



(10) DE 10 2014 009 677 A1 2015.08.20

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2014 009 677.7

(51) Int Cl.: **G09F 9/30 (2006.01)**

(22) Anmeldetag: 30.06.2014

*G09F 9/33 (2006.01)*

(43) Offenlegungstag: 20.08.2015

*G09F 9/35 (2006.01)*

(66) Innere Priorität:

10 2014 002 272.2 19.02.2014

(56) Ermittelter Stand der Technik:

US	6 822 709	B1
US	7 023 511	B1
US	2007 / 0 070 272	A1
US	2008 / 0 024 470	A1
EP	0 992 833	A2
EP	2 166 403	A1
EP	2 426 396	A1
WO	01/ 11 420	A1
JP	2002- 236 283	A

(71) Anmelder:

Cotte, Pierre-Alain, 92224 Amberg, DE

(74) Vertreter:

DTS Patent- und Rechtsanwälte Schnekenbühl  
und Partner mbB, 80538 München, DE

(72) Erfinder:

Erfinder wird später genannt werden

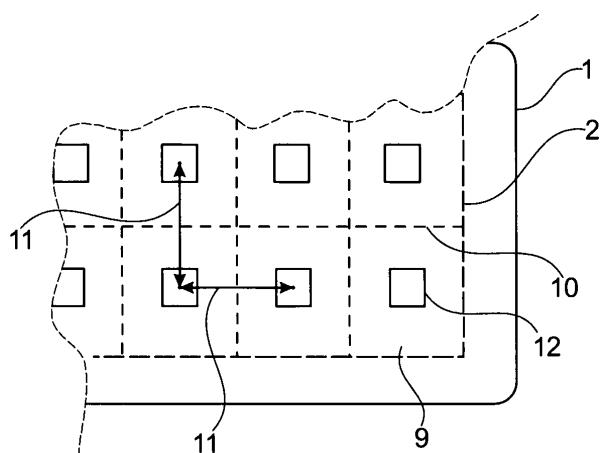
Englische Übersetzung der JP 2002-236283A

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Anzeigevorrichtung mit verbessertem Kontrast**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Anzeigevorrichtung (1) mit einer Anzeigefläche (2) bestehend aus nicht leuchtenden Flächen (9) und Leuchtfächern (12), wobei die Flächenschwerpunkte benachbarter Leuchtfächen (12) gegenseitige Abstände (11, 11.1) aufweisen, die kleiner sind, als das Auflösungsvermögen eines Betrachters (50) und wobei der Anteil der nicht leuchtenden Flächen (9) an der gesamten Anzeigefläche (2) mehr als 70% beträgt.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Anzeigevorrichtung mit einer Anzeigefläche mit mehreren Pixeln. Solche Anzeigevorrichtungen sind im Stand der Technik z. B. als LCD-Anzeigevorrichtungen oder OLED-Anzeigevorrichtungen bekannt. Nachteilig an solchen Anzeigevorrichtungen ist der begrenzte Kontrastumfang, den diese Anzeigevorrichtungen aufweisen.

**[0002]** Die US 2008/0024470 zeigt ein unsichtbares, lichtdurchlässiges Anzeigesystem, in einem lichtdurchlässigen Material. Im Wesentlichen unsichtbare, verjüngte, lichtdurchlässige Löcher sind in einem lichtdurchlässigen Muster durch zumindest einen Teil des lichtbeständigen Materials unter Verwendung eines Laserstrahls mit einer Brennweite kleiner als der kleinste Durchmesser der kegelförmigen Löcher durchsetzt. Die Hauptzielrichtung besteht in einer Anwendung als LED-Indikatoren, z. B. für Batterie oder Stand-By-Lichtsignale, die unsichtbar in ein Material integriert werden sollen, wobei die Löcher an sich sehr klein sein sollen, der Abstand zwischen den Löchern an das Auflösungsvermögen des Betrachters angepasst ist.

**[0003]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, Anzeigevorrichtungen der erst genannten Art, d. h. Anzeigevorrichtung mit einer Anzeigefläche mit mehreren Pixeln, z. B. LCD- oder OLED-Anzeigevorrichtungen, zu verbessern, insbesondere die Anzeigqualität und/oder den visuellen Eindruck einer solchen Anzeige zu verbessern und/oder die Anzeigevorrichtung energieeffizienter zu gestalten.

**[0004]** Die Aufgabe wird durch die unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen definiert.

**[0005]** Insbesondere wird die Aufgabe gelöst durch eine Anzeigevorrichtung mit einer Anzeigefläche bestehend aus nicht leuchtenden Flächen und Leuchtfächern, wobei die Flächenschwerpunkte benachbarter Leuchtfächern gegenseitige Abstände aufweisen, die kleiner sind, als das Auflösungsvermögen eines Betrachters und wobei der Anteil der nicht leuchtenden Flächen an der gesamten Anzeigefläche mehr als 70% beträgt.

**[0006]** Hierdurch wird zunächst eine Anzeigevorrichtung bereitgestellt, welche auf bekannte Weise so hochauflösend ist, dass der menschliche Betrachter die einzelnen Leuchtfächen nicht voneinander unterscheiden kann. Darüberhinaus wird jedoch ein besonderer Vorteil durch eine bewusste und dem allgemeinen Bestreben einer Leuchtfächenmaximierung genau entgegengesetzte Verkleinerung des Anteils der Leuchtfächen an der Anzeigefläche und eine Vergrößerung der nicht leuchtenden Flächen zwischen den Leuchtfächen erhalten. Hierdurch werden

dunkle Bereiche dann auch in der Tat dunkel bleiben können da sie im Verhältnis viel größer als die leuchtenden Flächen sind, noch verstärkt z. B. bei einem Anteil der nicht leuchtenden Flächen von z. B. mehr als 95% (ein bevorzugtes Merkmal dieser Erfindung, siehe unten), und weniger lichtreflektierend sind, was insbesondere vorteilhaft ist in dunkleren Teilen des Bildes und/oder bei starkem Umgebungslicht. Das wiederum bringt ein großes Stromersparnis-Potential mit sich, da weniger Licht notwendig ist, um einen guten Kontrastwert zu erreichen (bei vorhandenem Umgebungslicht). Weiterhin wird eine zusätzliche Kontrasterhöhung erzielt, da zwischen den einzelnen Leuchtfächern eine größere Trennung durch nicht leuchtende Flächen vorhanden ist und somit einerseits kein oder nur ein wesentlich reduzierter Leucht-„Crosstalk“ zwischen benachbarten Leuchtfächern erfolgt.

**[0007]** Unter einer Anzeigevorrichtung bzw. einem Display wird eine Einrichtung verstanden, welche eingerichtet ist, bevorzugt digitale oder digitalisierte Bilder, Text, Graphik oder Video, welche jeweils aus einzelnen Pixeln zusammengesetzt ist, anzuzeigen. Z. B. ist sie ein Display eines Handheld-Devices (z. B. Mobilfunkgerät/Smartphone, Armband-/Taschenuhr, Pocket-Mediaplayer, Tablet etc.), eines konventionellen Computers (Laptop, Desktop etc.), eines Fernsehers oder einer Werbe-/Informationsanzeigetafel (z. B. in U-Bahnen, Sportstadien oder Kaufhäuser, an Hauswänden etc.).

**[0008]** Die Anzeigefläche ist bevorzugt eine dem Betrachter zugewandte Fläche der Anzeigevorrichtung, innerhalb welcher die einzelnen Pixel angeordnet sind. Die Anzeigefläche ist bevorzugt begrenzt durch eine (imaginäre) Linie, welche entlang der äußersten Pixel, bevorzugt entlang der äußersten Leuchtfächen der Anzeigevorrichtung verläuft. Bevorzugt verläuft um die Anzeigefläche herum in der Regel ein Rahmen, welcher z. B. für mechanische Stabilität sorgt, der jedoch umso vorteilhafter für z. B. das Design ist, je dünner er ist.

**[0009]** Unter Leuchtfäche wird eine Fläche verstanden, von welcher aus in einem eingeschaltetem Modus Lichtstrahlen zu dem Betrachter ausgehen. Die Lichtstrahlen können entweder direkt in der Fläche generiert bzw. ausgesendet werden (z. B. durch eine in der Leuchtfäche angeordnete aktive Lichtquelle wie einer LED) oder sie können durch die Leuchtfäche zu dem Betrachter weitergeleitet werden (Hintergrundbeleuchtung wie bei LCD Bildschirmen). Die Fläche erstreckt sich bevorzugt teilweise oder ganz durch Luft bzw. einen körperlosen Bereich. Dabei ist sie bevorzugt durch einen Rahmen oder eine Maske umrahmt. Besonders bevorzugt besteht die Fläche teilweise oder ganz aus einem zum mindest teilweise oder zu einem bestimmten Grad oder komplett transparenten Festkörper oder verläuft teilwei-

se oder ganz durch diesen. Z. B. sind die Leuchtfächen diejenigen Flächen der Anzeigevorrichtung welche die Subpixel darstellen und bei einem Leuchten der Subpixel das Licht an den Betrachter ausstrahlen. Die Form der Leuchtfäche ist beliebig, bevorzugt viereckig oder rund. Bevorzugt ist mindestens eine Leuchtfächenform in gleichmäßiger Wiederholung identisch vorhanden. Eine Leuchtfäche ist bevorzugt einem Pixel zugeordnet.

**[0010]** Unter einer nicht leuchtenden Fläche werden Bereiche verstanden, welche zwischen den Leuchtfächen vorhanden sind und welche von sich aus nicht leuchten oder hinterleuchtet sind. Bevorzugt ist eine oder sind alle nicht leuchtenden Flächen zu mindestens 90% lichtundurchlässig.

**[0011]** Der Flächenschwerpunkt einer Leuchtfäche ist der geometrische Schwerpunkt oder Schwerpunkt der Fläche, welcher mathematisch der Mittelung aller Punkte innerhalb der Fläche entspricht.

**[0012]** Abstände, die kleiner sind als das Auflösungsvermögen eines Betrachters, sind bevorzugt derart, dass die Pixel oder Leuchtfächen so nahe zusammen angeordnet sind, dass ein Betrachter, dessen Augen sich bevorzugt in einem Abstand zu der Anzeigevorrichtung befinden, welcher für die konkrete Art der Anzeigevorrichtung bei der Benutzung der Anzeigevorrichtung üblich ist, zwei benachbarte Pixel oder Leuchtfächen nicht mehr voneinander unterscheiden kann.

**[0013]** Bevorzugt sind die Abstände, die kleiner sind als das Auflösungsvermögen des Betrachters, solche Abstände, die bei dem Betrachter unter einem Winkel von maximal zwei Winkelminuten erscheinen. Hierdurch sind die Pixel oder Leuchtfächen für einen Großteil der Betrachter nicht mehr unterscheidbar, da das menschliche Auflösungsvermögen in ungünstigen Fällen in etwa 2 Winkelminuten entspricht. Besonders bevorzugt erscheinen die Abstände dem Betrachter maximal unter einem Winkel von 1 Winkelminute, besonders bevorzugt 0,5 Winkelminuten, besonders bevorzugt 0,25 Winkelminuten. Hierdurch sind für nahezu alle menschlichen Betrachter die Pixel oder Leuchtfächen nicht mehr unterscheidbar. Je kleiner der maximale Winkel, desto weniger Betrachter existieren, deren Sehfähigkeit zur Unterscheidung zweier Pixel oder Leuchtfächen ausreicht.

