



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 61 915 B4** 2009.03.05

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **103 61 915.1**
(22) Anmeldetag: **29.12.2003**
(43) Offenlegungstag: **28.07.2005**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **05.03.2009**

(51) Int Cl.⁸: **G02B 27/26** (2006.01)
G02B 27/10 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Bausenwein, Bernhard, Dr., 93095 Hagelstadt, DE;
Mayer, Max, Dr., 91301 Forchheim, DE

(72) Erfinder:
gleich Patentinhaber

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
US2003/00 20 809 A1
WO 03/0 65 735 A1
WO 01/92 955 A1
WO 01/37 029 A1
WO 98/07 279
JP 09-146041 mit Abstract und
Computerübersetzung;

(54) Bezeichnung: **2-Kanal-Stereo-Bildanzeigevorrichtung mit mikroelektromechanischen Systemen**

(57) Hauptanspruch: Zweikanal-Stereo-Bilderzeugungssystem, bei dem

1.1 unpolarisiertes Licht einer oder mehrerer Lichtquellen verwendet wird, welches oder welche zusammen mindestens 3 spektrale Komponenten enthält/enthalten, die das Aufspannen eines Farbraums ermöglichen,

1.2 durch ein Polarisationsstrennsystem oder Polarisationskonversionssysteme zwei zur gleichen Zeit räumlich getrennte und verschieden linear polarisierte Teilstrahlen erzeugt werden,

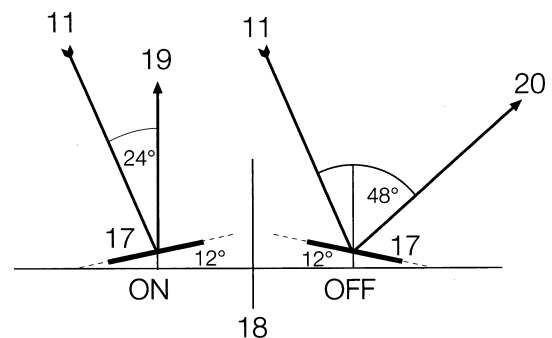
1.3 die in den beiden Kanälen verwendeten RLM (räumliche Lichtmodulatoren) mikroelektromechanische Systeme sind (MEMS), wobei die Modulation des Lichts über die Richtung der Reflexion des einfallenden Lichtstrahls gesteuert wird,

1.4 die RLM der beiden Kanäle elektronisch mit verschiedenen Bildinformationen angesteuert werden können,

1.5 die modulierten An-Lichtstrahlen in der Normalen von den RLM Ebenen reflektiert werden,

1.6 die an den räumlich getrennten RLM modulierten Teilstrahlen mit einem Polarisationskombinationssystem wieder in einen gemeinsamen Strahlengang superponiert werden,

1.7 Polarisationsstrenn- und Polarisationskombinationssysteme räumlich getrennt sind und die Eingangsstrahlenrichtung in den RLM verschieden von der Ausgangsstrahlenrichtung aus dem RLM ist, sodass eventuell...



Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung beschreibt ein Zweikanal-Bilderzeugungssystem, das simultan rechtes und linkes Bild in räumlich getrennten Kanälen erzeugt, die sich in ihrer Polarisation unterscheiden. Durch den Einsatz von polarisationsunabhängigen Lichtmodulatoren (mikroelektromechanische Systeme = MEMS, Bsp: DMD™ von Texas Instruments) kann die Kodierung der Stereokanäle unabhängig von der Bilderzeugung gehalten werden. Eine Anordnung zur Kombination der beiden Bildkanäle durch Einspiegelung in ein Polarisationskombinationssystem wurde unter besonderer Berücksichtigung der MEMS-Topologie entwickelt.

Diskussion des Stands der Technik

[0002] Das menschliche Sehsystem kann die Polarisation des Lichts nicht direkt erfassen oder diskriminieren. Die Polarisationsrichtung beeinflusst weder die Helligkeit noch die Farben eines Bildes. Deshalb wird in sogenannten „passiven“ Stereo-Projektionssystemen nach dem Stand der Technik Polarisation zur Kodierung von Stereobildinformation verwendet. Eine Brille, die der Betrachter trägt, trennt über zwei Analysatoren passiv diese Signale, sodass nur eine Polarisationsrichtung das rechte, die andere Polarisationsrichtung das linke Auge erreicht.

[0003] Die Bilderzeugung wird in digitalen Projektionssystemen durch räumliche Lichtmodulatoren, (RLM, englisch: „spatial light modulators“ SLM) erreicht. Diese bestehen aus einer flächig angeordneten Matrix von elektronisch getrennt angesteuerten Bildpunkten (Pixel). Aufgabe der RLM ist es, das immer konstant gelieferte Licht der Projektorlampe je nach ansteuernder Bildinformation so zu schalten, dass zur Erzeugung dunkler Bildanteile Licht aus dem einfallenden Konstantlicht entfernt wird. Nach Art der Modulation lassen sich zwei Gruppen klassifizieren: Flüssigkristall-RLM (Liquid Crystal Displays, LCD) und mikroelektromechanische Systeme (MEMS, z. B. DMD).

[0004] Flüssigkristall-RLM (LCoS, LCD) können reflexiv oder transmissiv sein. In beiden Fällen arbeiten sie mit vorpolarisiertem Licht einer Polarisationsrichtung (z. B. s-polarisiertes Licht) und können jeden Bildpunkte durch Drehen der Polarisationsrichtung markieren (der modulierte Strahl verläßt den LCD-Chip im Beispiel als p-Licht). Aus-Bildpunkte unterscheiden sich in ihrer Polarisation von An-Bildpunkten; sie können dann im Beispiel von transmissiven LCD-TFT-Chips anschliessend von einem Analysator eliminiert (absorbiert) werden, oder sie werden, im Fall reflexiver LC-Anzeigen von einem funktionell nachgeschalteten polarisierenden Strahlenteiler in

eine andere Richtung abgelenkt.

[0005] 2-Kanal-Stereo-Projektionssysteme mit Flüssigkristall-RLM nach dem Stand der Technik verwenden reflexive LCoS RLM (Liquid Crystal on Silicon). LCoS-Systeme modulieren An- und Aus-Zustand nur durch verschiedene Polarisation, der Einfallswinkel des unmodulierten Lichts entspricht dem Ausfallswinkel und ist in der Regel 0 Grad (liegt in der Normalen auf dem RLM). Dies hat zur Folge, dass in beiden Kanälen beide Polarisationsrichtungen existieren und aufwändig getrennt werden müssen. Für diese Diskriminierung von An- und Aus-Strahl werden deshalb z. B. zusätzliche polarisierende Strahlenteiler erforderlich (US 5921650 A, WO 03/065737 A2). Bei Verzicht auf zusätzliche Strahlenteiler muß eine vergleichsweise sehr ungenügende Kanaltrennung und ein in der Regel auch sehr geringer Bildkontrast in Kauf genommen werden (US 6547396 A) Eine Verunreinigung des S-Kanals mit 5% P-Licht bei Verwendung des klassischen MacNeille PBS führt z. B. zu einem Kontrast von $\leq 20:1$, und einer Kanaltrennung von schlechter als 1:20. Im Gegensatz zum Bildkontrast in Monosystemen wurde die Kanaltrennung, die in akustischen Systemen grosse Bedeutung als Qualitätsmerkmal besitzt, für Zweikanal-Projektionssysteme bislang kaum thematisiert.

[0006] Mikroelektromechanische Systeme sind RLM, die das einfallende Licht dadurch modulieren, dass sie das An(ON)-Licht, das auf hell darzustellende Bildpunkte fällt, in eine andere Richtung reflektieren können als das Aus(OFF)-Licht, das auf dunkel darzustellende Bildpunkte fällt. Dies wird in DMD Chips des Herstellers Texas Instruments (z. B. US 5600383 A) durch elektronisch gesteuerte unterschiedlich auslenkbare Mikrospiegel erreicht, die mindestens zwei stabile Stellungen besitzen und damit einfallendes Licht in mindestens zwei verschiedene Richtungen (An-Richtung und Aus-Richtung) lenken können.

[0007] Da MEMS nicht auf vorpolarisiertes Licht angewiesen sind, und sie unabhängig von der Polarisationsrichtung oder dem Polarisationsgrad des Lichtes operieren, werden MEMS-(Mono)-Projektoren nach dem Stand der Technik mit unpolarisiertem Licht betrieben. [Abb. 1](#) zeigt die Funktionsweise der MEMS. Mikrospiegel (17) können in zwei Stellungen (z. B. $+10$ oder $+12$ Grad zur Chip-Oberfläche bei aktuellen DMD Chips) gekippt werden. Wird der Einfallstrahl unter einem Einfallswinkel, der dem doppelten Auslenkungswinkel entspricht, eingestrahlt, wird dieser Strahl in Richtung der Normalen (18) als An-Strahl (19) reflektiert (ON-Spiegelstellung). Wird der Spiegel aber in die zweite Richtung abgekippt, so reflektiert der Lichtstrahl unter einem Ausfallswinkel von 48 Grad gegen die Normale als Aus-Strahl (20) (OFF-Spiegelstellung).

[0008] Mit MEMS wurden nach dem Stand der Technik Stereoprojektoren mit einem Kanal beschrieben (WO 02/32149 A2, WO 02/076107 A1). In diesen Projektoren werden rechtes und linkes Bild oder rechte und linke Bildanteile mit unterschiedlicher Polarisierung abwechselnd (sequentiell) generiert: Wird auch die Farbe sequentiell über ein Farbrad (1-Chip-DLP-Projektoren) erzeugt, existiert jede der mindestens 3 Grundfarben mit zwei unterschiedlichen Polarisierungen, z. B. rechts und links zirkular. Auch bei paralleler Farberzeugung in 3-Chip DLP Projektionssystemen werden rechtes und linkes Bild abwechselnd gezeigt. In aktiven Systemen erfolgt dies durch synchrones Ausschalten des Lichtflusses zu einem der beiden Augen (dies kann z. B. über ein Shutter-System in der Brille des Betrachters erfolgen); in passiven Systemen wird die Polarisierung über ein Polarisationskonversionssystem, das sich außerhalb oder innerhalb des Projektors befinden kann, abwechselnd gedreht und über zwei unterschiedliche Analysatoren einer Passivbrille abwechselnd nur je einem Auge zugeführt (z. B. Barco Galaxy Warp, Ref No R599655; www.vr.barco.com; Barco, Kuurne, Belgien). Nachteile der alternierenden Polarisations-Stereoprojektoren sind durch die abwechselnde Lichteinstrahlung eine Halbierung des maximalen Lichtflusses auf jedes Auge, ferner auch die Halbierung der maximal möglichen Bildwiederholfrequenz, da bei gleicher Bandbreite die doppelte Datenrate (für beide Bilder) in den Chip gespeist werden muß.

[0009] Simultane Stereoprojektion mit MEMS wird nach dem Stand der Technik mit zwei einzelnen Monoprojektoren durchgeführt, die Licht mit unterschiedlicher Polarisierung abstrahlen, und deren Bilder erst auf einer Bildwand zur Deckung gebracht werden. Diese Lösung umgeht zwar die dynamischen Nachteile der 1-Chip MEMS-Stereoprojektoren, ist aber dafür natürlich mit grossen ergonomischen Nachteilen (Justage, Ungenauigkeiten in Zoom und Fokus, Lichtstärke-Unterschiede, etc.) und insgesamt großem Installationsaufwand verbunden.

[0010] Abhängig vom verwendeten System kann es außerdem auch zur Halbierung der Lichtausbeute der Lampen kommen.

[0011] Da MEMS die Polarisierung nicht modulieren, setzen wir in unserer Erfindung auf polarisationsunabhängige Bilderzeugung mit MEMS für 2-Kanal-Stereoprojektionssysteme. Die vorliegende Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass die beiden Bilder für linkes und rechtes Auge simultan in einem Gerät erzeugt werden. Das vorliegende 2-Kanal-MEMS-System liefert die entsprechenden Bildinformationen pro Zeiteinheit beiden Augen gleichzeitig (mindestens doppelter Lichtfluß pro Auge) mit hohem Kontrast (MEMS-typisch) und guter Kanaltrennung. Ziel ist es, ein System bereitzustellen, das analog zu den hochwertigen Stereoverstärkern im Audiobereich eine

weitgehende Zweikanaligkeit in einem Gehäuse erreicht. Bei der möglichen hohen zeitlichen Bildwiederholfrequenz sollen flickerfreie und farbartefaktarme Bilder mit geräteseitig optimal justierter Bildüberlagerung eine störungsarme, dem natürlichen Sehen nahekommende Betrachtung qualitativ hochwertiger Bilder für rechtes und linkes Auge ermöglichen. Dies ermöglicht einerseits dem Zuschauer ein entspanntes Betrachten räumlicher Bilder (Störungen im Bildmaterial und der Projektionsqualität werden oft als sehr unangenehm empfunden), gewährleistet andererseits aber auch dem Betreiber durch die Verwendung eines gemeinsamen Ausgangsstrahlenganges und eines Projektionsobjektivs eine einfache Installation und Betriebnahme.

[0012] In WO 98/07279 A1 beschreiben Li et al. (1998) den Einsatz von polarisierenden Strahlendiskriminatoren für Hocheffektivitätsprojektionsdisplays, die die zur Zeit bekannten Nachteile von Polarisationsstrahlenteilern nach MacNeille und Drahtgitterpolarisatoren umgehen sollen. Die verwendeten Diskriminatoren spalten den P-polarisierten Teilstrahl durch (nicht orthogonale) Reflexion vom transmittierenden S-polarisierten Teilstrahl ab. Bei den in der Erfindung hauptsächlich vorgestellten Systemen mit Flüssigkristallanzeigen (LC), die die Polarisierung umkehren, wird der gleiche Diskriminator auch für die Strahlenrekombination verwendet.

[0013] Neben einer Vielzahl von Systemen mit LC Modulatoren wird auch ein System mit zwei DMDs (**Abb. 51**) und einem zweiten Diskriminator vorgestellt, der die orthogonal zur DMD-Oberfläche reflektierten modulierten Strahlen bündeln soll. Nicht thematisiert wird in der Schrift, dass DMDs nach dem Stand der Technik Stereoisomere sind, und dass selbst bei optimierter Anordnung und Rotation zweier DMDs nach dem Stand der Technik in der gezeigten Anordnung keine ordnungsgemäße Superposition der beiden On-Strahlen erreicht werden kann.

