



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 063 222 A1** 2009.07.09

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 063 222.8**

(22) Anmeldetag: **24.12.2008**

(43) Offenlegungstag: **09.07.2009**

(51) Int Cl.⁸: **G03B 21/00** (2006.01)

H04N 9/31 (2006.01)

G03B 21/28 (2006.01)

(66) Innere Priorität:

10 2007 063 454.6 28.12.2007

(72) Erfinder:

Biehlig, Wolfram, Dr., 07747 Jena, DE

(71) Anmelder:

LDT Laser Display Technology GmbH, 07745 Jena, DE

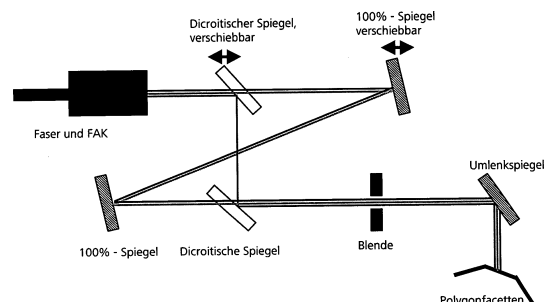
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zum Projizieren eines Bildes auf eine Projektionsfläche**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Projizieren eines Bildes auf eine Projektionsfläche, welches aus Bildpunkten aufgebaut ist, mit mindestens einer ein Lichtbündel aussendenden, in ihrer Intensität veränderbaren Lichtquelle und einer Auskoppereinrichtung nach der Faser, wie sie zum Beispiel aus der DE 102004001389 B4 bekannt ist, und einer sich anschließenden Ablenkeinrichtung, die das Lichtbündel auf eine Projektionsfläche leitet. Die Ablenkvorrichtung besteht im Wesentlichen aus

- einer Scannereinheit, die zumindest aus einem Polygonspiegel und gegebenenfalls aus einem zweiachsigen Spiegel (Galvo-) besteht,
- einer geeigneten Anordnung von Umlenkspiegeln,
- aus fest oder beweglich angeordneten dichroitischen Spiegeln bzw. dichroitischen Teilen bzw. dichroitischen Filtern,
- und gegebenenfalls einem Blendensystem und einem geeigneten Umlenkspiegelsystem, der das Licht auf die Polygonfacetten des Polygonspiegels lenkt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Projizieren eines Bildes auf eine Projektionsfläche, welches aus Bildpunkten aufgebaut ist, mit mindestens einer ein Lichtbündel aussendenden, in ihrer Intensität veränderbaren Lichtquelle und einer Auskoppelinrichtung nach der Faser, wie sie zum Beispiel aus der DE 102004001389 B4 bekannt ist, und einer sich anschließenden Ablenkeinrichtung, die das Lichtbündel auf eine Projektionsfläche leitet. Die Ablenkvorrichtung besteht im Wesentlichen aus

- einer Scannereinheit, die zumindest aus einem Polygonspiegel und gegebenenfalls aus einem zweiachsigen Spiegel (Galvo-) besteht,
- einer geeigneten Anordnung von Umlenkspiegeln,
- aus fest oder beweglich angeordneten dichroitischen Spiegeln bzw. dichroitischen Teilern bzw. dichroitischen Filtern,
- und gegebenenfalls einem Blendensystem und einem geeigneten Umlenkspiegelsystem, der das Licht auf die Polygonfacetten des Polygonspiegels lenkt.

[0002] Eine dichroitische Einheit im Sinne der vorliegenden Erfindung ist mindestens ein dichroitischer Spiegel, dichroitischer Teiler oder dichroitischer Filter. Bei einem dichroitischen Filter handelt es sich um einen Filter für die Farbtrennung, die auf dielektrischen Interferenzen basieren. Ein dichroitischer Spiegel, als eine besondere Art von Interferenzfilter, wird in Scannern verwendet, um einen Lichtstrahl in seine RGB Anteile zu zerlegen. Er reflektiert einen bestimmten Teil des Lichtspektrums und lässt den Rest des Lichtspektrums hindurch.

[0003] Zur Videoprojektion wird ein paralleles oder nahezu paralleles Lichtbündel jeweils mit der Bild- und Farbinformation von verschiedenen Bildpunkten eines Videobildes beaufschlagt.

[0004] Bei allen bekannten Systemen für die Bilderzeugung mit Lasern wird mechanisch abgelenkt. Ablenk-systeme sind aus der Laservideotechnik in verschiedenen Ausführungen bekannt. Gemeinsam ist diesen Techniken oder Systemen, dass sie zur Darstellung eines Bildes eine Matrixanordnung von Bildpunkten in einem Raster mittels eines Bündels von Laserlichtstrahlen oder einem anderen parallelen Lichtbündel erzeugen und damit eine Projektionsfläche beleuchtet wird. Das Lichtbündel wird dabei über eine zu beleuchtende Fläche über mehrere Zeilen in der so genannten Zeilenrichtung gerastert. Diese zu beleuchtende Fläche kann beispielsweise eine geeignete Projektionsfläche, wie sie als großflächige Anzeige- und Projektionssysteme hoher Bildqualität im Multimediabereich bei Großveranstaltungen oder als Werbeträger zum Einsatz kommen, oder ein ebener Bildschirm oder auch sphärische Projektionen, wie beispielsweise in die Kuppel eines Planetariums oder eine Teilzylinderfläche, wie bei manchen Flugsimulatoren, sein.

[0005] Aus der DE 43 24 849 C2 ist ein Laservideosystem bekannt, bei dem zu jedem Zeitpunkt das Lichtbündel mit unterschiedlicher Farbe und Helligkeit moduliert wird. Während es aufgrund des Rasterns unterschiedliche Bildpunkte der Fläche beleuchtet, wird es mit dem für jeden beleuchteten Bildpunkt gewünschten Informationsinhalt ausgestattet. Im Ergebnis dessen entsteht auf der Fläche ein farbiges Bild. Ein Laservideosystem dieser Art erfordert eine außerordentlich hohe Ablenkgeschwindigkeit für das Lichtbündel aufgrund der großen Anzahl von Bildpunkten. Ein sich schnell drehender Polygonspiegel wird dabei für die Zeilenablenkung und ein Schwenkspiegel für die Bildablenkung verwendet. In der DE 43 24 849 C2 ist auch eine Transformationsoptik für Zeilen- und Bildablenkung der Art beschrieben, die das gerasterte Bild verändern und insbesondere vergrößern soll. Bei derartigen Transformationsoptiken hat sich herausgestellt, dass diese bei ebenen Bildschirmen ausschließlich dann bezüglich Farbfehler und Bildverzerrungen in geeigneter Weise korrigiert werden können, wenn die Bedingung eingehalten wird, dass beispielsweise der Ausfallswinkel und der Tangens des Einfallswinkels zum Beleuchten jedes Bildpunkts in einem festen Verhältnis zueinander stehen. Die Kompensation erfolgt hierbei durch eine entsprechende Transformationsoptik. Nicht korrigiert werden dabei jedoch ein gewisser Helligkeitsabfall und eine Randverfärbung des Bildes. In manchen Fällen kommt es zu leichten rötlichen oder grünlichen Verfärbungen am linken bzw. rechten Bildrand und umgekehrt.