**[0014]** Bevorzugt weist das oder weisen die Augen des Betrachters einen Abstand zu der Anzeigefläche auf, welche für die konkrete Art der Anzeigevorrichtung bei der Benutzung der Anzeigevorrichtung üblich ist. Zum Beispiel beträgt der Abstand 5 cm bis 1,20 m, bevorzugt 15 cm bis 60 cm für Displays von Handheldgeräten (Mobiltelefon, Uhr, Tablet-Computer), 25 cm bis 2 m, bevorzugt 40 cm bis 1 m für Displays von Desktop-Computer, 1 m bis 7 m bevorzugt

2 m bis 5 m für Fernsehgeräte und/oder 2 m bis 100 m, bevorzugt 5 m bis mehr als 100 m für Werbe-/Informationsanzeigetafeln. Besonders bevorzugt sind die Abstände, die kleiner als das Auflösungsvermögen des Betrachters sind, kleiner als 1 mm, wobei dies z. B. ein Abstand im Falle eines Fernsehers ist, bei dem der Benutzer in üblicher Betrachtungsentfernung (> 2 m) die einzelnen Pixel oder Leuchtfächen dann nicht mehr voneinander unterscheiden kann.

**[0015]** Z. B. ist die Anzeigevorrichtung ein Desktop-Computer mit einer minimalen Nutzerdistanz (bezogen auf das Auge) von 50 cm. In der hypothetischen Annahme, dass z. B. 70% der potentiellen Benutzer über kein besseres Auflösungsvermögen als 0,6 Winkelminuten verfügen, werden die Pixel oder Leuchtfächen der Anzeigevorrichtung kleiner gleich 87 µm, bevorzugt 80 µm für einen Sicherheitspuffer, voneinander beabstandet, damit für zummindest 70% der Benutzer bei der üblichen Benutzung der Anzeigevorrichtung eine besonders hochwertige Darstellung ermöglicht wird, da für sie einzelne Leuchtfächen nicht unterscheidbar sind. Es resultiert eine Auflösung der Anzeigevorrichtung von 317 DPI, bevorzugt 320 DPI mit Sicherheitspuffer.

**[0016]** Bevorzugt betragen die Abstände, die kleiner als das Auflösungsvermögen des Betrachters sind, maximal 190 µm, bevorzugt maximal 80 µm, besonders bevorzugt maximal 50 µm. Hierdurch wird erreicht, dass, auch wenn der Betrachter der Anzeigefläche näher als üblich kommt, er einzelne Pixel oder Leuchtfächen nicht voneinander unterscheiden kann. Je nach Auflösungsvermögen und Akkommodationsfähigkeit des individuellen Betrachters ist es damit sogar egal wie nahe der individuelle Betrachter der Anzeigevorrichtung kommt, denn er kann selbst bei optimaler Ausnutzung seiner Sehkraft und einem Annähern bis an die Naheinstellgrenze seines Auges nicht die einzelnen Pixel oder Leuchtfächen voneinander unterscheiden.

**[0017]** Bevorzugt beträgt die Ausdehnung einer, bevorzugt jeder, Leuchtfäche höchstens 70 µm, bevorzugt höchstens 25 µm, besonders bevorzugt höchstens 10 µm oder sogar höchstens 5 µm. Hierdurch wird erreicht, dass der Betrachter Leuchtfächen mit bloßem Auge (in ausgeschaltetem Zustand) nicht erkennen kann und der Kontrast höher wirkt. Die Ausdehnung ist bevorzugt eine Ausdehnung, bevorzugt die maximale Ausdehnung, einer Leuchtfäche parallel zur Anzeigefläche. Besonders bevorzugt ist die Ausdehnung kleiner oder gleich der Wellenlänge des sichtbaren und/oder des durchzuleitenden Lichts. Sie beträgt z. B. höchstens 2 µm, bevorzugt höchstens 1 µm oder höchstens 0,5 µm. Hierdurch ist insbesondere aufgrund des Rayleigh-Kriteriums der Austrittswinkel des von der Leuchtfäche ausgehenden Lichts größer.

**[0018]** Der Anteil der nicht leuchtenden Flächen an der gesamten Anzeigefläche ist bevorzugt der Anteil der Summe aller Flächenanteile der nicht leuchtenden Flächen am Flächeninhalt der Gesamtanzeigefläche. Er ist bevorzugt invers zum Anteil der Leuchtfächen an der Anzeigefläche, d. h. der Anteil der nicht leuchtenden Flächen und der Anteil der leuchtenden Flächen an der gesamten Anzeigefläche ergibt bevorzugt 100%.

**[0019]** Der Anteil von Leuchtfächen an der Anzeigefläche ist bevorzugt der Anteil der Summe aller Flächenanteile der Leuchtfächen an der gesamten Anzeigefläche.

**[0020]** Die nicht leuchtenden Flächen der Anzeigefläche ergeben sich bisher üblicherweise aufgrund von Verdrahtungen der Ansteuerung von LCD-Zellen und man ist im Stand der Technik bestrebt, diese übrigen Flächen möglichst zu minimieren, damit die Leuchtfächen so viel Platz als möglich erhalten.

**[0021]** Bevorzugt ist der Anteil der nicht leuchtenden Flächen an der gesamten Anzeigefläche größer als 80%, bevorzugt größer als 90%, besonders bevorzugt größer als 95%, ganz besonders bevorzugt größer als 98% und schließlich noch weiter bevorzugt mindestens 99%.

**[0022]** Bevorzugt ist analog dazu der Anteil der Leuchtfächen an der gesamten Anzeigefläche höchstens 20%, bevorzugt höchstens 10%, besonders bevorzugt höchstens 5%, ganz besonders bevorzugt höchstens 2% und schließlich noch weiter bevorzugt höchstens 1%.

**[0023]** Je größer der Anteil der nicht leuchtenden Flächen und/oder je kleiner der Anteil der Leuchtfächen, desto stärker sind die eingangs erwähnten erfundungsgemäßen Effekte.

**[0024]** Bei einer weiteren erfundungsgemäßen Anzeigevorrichtung sind eine oder mehrere Leuchtfächen einem Pixel zugeordnet und die Anzeigefläche weist eine Vielzahl solcher Pixel auf, die in einem sich, bevorzugt gleichmäßig, wiederholenden Muster angeordnet sind, so dass aus den Pixeln Bilder zusammengesetzt werden können.

**[0025]** Bevorzugt weisen Leuchtfächen eines Pixels geringere gegenseitige Abstände auf als die Abstände zu Leuchtfächen eines anderen Pixels. Bevorzugt ist eine Leuchtfäche, besonders bevorzugt sind alle Leuchtfächen von anderen Leuchtfächen anderer Pixel getrennt, z. B. durch einen Bereich, der nicht leuchtfähig oder lichtleitfähig ist, d. h. durch nicht leuchtenden Flächen. Z. B. ist die Anzeigevorrichtung monochrom und die Pixel sind jeweils durch eine einzelne Leuchtfäche gebildet, oder die Anzeigevorrichtung ist polychrom und die Pixel sind jeweils

durch zwei oder mehr Leuchtfächen gebildet, wobei die Leuchtfächen in unterschiedlichen Primärfarben leuchten oder die Pixel sind durch je eine Leuchtfäche gebildete, die polychrom leuchtet.

**[0026]** Bei einer weiteren erfundungsgemäßen Anzeigevorrichtung weist eine Mehrheit, bevorzugt alle, der nicht leuchtenden Flächen einen Reflexionsgrad diffuser Reflexion von weniger als 50% auf.

**[0027]** Hierdurch werden die nicht leuchtenden Flächen vorteilhaft dazu genutzt, das Kontrastverhältnis positiv zu beeinflussen. Je weniger diffuse Reflexion auftritt, desto dunkler erscheinen die nicht leuchtenden Flächen. Ein entscheidender Vorteil dabei ist wiederum, dass man im Gegensatz zu üblichen Anzeigevorrichtungen eine viel größere Fläche zur Verfügung stehen hat (nämlich die gesamte Fläche aller nicht leuchtenden Flächen), um einen niedrigen Reflexionsgrad zu erzeugen, wobei dabei nicht darauf geachtet werden muss, dass die nicht leuchtenden Flächen transparent sein müssen oder Licht weiterleiten können, und somit einfacher und mit größerem Spielraum ein niedriger Reflexionsgrad erreicht werden kann (z. B. mittels Materialwahl, Oberflächenstruktur, Oberflächenbeschichtung etc.). Bevorzugt ist der Reflexionsgrad diffuser Reflexion weniger als 25%, besonders bevorzugt weniger als 10%, ganz besonders bevorzugt weniger als 5% und noch weiter bevorzugt weniger als 1%.

**[0028]** Im Gegensatz dazu, wird im Stand der Technik der Hintergrund der leuchtenden Flächen (OLED, LCD, LED, etc) mit sehr hohem Reflexionsgrad versehen, um so viel Licht wie möglich (mittels einer leuchtenden Fläche so groß wie möglich) nach vorne zu bringen. Das wirkt sich auf den Kontrast in dunklen Bereichen negativ aus, insbesondere bei starkem Umgebungslicht, was wiederum zwingt die Lichtintensität zu erhöhen, um einen guten Kontrast gegenüber dem Umgebungslicht zu erzielen, was wiederum mehr Energie kostet. Das ist wiederum ein wesentlicher Nachteil für z. B. tragbare Geräte. Mit dieser Erfindung wird genau das Gegenteil angestrebt und erreicht (auch wenn der Hintergrund der minimalen leuchtenden Flächen mit einem sehr hohen Reflexionsgrad versehen sind).

**[0029]** Ein Reflexionsgrad diffuser Reflexion ist bevorzugt als sog. Light Reflectance Value, LVR (bevorzugt gemäß dem britischen Messstandard BS8493: 2008+A1:2010), besonders bevorzugt als Albedo-wert mittels eines Albedometers messbar, wobei bevorzugt eine Mehrheit, bevorzugt alle der nicht leuchtenden Flächen einen Albedo von weniger als 0,5, bevorzugt weniger als 0,25, besonders bevorzugt weniger als 0,10, ganz besonders bevorzugt weniger als 0,05 und noch weiter bevorzugt weniger als 0,01 aufweisen. Albedo ist dabei bevorzugt das Verhältnis des von einer vollen bestrahlten Fläche zum

Beobachter gelangenden Strahlungsstroms zu dem, der von einer diffus reflektierenden, absolut weißen Scheibe (ein sogenannter Lambertstrahler) gleicher Größe bei senkrechtem Lichteinfall zum Beobachter gelangen würde.

**[0030]** Bei einer weiteren erfindungsgemäßen Anzeigevorrichtung weist eine Mehrheit, bevorzugt alle, der nicht leuchtenden Flächen einen Reflexionsgrad spiegelnder Reflexion von weniger als 50% auf.

**[0031]** Hierdurch werden die nicht leuchtenden Flächen vorteilhaft dazu genutzt, das Kontrastverhältnis positiv zu beeinflussen. Je weniger spiegelnde Reflexion auftritt, desto dunkler erscheinen die nicht leuchtenden Flächen, da sich hellere Objekte weniger an ihnen spiegeln. Zudem wird die Lesbarkeit erhöht, da ein Überblenden von ungleichmäßigen Spiegelbildern über das Anzeigebild reduziert wird. Ein entscheidender Vorteil dabei ist wiederum, dass man im Gegensatz zu üblichen Anzeigevorrichtungen eine viel größere Fläche zur Verfügung stehen hat, um einen niedrigen Reflexionsgrad zu erzeugen. Bevorzugt ist der Reflexionsgrad spiegelnder Reflexion weniger als 25%, besonders bevorzugt weniger als 10%, ganz besonders bevorzugt weniger als 5% und noch weiter bevorzugt weniger als 1%. Im Stand der Technik (herkömmliche Bildschirme) werden die (größeren) Leuchtenden Flächen meist mit Glas oder glasähnlichem Material versehen, und somit weist die gesamte Anzeigefläche einen größeren spiegelnden Reflexionsgrad auf. Im Gegensatz dazu basiert diese Erfindung auf sehr kleinen Leuchtfächern, so dass die Anzeigefläche deshalb kaum spiegelnde Reflexionen aufweist, auch wenn die Leuchtfächen mit Glas oder glasähnlichem Material versehen sind.