[0014] Arnon Boaz (2001, WO 01/37029 A1) beschreibt ein 2-Kanal-Stereo-Projektionssystem, in dem zwei DMD als Bildmodulatoren eingesetzt werden. Dieses System kommt mit einem einzelnen PBS aus, der sowohl den eingehenden Strahl in zwei orthogonal voneinander geführte polarisierte Teilstrahlen teilt, als auch die reflektierten, modulierten Strahlen superponiert. Inzidenter und reflektierter Strahl laufen dafür in der identischen optischen Achse zwischen Strahlteiler und Bildmodulator. Dazu sind die DMDs so positioniert, dass die Oberfläche der DMDs nicht normal zum modulierten Strahl steht, bestimmte Modulatorpixel also in unterschiedlicher Entfernung zur Objektivenebene stehen. Damit die modulierten Strahlen vom PBS nicht zurück zur Lampe, sondern aus dem Eingangssystem ausgebündelt werden, ist in beiden Kanälen je ein Lambda-Viertel Blättchen in die Strahlführung eingebaut, das beim zweimaligen

Durchgang des Strahls (In, On) eine Polarisationsdrehung um 90 Grad bewirkt.

[0015] Beide Systeme weisen optische Probleme, wie z. B. einen nicht senkrecht auf der Projektionsachse stehenden Bildmodulator oder eine unklare, bestenfalls unvollständige Superposition, sowie darüber hinaus eine relativ große Entfernung der Modulatoren vom 1 Projektionsobjektiv (engl: back focal distance, BFD) auf. In unserer Erfindung sollte eine optisch einfache Anordnung mit möglichst kurzer Distanz der Bildgeber zur Projektionslinse und kontrollierter Superposition der beiden modulierten Teilstrahlen unter Berücksichtigung des geometrischen Aufbaus der DMDs gefunden werden.

Überblick über die Erfindung

[0016] Zur Realisierung eines polarisationskodierten 2-Kanal-Stereo-Projektionssystems müssen zwei zur gleichen Zeit (simultan) räumlich getrennte und verschieden linear polarisierte Teilstrahlen von mindestens zwei RLM moduliert werden, bevor die Teilbilder über ein Polarisationskombinationssystem superponiert werden. Bei Kombination zweier Polarisationsrichtungen wird jeweils ein Lichtstrahl (S-Licht) in die Richtung des anderen abgelenkt, während der zweite (P-Licht) die Richtung nicht ändert. Dies gilt unabhängig vom verwendeten System, z. B. für MacNeille Polarisationsstrahlenteiler (englisch: polarizing beam splitters, PBS) oder Drahtgitter-Polarisatoren (englisch: wire grid polarizers, WGP, von Moxtek Inc, UT, USA; www.profluxpolarizer.com).

[0017] Die Ablenkung ist immer äquivalent zu einer (Ein-)Spiegelung. Da die RLM ihre Modulationsaufgabe vor der Kombination in den beiden Kanälen ausführen müssen und zur Kombination nur einer der beiden Teilstrahlen abgelenkt (gespiegelt) wird, muss einer der beiden RLM ein Spiegelbild des zweiten Kanals erzeugen. Für Flüssigkristall-RLM kann dies einfach durch spiegelbildliche Ansteuerung der Chips der beiden Kanäle erreicht werden. Die Einstrahlung erfolgt hier in der Regel mit 0 Grad Einfallswinkel, also in der Richtung der Normalen der Chip-Ebene. Die Lichtführung wird hier durch die Drehung oder Spiegelung nicht beeinflusst.

[0018] Auch bei MEMS ist die spiegelbildliche Ansteuerung der Pixelelemente natürlich möglich. Allerdings weisen die derzeit von Texas Instruments hergestellten MEMS (Digital Mirror Devices, DMD) in ihrer Gesamtfunktion keine Symmetrieachse auf. Nur die Abstrahlung vom DMD erfolgt in der Richtung parallel zur Normalen der DMD Ebene. Die Einstrahlung hingegen steht zum einen senkrecht auf die Kippachse der Spiegel, also 45 Grad zum Pixelraster, zum andern unter einem Winkel, der dem Doppelten der Kippauslenkung entspricht. So ist mit diesem DMD-Typ keine spiegelsymmetrische Lichtführung

möglich.

[0019] Dies ist in **Abb. 2a** gezeigt. Die Einzelspiegel werden um eine Bewegungsachse gekippt, die um 45 Grad gegenüber der Rasteranordnung der Spiegel (Bildpunkte) gedreht ist. **Abb. 2a** zeigt einen Chip mit 3×4-Matrix (dies entspricht dem im Stand der Technik vorherrschenden Format von 4:3 = Bildbreite: Bildhöhe. In **Abb. 2b** sind, nach „Entfernen“ der Spiegel nur noch die Spiegeldrehachsen dargestellt. Der zentrale Chip entspricht der Bauform, die nach dem Stand der Technik von Texas Instruments gebaut wird (US 5600383 A). Während das Bildraster Symmetrieachsen aufweist, gilt dies nicht mehr, wenn auch die Lage der Spiegeldrehachsen einbezogen wird. In seiner Gesamtfunktion gibt es deshalb keine interne Spiegelsymmetrie. Nach beliebiger Spiegelung (nur horizontale und vertikale Spiegelungen gezeigt) entsteht aus diesem zentralen Typ „L“ eine einzige Spiegelform „R“. Wegen der Rechteckform und der bezüglich des Bildrasters um 45 Grad gedrehten Spiegeldrehachsen weisen die MEMS nach dem Stand der Technik also Stereoisomerie auf, das heisst, es existieren zwei spiegelsymmetrische unterschiedliche Topologien, die sich nicht durch Rotation ineinander überführen lassen.

[0020] **Abb. 3** zeigt, dass für die vollständige Superposition der Bilder der beiden Kanäle mit einem Polarisationskombinationssystem (**6**) beide stereoisomere Topologien erforderlich sind, um spiegelsymmetrische und effiziente Lichtführung zu ermöglichen. Das auf den PBS (**6**) projizierte Bild des MEMS von Kanal 2 (**14**) entspricht dabei der derzeit erhältlichen DMD-Topologie (vergleichbar mit dem L-Stereoisomer aus **Abb. 2**). Das auf den PBS (**6**) projizierte Bild des MEMS von Kanal 1 (**13**) hingegen zeigt, dass hier der spiegelisometrische MEMS benötigt wird (vergleichbar mit dem R-Stereoisomer aus **Abb. 2**). Die Lichtführung in den beiden Kanälen ist so ausgerichtet, dass die Ebene, die durch Einfalls- und Ausfallsstrahl des MEMS gebildet wird (engl.: "plane of incidence", POI) parallel zu der Ebene liegt, die durch die Einfalls- und Ausfallsstrahlen des PBS (**6**) gebildet wird (**26**, engl.: „plane of polarization“, POP). Das superponierte Bild (**22**) zeigt, dass die gedanklich projizierten Spiegeldrehachsen (**21**) der beiden MEMS im superponierten Bild parallel sind und eine vollständige Überlagerung der beiden Teilbilder erreicht wird. So kann mit einer Lichtführung, die spiegelsymmetrisch zur polarisationswirksamen Schicht des PBS ist, eine minimale und effiziente Lichtführung entwickelt werden, wie sie in den Verkörperungen der Erfindung in den **Abb. 4** bis **Abb. 8** zu sehen ist, die bevorzugt mit 2 stereoisometrischen topologischen Formen von MEMS realisiert werden können. Die **Abb. 9** bis **Abb. 14** zeigen Verkörperungen der Erfindungen durch Modifikationen der Bildsuperposition (**Abb. 9**), Chiptopologie (**Abb. 10**) und Lichtführung (**Abb. 11** bis **Abb. 14**), die mit nur einer einzel-

nen topologischen Form von MEMS (z. B. den derzeit hergestellten DMDs von Texas Instruments) realisierbar sind.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen:

[0021] [Abb. 1](#) zeigt die Funktionsweise der MEMS (Mikro-Elektro-Mechanische Systeme) nach dem Stand der Technik.

[0022] [Abb. 2](#) zeigt das Prinzip stereoisometrischer Topologie der MEMS nach dem Stand der Technik.

[0023] [Abb. 3](#) zeigt das in dieser Erfindung verwendete Polarisationskombinationssystem unter besonderer Berücksichtigung der MEMS-Topologie.

[0024] [Abb. 4](#) zeigt in einer ersten Verkörperung der Erfindung eine flügelartige Anordnung mit symmetrischer Lichtführung und stereoisometrischen MEMS (Stereoflügel).

[0025] [Abb. 5](#) zeigt in einer zweiten Verkörperung der Erfindung eine Anordnung mit symmetrischer Lichtführung, angewinkelten Kanälen und stereoisometrischen MEMS (Stereoflügel mit angewinkelten TIR).

[0026] [Abb. 6](#) zeigt in einer dritten Verkörperung der Erfindung eine Anordnung mit symmetrischer Lichtführung, angewinkelten Kanälen, stereoisometrischen MEMS und senkrecht übereinander positionierten Polarisationsstrenn- und Polarisationskombinations-Systemen (Stereoflügel mit gestapelten PBS).

[0027] [Abb. 7](#) zeigt in einer alternativen Erfindung eine Anordnung mit symmetrischer Lichtführung, stereoisometrischen MEMS ohne TIR-Prismen unter Verwendung eines Drahtgitter-Polarisators (engl.: wire-grid-polarizer WGP) (Stereoflügel mit WGP).

[0028] [Abb. 8](#) zeigt in einer vierten Verkörperung der Erfindung eine Anordnung mit symmetrischer Lichtführung, stereoisometrischen MEMS und pro Kanal einem TPA für simultane Farberzeugung mit jeweils drei MEMS (Stereoflügel mit simultaner Farberzeugung).

[0029] [Abb. 9](#) zeigt in einer fünften Verkörperung der Erfindung eine Anordnung mit symmetrischer Lichtführung und einer einzigen MEMS-Topologie (L-Form), bei der nur ein quadratischer Überlappungsbereich existiert (Stereoflügel mit Teilbildüberlappung).

[0030] [Abb. 10](#) zeigt in einer sechsten Verkörperung der Erfindung eine Anordnung mit symmetrischer Lichtführung unter Verwendung nur einer MEMS-Topologie mit interner Achsensymmetrie

(Stereoflügel mit achsensymmetrischen MEMS).

[0031] [Abb. 11](#) zeigt in einer siebten Verkörperung der Erfindung eine Anordnung mit asymmetrischer Lichtführung und nur einer MEMS-Topologie (L-Form), bei der funktionelle Stereoisomerie der beiden identischen MEMS dadurch erreicht wird, dass eines der Teilbilder vor der Superposition eine zusätzliche Spiegelung durchläuft (Stereoflügel mit Zusatzspiegelung).

[0032] [Abb. 12](#) zeigt in einer alternativen Erfindung eine Anordnung des Stereoflügels mit WGP aus [Abb. 7](#) mit asymmetrischer Lichtführung und nur einer MEMS-Topologie (L-Form), bei der funktionelle Stereoisomerie der beiden identischen MEMS dadurch erreicht wird, dass eines der Teilbilder vor der Superposition eine zusätzliche Spiegelung durchläuft (Stereoflügel mit WGP und Zusatzspiegelung).

[0033] [Abb. 13](#) zeigt in einer achten Verkörperung der Erfindung eine Anordnung mit asymmetrischer Lichtführung und nur einer MEMS-Topologie (L-Form), bei der die beiden TIR-Prismen senkrecht zueinander stehen (Stereoflügel mit zueinander senkrecht stehenden TIR).

[0034] [Abb. 14](#) zeigt in einer neunten Verkörperung der Erfindung eine Anordnung mit asymmetrischer Lichtführung und einer MEMS-Topologie (L-Form), bei der die beiden TIR-Prismen senkrecht zueinander stehen und in jedem Kanal zur simultanen Farberzeugung ein Standard-TPA mit jeweils drei L-MEMS verwendet wird (Stereoflügel mit zueinander senkrecht stehenden TIR und simultaner Farberzeugung).

Legende der Abbildungen:

[0035] Alle folgenden Abbildungen sind aus Gründen der Übersichtlichkeit einheitlich beschriftet, d. h. gleiche Nummern verschiedener Abbildungen weisen auf identische Bauteile hin. Für die Darstellung der Strahlengänge in den Abbildungen gilt ebenfalls allgemein, dass kreisförmige Markierungen die Stellen kennzeichnen, an denen Lichtstrahlen in der Normalen zur Zeichnungsebene abgelenkt werden (Reflektionsrichtung), oder die Stellen von Strahlentrennung bzw. Strahlenkombination kennzeichnen, bei denen einer der beiden Strahlen in der Normalen zur Zeichnungsebene verläuft.

