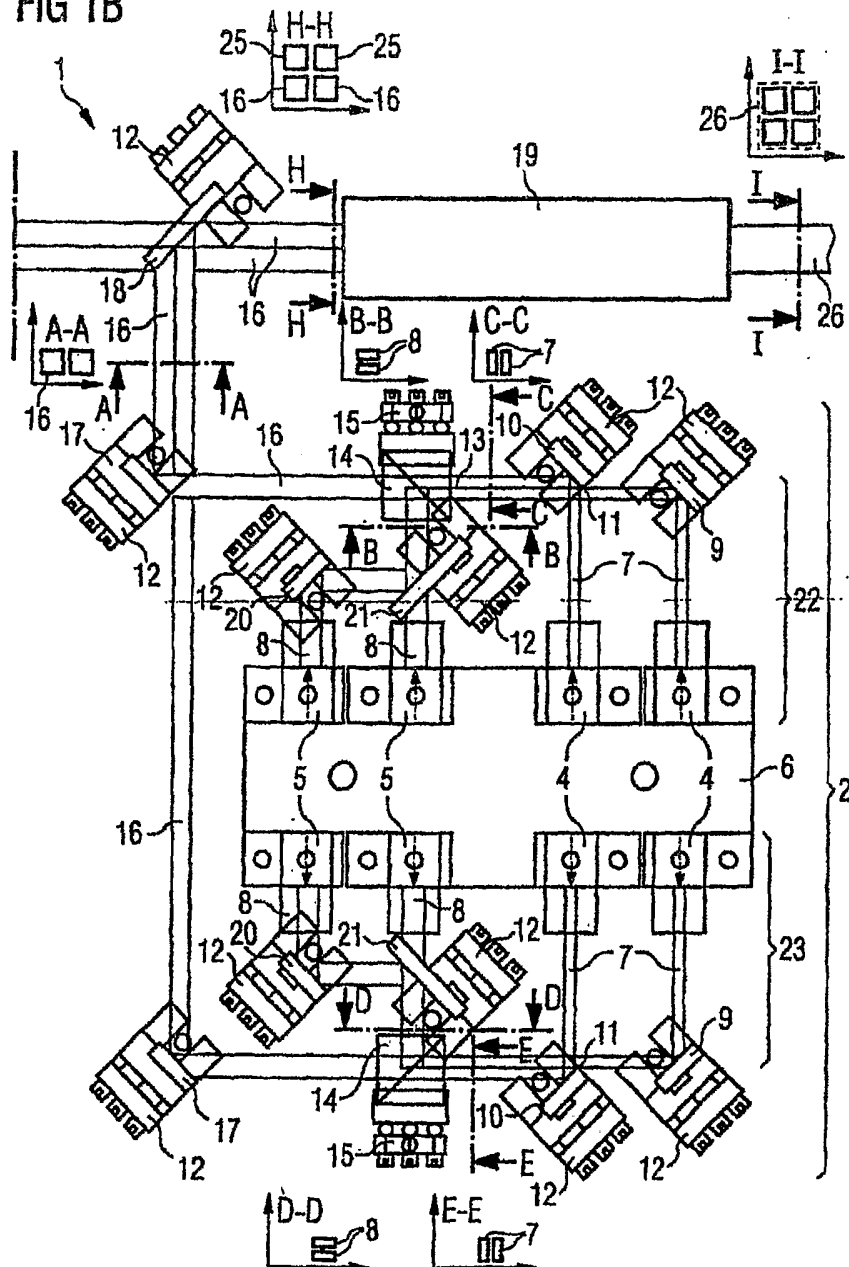
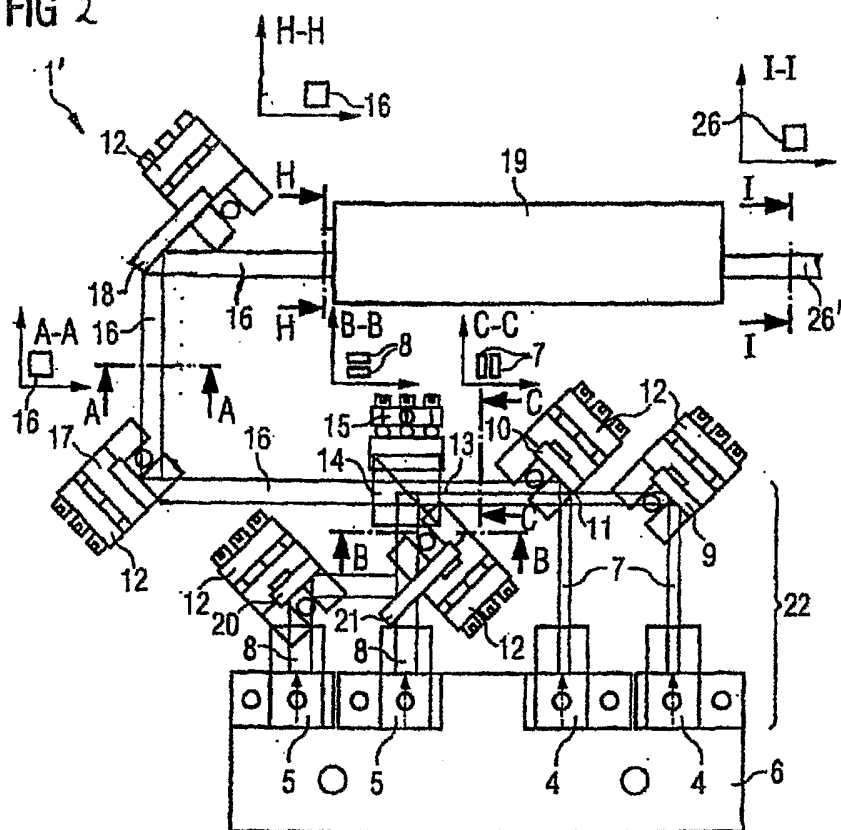