**[0032]** Ein Reflexionsgrad spiegelnder Reflexion ist bevorzugt in GU (gloss unit) mittels eines Glanzmessgeräts messbar, wobei bevorzugt eine Mehrheit, bevorzugt alle der nicht leuchtenden Flächen einen Glanz in GU von weniger als 50 GU, bevorzugt weniger als 25 GU, besonders bevorzugt weniger als 10 GU, ganz besonders bevorzugt weniger als 5 GU und noch weiter bevorzugt weniger als 1 GU aufweisen. Bevorzugt basiert die Skala für GU auf dem Referenzwert, der bei einem polierten, schwarzen Glas erreicht wird. Bei einer Kalibrierung wird dieser Referenzwert bevorzugt als 100 GU festgesetzt. Der zweite Referenzpunkt der Skala liegt bevorzugt bei 0 GU, dem Messwert, der bei einer perfekt matten Oberfläche erreicht wird.

**[0033]** Bei einer weiteren erfindungsgemäßen Anzeigevorrichtung weist die gesamte Anzeigefläche einen Reflexionsgrad diffuser Reflexion von weniger als 50% und/oder einen Reflexionsgrad spiegelnder Reflexion von weniger als 50% auf.

**[0034]** Dadurch, dass der Anteil der nicht leuchtenden Flächen an der Gesamtfläche dominiert, kann in einfacher Weise auch ein Reflexionsgrad (spiegelnd und/oder diffus) der gesamten Anzeigefläche effektiv reduziert werden und somit ein sehr gutes Kontrastverhältnis erhalten werden. Bevorzugt ist der Reflexionsgrad spiegelnder Reflexion der gesamten Anzeigefläche weniger als 25%, besonders bevorzugt weniger als 10%, ganz besonders bevorzugt weniger als 5% und noch weiter bevorzugt weniger als 1%. Bevorzugt ist der Reflexionsgrad diffuser Reflexion der gesamten Anzeigefläche weniger als 25%, besonders bevorzugt weniger als 10%, ganz besonders bevorzugt weniger als 5% und noch weiter bevorzugt weniger als 1%.

**[0035]** Bei einer weiteren erfindungsgemäßen Anzeigevorrichtung weist eine Mehrheit, bevorzugt alle, der nicht leuchtenden Flächen eine dunkle Farbe auf oder ist schwarz.

**[0036]** Hierdurch wird ein niedriger Reflexionsgrad insbesondere der diffusen Reflexion erreicht.

**[0037]** Eine dunkle Farbe ist bevorzugt eine Farbe in einem RGB-Farbraum (z. B. sRGB oder Adobe RGB 1998), deren Mittelwert aus R-Wert, G-Wert und B-Wert kleiner oder gleich als 25% des Maximalwerts ist, d. h. z. B. bei einem Maximalwert von 255 (je R, G, B 256 Stufen) ist der Mittelwert kleiner als 63,75 ist.

**[0038]** Besonders bevorzugt ist eine dunkle Farbe eine der Pantonefarben: 1545, 1545 C, 161, 161 C, 168, 1815, 1817, 2617 C, 262, 2627, 2627 C, 2685 C, 2695 C, 273 C, 2735 C, 2738, 2738 C, 274, 274 C, 2745, 2745 C, 2747, 2747 C, 2748, 2748 C, 275, 275 C, 2755, 2755 C, 2756 C, 2757, 2757 C, 2758, 2758 C, 276, 276 C, 2765, 2765 C, 2766, 2766 C, 2767, 2767 C, 2768, 2768 C, 280, 280 C, 281, 281 C, 282, 282 C, 287 C, 288, 288 C, 289, 289 C, 294 C, 295, 295 C, 2955, 2955 C, 296, 296 C, 2965, 2965 C, 302, 302 C, 3025, 303, 303 C, 3035, 3035 C, 309, 309 C, 316, 316 C, 3165, 3165 C, 3292, 3292 C, 3298 C, 330, 330 C, 3302, 3302 C, 3305, 3305 C, 3308, 3308 C, 336, 336 C, 342, 342 C, 3425, 3425 C, 343, 343 C, 3435, 3435 C, 349, 349 C, 350, 350 C, 356, 356 C, 357, 357 C, 368 2X, 412, 412 C, 419, 419 C, 426, 426 C, 432 C, 433, 433 2X, 433 C, 439, 439 C, 440, 440 C, 447, 447 C, 448 C, 4485, 4625, 4625 C, 469, 4695, 4695 C, 476 C, 483, 483 C, 490, 490 C, 497, 497 C, 4975, 4975 C, 504, 504 C, 505, 5115, 5115 C, 5185, 5185 C, 5255, 5255 C, 532, 532 C, 533 C, 534 C, 539, 539 C, 5395, 5395 C, 540, 540 C, 541, 541 C, 546, 546 C, 5463, 5463 C, 5467, 5467 C, 547, 547 C, 548, 548 C, 553, 553 C, 5535, 5535 C, 554, 554 C, 560, 560 C, 5605, 5605 C, 561 C, 567 C, 5743 C, 5747 C, 5753, 5757, 5815, 626, 627, 627 C, 648, 648 C, 654, 654 C, 655, 655 C, 662, 662 C, 669 C, 725, 731, 732, 732 C, 7421 C, 7449 C, 7463 C, 7476 C, 7483 C, 7484 C, 7533 C, 7546 C, 7547 C, 7554 C,

7631 C, 7645 C, 7693 C, 7694 C, 7720 C, 7721 C, 7722 C, 7727 C, 7728 C, 7729 C, 7732 C, 7733 C, Black, Black 2, Black 2 2X, Black 2 C, Black 3, Black 3 2X, Black 3 C, Black 4, Black 4 2X, Black 4 C, Black 5, Black 5 2X, Black 5 C, Black 6, Black 6 2X, Black 6 C, Black 7, Black 7 2X, Black 7 C, Black C, Blue 072 C, Dark Blue C, Neutral Black C, Reflex Blue, Reflex Blue 2X, Reflex Blue C.

**[0039]** Bei einer weiteren erfindungsgemäßen Anzeigevorrichtung weist eine Mehrheit, bevorzugt alle, der nicht leuchtenden Flächen einen Mittenrauwert im Bereich von 0,2 µm und 1,0 µm auf.

**[0040]** Hierdurch werden insbesondere spiegelnde Reflexionen im Bereich der Wellenlängen des sichtbaren Lichts reduziert. Bevorzugt liegt der Mittenrauwert im Bereich von 0,4 µm–0,8 µm. Bevorzugt wird zur Ermittlung dieses Messwertes die Oberfläche auf einer definierten Messstrecke abgetastet und sämtliche Höhen- und Tiefenunterschiede der rauen Oberfläche werden aufgezeichnet. Nach der Berechnung des bestimmten Integrals dieses Rauheitsverlaufes auf der Messstrecke wird abschließend dieses Ergebnis durch die Länge der Messstrecke dividiert.

**[0041]** Bei einer weiteren erfindungsgemäßen Anzeigevorrichtung sind eine Mehrheit, bevorzugt alle, der nicht leuchtenden Flächen mittels einer Antireflexbeschichtung beschichtet.

**[0042]** Hierdurch werden ebenfalls insbesondere spiegelnde Reflexionen reduziert. Eine Antireflexbeschichtung ist bevorzugt eine Entspiegelungsfolie (z. B. 3M™ Vikuiti™) oder eine Entspiegelungsbeschichtung. Die Antireflexbeschichtung weist bevorzugt eine raue Oberfläche auf (z. B. mit Mittenrauwert im Bereich von 0,2 µm bis 1,0 µm) und/oder Entspiegelungsschichten basierend auf destruktiver Interferenz auf.

**[0043]** Bei einer weiteren erfindungsgemäßen Anzeigevorrichtung weist die Anzeigevorrichtung eine elektronische Kompensationseinrichtung auf, mittels welcher eine minimale Helligkeit der Leuchtfächen für die Anpassung der Darstellung schwarzer Bildpixel in Abhängigkeit der Umgebungshelligkeit automatisch einstellbar ist.

**[0044]** Hierdurch ist das Kontrastverhältnis an die Umgebungshelligkeit anpassbar. Auch wenn die nicht leuchtenden Flächen möglichst dunkel und nicht reflektierend ausgestaltet sind, wird die Helligkeit der nicht leuchtenden Flächen je nach Umgebungshelligkeit heller oder dunkler sein. Mittels der Kompensationseinrichtung kann die minimale Helligkeit der Leuchtfächen nun jedoch auch entsprechend an die Helligkeit der nicht leuchtenden Flächen angepasst werden. Ein schwarzer Bildpixel ist ein solcher, der z. B. als RGB Bildinformation (0, 0, 0) ent-

hält. Mittels der Kompensationseinrichtung wird dieser Schwarzpunkt an die Umgebungshelligkeit angepasst, d. h. z. B. wird er bei größerer Umgebungshelligkeit erhöht und bei niedrigerer Umgebungshelligkeit reduziert. Z. B. wird bei hoher Sonneneinstrahlung ein schwarzer Bildpunkt nicht durch komplett ausgeschaltete Leuchtfächen dargestellt, sondern die Leuchtfächen werden mit einer Helligkeit angesteuert, so dass die Leuchtfächen in etwa dieselbe Helligkeit wie die nicht leuchtenden Flächen aufweisen. Die übrigen Helligkeitsstufen des anzuseigenden Bilds werden dann auf den verbleibenden Bereich zwischen der durch die Kompensationseinrichtung eingestellten minimalen Helligkeit und der maximalen Helligkeit der Leuchtfächen verteilt. Auf diese Weise „versinkt“ der dunkle Bildanteil nicht. Bevorzugt weist die elektronische Kompensationseinrichtung einen Umgebungslichtsensor auf.

**[0045]** Im weiteren Verlauf der Beschreibung werden unter anderem auch Lichtquellen genannt. Diese und deren Zusammenhang mit den Leuchtfächen werden voreiliglich global beschrieben.

**[0046]** Eine Lichtquelle ist bevorzugt eine steuerbare, Lichtquelle, wobei das von der Lichtquelle ausgesendete Licht zumindest an- und ausschaltbar ist, bevorzugt ist jedoch die Intensität des ausgesendeten Lichts in mehreren Stufen oder kontinuierlich modulierbar. Sie ist z. B. eine aktive Lichtquelle wie eine LED (OLED, Mikro-LED), ein Laser (z. B. ein VCSEL bzw. Oberflächenemitter), bevorzugt mit einem Strahldurchmesser von 5 µm oder weniger, oder eine Plasmazelle. Damit sind sehr kleine und energieeffiziente Lichtquellen möglich. Eine Lichtquelle kann auch eine UV-LED oder blaue LED, die mit einer Leuchstoffschicht zusammenwirkt, oder ein Elektronen-Emitter, der mit einer Leuchtsotffschicht zusammenwirkt, sein. Die maximale Ausdehnung einer leuchtaktiven Fläche (d. h. aktive Leuchtfäche) der Lichtquelle (z. B. die Fläche des pn-Übergangs) oder eines von der Lichtquelle erzeugten Laserstrahls parallel zur Anzeigefläche ist bevorzugt kleiner oder gleich der maximalen Ausdehnung der Leuchtfäche, d. h. z. B. höchstens 70 µm, bevorzugt höchstens 25 µm, besonders bevorzugt höchstens 10 µm oder 5 µm oder noch geringer z. B. 2 µm, 1 µm oder 0,5 µm. Bevorzugt weist die Leuchtfäche ein Streuelement auf, insbesondere dann, wenn die maximale Ausdehnung des von der Lichtquelle erzeugten Strahls, insbesondere Laserstrahls, kleiner als die maximale Ausdehnung der Leuchtfäche ist. Bevorzugt sind die Lichtquellen Elemente eines Lichtquellenarrays oder Pixel oder Subpixel eines als Beleuchtungseinrichtung in die Anzeigevorrichtung integrierten und hinter den Beleuchtungsflächen angeordneten Displays, insbesondere OLED-Displays. Z. B. ist einer Leuchtfäche ein Pixel- und/oder Subpixel-Array eines Displays zugeordnet, z. B. 1×2, 2×2, 4×4, 5×5, 10×10 oder 100×100 Pixel oder Subpixel.