Bezugszeichenliste

1	MEMS 1
2	MEMS 2
3	TIR 1
4	TIR 2
5	PBS 1
6	PBS 2

- 7 WGP
- 8 Ablenkspiegel oder TIR (lenkt Strahl um 90 Grad ab)
- 9 Polarisationskorrektur S-Polarisator (engl.: „Cleanup polarizers“)
- 10 Polarisationskorrektur P-Polarisator
- 11 Eingangsstrahl
- 12 Ausgangsstrahl
- 13 Kanal 1
- 14 Kanal 2
- 15 Strahlenentsorgung für Aus-Licht im Kanal 1 (engl.: „dump“)
- 16 Strahlenentsorgung für Aus-Licht im Kanal 2
- 17 Einzelspiegel des MEMS
- 18 Normale
- 19 An-Strahl
- 20 Aus-Strahl
- 21 Spiegeldrehachse
- 22 superponiertes Bild
- 23 TPA für Kanal 1 (Dreifarb-Prismen-System für Farbtrennung/Farbkombination, engl.: „Trichroic Prism Assembly“)
- 24 TPA für Kanal 2
- 25 PCS, Polarisationskonversionssystem (z. B. „achromatic quarter wave plate“)
- 26 POP, Ebene der Polarisation des PBS (engl.: „plane of polarization“)

Detaillierte Beschreibung der Zeichnungen:

[0036] [Abb. 4](#) zeigt die erste Verkörperung der Erfindung (Stereoflügel). Sie zeichnet sich dadurch aus, dass die von einer Lichtquelle ausgehenden Lichtstrahlen (11) in einem ersten Strahlenteiler (5), z. B. einem PBS oder einem WGP (wire grid polarizer, Moxtek) oder einem ähnlichen Element, in 2 räumlich getrennte Strahlenbündel zerlegt werden, die in unterschiedlichen Richtungen orthogonal zueinander linear polarisiert sind (2 simultane Polarisationskanäle). Die polarisierten Strahlenbündel der beiden Kanäle stehen in [Abb. 4](#) senkrecht zueinander, können aber in einem beliebig definierten Winkel zueinander stehen. Die beiden Strahlenbündel werden dann in 2 gleichartigen Modulen, die spiegelsymmetrisch angeordnet sind, auf 2 räumliche Lichtmodulatoren (1) und (2) (RLM entsprechend der englischen Bezeichnung spatial light modulator) z. B. Digital Mirror Devices (DMDs), durch je ein TIR-Prisma (Total Internal Reflection) (3) und (4) oder je einen Spiegel gelenkt. Die besagten RLM modulieren den einfallenden Strahl (11) durch eine im On- und Off-Zustand verschiedene Ablenkung des ausfallenden Strahls, wobei keine Änderung der Polarisation (im Gegensatz zu Liquid Crystal Displays) benötigt wird. Die vom RLM in der Normalen der RLM-Oberfläche ausgehenden, modulierten Strahlen werden in einem zweiten Strahlenteilerelement (6), das dem ersten funktionell äquivalent ist, wieder kombiniert. Die Lichtführung in den beiden Kanälen ist so ausgerichtet, dass die Ebene POI, die durch Einfall- und

Ausfallsstrahl des MEMS gebildet wird, parallel zu der Ebene POP liegt, die durch die Einfall- und Ausfallsstrahlen des PBS (6) gebildet wird. Die in den Teilstrahlen enthaltenen Polarisations-„Verunreinigungen“, z. B. ein 5% Anteil von P-polarisiertem Licht im S-polarisierten Strahl (welche bei der Verwendung von MacNeille PBS entsteht), können durch den Bündelungsvorgang im zweiten Strahlteilerelement aus dem Kombinationsstrahl ausgespiegelt werden. Räumliche bzw. funktionelle Trennung von Polarisationsstrenn- und Polarisationskombinationssystem führt so zu einer erheblichen Verbesserung des Kanaltrennung der beiden Stereokanäle und reduziert die Geisterbildintensität (z. B. P-Information im S-Teilstrahl) um den Faktor 20; die Kanaltrennung verbessert sich auf 400:1. Die Kanaltrennung kann natürlich im Sinn der Erfindung durch die Anbringung von zusätzlichen Cleanup-Polarisatoren vor dem Kombinationssystem weiter verbessert werden. **Abb. 4a** zeigt eine flügelartige symmetrische Anordnung der beiden Kanäle, die wir als Stereoflügel (engl.: stereowing) bezeichnen. Diese Anordnung kann, wie in **Abb. 4a** gezeigt, mit Strahlenentsorgung (15) und (16) (engl.: „dump“) für die Aus-Strahlablenkung eingesetzt werden oder ohne eine solche Entsorgung. In der ersten Verkörperung der Erfindung, wie sie in [Abb. 4](#) gezeigt wird, wird die Verwendung von stereoisometrischen MEMS (beide stereoisomere Topologien) bevorzugt. Allerdings können die gezeigten Anordnungen auch für die Verwendung mit nur einer Topologie eingesetzt werden, wie in [Abb. 9](#) und [Abb. 10](#) gezeigt wird. **Abb. 4b** ist zusätzlich nach der Superposition mit einem Polarisationskonversionssystem (25) zur Konversion der beiden linear polarisierten Strahlen in links- bzw. rechtsdrehendes zirkular polarisiertes Licht ausgestattet (z. B. der „achromatic quarter waveplate“ von Edmund Industrial Optics, NJ, USA). In Kombination mit entsprechenden passiven Stereobrillen für zirkuläres Licht beeinflusst dann im Gegensatz zu linear polarisiertem Licht die Kopfdrehung des Betrachters die Kanaltrennung nicht mehr.

[0037] [Abb. 5](#) zeigt die zweite Verkörperung der Erfindung, bei der die Flügelanordnung aus [Abb. 4](#) angewinkelt wurde (Stereoflügel mit angewinkelten TIR), indem die beiden TIR des Stereoflügels aus [Abb. 4](#) um 90 Grad gedreht sind. Die Lichtführung in den beiden Kanälen ist so ausgerichtet, dass die Ebene POI, die durch Einfall- und Ausfallsstrahl des MEMS gebildet wird senkrecht zu der Ebene POP liegt, die durch die Einfall- und Ausfallsstrahlen des PBS (6) gebildet wird. Die Beschickung mit polarisiertem Licht erfolgt über Ablenkspiegel (8), die die beiden Ausgänge des Polarisationsstrennsystems (5) mit den angewinkelten TIR verbindet. Dies kann z. B. sinnvoll sein, um eine möglichst kurze Weglänge zwischen Bildgebern und Projektionsobjektiv (Schnittweite; engl.: „back focal length“) zur Vereinfachung des Projektionsobjektivs zu erreichen.

[0038] Die Verkörperung der Erfindung ist in [Abb. 5](#) in einer Aufsicht (5b), drei Ansichten (5a, 5c, 5d), sowie einer räumlichen Darstellung (5e) gezeigt. Die in den jeweiligen Ansichten und Draufsichten in der oberen, sichtbaren Ebene liegenden Strahlenbündel sind mit durchgezogenen Strichen markiert, während die in einer weiter entfernt liegenden Ebene gestrichelt markiert werden. Senkrecht zur Papierebene verlaufende Strahlen, z. B. nach Strahlablenkung an einem Spiegel oder TIR oder nach Strahlspaltung/Kombination an einem PBS werden mit einem kleinen Kreis markiert.

[0039] [Abb. 5e](#) zeigt eine isometrische Darstellung mit dem oben im Bild gelegenen Eingangs-PBS (5) und dem unten gelegenen Ausgangs-PBS (6), den beiden daran senkrecht stehenden TIR (3) und (4), die mit dem Eingangs-PBS (5) über je einen 90-Grad-Ablenk-Spiegel (8) verbunden sind. [Abb. 5b](#) zeigt eine Aufsicht (xy-Ebene), die den Lichteingang (schwarzer Punkt) deutlich darstellt. Der Lichtstrahl wird vom Eingangs-PBS (5) in die beiden verschiedenen polarisierten Strahlen geteilt, die beiden Teilbündel werden über Ablenkspiegel (8) nach unten geleitet. In der unten liegenden Ebene ist der Ausgangs-PBS (6) zu sehen, aus dem der Ausgangsstrahl (Pfeilspitze) unter einem Winkel von 90 Grad zum Eingangsstrahl austritt. [Abb. 5c](#) zeigt in einer Seitenansicht die Lichtführung für Kanal 1 nach der polarisierenden Lichtspaltung durch den Eingangs-PBS über die 90 Grad Ablenkeinheit (8) in Richtung MEMS 1 (1).

[0040] [Abb. 5d](#) zeigt in einer anderen Seitenansicht den weiteren Strahlenverlauf des ersten Kanals durch den TIR 1 (3) zum MEMS 1 (1) und nach der Modulation zum Ausgangs-PBS (6). [Abb. 5a](#) zeigt eine entsprechende Seitenansicht für den zweiten Kanal.

[0041] [Abb. 6](#) zeigt die dritte Verkörperung der Erfindung. Die Abbildung ist analog zu [Abb. 5](#) zu lesen. Im Unterschied zur zweiten Verkörperung sind hier die beiden Systeme für Polarisationsstrennung (5) und Polarisationsrekombination (6) direkt übereinander positioniert (Stereoflügel mit gestapelten PBS). Alternativ könnten diese auch durch einen einzigen hohen PBS realisiert sein. Ein- und Ausgangsstrahl liegen übereinander. [Abb. 6e](#) und [Abb. 6f](#) zeigen isometrische Zeichnungen aus verschiedenen Richtungen. [Abb. 6b](#) zeigt Aufbau und Strahlenverlauf in der Aufsicht, [Abb. 6a, c, d](#) in Seitenansichten.

[0042] [Abb. 7](#) zeigt eine alternative Erfindung, in der beide stereoisometrische Formen von MEMS (L- und R-Topologie) eingesetzt werden. In dieser Verkörperung werden Drahtgitter-Polarisatoren (Wire Grid Polarizers WGP, Moxtek) oder äquivalente Strahlteiler-elemente verwendet (Stereoflügel mit WGP). Da diese Polarisations-elemente auch bei Ein-

strahlwinkeln von ungleich 45 Grad mit hoher Effizienz arbeiten, kann auf die Strahlablenkung durch TIR oder Spiegel verzichtet werden. Ebenfalls können Eingangs- und Ausgangsstrahlenteiler dabei zu einem Polarisations-element (7) verschmolzen sein, was zu einer erheblichen Vereinfachung des Aufbaus führt, und eine sehr kurze Schnittweite des Projektionsobjektivs (engl.: „back focal length“, BFL) ermöglicht. [Abb. 7a](#) zeigt eine Aufsicht auf die Anordnung, die die Auftrennung/Kombination von s-polarisiertem Teilstrahl (gestrichelte Linien) und p-Teilstrahl (durchgehende Linien) zeigt. In der Aufsicht kann der Eingangsstrahl nicht vom Ausgangsstrahl unterschieden werden, da sie sich nur in der z-Achse unterscheiden. Der Eingangstrahl (11) und der Ausgangstrahl (12) sind in der in [Abb. 7b](#) gezeigten Seitenansicht zu sehen; die Spiegeldrehachsen liegen bei den beiden mit 45-Grad gedrehten MEMS horizontal (d. h. parallel zur xy-Ebene). Ebenfalls parallel zur xy-Ebene liegen der Ausgangstrahl (12) sowie die Strahlenentsorgung (15) für Aus-Strahlen. [Abb. 7c](#) zeigt eine isometrische Darstellung. Der Eingangstrahl (11) wird vom WGP (7) in die beiden s- und p-polarisierten Teilstrahlen getrennt und den beiden MEMS (1) und (2) direkt zugeführt. Die modulierten An-Strahlen werden jeweils in Richtung der MEMS-Normalen reflektiert, und nach Passieren der Polarisationskorrektur-Polarisatoren (9) und (10) vom WGP (7) wieder rekombiniert. [Abb. 7d](#) zeigt eine andere Möglichkeit der Einstrahlung über ein TIR (3), wodurch die Schnittweite nochmals etwas verkürzt werden kann.

[0043] [Abb. 8](#) zeigt die vierte Verkörperung der Erfindung (Stereoflügel mit simultaner Farberzeugung), in der ebenfalls beide stereoisometrische Formen von MEMS verwendet werden. Hier wird an die beiden TIR (3) und (4) des Stereoflügel aus [Abb. 5](#) in den beiden Kanälen (13) und (14) jeweils ein Farb-trenn-/Farbrekombinations-System (23, 24) (Standard TPA: Trichroic Prism Assembly) mit jeweils drei MEMS angeschlossen, wodurch eine simultane Farberzeugung in beiden Kanälen ermöglicht wird. Die 45-Grad Stellung der TPA bezüglich der TIR ist Stand der Technik in 3-Chip-DLP-(Mono)Projektoren (vergleiche Texas Instruments Technical Journal, 1998: Larry J. Hornbeck: From cathode rays to digital micromirrors: A history of electronic projection display technology). Zusätzliche Polarisationskorrektur erfolgt vor der Rekombination durch S- und P-Polarisationskorrektur-Polarisatoren (9) und (10).

[0044] In allen bisherigen vier Verkörperungen der Erfindung wurden beide Typen stereoisometrischer MEMS (also L-Form für einen Kanal und R-Form für den anderen) eingesetzt, um mit einer effektiven symmetrischen Lichtführung arbeiten zu können. Viele weitere Verkörperungen mit symmetrischer Lichtführung und dem Einsatz beider stereoisomerer MEMS sind im Sinne der Erfindung durch den Fachmann ableitbar.

[0045] Die [Abb. 9](#) bis [Abb. 14](#) zeigen dagegen Verkörperungen der Erfindung mit nur einer einzigen Form eines MEMS.

[0046] [Abb. 9](#) zeigt die fünfte Verkörperung der Erfindung (Stereoflügel mit Teilbildüberlappung). Hier wird trotz symmetrischer Lichtführung am angewinkelten Stereoflügel (vgl. [Abb. 5](#)) nur eine Chip-Topologie (z. B. L-MEMS-Form) eingesetzt. Dies führt bei der Superposition nur zu einer teilweisen Überlagerung der beiden Teilbilder. Nur ein quadratischer Überlappungsbereich wird von beiden Kanälen angesteuert.

[0047] [Abb. 10](#) zeigt die sechste Verkörperung der Erfindung (Stereoflügel mit ochsensymmetrischen MEMS). Hier wird bei symmetrischer Lichtführung ebenfalls nur eine Chip-Topologie eingesetzt, die allerdings in sich ochsensymmetrisch ist. In dem Patent US 5600383 A von Texas Instruments werden solche Chip-Typen mit horizontalen bzw. vertikalen Spiegeldrehachsen beschrieben, die also keine stereoisometrische Topologie aufweisen. Die in [Abb. 10](#) beschriebenen MEMS weisen vertikale Spiegeldrehachsen auf; alternativ sind auch horizontale Drehachsen oder quadratische MEMS mit diagonalen Drehachsen denkbar.

[0048] Weitere Verkörperungen der Erfindung, die mit nur einer Chip-Topologie realisiert werden können, z. B. der von Texas Instruments gebauten L-Form des DMD, verwenden im Gegensatz zu den bisherigen Anordnungen asymmetrische Lichtführung in den beiden Kanälen.