[0006] Die EP 1 031 866 A2 beschreibt eine Relaisoptik für ein Ablenk-system und ein entsprechendes Ablenk-system, die beide weniger aufwendig sein sollen und sich insbesondere auch bezüglich Farbfehler einfach optimieren lassen. Hierin wird eine Lösung beschrieben, die in einem einzigen optischen System eine Spiegel-fläche vorsieht, die das von dem vorgegebenem Ort der ersten Scaneinrichtung durch das zuerst als erstes optische System wirksame einzige optische System fallende Lichtbündel mindestens einmal reflektiert und danach sich zurück zu dem dann als zweites optische System richtet. Statt zweier optischer Systeme wird nur ein einziges optisches System eingesetzt, welches einmal als erstes und danach als zweites optisches System wirkt. Diese Lösung ist derzeit jedoch nicht realisierbar.

[0007] Aus verschiedenen Patent- und Literaturveröffentlichungen sind Lösungen zur Korrektur von Farbfehlern durch verschiedene Linsensysteme und der Farbkorrektur der Objektive bekannt. In der US 5,838,480 A wird eine Korrektur der chromatischen Abberation durch die dem Polygonspiegel nachgeordneten Zylinderlinsen und einem diffraktiven Element bewirkt.

[0008] JP 2001194608 A beschreibt ein Diffraktionselement in der Form eines Deckglases in Verbindung mit einem Schutzsystem, das vor dem Polygonspiegel angeordnet ist.

[0009] In JP 20011350116 A ist wiederum eine schräge Anordnung eines diffraktiven Elementes zwischen Polygonspiegel und Linsensystem beschrieben, welches chromatische Differenzen bei Vergrößerungen vermeiden will, ohne dass Geisterbilder oder Krümmungen bei der Zeilenabtastung auftreten.

[0010] In DE 69417174 T2 (S. 19, Z. 23, bis S. 20, Z. 29 und S. 20, Z. 18–20) ist auch eine Farbbildprojektionsvorrichtung beschrieben, bei welcher in einem der beschriebenen Ausführungsbeispiele eine optische Verzögerung zum Einsatz kommt, um eine Symmetrie von 180° Phasenverschiebung zweier Lichtstrahlen zu erreichen.

[0011] Aus DE 4041240 A1 (S. 11, Z. 23–31) ist weiterhin ein Projektionslinsensystem bekannt, welches eine Aberrationskorrektur, insbesondere an den Rändern der Bildwand erzielt.

[0012] Alle diese Lösungen verhindern jedoch nicht, dass es bei der eingangs beschriebenen Art von Laservideosystemen zu Helligkeitsabfall und am Rand zu einer Randverfärbung im Bild kommen kann.

[0013] Eine Lösung dieses Problems ist aus der DE 102004001389 B4 bekannt. Sie hat aber den Nachteil, dass sie nicht auf ein Faserduo oder mehrere Fasern anwendbar ist, was jedoch Voraussetzung dafür ist, um bei der Laserprojektion zwei Zeilen gleichzeitig schreiben zu können und höhere Auflösungen zu erreichen. Ein Faserduo im Sinne der vorliegenden Erfindung besteht aus zwei eng benachbarten Faserkernen. Aus beiden Faserkernen tritt jeweils ein divergentes und moduliertes Lichtbündel aus, die über die Faserauskopplung gemeinsam abgebildet werden.

[0014] Aufgabe der Erfindung ist es daher, die aus dem Stand der Technik bekannten gattungsgemäßen Verfahren bzw. Videosysteme so zu verbessern, dass der Randabfall (bessere Helligkeitshomogenität im Bild) und die Randverfärbungen bei der Videoprojektion mittels Laser minimiert, und der Helligkeitsverlauf im projizierten Bild deutlich verbessert werden.

[0015] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren zum Projizieren eines Bildes auf eine Projektionsfläche gelöst, bei der das zu projizierende Bild zeilenweise mit moduliertem Lichtstrahl aufgebaut wird, welches aus mindestens einer ein Lichtbündel aussendenden, in ihrer Intensität veränderbaren Lichtquelle gespeist wird und durch daran gekoppelte Lichtfasereinheiten geführt wird, wobei der/die Lichtstrahlbündel nach Verlassen der Lichtfasereinheit/en

- durch eine Faserauskopplungseinheit (FAK) nach der Faser geleitet wird/werden, die entlang der optischen Achse in der Art angeordnet ist/sind, dass sie
- über eine dichroitisch wirkende Einheit geleitet wird/werden und dabei mindestens einen Strahlenanteil vom Lichtstrahl trennt
- und dieser getrennte Strahlenanteil direkt auf eine weitere dichroitische Einheit, die lateral verschoben ist, lenkt,
- während die durch die erste dichroitische Einheit hindurch tretender/n Strahlenanteil/e über ein solche Spiegelanordnung von mindestens einem nahezu 100 Prozent Spiegel gleichfalls auf die zweite dichroitische Einheit gelenkt wird/werden und dort die Strahlenanteile derart wieder zusammengefügt werden, so dass sie im Folgenden auf die Spiegelfacetten eines Polygonspiegels geleitet werden, und die Lichtstrahlen in Richtung einer Projektionsfläche abgelenkt werden und diese auf einer Projektionsfläche eine Bild projizieren.