**[0047]** Bevorzugt ist mindestens eine der Lichtquellen, bevorzugt jede Lichtquelle, eine dichromatische, bevorzugt polychromatische Lichtquelle oder es sind unterschiedliche Lichtquellen mit verschiedenen Emissionswellenlängen vorhanden. Hierdurch ist eine zwei- oder mehr- bzw. vollfarbige Darstellung mittels der Anzeigevorrichtung möglich. Monochromatisch bedeutet bevorzugt, dass die Lichtquelle im wesentlichen in einem bestimmten, bevorzugt gleichbleibendem Wellenlängenbereich oder Wellenlängenmix Licht emittiert (z. B. Rot), dichromatisch bedeutet bevorzugt, dass die Lichtquelle eingerichtet ist, steuerbar in zwei verschiedenen Wellenlängenbereichen Licht zu emittieren (z. B. ein jeweils steuerbarer Grün- und Rot-Anteil), polychromatisch bedeutet bevorzugt dass die Lichtquelle eingerichtet ist, steuerbar in zwei oder mehr verschiedenen Wellenlängenbereichen Licht zu emittieren (z. B. ein jeweils steuerbarer Grün- und Rot- und Blau-Anteil).

**[0048]** Bevorzugt ist jeder Leuchtfäche genau eine monochromatische Lichtquelle, bevorzugt polychromatische Lichtquelle zugeordnet. Hierdurch ist eine Zuordnung der Lichtquellen zu den Leuchtfächen gegeben, wodurch eine Einzelmodulation der Lichtquellen möglich ist und somit unterscheidet sich diese Ausführungsform z. B. von einem im Energieverbrauch schlechteren LCD, bei dem großflächig Licht erzeugt wird, und dann jedoch lokal wieder abduktiv werden muss. Anstatt dieses räumlich subtraktiven Bildaufbaus wird bevorzugt ein räumlich additiver Bildaufbau ermöglicht. Unterschiedlich monochromatische Lichtquellen sind z. B. solche, die jeweils für sich in einem Wellenbereich abstrahlen, die Wellenlängenbereiche der einzelnen Lichtquellen unterscheiden sich jedoch (z. B. Rot, Grün, Blau). Gleich monochromatische Lichtquellen sind z. B. solche, die alle jeweils im wesentlich gleichen Wellenbereich abstrahlen. Alternativ sind mehrere Leuchtfächen einer oder mehreren monochromatischen Lichtquellen, bevorzugt polychromatischen Lichtquellen zugeordnet. Bevorzugt ist dabei ein Pixel durch mehrere Leuchtfächen gebildet, denen Lichtquellen unterschiedlicher Wellenlängen zugeordnet sind. Z. B. ist ein Pixel durch drei oder mehr Leuchtfächen gebildet, wobei zumindest einer Leuchtfäche eine oder mehrere Lichtquellen zugeordnet sind, die grünes Licht zur Leuchtfäche ausstrahlen, zumindest einer zweiten Leuchtfäche eine oder mehrere Lichtquellen zugeordnet sind, die blaues Licht zur zweiten Leuchtfäche ausstrahlen, und zumindest einer dritten Leuchtfäche eine oder mehrere Lichtquellen zugeordnet sind, die rotes Licht zur dritten Leuchtfäche ausstrahlen. Bevorzugt existiert je ein Lichtpfad zu je einer der Leuchtfächen für mehrere monochromatische Lichtquellen. Alternativ existiert je ein Lichtpfad zu je einer der Leuchtfächen für eine oder mehrere polychromatische Lichtquellen. Bevorzugt ist dabei ein nicht-abbildendes optisches Element, z. B. ein Streuelement,

für eine vorteilhafte Homogenisierung der polychromatischen Lichtquellen vorhanden.

**[0049]** Bei einer weiteren erfindungsgemäßen Anzeigevorrichtung weist die Anzeigevorrichtung eine Beleuchtungseinrichtung mit einem Substrat auf, auf dem mehrere Lichtquellen angeordnet sind.

**[0050]** Hierdurch ist in einfacher Weise eine Anzeigevorrichtung mit einer erfindungsgemäßen Anzeigefläche realisierbar.

**[0051]** Die Beleuchtungseinrichtung ist bevorzugt von dem Betrachter aus hinter den Leuchtfächen angeordnet und eingerichtet, die Leuchtfächen von hinten zu beleuchten, das heißt von deren Rückseite. Die Rückseite ist die dem Betrachter abgewandte Seite einer Leuchtfäche.

**[0052]** Die Beleuchtungseinrichtung weist bevorzugt eine oder mehrere aktive Lichtquellen auf oder passive Lichtquellen, wie z. B. Umlenkspiegel, welche Licht von einer anderen Lichtquelle, was zum Beispiel auch Umgebungslicht, insbesondere Tages- bzw. Sonnenlicht darstellen kann, auf die Leuchtfächen von hinten leiten.

**[0053]** Der Abstand zwischen den Leuchtfächen und der Beleuchtungseinrichtung (z. B. gemessen ab einer lichtemittierenden oder -reflektierenden Fläche der Beleuchtungseinrichtung, welche Licht bereits im Wesentlichen parallel zur Betrachtungsrichtung aussendet oder weiterleitet) beträgt bevorzugt höchstens 3 mm, besonders bevorzugt höchstens 1 mm, ganz besonders bevorzugt höchstens 0,5 mm oder noch bevorzugter höchstens 0,2 mm.

**[0054]** Das Substrat ist bevorzugt eine ebene Platte, z. B. eine Platine oder ein Waver.

**[0055]** Eine mögliche Realisierung von Lichtquellen sieht zum Beispiel Laser mit z. B. 5 µm Strahldurchmesser vor, die auf einem Substrat (wie zum Beispiel einem Si-Waver) als Array angeordnet sind, z. B. in Form eines Quadrats mit z. B. 50 µm Kantenlänge. Bevorzugt ist über einem solchen Quadrat ein Streuelement angeordnet, welches auch gleichzeitig die Leuchtfäche bildet. Die einzelnen Laser in einem Quadrat weisen bevorzugt voneinander verschiedene Emissionswellenlängen auf. Viele solche Einheiten bilden dann Pixel oder Subpixel der Anzeigevorrichtung.

**[0056]** Bei einer weiteren erfindungsgemäßen Anzeigevorrichtung sind die Leuchtfächen jeweils durch eine der Lichtquellen oder durch ein von einer der Lichtquellen beleuchtbares optisches Streuelement oder transparentes Abdeckelement oder optisches Farbfilterelement gebildet und die nicht leuchtenden Flächen der Anzeigefläche sind durch Flächen des

Substrats und/oder durch Flächen eines Füllmaterials zwischen den Leuchtfächern gebildet.

**[0057]** Durch diese bevorzugte Ausgestaltung der Leuchtfächen und Zuordnung zu den Lichtquellen ist eine besonders effiziente Bilddarstellung möglich. Durch die Ausgestaltung der nicht leuchtenden Flächen aus Substratmaterial oder Füllmaterial sind insbesondere die reflektierenden Eigenschaften der nicht leuchtenden Flächen sehr gut einstellbar. Das Füllmaterial ist bevorzugt ein gießbares Material oder es ist mittels eines 3D-Druckverfahrens zwischen den Lichtquellen aufgebaut oder ein in der Form her anpassbares Material (rund um die leuchtenden Flächen) oder ein Material, das die leuchtenden Flächen durchscheinen lässt (transparent und/oder engmaschig und/oder gelöchert).

**[0058]** Ein optisches Streuelement ist bevorzugt ein Körper, welcher Licht, welches aus einer Richtung auf das Streuelement auftrifft, in mehr als zwei verschiedene, bevorzugt in eine Vielzahl verschiedener Richtung weiterleitet, sei es transmissiv und/oder reflektiv. Z. B. ist das optische Streuelement ein semi-transparenter und/oder matter Körper (Milchglaskörper) aus Glas oder Plastik, bevorzugt mit eingesetzten Streupartikeln (z. B. Silberpartikel oder Nanopartikel), ein Mikroprisma, Mattfilm zum Aufkleben, eine winzige Mattscheibe oder eine diffraktive Optik, z. B. ein Gitter. Das Streuelement ist bevorzugt eingerichtet, (annähernd) als Lambertstrahler zu dienen, z. B. so dass eine gleichmäßig Abstrahlung innerhalb eines großen Raumwinkels, z. B. 180°, erfolgt. Bevorzugt ist es eingerichtet gemäß dem Rayleigh-Effekt zu streuen und/oder gemäß dem Plasmonic-Effekt. Z. B. bedeutet das, dass das Streuelement Öffnungen aufweist, welche kleiner als die Wellenlänge des sichtbaren und/oder durchzuleitenden Lichts sind (z. B. 1 µm oder kleiner). Bevorzugt ist, z. B. in diesem Fall, die Leuchtfäche durch eine nicht-transparente Maske (z. B. eine später noch beschriebene Abdeckschicht) oder einen Rahmen umrahmt, und die Ausdehnung der Leuchtfäche ist z. B. kleiner, als die Wellenlänge des sichtbaren und/oder des durchzuleitenden Lichts, so dass allein durch die Größe der Leuchtfäche in Kombination einer Umrahmung ein Streuelement geben ist.

**[0059]** Bei einer weiteren erfindungsgemäßen Anzeigevorrichtung weist jede Lichtquelle einen Elektronen-Emitter auf, welcher eingerichtet ist, durch Aussendung eines Elektronenstrahls eine Leuchtstoffschicht zum aktiven Leuchten zu bringen, oder jede Lichtquelle weist einen UV-Emitter auf, welcher eingerichtet ist, durch Aussendung eines UV-Lichtstrahls die Leuchtstoffschicht zum aktiven Leuchten zu bringen.

**[0060]** Auf diese Weise sind sehr effiziente und spektral gut justierbare Lichtquellen realisiert. Insbe-

sondere können durch die erfindungsgemäßen Flächenverhältnisse von nicht leuchtenden Flächen und Leuchtfächen die UV-Emitter und insbesondere die Elektronenemitter besser gegenseitig voneinander getrennt werden, was besonders bei Elektronenemittern, die jeweils eine eigene Vakuumzelle benötigen, besonders vorteilhaft ist. Unter UV-Emitter wird auch bevorzugt ein Emitter, der im blauen bis violetten Bereich (mit oder ohne UV-Bereich) abstrahlt, verstanden. Bei Elektronenemittern ist Vakuum notwendig und den Abstand zwischen den Leuchtfächen dieser Erfindung kann somit dazu benutzt werden um Abstandhalter einzubauen, was im Stand der Technik sehr schwierig ist, weil die leuchtenden Flächen sehr groß sind bzw. so groß wie möglich sind und Abstandhalter störend (z. B. Schattenwurf) wirken.

**[0061]** Bei einer weiteren erfindungsgemäßen Anzeigevorrichtung weist die Anzeigevorrichtung eine Beleuchtungseinrichtung mit einer Lichtquelle oder mit mehreren Lichtquellen auf und die aktive Leuchtfäche der Lichtquelle oder, wenn die Beleuchtungseinrichtung mehrere Lichtquellen aufweist, jeweils die aktiven Leuchtfächen der Lichtquellen weisen einen Flächeninhalt auf, der größer als die Flächeninhalte der Leuchtfächen der Anzeigefläche ist.