[0049] [Abb. 11](#) zeigt die siebte Verkörperung der Erfindung (Stereoflügel mit Zusatzspiegelung). Es wird in dieser Verkörperung nur eine Form eines stereoisomeren MEMS verwendet. In der Abbildung wird die derzeit produzierte L-Form des DMD verwendet. Vollständige Bildüberlagerung wird dadurch erreicht, dass eines der beiden Teilbilder vor der Superposition durch Spiegelung virtuell in seine stereoisometrische Form gebracht wird. Die Darstellung ist analog zu [Abb. 5](#) und [Abb. 6](#) zu lesen. [Abb. 11d](#) und [Abb. 11f](#) zeigen isometrische Darstellungen der Verkörperung. [Abb. 11b](#) zeigt eine Aufsicht, in der die zusätzliche Spiegelung (8) im Kanal 2 vor dem Ausgang (6) sichtbar wird; die Schnittweite oder „back focal length“ des Kanal 1 verlängert sich ebenfalls entsprechend. [Abb. 11a](#), c, e zeigen Seitenansichten.

[0050] [Abb. 12](#) zeigt eine alternative Erfindung (Stereoflügel mit WGP und Zusatzspiegelung). Hier wird die eben in Verkörperung acht beschriebene Spiegelmethode auf den in [Abb. 7](#) gezeigten Stereoflügel mit WGP angewandt. So kann eine vollständige Superposition erreicht werden kann, obwohl nur die L-MEMS-Form verwendet wird. [Abb. 12a](#) zeigt

eine Aufsicht, [Abb. 12b](#) eine Seitenansicht. Der Eingangsstrahl (11) wird vom WGP (7) in die beiden Teilstrahlen getrennt. Die vom MEMS (2) modulierte Bildinformation des S-Kanals wird auf dem Rückweg durch eine zusätzliche Spiegelung (8) in die stereoisometrische Form gebracht. Alternativ zum Spiegel (8) kann die Spiegelung auch durch interne Totalreflexion mit einem TIR-Prisma erreicht werden.

[0051] Die Schnittweite („back focal length“) ist trotz der zusätzlichen Spiegelung gegenüber der in [Abb. 7](#) gezeigten Lösung mit stereoisomeren MEMS kaum erhöht.

[0052] [Abb. 13](#) zeigt die achte Verkörperung der Erfindung (Stereoflügel mit zueinander senkrecht stehenden TIR). Auch in dieser Verkörperung wird nur eine Form eines stereoisomeren MEMS verwendet (gezeigt ist die derzeit produzierte L-Form). Die Abbildung ist analog zu [Abb. 5](#), [Abb. 6](#) oder [Abb. 11](#) zu lesen. [Abb. 13d](#) zeigt das Prinzip der Lichtführung bei der Superposition der Teilbilder. Durch Ausrichtung der beiden Einstrahl-TIR senkrecht zueinander ist es mit einer asymmetrischen Lichtzuführung möglich, mit nur einer MEMS-Topologie eine vollständige Superposition der beiden Kanäle zu erreichen. Die in das superponierte Bild gedanklich projizierten Spiegeldrehachsen der MEMS der beiden Kanäle stehen dann senkrecht zueinander. Die Lichtführung in den beiden Kanälen ist so ausgerichtet, dass die Ebene POI_1 , die durch Einfalls- und Ausfallsstrahl des MEMS (1) gebildet wird, parallel zu der Ebene POP liegt, die durch die Einfalls- und Ausfallsstrahlen des PBS (6) gebildet wird; die POI_2 des MEMS (2) steht dagegen senkrecht zur POP. [Abb. 13f](#) zeigt eine isometrische Darstellung der gesamten Anordnung. Auch Eingangs(5)- und Ausgangs PBS (6) sind im Unterschied zu allen anderen Verkörperungen gegeneinander um 90 Grad gedreht: während die polarisierende Schicht am Eingangs-PBS (5) parallel zur y-Achse verläuft, liegt sie am Ausgangs-PBS (6) parallel zur z-Achse. Dies hat zur Folge, dass das vom Eingangs-PBS abgelenkte Licht (S-Licht bzgl. (5)) vom Ausgangs-PBS unabgelenkt durchgelassen wird (es wirkt als P-Licht bzgl. (6)) bzw. das von (5) transmittierte Licht von (6) abgelenkt wird (es wirkt als S-Licht bzgl. (6)). [Abb. 13b](#) zeigt eine Aufsicht und die [Abb. 13a](#), c, e die Seitenansichten entsprechend der [Abb. 5](#).

[0053] [Abb. 14](#) zeigt die neunte Verkörperung der Erfindung (Stereoflügel mit zueinander senkrecht stehenden TIR und simultaner Farberzeugung). Entsprechend der achten Verkörperung ([Abb. 13](#)) ist die Ausrichtung der beiden Einstrahl-TIR senkrecht zueinander. An Stelle eines MEMS pro Kanal wird hier ein TPA mit drei MEMS in jedem Kanal eingesetzt. Im Unterschied zum Stereoflügel mit simultaner Farberzeugung in [Abb. 8](#), der mit symmetrischer Lichtführung beide stereoisometrische MEMS-Topologien

benötigt, kommt diese Verkörperung mit nur einem Stereoisomer aus (gezeigt: L-MEMS-Form). Der Eingangsstrahl (11) wird vom ersten Strahlenteiler (5) in die beiden verschiedenen polarisierten Teilstrahlen getrennt und über zwei (P-Kanal, 14) bzw. drei Spiegel (8) (S-Kanal, 13) den beiden senkrecht zueinander stehenden TIR (3) und (4) zugeführt. Von dort werden die Lichtstrahlen in je ein TPA (23 und 24) zur Farbaufspaltung gelenkt. Die modulierten Strahlen werden im gleichen TPA wieder farbkombiniert und im Ausgangs-PBS (6) superponiert (22). Die gedanklich in das superponierte Bild projizierten Spiegeldrehachsen stehen senkrecht aufeinander. Optional können in den beiden Kanälen vor der Kombination der Teilstrahlen in (6) S- bzw. P-Polarisationskorrektur-Polarisatoren (9, 10) eingesetzt werden, um im System entstehende Streustrahlung. (engl.: „skew rays“) oder andere Polarisationsverunreinigungen zu eliminieren (z. B. „PolarCorrect“ von Colorlink Inc, CO., USA).

[0054] Ein vollständiges Projektionssystem im Sinn unserer Erfindung besteht dann aus mindestens einer Lichtquelle, einem sequentiellen Farberzeugungsmodul und einem Integrator zur Homogenisierung des Lampenlichts, einem unserer Zweikanal-Bilderzeugungssysteme mit 2 MEMS und einem Projektionsobjektiv. Die sequentielle Farberzeugung kann dabei z. B. über ein Farbrad (z. B. Sequential Color Recapture SCR oder Segmentrad (beide Optical Coating Laboratory Inc, OCLI, CA, USA) oder „High efficiency field-sequential color projector using two SLMs“ US 5921650 A) realisiert sein. Die sequentielle Trennung der Farben kann neben den mechanischen Systemen auch durch elektronische Farbschaltssysteme (z. B. ColorSwitch von Colorlink, CO, USA) oder ähnliche Systeme bewirkt werden.

[0055] Die Verkörperungen sind aber auch geeignet, höchstwertige Systeme mit simultaner Farberzeugung und mehreren MEMS pro Kanal zu realisieren, wie dies beispielhaft in [Abb. 8](#) und [Abb. 14](#) gezeigt wird.

[0056] Während die Erfindung im vorliegenden Text anhand detaillierter Verkörperungen dargestellt und beschrieben wurde, sollten diese Verkörperungen als Illustration und nicht als Limitierung der Erfindung verstanden werden; Veränderungen in Form und Detail können durch den Fachmann abgeleitet werden ohne dabei den Rahmen der Erfindung zu verlassen, die durch die folgenden Ansprüche definiert ist.

Patentansprüche

1. Zweikanal-Stereo-Bilderzeugungssystem, bei dem

1.1 unpolarisiertes Licht einer oder mehrerer Lichtquellen verwendet wird, welches oder welche zusammen mindestens 3 spektrale Komponenten ent-

hält/enthalten, die das Aufspannen eines Farbraums ermöglichen,

1.2 durch ein Polarisationsstrennsystem oder Polarisationskonversionssysteme zwei zur gleichen Zeit räumlich getrennte und verschieden linear polarisierte Teilstrahlen erzeugt werden,

1.3 die in den beiden Kanälen verwendeten RLM (räumliche Lichtmodulatoren) mikroeletromechanische Systeme sind (MEMS), wobei die Modulation des Lichts über die Richtung der Reflexion des einfallenden Lichtstrahls gesteuert wird,

1.4 die RLM der beiden Kanäle elektronisch mit verschiedenen Bildinformationen angesteuert werden können,

1.5 die modulierten An-Lichtstrahlen in der Normalen von den RLM Ebenen reflektiert werden,

1.6 die an den räumlich getrennten RLM modulierten Teilstrahlen mit einem Polarisationskombinationssystem wieder in einen gemeinsamen Strahlengang superponiert werden,

1.7 Polarisationsstrenn- und Polarisationskombinationssysteme räumlich getrennt sind und die Eingangsstrahlenrichtung in den RLM verschieden von der Ausgangsstrahlenrichtung aus dem RLM ist, so dass eventuell vorhandene Polarisationsverunreinigungen bei der Kombination in eine von der Bündelungsrichtung verschiedene Richtung ausgelenkt werden,

1.8 die polarisierten Teilstrahlen zwischen Polarisationsstrenn- und Polarisationsrekombinationssystem über Interne-Totalreflektions-Prismen (TIR-Prismen) geführt werden, und

1.9 die in das superponierte Bild projizierten Ausrichtungen der Spiegeldrehachsen der MEMS der beiden Kanäle parallel oder senkrecht zueinander sind.

2. Zweikanal-Stereo-Bilderzeugungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass

2.1 die Einstrahlung polarisierten Lichts auf die MEMS durch spiegelsymmetrische Lichtführung erreicht wird,

2.2 die verwendeten MEMS stereoisometrische Topologie aufweisen, wobei unter Einbeziehung der Lage der Spiegeldrehachsen zum Bildraster zwei spiegelsymmetrische, durch Rotation nicht ineinander überführbare Stereoisomere existieren,

2.3 beide stereoisomere MEMS-Formen eingesetzt werden, und

2.4 die in das superponierte Bild projizierten Ausrichtungen der Spiegeldrehachsen der MEMS der beiden Kanäle parallel zueinander sind.

3. Zweikanal-Stereo-Bilderzeugungssystem

nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass

3.1 die Einstrahlung polarisierten Lichts auf die MEMS durch spiegelsymmetrische Lichtführung erreicht wird,

3.2 nur eine einzige topologische Form von MEMS-Chips eingesetzt wird, besagte MEMS in sich spiegelsymmetrisch sind, wobei also mindestens

eine Symmetrieachse des Bildrasters parallel oder senkrecht zu den Drehachsen der Spiegel verläuft, und

3.3 die in das superponierte Bild projizierten Ausrichtungen der Spiegeldrehachsen der MEMS der beiden Kanäle parallel zueinander sind.

4. Zweikanal-Stereo-Bilderzeugungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass

4.1 die Einstrahlung polarisierten Lichts auf die MEMS durch spiegelsymmetrische Lichtführung erreicht wird,

4.2 die verwendeten MEMS stereoisometrische Topologie aufweisen, wobei unter Einbeziehung der Lage der Spiegeldrehachsen zum Bildraster zwei spiegelsymmetrische, durch Rotation nicht ineinander überführbare Stereoisomere existieren,

4.3 nur eine Form des Stereoisomerenpaares eingesetzt wird,

4.4 nur der von den MEMS der beiden Kanäle bei der Superposition entstehende Überlappungsbereich zweikanalig verwendet wird, und

4.5 die in das superponierte Bild projizierten Ausrichtungen der Spiegeldrehachsen der MEMS der beiden Kanäle parallel zueinander sind.

5. Zweikanal-Stereo-Bilderzeugungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass

5.1 die verwendeten MEMS stereoisometrische Topologie aufweisen, wobei unter Einbeziehung der Lage der Spiegeldrehachsen zum Bildraster zwei spiegelsymmetrische, durch Rotation nicht ineinander überführbare Stereoisomere existieren,

5.2 nur eine Form des Stereoisomerenpaares eingesetzt wird,

5.3 funktionelle Stereoisometrie dadurch erreicht wird, dass das Bild eines der beiden MEMS vor der Superposition der beiden Teilstrahlen durch eine zusätzliche Spiegelung in die virtuell stereoisomere Form überführt wird, und

5.4 die in das superponierte Bild projizierten Ausrichtungen der Spiegeldrehachsen der MEMS der beiden Kanäle parallel zueinander sind.

6. Zweikanal-Stereo-Bilderzeugungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass

6.1 die verwendeten MEMS stereoisometrische Topologie aufweisen, wobei unter Einbeziehung der Lage der Spiegeldrehachsen zum Bildraster zwei spiegelsymmetrische, durch Rotation nicht ineinander überführbare Stereoisomere existieren,

6.2 nur eine Form des Stereoisomerenpaares eingesetzt wird, und

6.3 die in das superponierte Bild projizierten Ausrichtungen der Spiegeldrehachsen der MEMS der beiden Kanäle senkrecht zueinander sind.

7. Zweikanal-Stereo-Bilderzeugungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das linear polarisierte

Licht durch ein Polarisationskonversionssystem in zirkulare Polarisation überführt wird, wobei ein Kanal linksdrehende und der andere rechtsdrehende Polarisationsrichtungen aufweist.

8. Zweikanal-Stereo-Bilderzeugungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich Polarisationskorrektur-Polarisatoren vor der Superposition der Kanäle eingesetzt werden.

9. Zweikanal-Stereo-Bilderzeugungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in den beiden Kanälen stereoskopische Bilder verwendet werden, welche beim Betrachter, der eine passive Polarisationsbrille trägt, zu einem räumlichen Bildeindruck führen.

10. Zweikanal-Stereo-Bilderzeugungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

10.1 ein Gehäuse verwendet wird,

10.2 sequentielle Farberzeugung verwendet wird,

10.3 pro Kanal exakt ein MEMS verwendet wird, und

10.3 es ein Projektionsobjektiv enthält.

11. Zweikanal-Stereo-Bilderzeugungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

11.1 ein Gehäuse verwendet wird,

11.2 simultane Farberzeugung verwendet wird,

11.3 pro Kanal mehr als ein MEMS verwendet wird, und

11.4 es ein Projektionsobjektiv enthält.