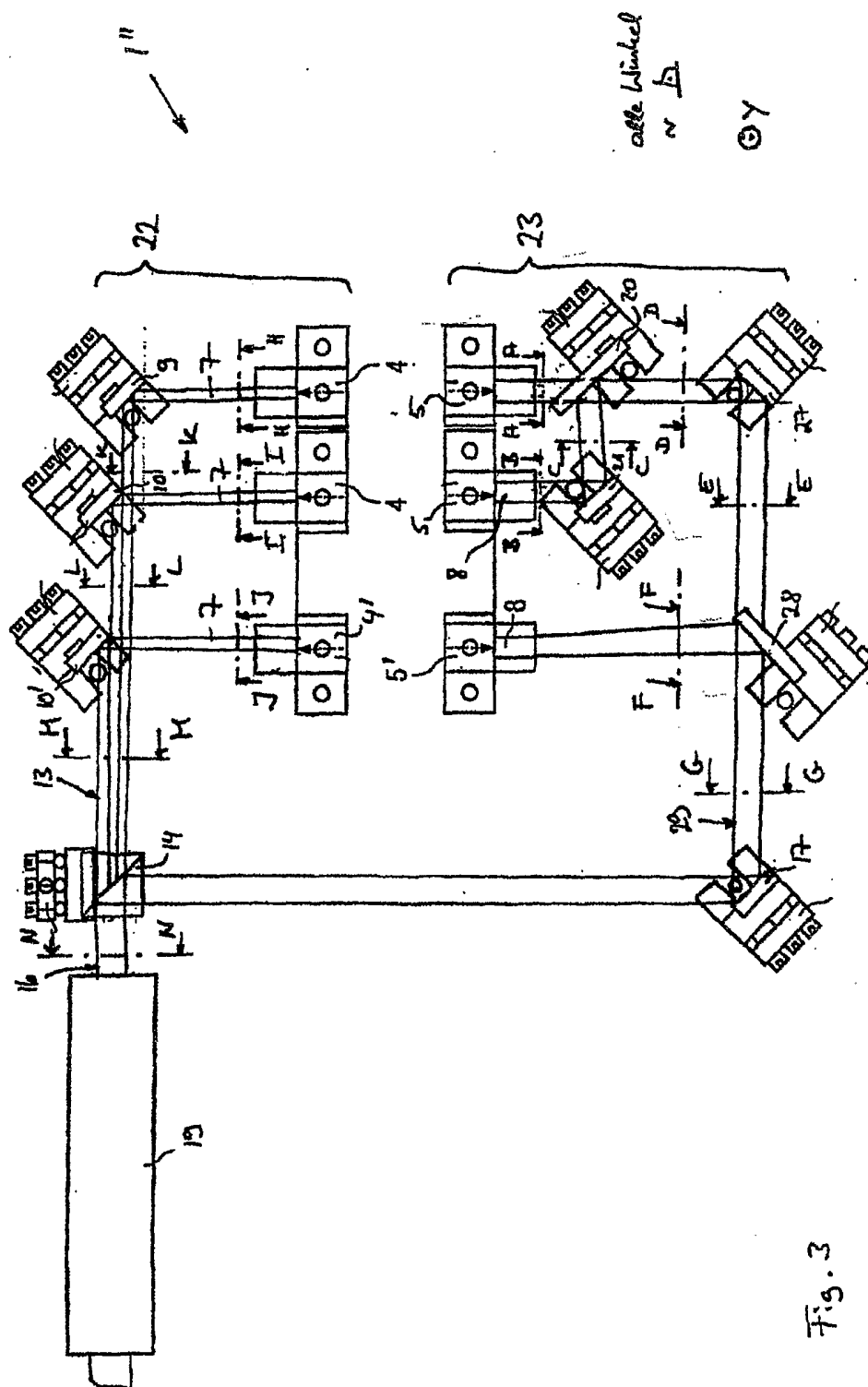
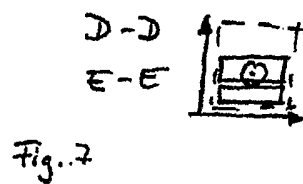
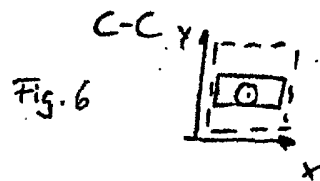
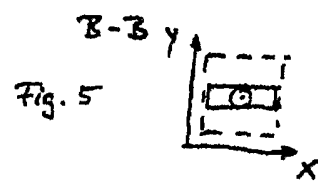
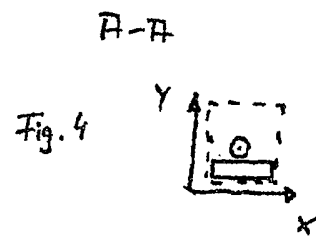