**[0062]** Hierdurch ist eine Erzeugung des Lichts auf einer größeren Fläche als die Größe der Leuchtfächen möglich, und somit ist, bevorzugt mit zusätzlicher Konzentration des Lichts auf die kleineren Leuchtfächen, eine höhere Strahlungsdichte innerhalb der Leuchtfächen erreichbar. Bevorzugt ist die Fläche der Beleuchtungseinrichtung oder die Summe der Flächen der Beleuchtungseinrichtung, welche Licht emittieren, größer als die Summe aller Flächeninhalte der Leuchtfächen. Bevorzugt ist die Gesamtausdehnung aller einer Leuchtfäche zugeordneten Lichtquellen größer als die Ausdehnung der Leuchtfäche. Bevorzugt sind die Lichtquellen polychromatisch und die Lichtquellen bzw. deren aktive Leuchtfächen weisen eine Ausdehnung auf, die mehr als 50%, bevorzugt mehr als 75% des Abstands der Flächenschwerpunkte der Leuchtfächen beträgt. Bevorzugt sind die Lichtquellen monochromatisch und die Lichtquellen bzw. deren aktive Leuchtfächen weisen eine Ausdehnung auf, die mehr als 50%, bevorzugt mehr als 75%, eines Drittels des Abstands der Flächenschwerpunkte der Leuchtfächen beträgt. Die aktive Leuchtfäche der Lichtquelle ist diejenige Fläche, welche aktiv leuchtet (z. B. die Fläche eines pn-Übergangs).

**[0063]** Bei einer weiteren erfindungsgemäßen Anzeigevorrichtung sind die Leuchtfächen jeweils durch ein von der Beleuchtungseinrichtung beleuchtbares optisches Streuelement oder transparentes Abdickelement oder optisches Farbfilterelement gebildet und die nicht leuchtenden Flächen der Anzeigefläche sind durch Flächen eines zwischen den Leuchtfä-

chen angeordneten Füllmaterials oder Substrats gebildet.

**[0064]** Durch diese bevorzugte Ausgestaltung der Leuchtfächen und Zuordnung zu der Beleuchtungseinrichtung ist wiederum eine besonders effiziente Bilddarstellung möglich. Durch die Ausgestaltung der nicht leuchten Flächen aus Substratmaterial oder Füllmaterial sind insbesondere die reflektierenden Eigenschaften der nicht leuchtenden Flächen sehr gut einstellbar. Das Streuelement ist bevorzugt ein wie zuvor detaillierter beschriebenes Streuelement.

**[0065]** Bei einer weiteren erfindungsgemäßen Anzeigevorrichtung weist die Anzeigevorrichtung optische Strahlformeinrichtungen auf, die zwischen der Beleuchtungseinrichtung und der Anzeigefläche angeordnet sind, und jeder Strahlformeinrichtung ist, bevorzugt mindestens oder genau, eine Leuchtfäche zugeordnet und die Strahlformeinrichtungen sind jeweils eingerichtet, Licht von der Beleuchtungseinrichtung auf die jeweilige Leuchtfäche zu konzentrieren.

**[0066]** Hierdurch kann Licht auf die Leuchtfächen mittels einer Strahlformung konzentriert werden, wodurch die maximal erreichbare Helligkeit erhöht wird. Die optischen Strahlformelemente sind bevorzugt eingerichtet, Licht aus der Beleuchtungseinrichtung auf eine Leuchtfäche zu konzentrieren und/oder zu fokussieren. Bevorzugt weisen eine oder mehrere Strahlformeinrichtungen am Ausgang eine Spitze oder ein rohrförmiges oder zylindrisches Endstück (sozusagen ein „Lightguide“), z. B. ein Glasfaserstück auf, besonders bevorzugt mit einer abschließenden Diffusionsschicht.

**[0067]** Ein Strahlformelement ist bevorzugt dann einer Leuchtfäche zugeordnet, wenn Licht aus dem Strahlformelement kommend durch die Leuchtfäche propagiert. Die Ausdehnung der Strahlformelemente entlang der optischen Achse beträgt bevorzugt weniger als 3 mm, besonders bevorzugt weniger als 1 mm, ganz besonders bevorzugt weniger als 0,5 mm oder noch bevorzugter weniger als 0,25 mm. Die Strahlformelemente sind bevorzugt gegossen oder mittels Laserlithographie hergestellt. Bevorzugt bilden sie ein Array aus Strahlformelementen. Bevorzugt ist jedem optischen Strahlformelement mindestens eine Lichtquelle der Beleuchtungseinrichtung zugeordnet.

**[0068]** Durch die Lichtkonzentration der Strahlformeinrichtung (z. B. mittels einer Linse oder einem Lightguide, z. B. eine Glasfaser) ist eine Überbrückung des Abstands zwischen den Lichtquellen und den Leuchtfächen sehr effizient möglich. Bevorzugt weist die Strahlformeinrichtung eine Ausdehnung in Richtung entlang der Anzeigefläche oder des Substrats auf, die größer ist als die einer Lichtquelle, besonders bevorzugt ist die Ausdehnung so groß wie

der Abstand der Flächenschwerpunkte benachbarter Leuchtfächen.

**[0069]** Bei einer weiteren erfindungsgemäßen Anzeigevorrichtung weisen die optischen Strahlformeinrichtungen jeweils einen optischen Kollimator auf.

**[0070]** Hierdurch kann das Licht der Lichtquelle eingesammelt und in eine Richtung gelenkt werden. Als Kollimator sind z. B. eine Kollimatorfolie (Mikroprismenfolie, Mikropyramidenfolie, Microspherefolie) und/oder ein (Parabol-/Ellipsen-)Reflektor mit der Lichtquelle bevorzugt im Brennpunkt und/oder (Mikro-)Linsen (Fresnel oder herkömmlich) vorgesehen oder allgemein eine kollimierende reflektive oder transmissive Optik. Ein Kollimator ist bevorzugt eingerichtet, den Abstrahlwinkel einer Lichtquelle der Beleuchtungseinrichtung über Strahlumlenkung zur optischen Achse hin zu verringern.

**[0071]** Bei einer weiteren erfindungsgemäßen Anzeigevorrichtung weisen die optischen Strahlformeinrichtungen jeweils einen optischen Konzentrator auf.

**[0072]** Durch diesen Teil der Strahlformeinrichtung wird das Licht auf die Leuchtfäche effektiv konzentriert. Als Konzentrator ist z. B. ein (üblicherweise nicht abbildender) Compound Parabolic Concentrator (CPC) vorgesehen und/oder photonische Kristalle oder allgemein eine fokussierende oder konzentrierende reflektive oder transmissive Optik wie z. B. auch eine (abbildende oder nicht abbildende) Kondensor- oder Fresnellinse. Bevorzugt ist der Konzentrator eine nicht abbildende Optik, wodurch eine höhere Effizienz der Konzentration und eine Intensitätshomogenisierung erreichbar ist. Der der Beleuchtungseinrichtung zugewandte Eingang des optischen Konzentrators weist bevorzugt eine größere Fläche auf (z. B. im Durchmesser oder in der Diagonale 80 µm) als der einer Leuchtfäche zugewandte Ausgang des optischen Konzentrators (z. B. im Durchmesser oder in der Diagonale 8 µm). Dies gilt bevorzugt für jeden optischen Konzentrator. Bevorzugt weist der Eingang eine Fläche auf, die so groß und gleichermaßen geformt ist, wie die lichtemittierenden Flächen der dem Konzentrator zugeordneten Lichtquelle oder Lichtquellen. Hierdurch wird Licht von einer größeren Eintrittsfläche auf eine kleine Leuchtfäche konzentriert. Bevorzugt weist der Konzentrator einen Eingang und einen Ausgang auf. Bevorzugt weist der Eingang eine größere Fläche auf als der Ausgang. Bevorzugt ist der Ausgang der Leuchtfäche sowie der Anzeigefläche zugewandt und der Eingang ist der Beleuchtungseinrichtung zugewandt. Der Konzentrator weist bevorzugt einen optischen Eingangswinkel auf, welcher maximal um 30°, bevorzugt maximal um 10° kleiner ist, als der optische Ausgangswinkel des Kollimators.

**[0073]** Besonders bevorzugt ist der optische Einangswinkel des Konzentrators gleich oder größer als der Ausangswinkel des Kollimators.

**[0074]** Bei einer weiteren erfindungsgemäßen Anzeigevorrichtung ist der optische Kollimator bezüglich einer Propagationsrichtung des Lichts der Beleuchtungseinrichtung vor dem Konzentrator angeordnet, so dass Licht zunächst im wesentlichen kollimierbar und dann konzentrierbar ist.

**[0075]** Hierdurch ist eine besonders effektive Strahlformung möglich. Besonders bevorzugt sind optischer Kollimator und optischer Konzentrator in einem Element vereint. Hierdurch können Streulichtverluste minimiert werden.

**[0076]** Bei einer weiteren erfindungsgemäßen Anzeigevorrichtung weisen die optischen Strahlformeinrichtungen mindestens eine gekrümmte oder abgestufte Reflektorfläche auf.

**[0077]** Durch gekrümmte oder abgestufte Reflektorflächen ist das Licht mit einem enorm erhöhten Wirkungsgrad auf die Leuchtfächen leitbar, insbesondere durch Ausnutzen des Phänomens der Totalreflexion. Bevorzugt handelt es sich um parabolisch oder elliptisch gekrümmte Flächen (z. B. eines CPC) oder um einen Facettenspiegel.

**[0078]** Weiterhin wird die Aufgabe der Erfindung insbesondere gelöst durch ein Verfahren zur Darstellung eines Bilds auf einer Anzeigevorrichtung, wobei eine erfindungsgemäße Anzeigevorrichtung verwendet wird.

**[0079]** Die Erfindung soll nun anhand von Zeichnungen beispielhaft weiter veranschaulicht werden. Hierbei zeigen:

**[0080]** **Fig. 1** einen vergrößerten Ausschnitt einer erfindungsgemäßen Anzeigevorrichtung, bei welcher der Anteil von nicht leuchtenden Flächen an der Anzeigefläche mehr als 70% beträgt,

**[0081]** **Fig. 2** eine rein qualitative Veranschaulichung eines Abstands, der kleiner ist als das Auflösungsvermögen des Betrachters und der bei dem Betrachter unter einem Winkel von maximal zwei Winkelminuten erscheint,

**[0082]** **Fig. 3a** und **Fig. 3b** Ausschnitte erfindungsgemäßer Anzeigevorrichtungen aufbauend auf **Fig. 1** wobei die Anzeigevorrichtung eine Farbanzeigevorrichtung ist,

**[0083]** **Fig. 4a** bis **Fig. 6d**, wie auf verschiedene Weise die zweidimensionale Struktur einer Anzeigefläche gemäß dem erfindungsgemäßen Prinzip, einen Anteil von nicht leuchtenden Flächen an der gesam-

ten Anzeigefläche von mehr als 70% vorzusehen, erhalten werden kann, wobei

**[0084]** **Fig. 4a** bis **Fig. 4e** Ausschnitte erfindungsgemäßer Anzeigevorrichtungen aufbauend auf **Fig. 3a** oder **Fig. 3b** zeigen, wobei die Anzeigevorrichtung eine Beleuchtungseinrichtung mit einem Substrat aufweist, auf dem mehrere Lichtquellen angeordnet sind, wobei dabei bevorzugt die Lichtquellen kleine Lichtquellen sind (z. B. VCSEL-Laser), d. h. bevorzugt Lichtquellen, bei denen der Flächeninhalt der aktiven Leuchtfäche kleiner oder gleich dem Flächeninhalt der entsprechenden Leuchtfäche ist, und wobei **Fig. 5a** bis **Fig. 6d** Ausschnitte erfindungsgemäßer Anzeigevorrichtungen aufbauend auf **Fig. 3a** oder **Fig. 3b** zeigen, wobei diese im Vergleich zu **Fig. 4a**–**Fig. 4e** größere Lichtquellen aufweisen und insbesondere jeweils optische Strahlformeinrichtungen, die zwischen der Beleuchtungseinrichtung und der Anzeigefläche angeordnet sind, und wobei jeder Strahlformeinrichtung eine Leuchtfäche zugeordnet ist und die Strahlformeinrichtungen jeweils eingerichtet sind, Licht von der Beleuchtungseinrichtung auf die jeweilige Leuchtfäche zu konzentrieren.