Es folgen 15 Blatt Zeichnungen

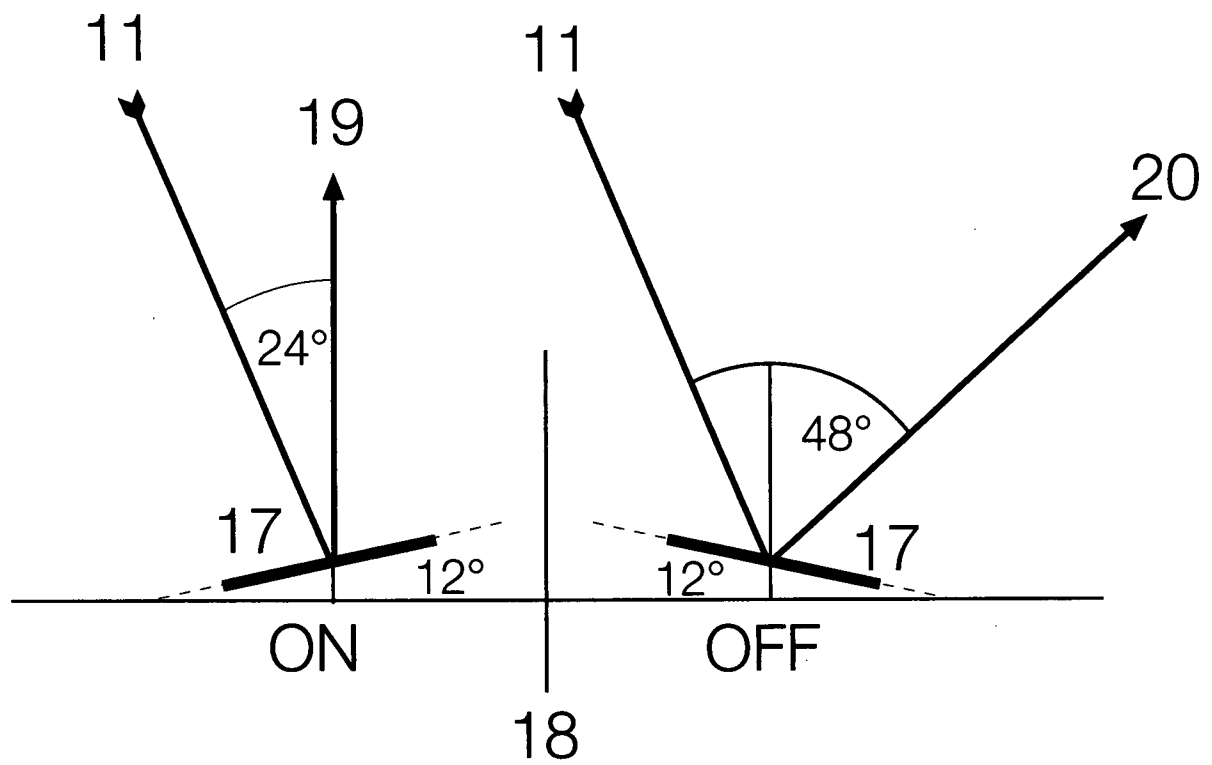
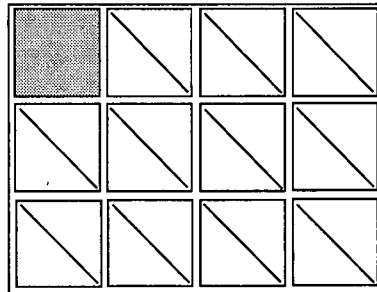
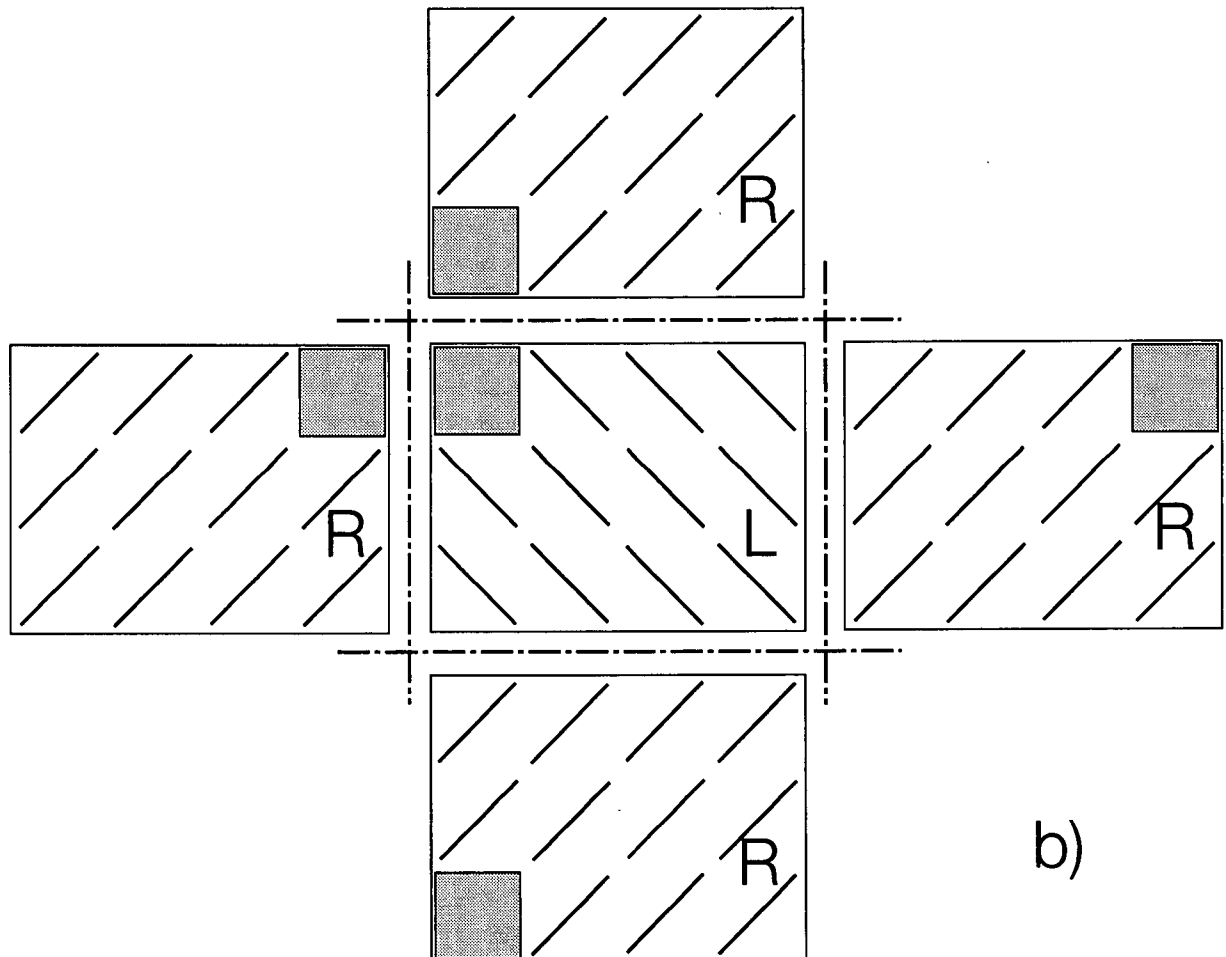


Abb.1



a)



b)