[0016] In besonders bevorzugter Ausführung ist wenigstens einer der dichroitischen Einheiten verschiebbar gestaltet. Damit können Asymmetrien des Strahles bzw. der Strahlungsanteile und Bildjustierungen am projizierten Bild in geeigneter Weise vorgenommen werden. Die Verschiebung der dichroitischen Einheiten erfolgt in der Art, dass die Strahlenteile RGB oder Kombinationen davon lateral gegeneinander verschoben werden.

[0017] In einer weiteren besonderen Ausführung wird der nach der zweiten dichroitischen Einheit zusammengefügte Strahl über mindestens einen Umlenkspiegel auf die Polygonfacetten eines Polygonspiegels geleitet.

Gegebenenfalls kann der zusammengefügte Strahl in einer weiteren Ausführung vorher über ein geeignetes Blendsystem gelenkt werden.

[0018] Vorzugsweise ist/sind auch der/die 100 Prozent-Spiegel verschiebbar. In einer beispielhaften Ausführung der Erfindung wird/werden ein 100 Prozent-Spiegel mit einer solchen Spiegelanordnung aus nahezu 100 Prozent-Spiegeln verwendet, dass die durch die erste dichroitische Einheit hindurch getretenen Strahlenteile von hinten auf die zweite dichroitische Einheit gelenkt werden. In einer Ausführung wird der zuvor abgetrennte Strahlenteil auf die Vorderseite der zweiten dichroitischen Einheit gelenkt, wo auch die Zusammenfügung der Strahlenteile erfolgt.

[0019] Im Verfahren können je nach Erfordernis dichroitische Einheiten gleichen oder ungleichen Typs, d. h. mit gleicher oder differenter Reflektivität und Transmittivität, verwendet werden.

[0020] Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zum Projizieren eines Bildes auf eine Projektionsfläche gemäß des erfinderischen Verfahrens.

[0021] Die erfinderische Vorrichtung enthält die nacheinander angeordnete

- Lichtquelle (in den Bildern nicht dargestellt), die mindestens ein Lichtbündel aussenden kann und in ihrer Intensität veränderbar ist,
- eine Auskoppereinheit nach der Faser (FAK),
- einer Ablenkeinrichtung, bestehend aus
- einer ersten dichroitischen Einheit,
- einem nahezu 100 Prozent-Spiegelsystem aus mindestens einem nahezu 100 Prozent-Spiegel,
- einer zweiten dichroitischen Einheit,

und einer Scannereinheit (in den Bildern nicht komplett dargestellt), die die Lichtbündel auf eine Projektionsfläche leitet.

[0022] Die Scannereinheit besteht im Wesentlichen aus einem Polygonspiegel und gegebenenfalls aus einem Umlenkspiegel, der vorzugsweise ein zweiachsiger Galvospiegel ist (in den Bildern nicht dargestellt).

[0023] Die [Fig. 1](#) zeigt den Prinzipaufbau des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. der Anordnung in einer Variante der erfinderischen Lösung. Hierbei sind die Optionen mit einem Umlenkspiegel und einem Blendsystem dargestellt. In diesem Ausführungsbeispiel wird ein dichroitischer Spiegel vom Typ A verwendet.

[0024] Die Randverfärbung bei der Laserprojektion nach dem bisher verwendeten Scanverfahren wird durch die Vignettierung (Beschneidung) des Laserstahles an den Facettenkanten des Polygonspiegels verursacht. Je nach der Qualität der Lichteinkopplung in die Lichtleitfaser, deren Zustand und deren Lage zwischen Laser und Projektionskopf, kommt es für die drei Primärfarben Rot, Grün, Blau zu mehr oder weniger großen Unterschieden im Strahlprofil nach der Faser. Diese unterschiedliche Ausprägung der Stahlprofile führt zwangsläufig zur Randverfärbung. Typisch sind solche Fälle bei denen eine Bildseite rötlich, die gegenüberliegende grünlich getönt ist. Oft ist dieser störende Effekt so stark, dass man durch Änderung des Biegezustandes der Faser eine Minimierung versuchen muss. In manchen Fällen gelingt dies aber nur unzureichend. In anderen Fällen ist die Biegung der Faser nicht möglich, da diese entweder fest verlegt oder unzugänglich ist. In den genannten Fällen entsteht eine deutliche Verbesserung durch die erfinderische Lösung.

[0025] Ausführungsformen: Mittels einer dichroitischen Einheit wird z. B. der rote Strahlenteil zunächst räumlich vom Strahl getrennt und anschließend wieder, nunmehr leicht lateral verschoben, hinzugefügt. Durch die Verschiebung eines nahezu 100-Prozent-Spiegels (ist hier nur eine Bezeichnung, die reale Reflexion liegt etwa bei 98%) lässt sich zusätzlich zur Korrektur der Randverfärbung auch die Helligkeitsverteilung im Bild symmetrisieren (gleiche Helligkeit rechts und links im Bild). Ein wesentlicher Vorteil der dichroitischen Einheit ist seine Anwendbarkeit für Faserduos bzw. mehrere Fasern.

[0026] [Fig. 2](#): Reflektivität und Transmittivität der beiden dichroitischen Einheiten in [Fig. 1](#) (idealisiert), im folgenden Typ A genannt. Die Reflektivität für Rot liegt bei 1, während die für Blau und Grün bei 0 liegt. Die Transmittivität liegt entsprechend für A bei 0 und für Blau und Grün bei 1.

[0027] Die [Fig. 3](#) bis [Fig. 7](#) zeigen mögliche Ausführungen der dichroitischen Einheiten. Die erfindungsgemäß zu verwendeten dichroitischen Einheiten können für die erste und zweite Einheit vom gleichen Typ sein (A bis F). Sie können aber auch als unterschiedliche Typen verwendet werden. So kann die erste dichroitische

Einheit zum Beispiel vom Typ A und die zweite dichroitische Einheit vom Typ B oder C oder D oder E oder F sein.

[0028] [Fig. 3](#): Dichroitische Einheit vom Typ B.

[0029] [Fig. 4](#): Dichroitische Einheit vom Typ C

[0030] [Fig. 5](#): Dichroitische Einheit vom Typ D.

[0031] [Fig. 6](#): Dichroitische Einheit vom Typ E.

[0032] [Fig. 7](#): Dichroitische Einheit vom Typ F.