**[0085]** **Fig. 1** zeigt einen vergrößerten Ausschnitt einer erfindungsgemäßen Anzeigevorrichtung, **1** bei welcher der Anteil von nicht leuchtenden Flächen **9** an der gesamten Anzeigefläche **2** mehr als 70% beträgt. Die Anzeigevorrichtung **1** weist eine Anzeigefläche **2** (Grenze = gestrichelte Linie mit den längsten Strichen) auf, die aus nicht leuchtenden Flächen **9** und Leuchtfächen **12** besteht. Die Flächen schwerpunkte benachbarter Leuchtfächen **12** weisen gegenseitige Abstände **11** auf, die kleiner sind, als das Auflösungsvermögen eines Betrachters. Dieses Beispiel zeigt außerdem, dass eine oder mehrere Leuchtfächen **12** einem Pixel **10** (Pixelgrenze = gestrichelte Linie mit mittlerer Strichlänge) zugeordnet sind und die Anzeigefläche **2** eine Vielzahl solcher Pixel **10** aufweist, die in einem sich wiederholenden Muster angeordnet sind, so dass aus den Pixeln **10** Bilder zusammengesetzt werden können.

**[0086]** Ein sehr großer Vorteil besteht darin, dass die Leuchtfächen **12** durch große Trennbereiche, die durch nicht leuchtende Flächen **9** gebildet sind, voneinander getrennt sind und sich somit einerseits kein Streuleuchten von einer auf die andere Leuchtfäche **12** ergibt (oder dieses stark reduziert wird) und dass andererseits dunkle Bereiche eines durch die Anzeigevorrichtung **1** dargestellten Bilds noch dunkler wirken können, da die nicht leuchtenden Flächen **9** überwiegen.

**[0087]** **Fig. 2** zeigt eine rein qualitative Veranschaulichung eines Abstands **11**, der kleiner ist als das Auflösungsvermögen des Betrachters **50** und der bei dem Betrachter unter einem Winkel **51** von maximal zwei Winkelminuten erscheint. Bei einem solchen Abstand

**11** können die meisten Betrachter **50** zwei verschiedene Pixel **10** nicht mehr wahrnehmen und sie erhalten somit einen besonders hochwertigen und kontrastreichen Bildeindruck.

**[0088]** In den nachfolgenden Figuren sind verschiedene Ausgestaltungsmöglichkeiten aus Platzgründen auch innerhalb einer Anzeigevorrichtung **1** gezeigt, was nicht einschränkend zu werten ist. Es bedeuten, dass die entsprechende Anzeigevorrichtung bevorzugt nur eine Form der gezeigten Ausgestaltungsmöglichkeiten (angewendet auf alle Leuchtfächen/Pixel) aufweist oder eine Mischung verschiedener Ausgestaltungsmöglichkeiten (z. B. wie dann dargestellt).

**[0089]** **Fig. 3a** und **Fig. 3b** zeigen Ausschnitte erfundungsgemäßer Anzeigevorrichtungen **2** aufbauend auf **Fig. 1** wobei die Anzeigevorrichtung **1** eine Farbanzeigevorrichtung ist. Es ist jeweils eine Seitenansicht oberhalb einer Aufsicht auf die Anzeigefläche **2** gezeigt. Zur besseren Veranschaulichung und Farbunterscheidung sind aber hier Schraffuren verwendet.

**[0090]** In **Fig. 3a** sind zwei Pixel **10** gezeigt. Es ist jeweils eine Leuchtfäche **12** einem Pixel **10** zugeordnet, wobei über die Leuchtfäche **12** mehrere Farben an den Betrachter ausgesendet werden. Zwei Möglichkeiten der Zusammensetzung eines Pixels **10** sind dargestellt, links eine Zusammensetzung eines Pixels **10** aus den Farben Rot (enge Schraffur von links oben nach rechts unten), Grün (enge Schraffur von links unten nach rechts oben), Blau (enge Schraffur vertikal) bevorzugt in Streifenanordnung und rechts aus den Farben Rot, Grün, Blau und Weiß (ohne Schraffur) bevorzugt in annähernd quadratischer Anordnung. Komponenten mit einer weiten Schraffur von links oben nach links unten, so wie hier die nicht leuchtenden Flächen **9**, sind bevorzugt lichtundurchlässig.

**[0091]** In **Fig. 3b** ist ein Pixel **10** dargestellt, dem drei Leuchtfächen **12** zugeordnet sind, wobei über eine erste Leuchtfäche **12** Rot, über eine zweite Leuchtfäche **12** Grün und über eine dritte Leuchtfäche **12** Blau an den Betrachter aussendbar ist. Die Abstände **11.1** der Flächenschwerpunkte benachbarter Leuchtfächen **12** betragen 1/3 des Abstands **11**, der kleiner ist als das Auflösungsvermögen des Betrachters **50**.

**[0092]** **Fig. 4a** bis **Fig. 7b** zeigen, wie auf verschiedene Weise die zweidimensionale Struktur einer Anzeigefläche **2** gemäß dem erfundungsgemäßen Prinzip, einen Anteil von nicht leuchtenden Flächen **9** an der gesamten Anzeigefläche **2** von mehr als 70% vorzusehen, erhalten werden kann. Optische Achsen sind jeweils gestrichpunktet eingezeichnet und teilweise ist am unteren Ende der Achse ein bevorzugtes Leuchtmuster bzw. -Farbe der entsprechenden Licht-

quelle **21** angegeben und am oberen Ende der Achse ein sich bevorzugt ergebendes Leuchtmuster bzw. -farbe auf der Leuchtfäche **12**.

**[0093]** **Fig. 4a** bis **Fig. 4e** zeigen Ausschnitte erfundungsgemäßer Anzeigevorrichtungen **1** aufbauend auf **Fig. 3a** oder **Fig. 3b**. Die Anzeigevorrichtung **1** weist eine Beleuchtungseinrichtung **20** mit einem Substrat **8** auf, auf dem mehrere Lichtquellen **21** angeordnet sind, wobei dabei bevorzugt die Lichtquellen **21** kleine Lichtquellen **21** sind (z. B. VCSEL-Laser), d. h. bevorzugt Lichtquellen **21**, bei denen der Flächeninhalt der aktiven Leuchtfäche **22** kleiner oder gleich dem Flächeninhalt der entsprechenden Leuchtfäche **12** ist. **Fig. 4a** und **Fig. 4d** zeigen Lichtquellen **21**, die polychromatisch sind, d. h. die eingerichtet sind, verschiedene, variable Anteile von Licht mit verschiedenen Wellenlängen zu emittieren, z. B. Rot, Grün, Blau-Anteile. **Fig. 4b**, **Fig. 4c** und **Fig. 4e** zeigen Lichtquellen **21**, die monochromatisch sind, d. h. die einen nicht variablen Wellenlängenbereich bzw. festen Mix verschiedener Wellenlängen emittieren.

**[0094]** In **Fig. 4a** sind die Leuchtfächen **12** jeweils durch eine der Lichtquellen **21** gebildet. Die nicht leuchtenden Flächen **9** der Anzeigefläche **2** sind durch Flächen eines Füllmaterials zwischen den Lichtquellen **21** gebildet, was genauso auch bei **Fig. 4b** so vorgesehen sein könnte. In **Fig. 4b** sind die Leuchtfächen **12** jeweils durch eine der Lichtquellen **21** gebildet. Die nicht leuchtenden Flächen **9** der Anzeigefläche **2** sind durch Flächen des Substrats **8** gebildet, was genauso auch bei **Fig. 4a** so vorgesehen sein könnte. In **Fig. 4a** und **Fig. 4b** ist die aktive Leuchtfäche **22** der jeweiligen Lichtquelle **21** somit gleichermaßen eine Leuchtfäche **12** der Anzeigefläche **2**. Mit wenigen Bauteilen kann somit eine Anzeigevorrichtung hergestellt werden, wobei dafür jedoch vorteilhafterweise qualitativ sehr hochwertige, helle und präzise abgemessene Lichtquellen verwendet werden sollten.

**[0095]** In **Fig. 4c** sind die Leuchtfächen **12** jeweils durch ein von einer der Lichtquellen **21** beleuchtbares transparentes Abdeckelement gebildet. Die nicht leuchtenden Flächen **9** der Anzeigefläche **2** sind durch Flächen eines Füllmaterials zwischen den Lichtquellen **21** gebildet. Jede Lichtquelle **21** weist eine Leuchtstoffschicht und einen Elektronen-Emitter auf, welcher eingerichtet ist, durch Aussendung eines Elektronenstrahls die Leuchtstoffschicht zum aktiven Leuchten zu bringen. Die Leuchtstoffschicht kann dabei auch als Streuelement angesehen werden, da es die eintreffende Strahlungsenergie aus einer Richtung in mehrere Richtungen verteilt. Zwischen dem Elektronen-Emitter und der Leuchtstoffschicht liegt jeweils ein Vakuum in einer Vakuumzelle vor.

**[0096]** Vorteilhaft dabei ist, dass aufgrund des erfinderschen Prinzips einer großen Zwischenfläche zwischen den Leuchtfächern auch eine sehr gute und günstige Abdichtung der Vakuumzellen möglich ist.

**[0097]** In **Fig. 4d** sind die Leuchtfächer **12** jeweils durch ein von einer der Lichtquellen **21** beleuchtbares optisches Streuelement **13** (weite Schraffur von links unten nach rechts oben – diese Art Schraffur bedeutet bevorzugt, dass die derart schraffierte Komponente, z. B. auch später Linsen, lichtdurchlässig, bevorzugt im Wesentlichen ohne Farbfilterung, ist) gebildet. Die nicht leuchtenden Flächen **9** der Anzeigefläche **2** sind durch Flächen eines Füllmaterials zwischen den Lichtquellen **21**, auf Höhe der Streuelemente **12**, gebildet. Es sind zwei Ausgestaltungsmöglichkeiten gezeigt, links mit einem sog. Light-Guide (z. B. eine Glasfaser) als Strahlformeinrichtung **30**, die auch als Konzentrator **31** dient, rechts mit einer Linse als Konzentrator **31**. Das sich ergebende Leuchtmuster auf der Leuchtfäche **12** ist wie oben ange deutet, links etwa in gleicher Größe wie das Leuchtmuster der Leuchtfäche **22**, rechts etwas verkleinert. Zudem ist das sich ergebende Leuchtmuster diffuser, bevorzugt mit untereinander durchmischten Farben, was aufgrund des Streuelements **13** erfolgt, zeichnungstechnisch jedoch nicht vorteilhaft darstellbar ist. Hierdurch wird eine gestreute Abstrahlung erreicht, gleichzeitig jedoch eine Bündelung des Lichts auf die Streuelemente **13**.

**[0098]** In **Fig. 4e** sind die Leuchtfächer **12** jeweils durch ein von einer der Lichtquellen **21** beleuchtbares optisches Farbfilterelement **14** gebildet. Die nicht leuchtenden Flächen **9** der Anzeigefläche **2** sind durch Flächen eines Füllmaterials zwischen den Lichtquellen **21**, auf Höhe der Farbfilterelemente **14**, gebildet. Jede Lichtquelle **21** weist einen UV-Emitter auf, welcher eingerichtet ist, durch Aussendung eines UV-Lichtstrahls eine Leuchtstoffschicht, die hier z. B. auch als Streuelement **13** wirkt, zum aktiven Leuchten zu bringen. Die verschiedenen Farben, hier RGB, werden somit durch die Farbfilterelemente **14** erhalten, z. B. durch Quantum Dots. Es sind weiterhin drei Ausgestaltungsmöglichkeiten gezeigt, links und rechts Strahlformelemente **30** wie in **Fig. 4d** und in der Mitte eine Variante ohne Strahlformelement **30**.