Abb.2

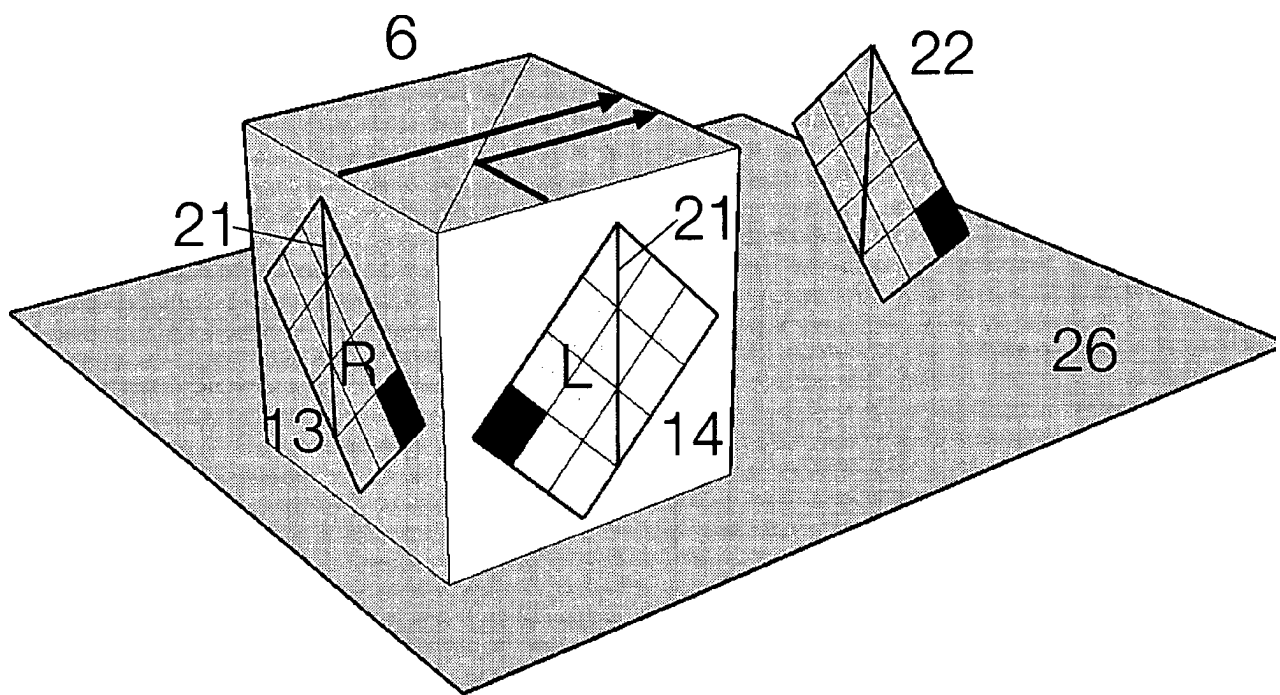


Abb.3

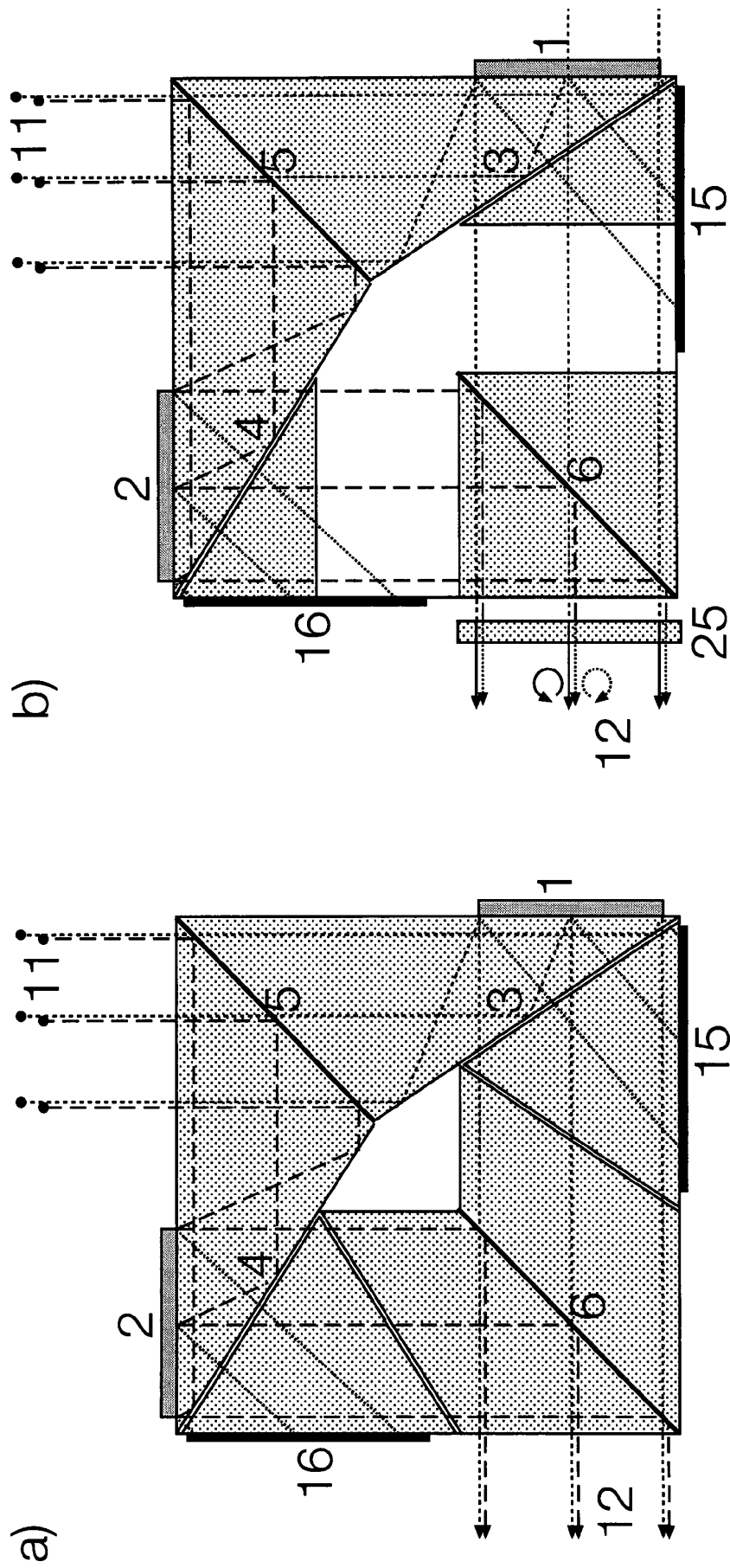


Abb. 4

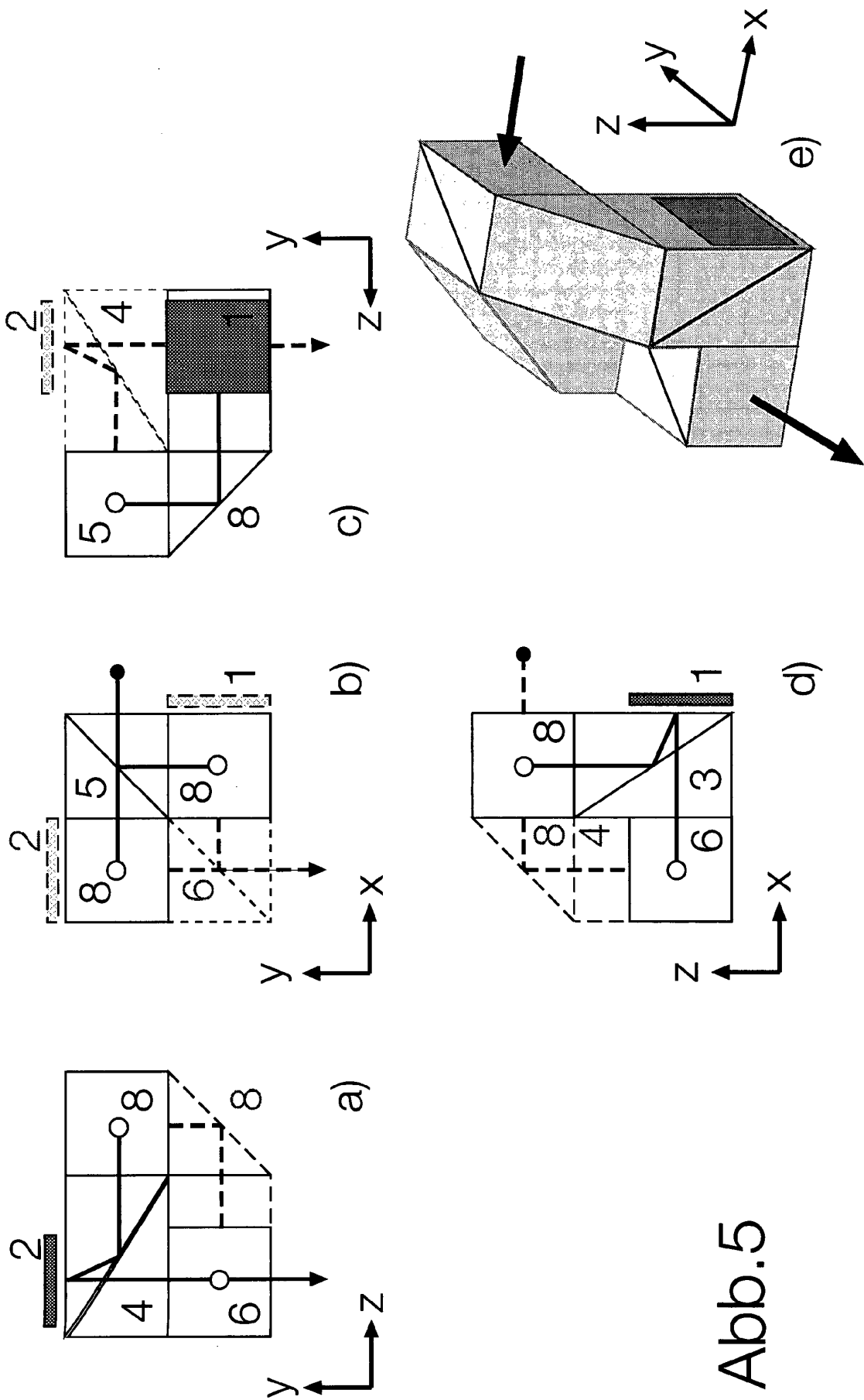


Abb.5

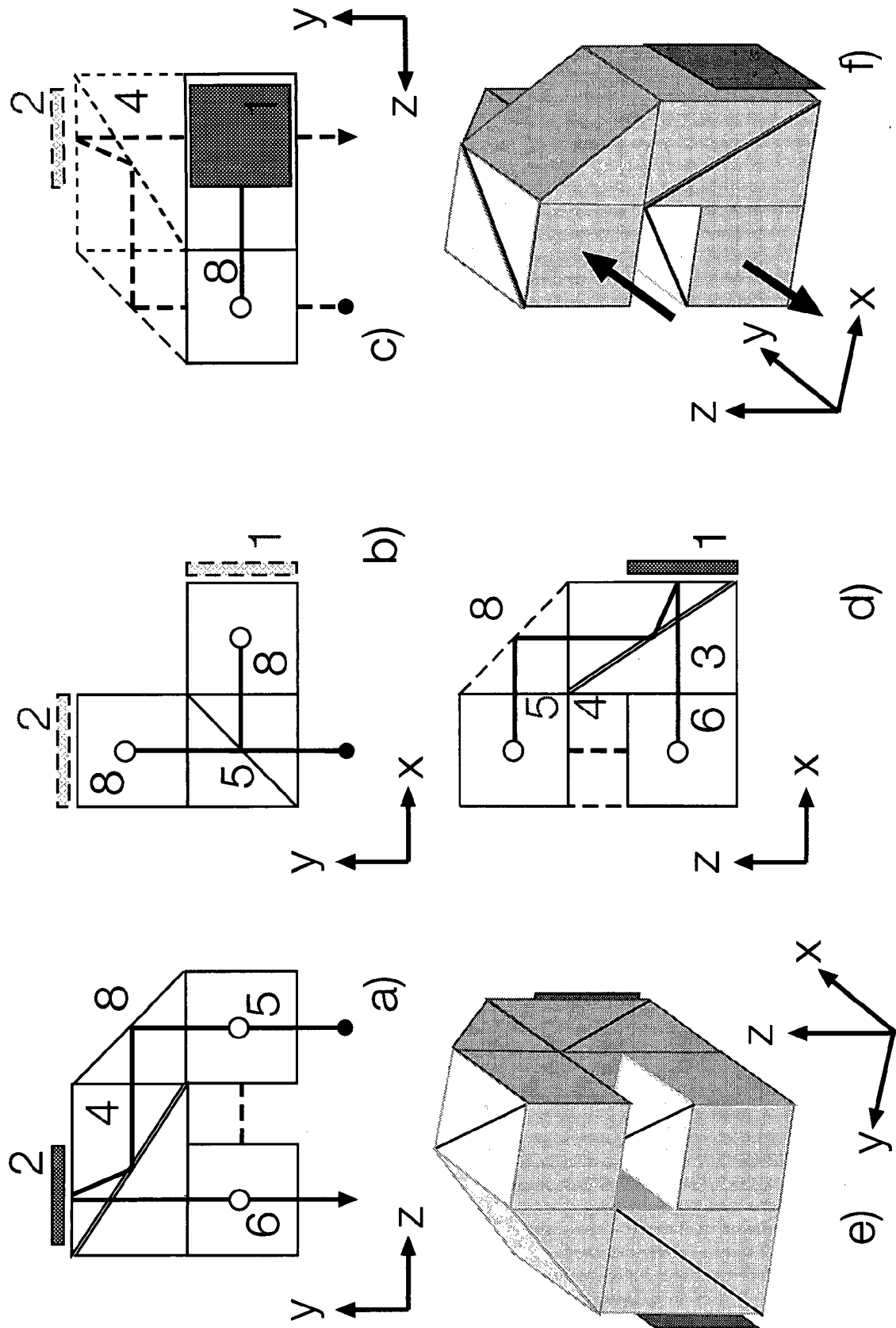


Abb.6

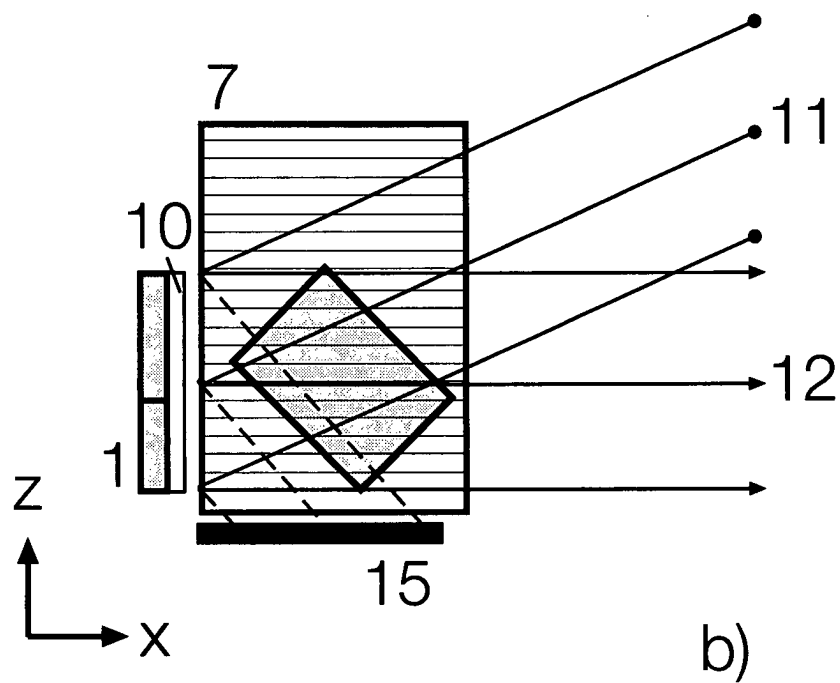
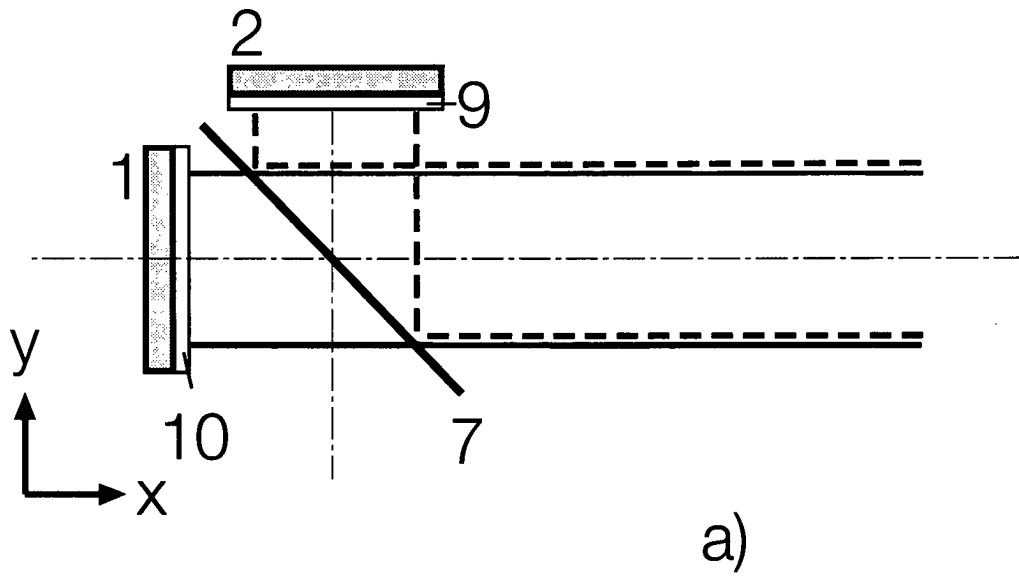


Abb.7

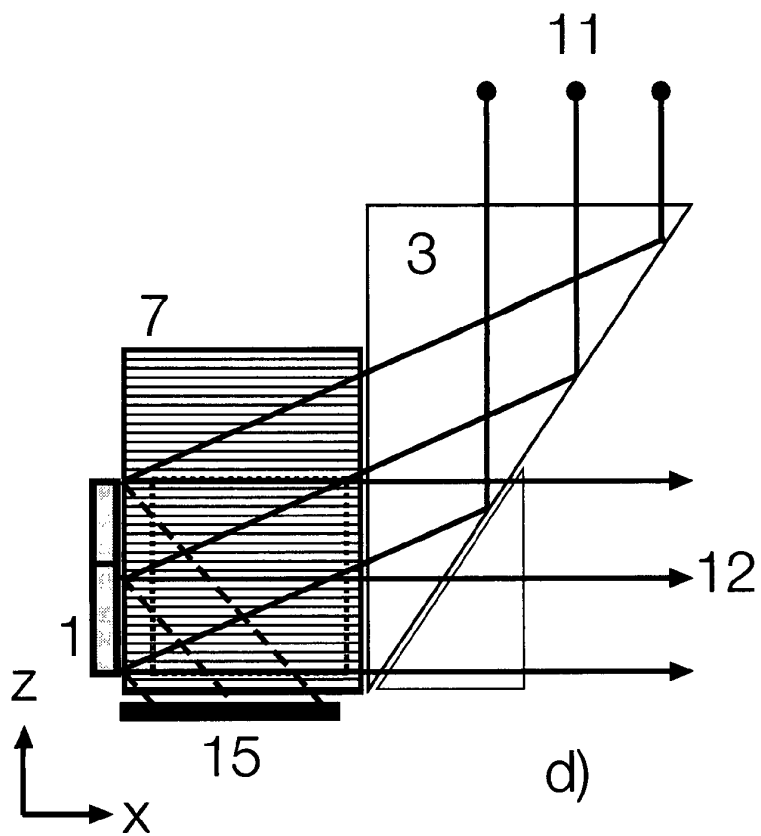
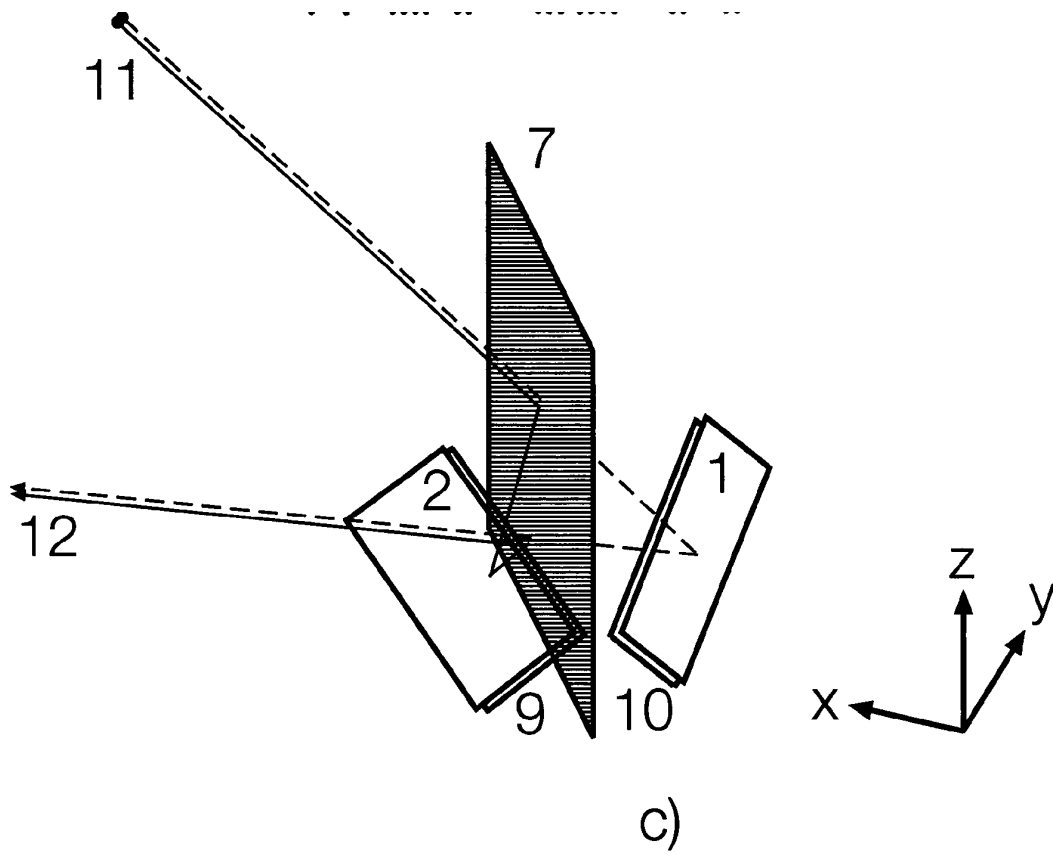