[0033] Es ist wichtig, die Rot-Grün-Asymmetrie im Bild zu beseitigen. In Fällen, in denen z. B. Blau nur eine untergeordnete Rolle spielt, ist es nicht unbedingt erforderlich für Blau eine gesonderte Korrektur durchzuführen. Es wäre somit auch möglich, das Verfahren bzw. die Anordnung nach [Fig. 1](#) mit einer dichroitischen Einheit vom Typ B, C oder D zu realisieren.

[0034] Der erwünschte Effekt der Eliminierung der Randverfärbung im Bild konnte messtechnisch nachgewiesen werden. Die Helligkeitsverteilungen für Rot und Grün/Blau lassen sich unabhängig von einander einstellen. Der Einfluss auf Rot ist in [Fig. 8](#) dokumentiert.

[0035] [Fig. 8](#) zeigt beispielhaft die Änderung der Leuchtdichte von Rot im Bild in Abhängigkeit von der Verschiebung des dichroitischen Spiegels.

[0036] Die Messung wurde jeweils links im Bild, in der Bildmitte und rechts durchgeführt. In der Bildmitte gibt es einen Plateaubereich bei dem sich die Leuchtdichte nur gering ändert.

[0037] Rechts und links im Bild finden in diesem Bereich gegenläufige Änderungen statt, so dass eine Änderung der Randverfärbung möglich ist. Die Helligkeitsverteilung von Grün/Blau wird von dieser Verschiebung nicht verändert. Gleichzeitig lässt sich die Rot-Grün Symmetrie einstellen.

[0038] Der Strahlweg zwischen Faserauskopplung (FAK) und Polygonfacette in [Fig. 1](#) ist je nach Farbe deutlich unterschiedlich, z. B. (Rot: 255.5 mm, Grün/Blau: 433.5 mm). Dies führt bei Verwendung z. B. eines Faserduos zu unterschiedlichen Abständen von Master- und Slavestrahl auf der Facette (Rot: 0.67 mm, Grün/Blau: 1.23 mm), siehe [Fig. 9](#). Im Sinne der Erfindung wird ein Strahl 1 als Masterstrahl definiert und ergibt sich aus der entsprechenden elektronischen Ansteuerung (z. B. Ausgangskanal 1). Der als Slavestrahl bezeichnete Strahl 2 (Ausgangskanal 2) im Beispiel, ist der Strahl, der hinsichtlich der elektronischen Einstellung dem Masterstrahl angepasst werden muss. Es ist auch möglich, dass der so genannte Masterstrahl flexibel steuerbar ist und somit auch nach dem Ausgang 2 oder gegebenenfalls weiteren Ausgangskanäel (z. B. 3, 4 oder 5 usw.) ausgerichtet wird.

[0039] [Fig. 9](#) zeigt eine Darstellung der Strahlpositionen Rot und Grün/Blau auf der Facette (nicht maßstäblich).

[0040] Vorteilhaft ist es, wenn alle Teilstrahlen übereinander liegen. Die Ursache dafür dass dies nicht immer so ist, ist der Abstand der Faserkerne (z. B. beide Faserkerne bei einem Faserduo etwa 125 µm voneinander entfernt) vor der Faserauskopplung. Darüber hinaus ergeben sich Unterschiede im Abstand der verschiedenen Farben durch die unterschiedlichen optischen Weglängen in bzw. zwischen den dichroitischen Einheiten bis zur Spiegelfacette.

[0041] Durch die unterschiedlichen Abstände z. B. der Teilstrahlen Rot und Grün/Blau auf der Spiegelfacette (siehe [Fig. 9](#)) ergibt eine Überlagerung beider Bildanteile (Master und Slave) am Bildrand möglicherweise nicht vollständig Weiß. Es kann gegebenenfalls auch hier zu einer Rot/Rot-Färbung am Rand kommen. Daher wird erfindungsgemäß in einer besonderen Ausführung eine optimale Symmetrisierung der Strahlweglängen vorgenommen, wie sie z. B. in [Fig. 10](#) dargestellt ist.

[0042] [Fig. 10](#) zeigt eine nahezu symmetrisierte Variante der dichroitischen Einheiten.

[0043] Die optischen Weglängen in mm (20; 100; 157) sind angegeben.

[0044] Die beiden dichroitischen Einheiten können wie in [Fig. 1](#) unterschiedlichen Typs sein.

[0045] Die optischen Weglängen der Strahlenanteile sind in diesem Beispiel zueinander so angepasst werden, dass sie parallel zueinander verlaufen.

[0046] Zum Beispiel sind durch eine Version nach [Fig. 4](#) optische Wege von 277 mm und 317 mm realisierbar. Darüber hinaus würde sich die optische Weglänge im Mittel reduzieren. Die Spiegel müssten dann aber für andere Winkel ausgelegt werden (etwa: 101.5° bzw. 78.5°) und entsprechend angepasst werden.

[0047] Eine vollständige Symmetrisierung ist erfindungsgemäß auch möglich. Dazu müssen in eine besonderen Ausführungsform der Erfindung zwei verschiedene Arten von dichroitischen Einheiten eingesetzt werden. Es ergibt sich auch eine weitere Verkürzung der optischen Weglängen, siehe [Fig. 11](#).

[0048] [Fig. 11](#): Vollständig symmetrisierte dichroitische Einheiten. Die opt. Weglänge reduziert sich auf etwa 217 mm, der Abstand von Master- und Slavestrahl beträgt demnach 0.55 m.

[0049] Ein Aufbau nach dem in [Fig. 11](#) dargestellten Prinzip ist mit folgenden Paarungen an dichroitischen Spiegeln realisierbar: A/C, C/A, B/D, D/B.

[0050] Eine weitere Ausführung der Erfindung ist ein Aufbau mit drei beweglichen Spiegeln. Es versteht sich, dass je nach Anzahl der Fasern der Aufbau, die Anordnung und Typ der dichroitisch wirkenden Einheiten entsprechend anzupassen sind und die hier genannten Beispiele nicht erschöpfend sind.

[0051] [Fig. 12](#): Vollständig symmetrisierte dichroitische Einheit mit drei verstellbaren dichroitischen Einheiten, z. B. dichroitische Spiegel.