**[0099]** Bevorzugt ist in **Fig. 4d** und **Fig. 4e** ein Kollimator **34** Teil der Strahlformeinrichtung **30**, analog zu z. B. **Fig. 6a**.

**[0100]** **Fig. 5a** bis **Fig. 6d** zeigen Ausschnitte erfindungsgemäßer Anzeigevorrichtungen **1** aufbauend auf **Fig. 3a** oder **Fig. 3b**. Diese weisen im Vergleich zu **Fig. 4a–Fig. 4e** größere Lichtquellen **21** auf und insbesondere jeweils optische Strahlformeinrichtungen **30**, die zwischen der Beleuchtungseinrichtung **20** und der Anzeigefläche **2** angeordnet sind, und jeder Strahlformeinrichtung **30** ist eine Leuchtfäche **12** zu-

geordnet und die Strahlformeinrichtungen **30** sind jeweils eingerichtet, Licht von der Beleuchtungseinrichtung **20** auf die jeweilige Leuchtfäche **12** zu konzentrieren. Die aktiven Leuchtfächer **22** der Lichtquellen **21** weisen jeweils einen Flächeninhalt auf, der größer als der jeweilige Flächeninhalt der Leuchtfäche **12** der Anzeigefläche **2** ist. Die Anzeigevorrichtungen **1** weisen jeweils optische Strahlformeinrichtungen **30** auf, die zwischen der Beleuchtungseinrichtung **20** und der Anzeigefläche **2** angeordnet sind, und jeder Strahlformeinrichtung **30** ist eine Leuchtfäche **12** zugeordnet und die Strahlformeinrichtungen **30** sind jeweils eingerichtet, Licht von der Beleuchtungseinrichtung **20** auf die jeweilige Leuchtfäche **12** zu konzentrieren. Die optischen Strahlformeinrichtungen **30** weisen jeweils einen optischen Kollimator **34** (z. B. eine halb-sphärische Kollimatorlinse) und einen optischen Konzentrator **31** mit gekrümmten Reflektorflächen auf und der optische Kollimator **34** ist jeweils bezüglich einer Propagationsrichtung des Lichts der Beleuchtungseinrichtung **20** vor dem Konzentrator **31** angeordnet, so dass Licht zunächst im wesentlichen kollimierbar und dann konzentrierbar ist. Als Konzentrator **31** ist einerseits ein compound parabolic concentrator (CPC) vorgesehen (abgebildet durch zwei gegenüberliegende gekrümmte, bevorzugt parabolisch gekrümmte Reflektorflächen und perspektivisch auch in **Fig. 5c**), alternativ eine Kondensorlinse **31** (z. B. **Fig. 6a** rechts). Als Kollimatoren **34** sind einerseits Prismenkollimatoren **34** (gezeichnet durch eine pyramidaläre Struktur) oder alternativ Reflektoren **34** (wie in **Fig. 6a** bis **Fig. 6d**) vorhanden.

**[0101]** In **Fig. 5a**, **Fig. 5b** und **Fig. 5d** weisen die Anzeigevorrichtungen **1** Lichtquellen **21** auf, die annähernd Lambert-Strahler sind. In **Fig. 5a** sind Leuchtfächer **12** jeweils durch ein von der Beleuchtungseinrichtung **20** beleuchtbares optisches Streuelement **13** gebildet. Die nicht leuchtenden Flächen **9** der Anzeigefläche **2** sind durch Flächen eines zwischen den Streuelementen **13** angeordneten Füllmaterials gebildet, wobei das Füllmaterial hier als Fläche dargestellt ist, jedoch ebenso zudem den Zwischenraum zwischen benachbarten Strahlformelementen **30** komplett ausfüllen kann. Die Lichtquellen sind polychromatisch und die Lichtquellen bzw. deren aktive Leuchtfächer weisen eine Ausdehnung auf, die mehr als 50% des Abstands **11** der Flächenschwerpunkte der Leuchtfächer **12** betragen. Die CPCs **31** weisen einen Eingang **32** und einen Ausgang **33** auf (siehe auch **Fig. 5c**), wobei der Eingang **32** eine größere Fläche aufweist als der Ausgang **33** und der Ausgang **33** der Leuchtfäche **12** sowie der Anzeigefläche **2** zugewandt ist und der Eingang **32** der Beleuchtungseinrichtung **20** zugewandt ist. Der CPC weist einen optischen Eingangswinkel **37** auf, welcher maximal um  $30^\circ$ – $10^\circ$ , bevorzugt  $20^\circ$ , kleiner ist, als der optische Ausgangswinkel **36** des Prismenkollimators **34**. Somit können optische Verluste **35** möglichst minimiert werden. Durch die Kombination

von Kollimator **34** und Konzentrator **31** findet eine effektive Lichtkonzentration auf die Leuchtflächen **12** statt. Zudem wird durch den CPC als nicht abbildende Optik eine sehr homogene Farbmischung erreicht, was durch die weißen Ausgangsleuchtmuster ange deutet ist. Das Streuelement **13** erlaubt einen großen Betrachtungswinkel. Der Strahlengang des Lichts ist durch gestrichelte Pfeile angedeutet. In **Fig. 5b** ist eine Variante der Anzeigevorrichtung aus **Fig. 5a** dargestellt, bei welcher die Ausdehnung der Lichtquelle **21** kleiner als 50% des Abstands **11**, jedoch größer als die Ausdehnung der Leuchtfläche **12** ist. In **Fig. 5d** sind im Unterschied zu **Fig. 5a** die Lichtquellen monochromatisch und die Leuchtflächen **12** sind jeweils durch ein von der Beleuchtungseinrichtung **20** beleuchtbares optisches Farbfilterelement, das gleichzeitig ein Streuelement **13** ist, gebildet. Weiterhin ergeben sich Abstände **11.1** zwischen den Leuchtflächen **12**, die ein Drittel des Abstands **11** betragen.

**[0102]** In **Fig. 6a**, **Fig. 6b**, **Fig. 6c** und **Fig. 6d** weisen die Anzeigevorrichtungen **1** Lichtquellen **21** auf, die flächenmäßig (z. B. bezogen auf die aktive Leuchtfläche einer Lichtquelle) gleich groß oder größer als die Leuchtflächen **12** sind. Ansonsten ist **Fig. 6a** ähnlich zu **Fig. 5a**, wobei **Fig. 6a** im Unterschied zu **Fig. 5a** Kollimatoren **34** zeigt, welche als Parabolreflektor die Lichtquellen **21** umgeben. Der optische Kollimator **34** ist nach wie vor bezüglich einer Propagationsrichtung des Lichts der Beleuchtungseinrichtung **20** vor dem Konzentrator **31** angeordnet, so dass Licht zunächst im wesentlichen kollimierbar und dann konzentrierbar ist. Als Variante ist rechts eine RGBW-Lichtquelle gezeigt sowie anstatt eines CPCs als Konzentrator **31** eine Kondensorlinse, hier eine nicht-abbildende Kondensorlinse, die ebenfalls eine gute Homogenisierung des durch die Leuchtfläche **12** durchstrahlenden Lichts bewirkt. **Fig. 6b** ist ähnlich zu **Fig. 6a**, wobei die Lichtquellen **21** monochromatisch sind und die Leuchtflächen **12** jeweils durch ein von der Beleuchtungseinrichtung **20** beleuchtbares optisches Farbfilterelement, das gleichzeitig ein Streuelement **13** ist, gebildet sind. Weiterhin ergeben sich Abstände **11.1** zwischen den Leuchtflächen **12**, die ein Drittel des Abstands **11** betragen. **Fig. 6c** ist ähnlich zu **Fig. 6a**, wobei die Lichtquellen **21** monochromatisch, hier weiß, sind und direkt auf den Lichtquellen **21** Farbfilterelemente **14** angeordnet sind. Weiterhin ist rechts eine Ausgestaltungsmöglichkeit mit einer abbildenden Kondensorlinse **31** gezeigt. **Fig. 6d** ist ähnlich zu **Fig. 6a**, wobei die Lichtquellen **21** monochromatisch, hier z. B. im Wesentlichen Blau- und/oder UV-emittierend sind. Die Leuchtflächen **12** sind jeweils durch ein von der Beleuchtungseinrichtung **20** beleuchtbares optisches Farbfilterelement **14** gebildet. Jede Lichtquelle **21** weist einen Blau- und/oder UV-Emitter auf, welcher eingerichtet ist, durch Aussendung eines Blau- und/oder UV-Lichtstrahls eine Leuchtstoffsschicht, die hier z. B. auch als Streuelement **13** wirkt, zum aktiven Leuch-

ten zu bringen. Die verschiedenen Farben, hier RGB, werden somit durch die Farbfilterelemente **14** erhalten. Weiterhin ergeben sich Abstände **11.1** zwischen den Leuchtflächen **12**, die ein Drittel des Abstands **11** betragen. Direkt auf den Lichtquellen **21** sind Farbfilterelemente **14** angeordnet (z. B. Quantum Dots).

**[0103]** In allen gezeigten Ausführungen weisen bevorzugt die nicht leuchtenden Flächen **9**, bevorzugt die gesamte Anzeigefläche **2** einen Reflexionsgrad diffuser Reflexion und/oder spiegelnder Reflexion von weniger als 50% auf. Die nicht leuchtenden Flächen **9** weisen hierfür bevorzugt eine dunkle Farbe auf oder sind schwarz und/oder sie weisen einen Mittenrauwert im Bereich von 0,2 µm und 1,0 µm auf und/oder sind mittels einer Antireflexbeschichtung beschichtet. Bevorzugt ist zudem eine elektronische Kompensationseinrichtung vorhanden, mittels welcher eine minimale Helligkeit der Leuchtflächen **12** für die Anpassung der Darstellung schwarzer Bildpixel in Abhängigkeit der Umgebungshelligkeit automatisch einstellbar ist.

**[0104]** Mit dieser Erfindung wird eine revolutionäre Qualitätsverbesserung von Anzeigevorrichtungen geschaffen. Die Bildqualität wird durch das Prinzip, die zwischen den Leuchtflächen liegenden nicht leuchtenden Flächen möglichst groß auszulegen, z. B. indem der Anteil der nicht leuchtenden Flächen an der gesamten Anzeigefläche mindestens 70% beträgt, erhöht, da hierdurch der Kontrast verbessert wird und viel Energie gespart werden kann, was insbesondere für tragbare Geräte sehr wichtig ist. Durch ein zusätzliches Vorsehen der nicht leuchtenden Flächen mit einem geringen Reflexionsgrad (spiegelnd oder diffus) werden schwarze Bildbestandteile auch schwarz bleiben. Um die hellen Bildbereiche noch heller machen zu können, und auch, um den Helligkeitsverlust durch die Verringerung des Flächenanteils der Leuchtflächen auszugleichen, werden spezielle intensive Lichtquellen (z. B. Laser oder micro-LEDs oder micro-OLEDS) verwendet oder es wird mittels spezieller Strahlformeinrichtungen, welche vom Betrachter aus gesehen hinter der Anzeigefläche liegen, eine Konzentration von Licht auf die Leuchtflächen und somit ein Helligkeits-Boost erreicht, so dass der Helligkeit-Mittelwert ähnlich ist wie auf normalen Display-Einrichtungen, jedoch mit besserem Kontrast und kleinerem Energieverbrauch, je nach Umgebungslicht.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Anzeigevorrichtung
<b>2</b>	Anzeigefläche der Anzeigevorrichtung
<b>8</b>	Substrat
<b>9</b>	nicht leuchtende Fläche
<b>10</b>	Pixel
<b>11</b>	Abstand
<b>11.1</b>	1/3 des Abstands <b>11</b>

**12** Leuchtfäche  
**13** Streuelement  
**14** Farbfilterelement  
**20** Beleuchtungseinrichtung  
**21** Lichtquelle  
**22** aktive Leuchtfäche der Lichtquelle  
**30** optische Strahlformeinrichtung  
**31** optischer Konzentrator  
**32** Eingang des optischen Konzentrators  
**33** Ausgang des optischen Konzentrators  
**34** optischer Kollimator  
**35** optische Verluste  
**36** Ausgangswinkel des optischen Kollimator  
**37** Eingangswinkel des optischen Konzentrators  
**50** Betrachter  
**51** Einfallswinkel

**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**

- US 2008/0024470 [0002]

## Patentansprüche

1. Anzeigevorrichtung (1) mit einer Anzeigefläche (2) bestehend aus nicht leuchtenden Flächen (9) und Leuchtfächern (12), wobei die Flächenschwerpunkte benachbarter Leuchtfächern (12) gegenseitige Abstände (11, 11.1) aufweisen, die kleiner sind, als das Auflösungsvermögen eines Betrachters (50) und wobei der Anteil der nicht leuchtenden Flächen (9) an der gesamten Anzeigefläche (2) mehr als 70% beträgt.