Abb.7

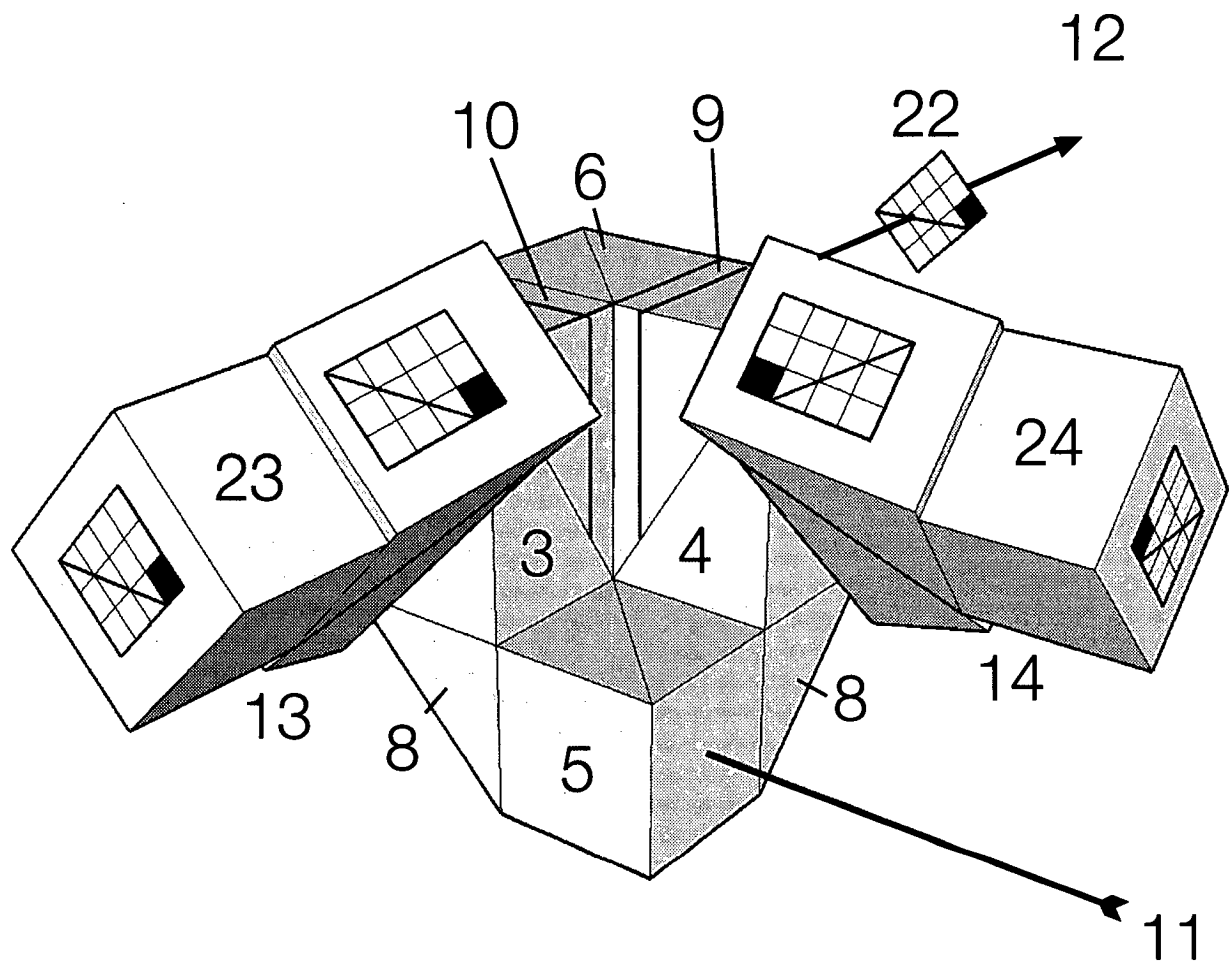


Abb. 8

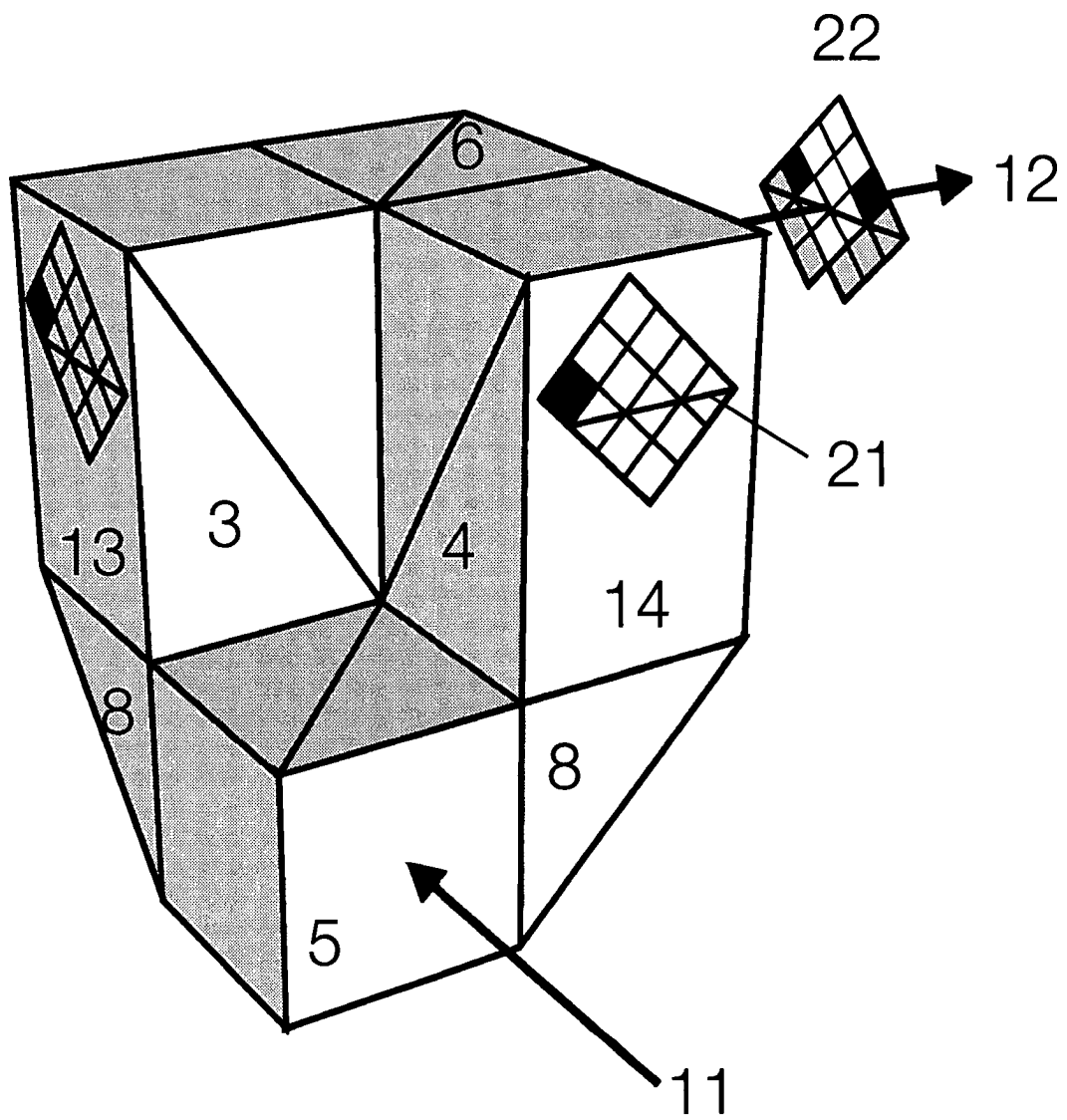


Abb.9

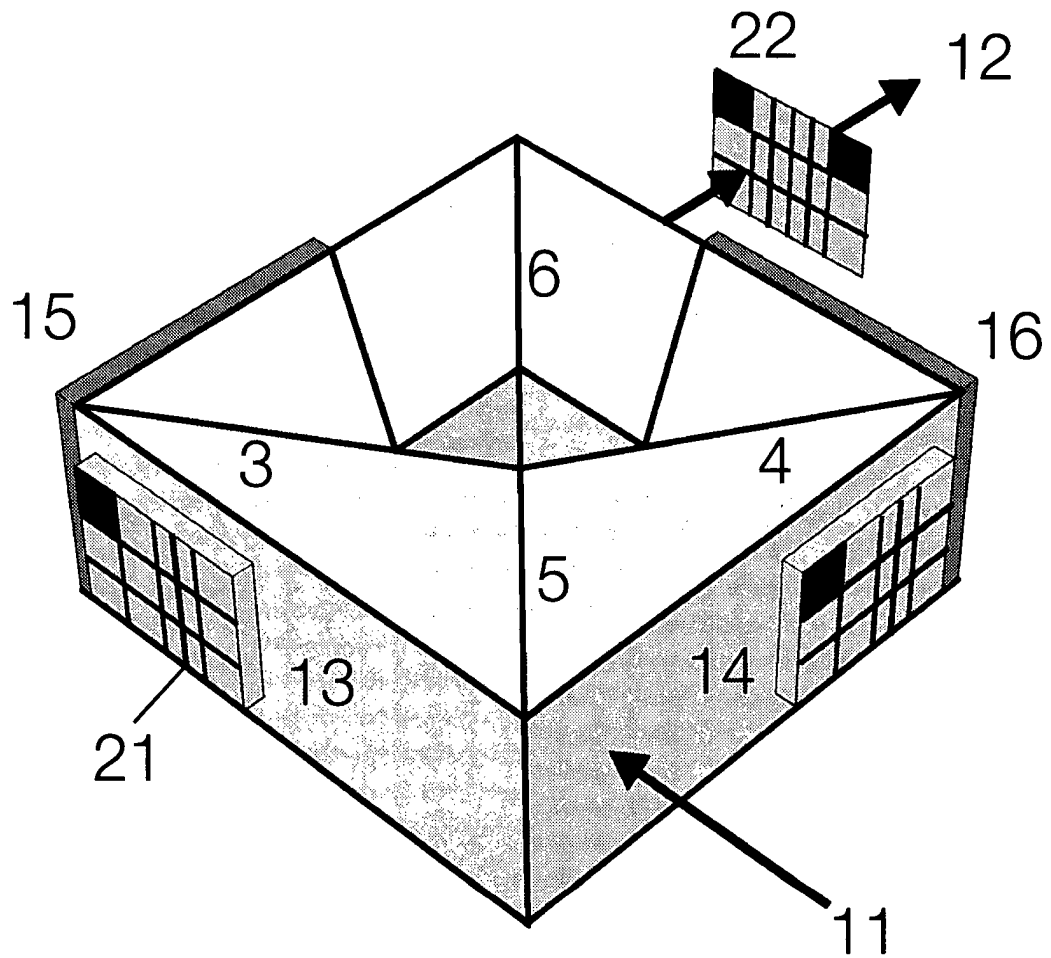
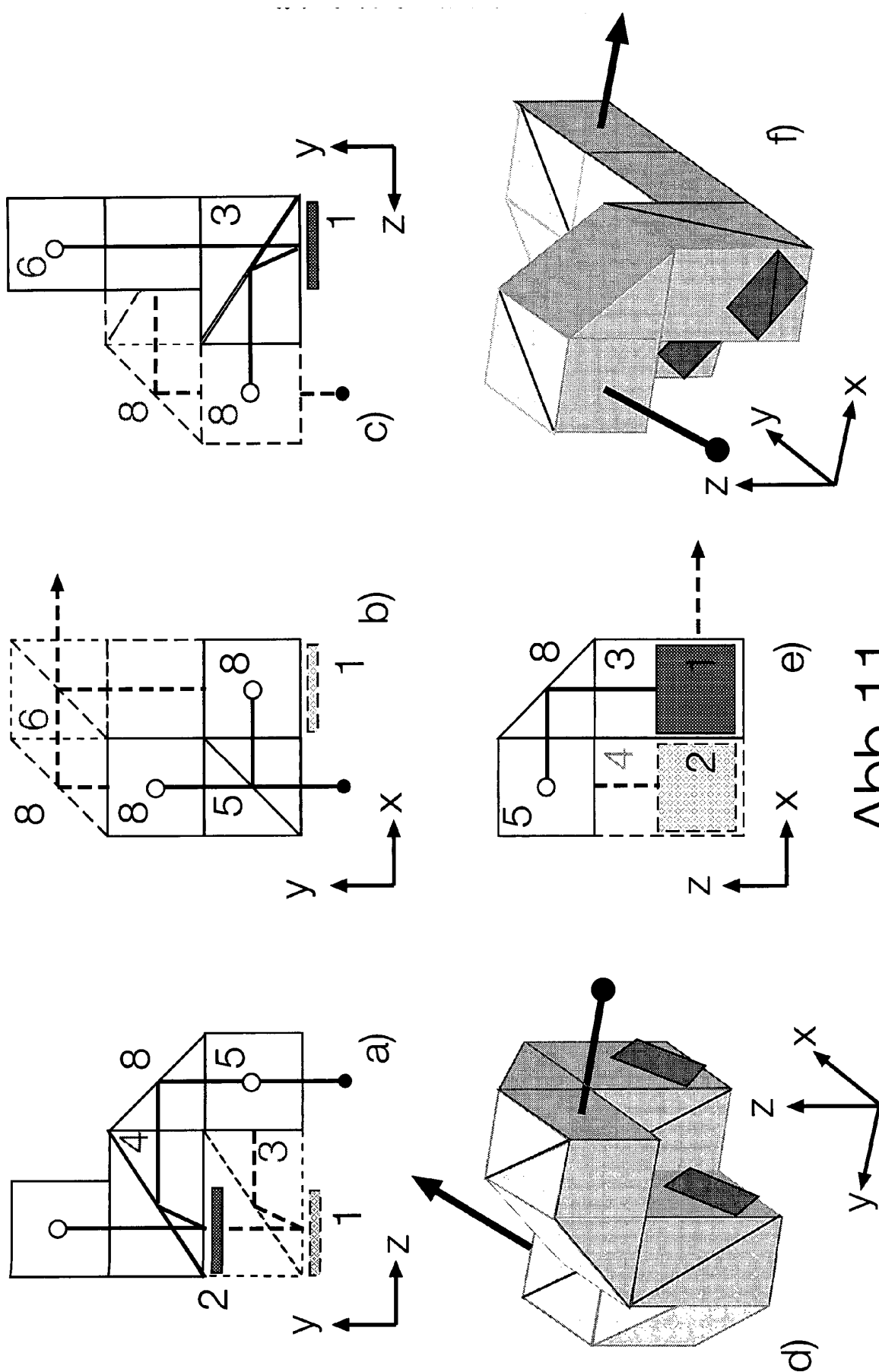