Der Aufbau nach Figur 12 ist mit folgenden Kombinationen aus dichroitischen Einheiten realisierbar:

Spiegel Nr. 1	Spiegel Nr. 2	Spiegel Nr. 3	Spiegel Nr. 4
A	D oder F	D oder C	E
A	E oder B	E oder C	D
D	A oder F	A oder B	E
D	E oder C	E oder B	A
E	D oder C	D oder F	A
E	A oder B	A oder F	D

[0052] Da die optischen Weglängen der einzelnen Strahlen unabhängig von der Spiegelstellung gleich groß und unveränderlich sind, kann diese Anordnung auch mit einer zusätzlichen Optik (z. B. Linse) kombiniert werden, um den Strahlversatz zwischen Master- und Slavestrahl auf der Spiegelfacette vollständig zu eliminieren, siehe [Fig. 13](#).

[0053] [Fig. 13](#) zeigt eine beispielhafte Kombination der vollständig symmetrisierten dichroitischen Einheit nach [Fig. 11](#) oder [Fig. 12](#) mit einer zusätzlichen Optik. Dadurch kreuzen sich auf der Spiegelfacette die Strahlen des Faserduos. Es würde sich auf den Spiegelfacetten ein ideales Bild wie in [Fig. 14](#) ergeben. Der Winkel zwischen den Strahlen und der Strahldurchmesser auf dem Projektionsschirm bleibt dabei unverändert. Der Strahldurchmesser auf der Spiegelfacette ist so eingestellt, dass er der bisherigen Standartlösung entspricht.

Obiges Teilbild: Verhalten des Strahldurchmessers
 Unteres Teilbild: Strahlrichtung von Master- und Slavestrahl

[0054] Es versteht sich im Sinne der Erfindung, dass diese Ausführung auch auf mehrere Fasern, also drei, vier fünf usw. übertragbar sind.

[0055] [Fig. 14](#) zeigt eine Darstellung des Lichtstrahles auf der Spiegelfacette bei einem Aufbau nach [Fig. 13](#). Im Gegensatz zu [Fig. 9](#) liegen alle Teilstrahlen übereinander. Dadurch können sich wesentlich bessere Bildeigenschaften ergeben.

[0056] Um parasitäre Reflexe an der 2. Fläche der dichroitischen Einheiten zu verhindern, kann diese Fläche

in vorteilhafter Weise breitbandig entspiegelt werden.

[0057] In [Fig. 15](#) ist die prinzipielle Darstellung von einer Ausführung mit 3 Fasern, bezogen auf die [Fig. 13](#) und [Fig. 14](#), enthalten.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- DE 102004001389 B4 [[0001](#), [0013](#)]
- DE 4324849 C2 [[0005](#), [0005](#)]
- EP 1031866 A2 [[0006](#)]
- US 5838480 A [[0007](#)]
- JP 2001194608 A [[0008](#)]
- JP 20011350116 A [[0009](#)]
- DE 69417174 T2 [[0010](#)]
- DE 4041240 A1 [[0011](#)]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Projizieren eines Bildes auf eine Projektionsfläche gelöst, bei der das zu projizierende Bild zeilenweise mit moduliertem Lichtstrahl aufgebaut wird, welches aus mindestens einer ein Lichtbündel aussendenden, in ihrer Intensität veränderbaren Lichtquelle gespeist wird und durch daran gekoppelte Lichtfasereinheiten geführt wird, wobei der/die Lichtstrahlbündel nach Verlassen der Lichtfasereinheit/en
 - durch eine Faserauskopplungseinheit (FAK) nach der Faser geleitet wird/werden, die entlang der optischen Achse in der Art angeordnet ist/sind, dass sie
 - über mindestens eine dichroitisch wirkende Einheit geleitet wird/werden und dabei mindestens einen Strahlenanteil vom Lichtstrahl trennt
 - und dieser getrennte Strahlenanteil direkt auf mindestens eine zweite dichroitische Einheit, die lateral verschoben ist, lenkt,
 - während der/die durch die erste dichroitische Einheit hindurch tretender/n Strahlenanteil/e über ein solche Spiegelanordnung von mindestens einem nahezu 100 Prozent Spiegel gleichfalls auf die zweite dichroitische Einheit gelenkt wird/werdenund dort die Strahlenanteile derart wieder zusammengefügt werden, so dass sie im Folgenden auf die Spiegelfacetten eines Polygonspiegels geleitet werden, und die Lichtstrahlen in Richtung einer Projektionsfläche abgelenkt werden und diese auf einer Projektionsfläche ein Bild projizieren.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eines der dichroitischen Einheiten als eine verschiebbare dichroitische Einheit verwendet wird.
3. Verfahren nach einer der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verschiebung der dichroitischen Einheiten in der Art erfolgt, dass die Strahlenteile RGB oder Kombinationen davon lateral gegeneinander verschoben werden.
4. Verfahren nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass 100 Prozent-Spiegel mit einer solchen Spiegelanordnung aus nahezu 100 Prozent-Spiegeln verwendet werden, die durch die erste dichroitische Einheit hindurch getretenen Strahlenanteile von hinten auf die zweite dichroitische Einheit lenken.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der an der ersten dichroitischen Einheit abgetrennte Strahlenteil auf die Vorderseite der zweiten dichroitischen Einheit gelenkt wird und dort die Zusammenfügung der beiden Strahlenteile erfolgt.
6. Verfahren nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass verschiebbare nahezu 100 Prozent-Spiegel verwendet werden.
7. Verfahren nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der nach der zweiten dichroitischen Einheit zusammengefügte Strahl über mindestens einen Umlenkspiegel auf die Polygonfacetten eines Polygonspiegels geleitet wird.
8. Verfahren nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der zusammengefügte Strahl über ein geeignetes Blendensystem geleitet wird.
9. Verfahren nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass dichroitische Einheiten gleichen Typs von gleicher Reflektivität und Transmittivität (A bis F) verwendet werden.
10. Verfahren nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass dichroitische Einheiten ungleichen Typs mit differenter Reflektivität und Transmittivität (A bis F) in deren möglichen Kombinationen verwendet werden.
11. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zueinander symmetrisierte dichroitische Einheiten verwendet werden.
12. Verfahren nach Anspruch 1 und/oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass zwei verstellbare dichroitischen Einheiten und ein verstellbarer nahezu 100 Prozent-Spiegel verwendet werden.
13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die optischen Weglängen der Strahlenanteile zueinander angepasst werden und sich kreuzen.

14. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die optischen Weglängen der Strahlenanteile so zueinander angepasst werden, dass sie parallel zueinander verlaufen.
15. Verfahren nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an der zweiten Fläche der dichroitischen Einheiten eine breitbandige Entspiegelung vorgenommen wird.
16. Vorrichtung zum Projizieren eines Bildes auf eine Projektionsfläche bestehend aus einer nacheinander angeordnete
- Lichtquelle, die mindestens ein Lichtbündel aussenden kann und in ihrer Intensität veränderbar ist,
 - einer Auskoppereinheit nach der Faser (FAK),
 - einer Ablenkeinrichtung, bestehend aus
 - einer ersten dichroitischen Einheit,
 - einem nahezu 100 Prozent-Spiegelsystem aus mindestens einem nahezu 100 Prozent-Spiegel,
 - einer zweiten dichroitischen Einheit,
- und
- einer Scannereinheit, die die Lichtbündel auf eine Projektionsfläche leiten kann.
17. Vorrichtung zum Projizieren eines Bildes auf eine Projektionsfläche nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen zweiter dichroitischer Einheit und Scannereinheit ein geeignetes Blendensystem und/oder ein geeigneter Umlenkspiegel angeordnet sind.
18. Vorrichtung zum Projizieren eines Bildes auf eine Projektionsfläche nach Anspruch 16 und 17, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und zweite dichroitische Einheit gleichen Typs (A bis F) mit gleicher Reflektivität und Transmittivität sind.
19. Vorrichtung zum Projizieren eines Bildes auf eine Projektionsfläche nach Anspruch 16 und 17, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und zweite dichroitische Einheit ungleichen Typs, mit differenter Reflektivität und Transmittivität (A bis F) in deren Möglichkeiten der möglichen Kombinationen, sind.
20. Vorrichtung nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die nahezu 100 Prozent-Spiegel verschiebbar sind.
21. Vorrichtung nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass nach der zweiten dichroitischen Einheit mindestens ein Umlenkspiegel angeordnet ist, der die zusammengeführten Lichtbündel auf die Polygonfacetten eines Polygonspiegels leiten kann.
22. Vorrichtung nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass vor dem Umlenkspiegelsystem ein Blendensystem angeordnet ist.
23. Vorrichtung nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die dichroitischen Einheiten vom gleichen Typ mit gleicher Reflektivität und Transmittivität (A bis F) sind.
24. Vorrichtung nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die dichroitischen Einheiten ungleichen Typs mit differenter Reflektivität und Transmittivität (A bis F) sind.
25. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die dichroitischen Einheiten zueinander symmetrisierte angeordnet sind.
26. Vorrichtung nach Anspruch 16 und/oder 25, dadurch gekennzeichnet, dass zwei verstellbare dichroitischen Einheiten und ein verstellbarer nahezu 100 Prozent-Spiegel verwendet werden.
27. Vorrichtung nach Anspruch 25 oder 26, dadurch gekennzeichnet, dass die dichroitischen Einheiten und die nahezu 100 Prozent-Spiegel so zueinander angeordnet sind, dass die optischen Weglängen der Strahlenanteile sich kreuzen.
28. Vorrichtung nach Anspruch 25 oder 26, dadurch gekennzeichnet, dass die dichroitischen Einheiten und die nahezu 100 Prozent-Spiegel so zueinander angeordnet sind, dass optischen Weglängen der Strahlenanteile parallel zueinander verlaufen.
29. Vorrichtung nach Anspruch 27 und/oder 28, dadurch gekennzeichnet, dass die Anordnungen eine zu-

sätzliche Optik enthalten, die den Strahlenversatz zwischen den Strahlenanteilen eliminiert.

30. Vorrichtung nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Fläche der dichroitischen Einheiten eine breitbandige Entspiegelungsschicht aufweist.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