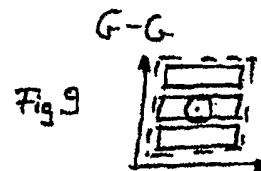
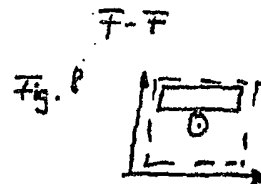
FIG 2

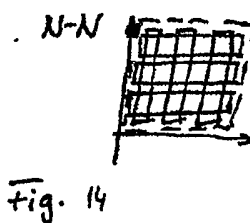
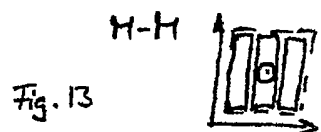
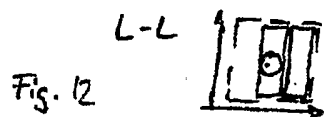
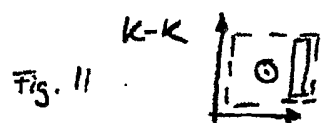
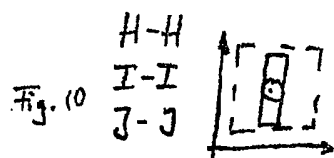


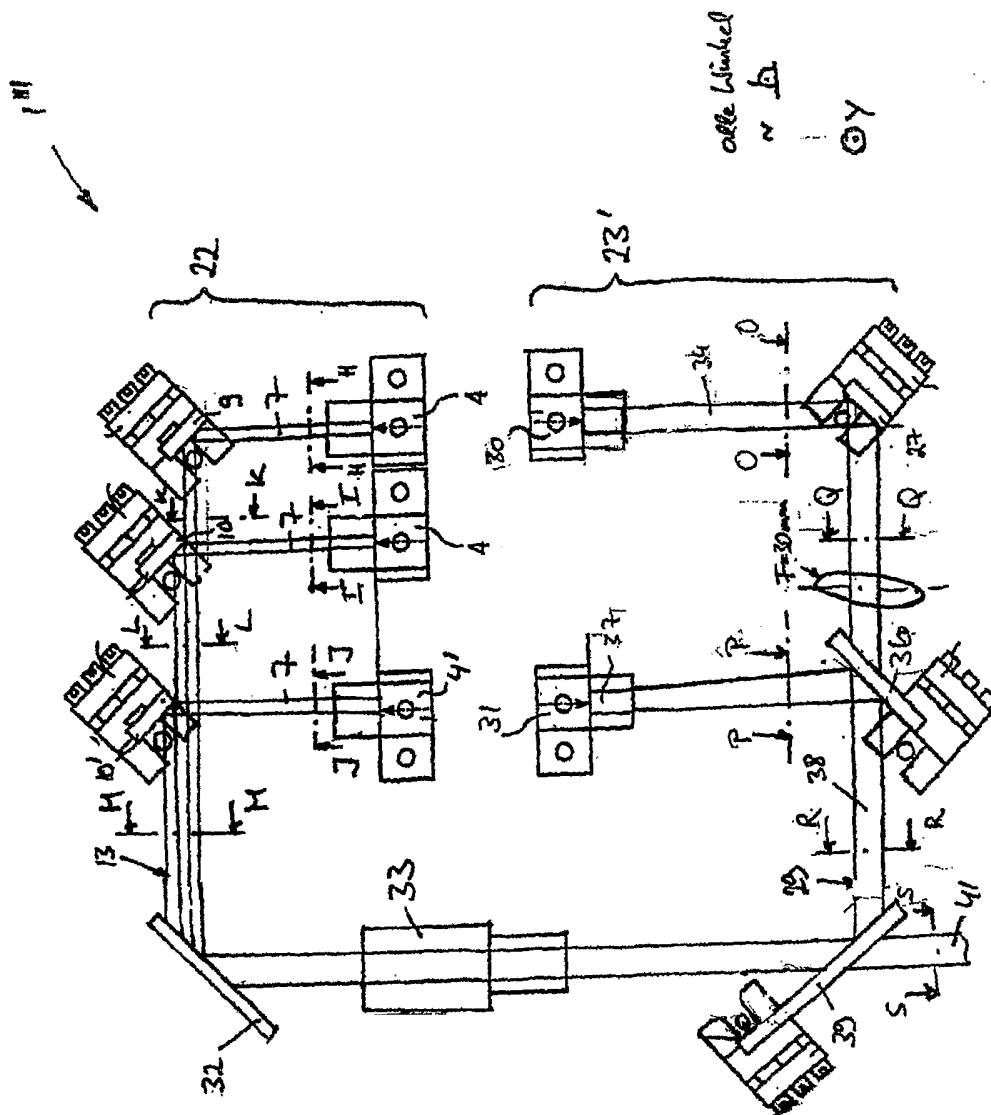




○, z: Strahlrichtung
⇒ springt ins Auge







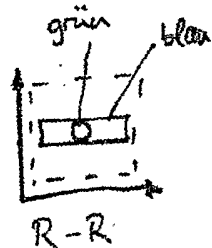


Fig. 16

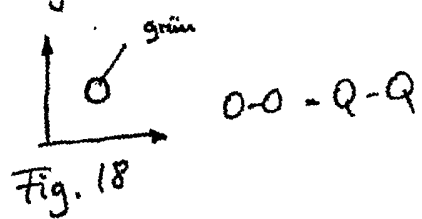


Fig. 18

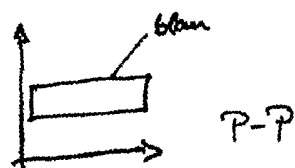


Fig. 19

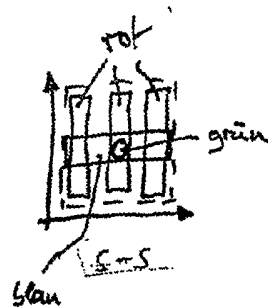


Fig. 17