Abb.10



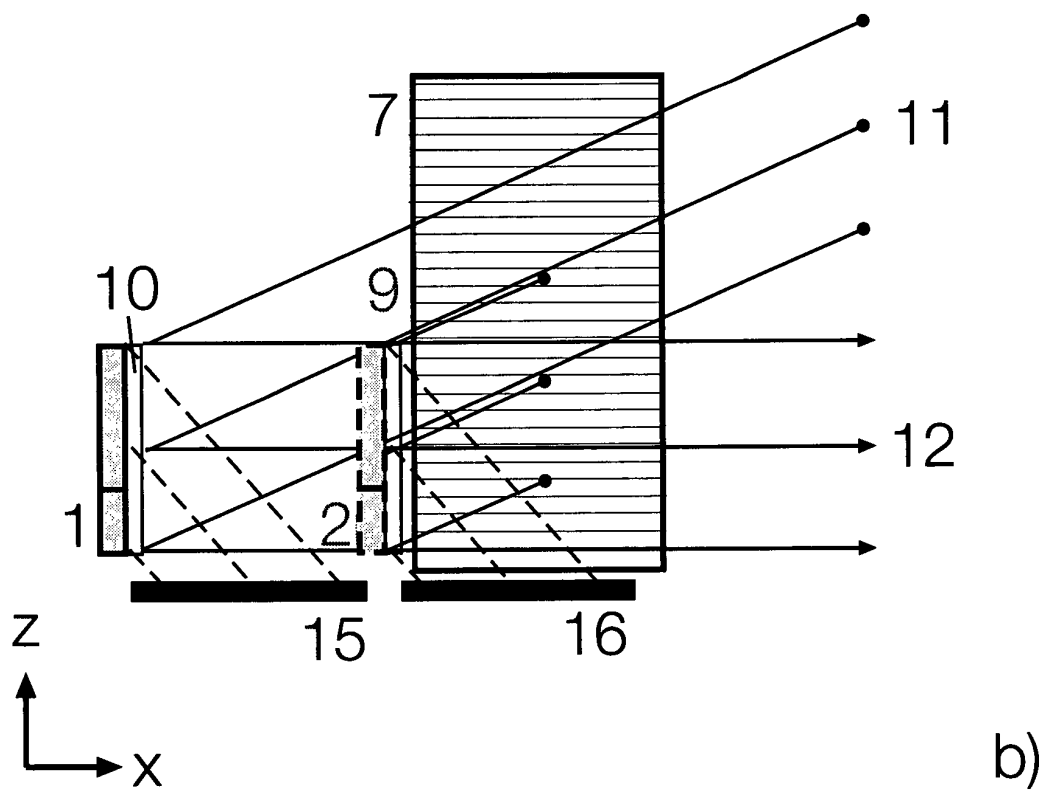
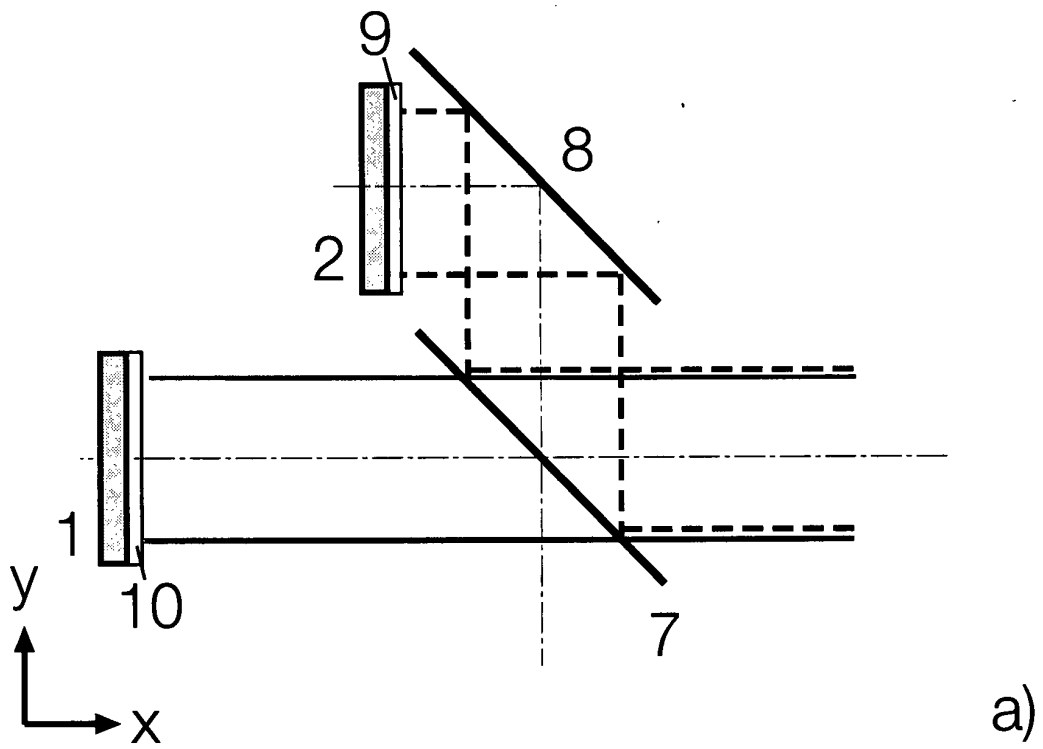


Abb.12

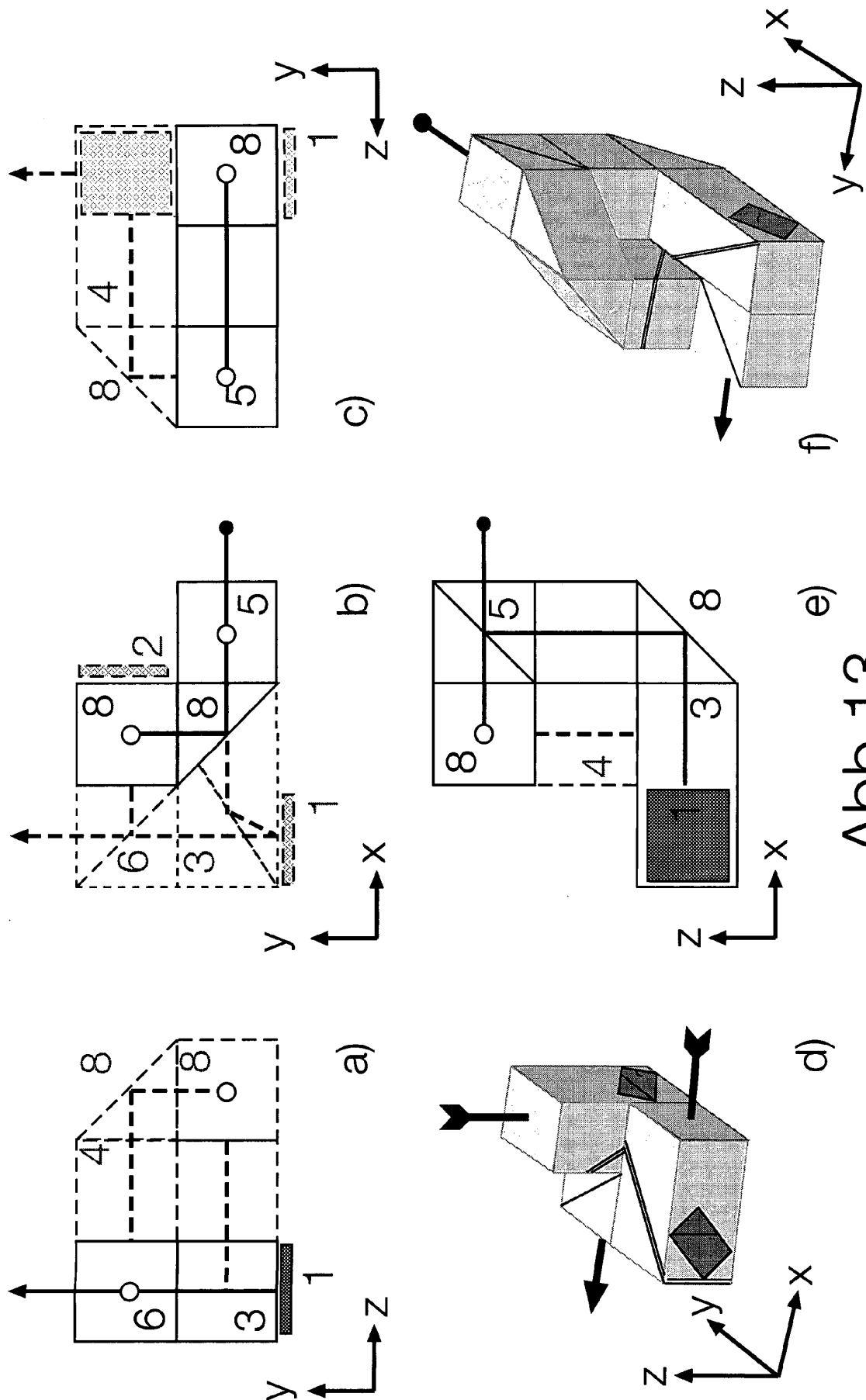


Abb. 13

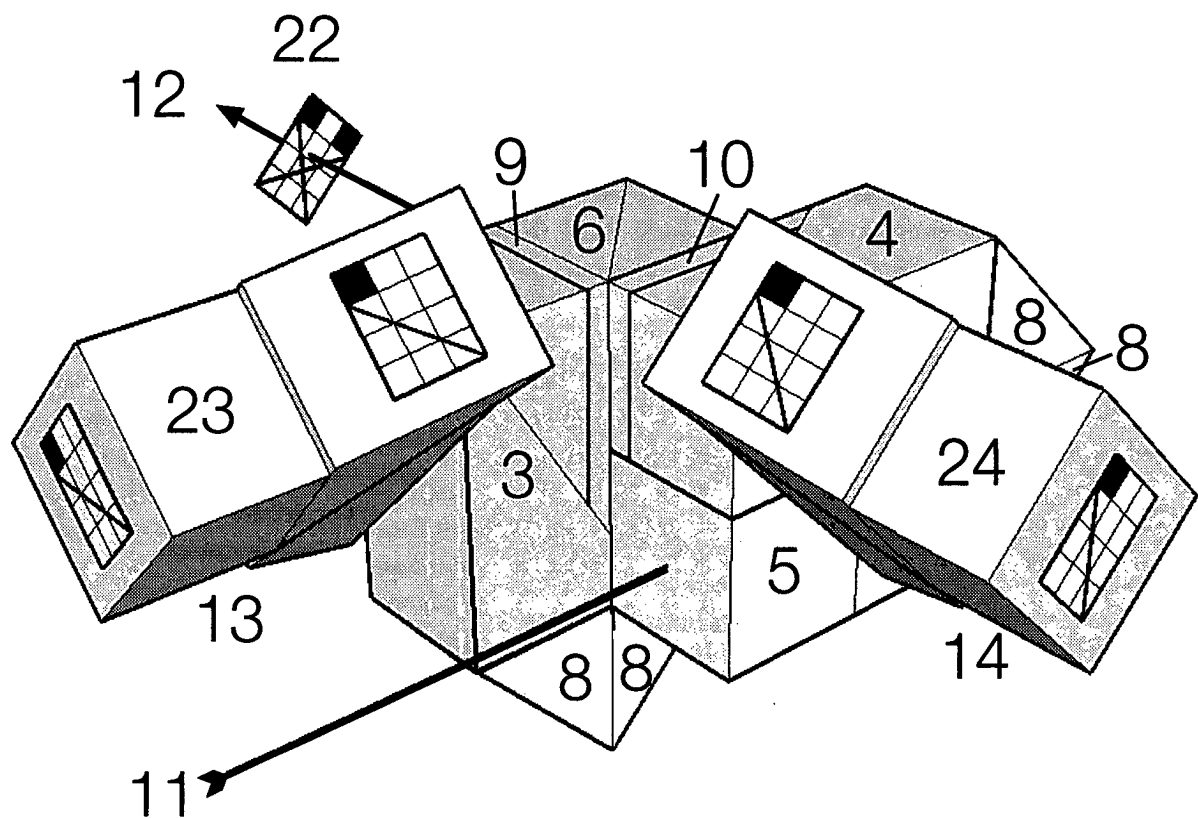


Abb.14