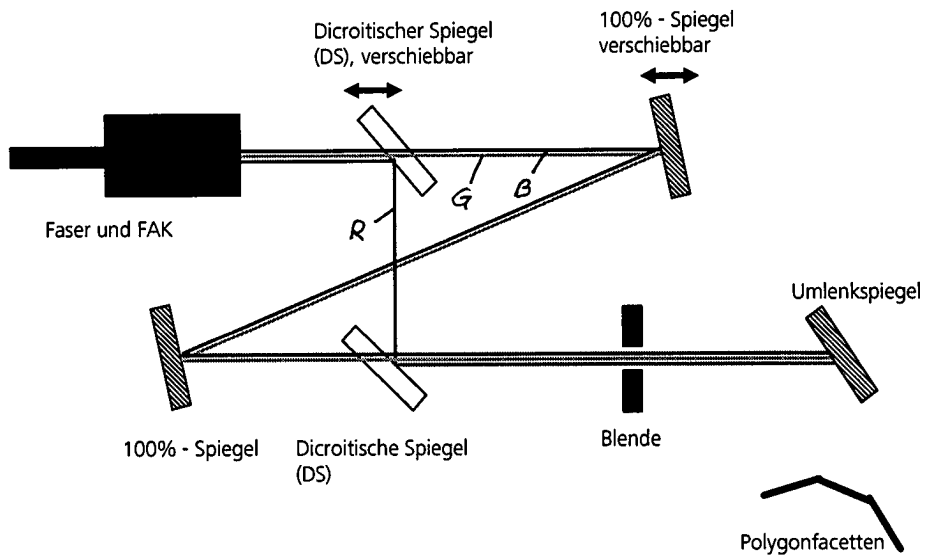


Fig. 2

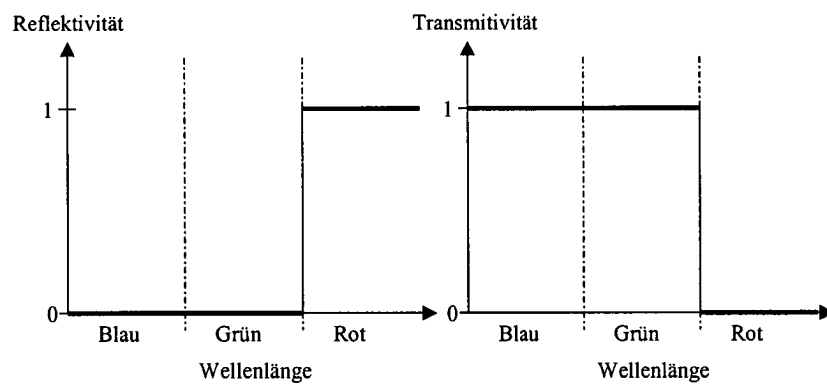


Fig. 3

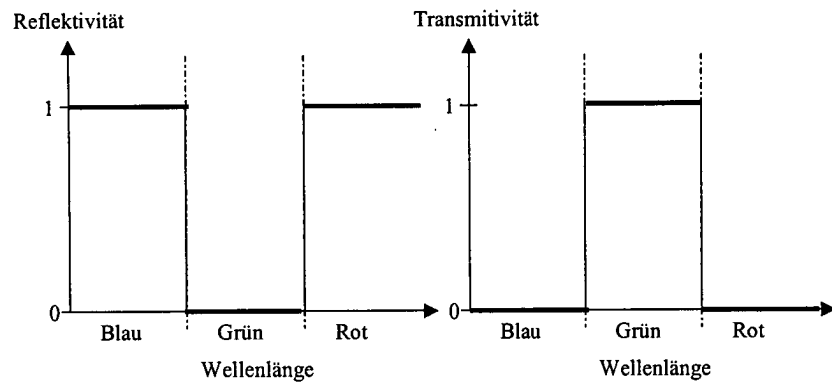


Fig. 4

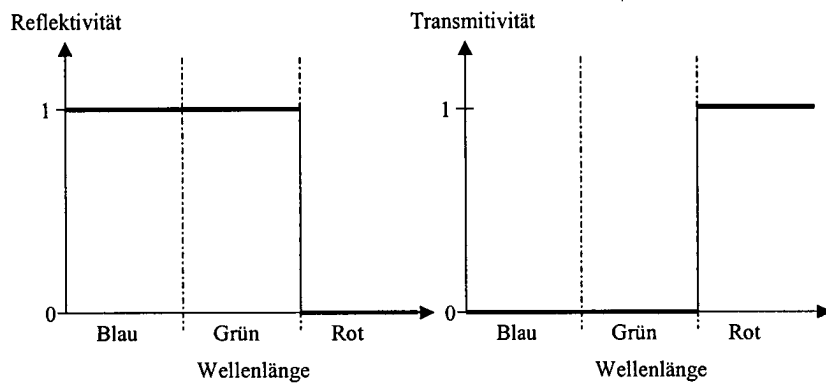


Fig. 5

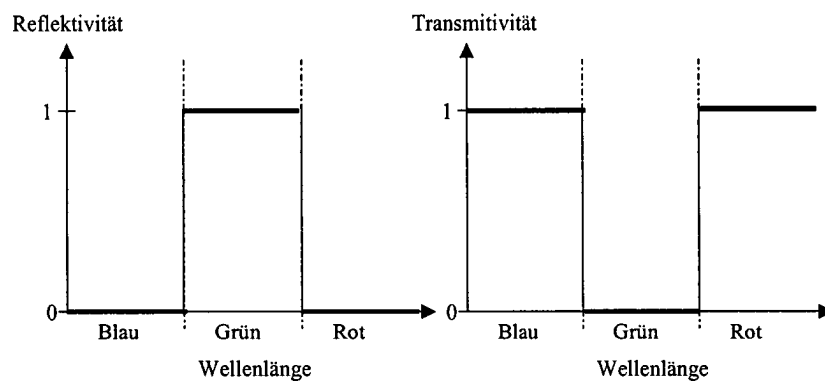


Fig. 6

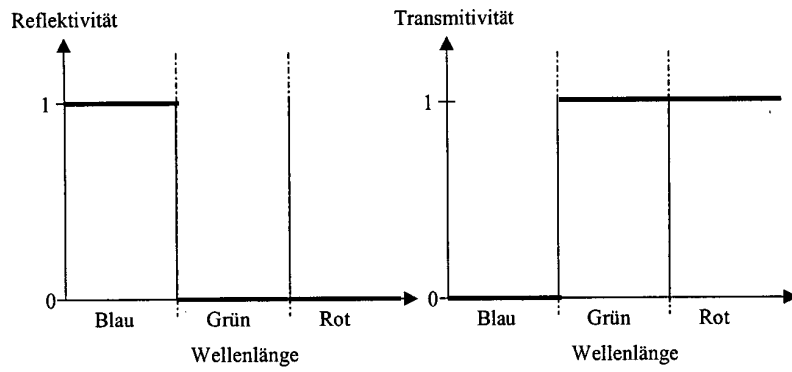


Fig. 7

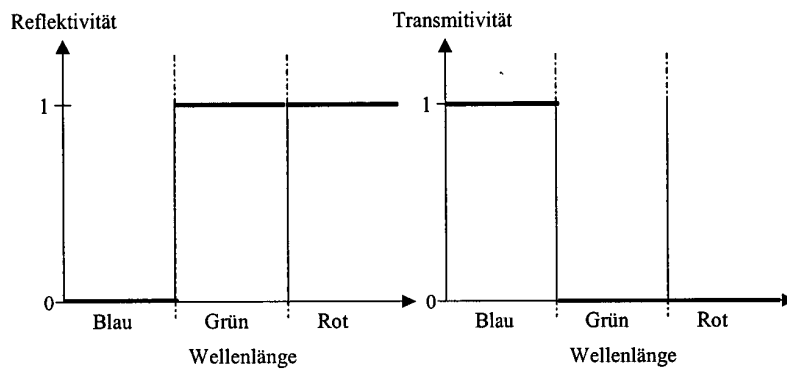


Fig. 8

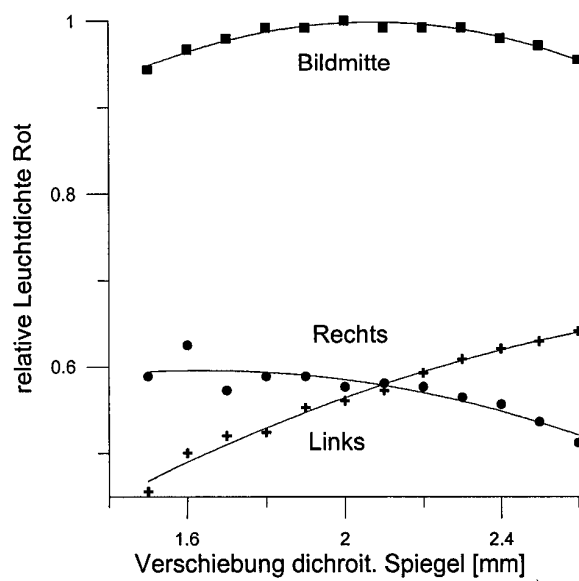


Fig. 9

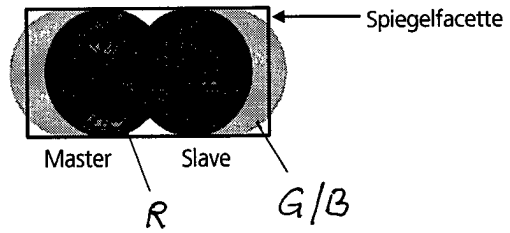


Fig. 10

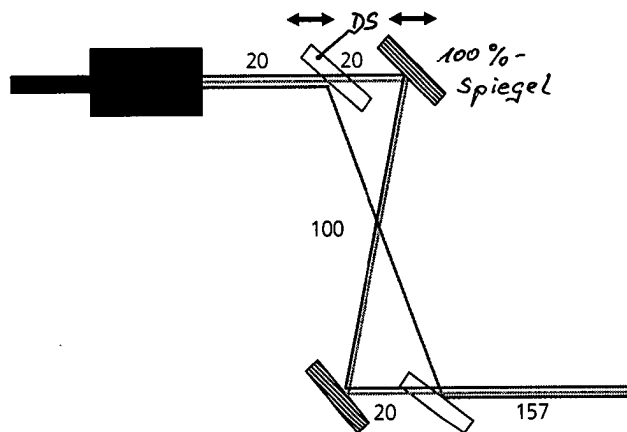


Fig. 11

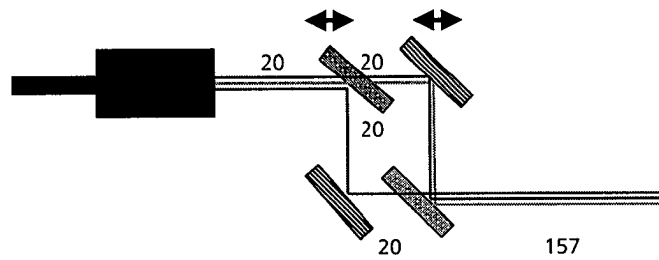


Fig. 12

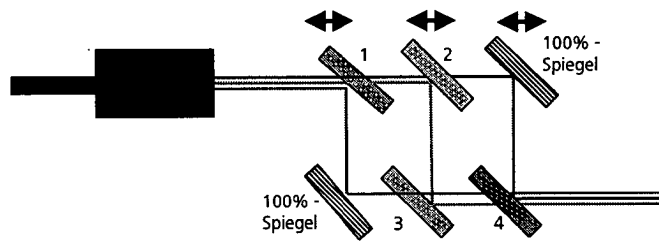


Fig. 13

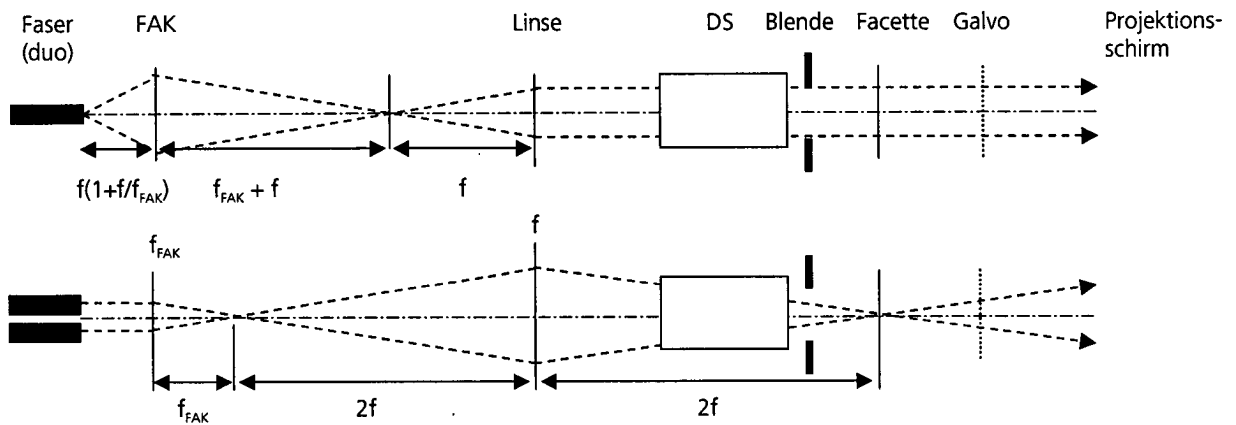
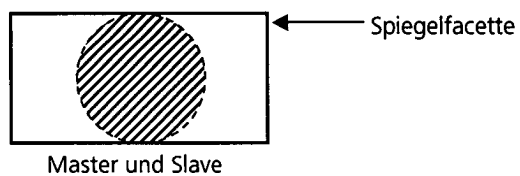


Fig. 14



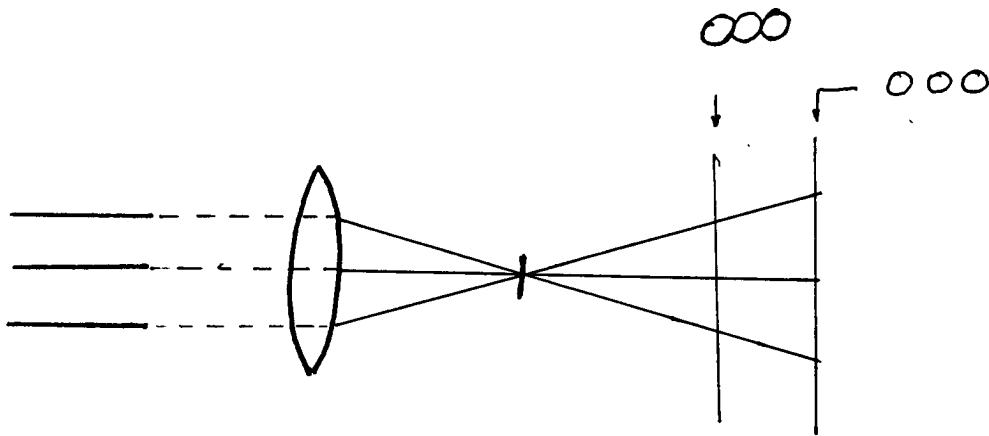


Fig. 15