2. Anzeigevorrichtung (1) gemäß Anspruch 1, wobei eine oder mehrere Leuchtfächen (12) einem Pixel (10) zugeordnet sind und die Anzeigefläche (2) eine Vielzahl solcher Pixel (10) aufweist, die in einem sich wiederholenden Muster angeordnet sind, so dass aus den Pixeln (10) Bilder zusammengesetzt werden können.

3. Anzeigevorrichtung (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Mehrheit der nicht leuchtenden Flächen (9) einen Reflexionsgrad diffuser Reflexion von weniger als 50% aufweist.

4. Anzeigevorrichtung (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Mehrheit der nicht leuchtenden Flächen (9) einen Reflexionsgrad spiegelnder Reflexion von weniger als 50% aufweist.

5. Anzeigevorrichtung (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Mehrheit der nicht leuchtenden Flächen (9) eine dunkle Farbe aufweist oder schwarz ist und/oder wobei eine Mehrheit der nicht leuchtenden Flächen (9) einen Mitterrauwert im Bereich von 0,2 µm und 1,0 µm aufweist und/oder wobei eine Mehrheit der nicht leuchtenden Flächen (9) mittels einer Antireflexbeschichtung beschichtet ist.

6. Anzeigevorrichtung (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Anzeigevorrichtung (1) eine elektronische Kompensationseinrichtung aufweist, mittels welcher eine minimale Helligkeit der Leuchtfächen (12) für die Anpassung der Darstellung schwarzer Bildpixel in Abhängigkeit der Umgebungshelligkeit automatisch einstellbar ist.

7. Anzeigevorrichtung (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Anzeigevorrichtung (1) eine Beleuchtungseinrichtung (20) mit einem Substrat (8) aufweist, auf dem mehrere Lichtquellen (21) angeordnet sind.

8. Anzeigevorrichtung (1) gemäß Anspruch 7, wobei die Leuchtfächen (12) jeweils durch eine der Lichtquellen (21) oder durch ein von einer der Lichtquellen (21) beleuchtbares optisches Streuelement (13) oder transparentes Abdeckelement oder optisches Farbfilterelement (14) gebildet sind und wobei

die nicht leuchtenden Flächen (9) der Anzeigefläche (2) durch Flächen des Substrats (8) und/oder durch Flächen eines Füllmaterials zwischen den Leuchtfächern (12) gebildet sind.

9. Anzeigevorrichtung (1) gemäß Anspruch 8, wobei jede Lichtquelle (21) einen Elektronen-Emitter aufweist, welcher eingerichtet ist, durch Aussendung eines Elektronenstrahls eine Leuchtstoffschicht zum aktiven Leuchten zu bringen, oder einen UV-Emitter aufweist, welcher eingerichtet ist, durch Aussendung eines UV-Lichtstrahls die Leuchtstoffschicht zum aktiven Leuchten zu bringen.

10. Anzeigevorrichtung (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Anzeigevorrichtung (1) eine Beleuchtungseinrichtung (20) mit einer Lichtquelle (21) oder mit mehreren Lichtquellen (21) aufweist und wobei die aktive Leuchtfäche (22) der Lichtquelle (21) oder, wenn die Beleuchtungseinrichtung (20) mehrere Lichtquellen aufweist, jeweils die aktiven Leuchtfächen (22) der Lichtquellen (21) einen Flächeninhalt aufweisen, der größer als die Flächeninhalte der Leuchtfächen (12) der Anzeigefläche (2) ist.

11. Anzeigevorrichtung (1) gemäß Anspruch 10, wobei die Leuchtfächen (12) jeweils durch ein von der Beleuchtungseinrichtung (20) beleuchtbares optisches Streuelement (13) oder transparentes Abdeckelement oder optisches Farbfilterelement (14) gebildet sind, und wobei die nicht leuchtenden Flächen (9) der Anzeigefläche (2) durch Flächen eines zwischen Leuchtfächen (12) angeordneten Füllmaterials oder Substrats (8) gebildet sind.

12. Anzeigevorrichtung (1) gemäß einem der Ansprüche 7 bis 11, wobei die Anzeigevorrichtung (1) optische Strahlformeinrichtungen (30) aufweist, die zwischen der Beleuchtungseinrichtung (20) und der Anzeigefläche (2) angeordnet sind, und wobei jeder Strahlformeinrichtung (30) eine Leuchtfäche (12) zugeordnet ist und die Strahlformeinrichtungen (30) jeweils eingerichtet sind, Licht von der Beleuchtungseinrichtung (20) auf die jeweilige Leuchtfäche (12) zu konzentrieren.

13. Anzeigevorrichtung (1) gemäß Anspruch 12, wobei die optischen Strahlformeinrichtungen (30) jeweils einen optischen Kollimator (34) aufweisen.

14. Anzeigevorrichtung (1) gemäß einem der Ansprüche 12 bis 13, wobei die optischen Strahlformeinrichtungen (30) jeweils einen optischen Konzentrator (31) aufweisen.

15. Anzeigevorrichtung (1) gemäß einem der Ansprüche 12 bis 14, wobei die optischen Strahlformein-

richtungen (**30**) mindestens eine gekrümmte oder ab-  
gestufte Reflektorfläche aufweisen.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

## Anhängende Zeichnungen

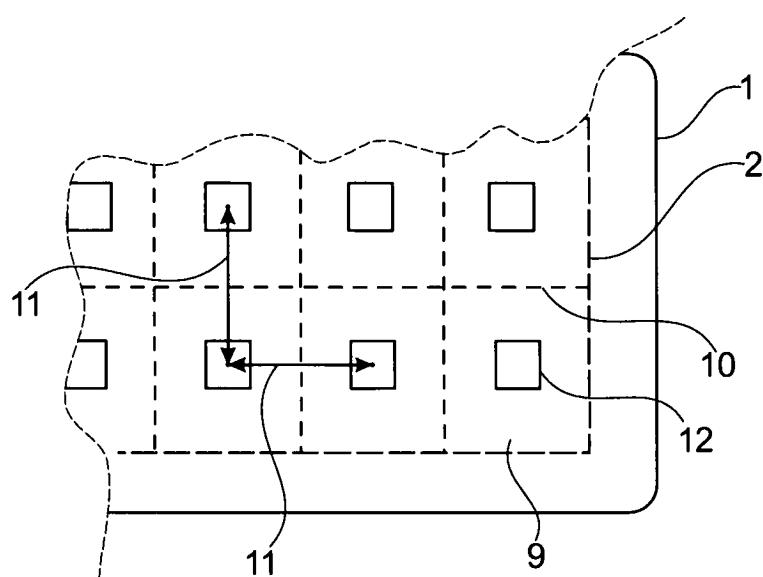


Fig. 1

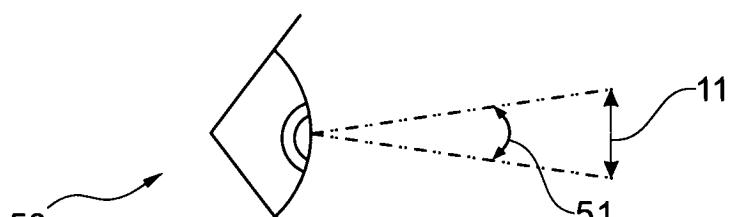


Fig. 2

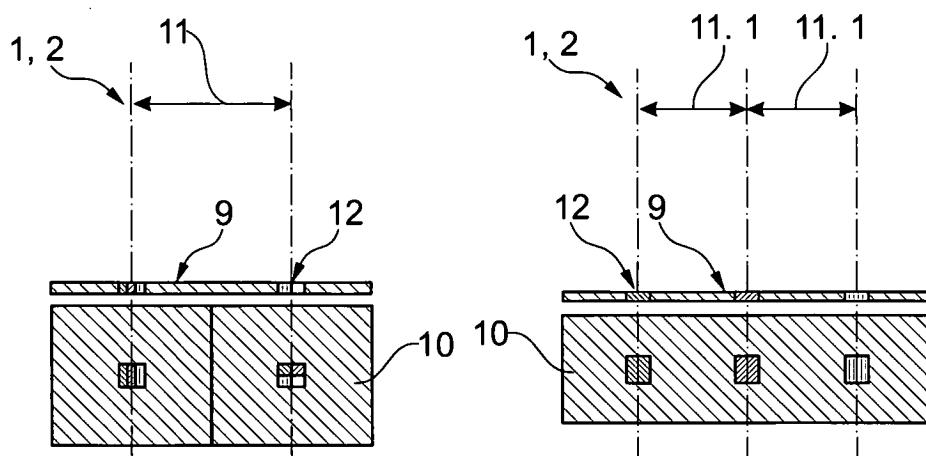


Fig. 3a

Fig. 3b

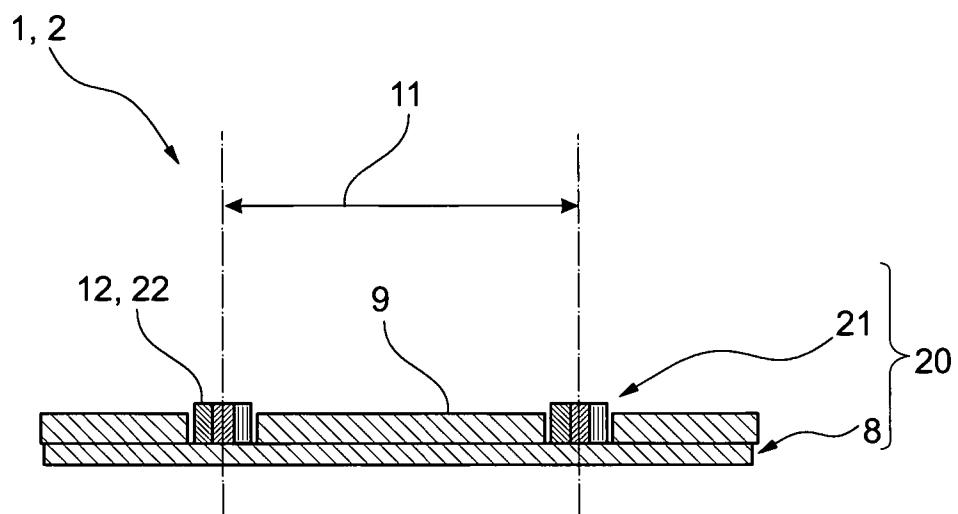


Fig. 4a

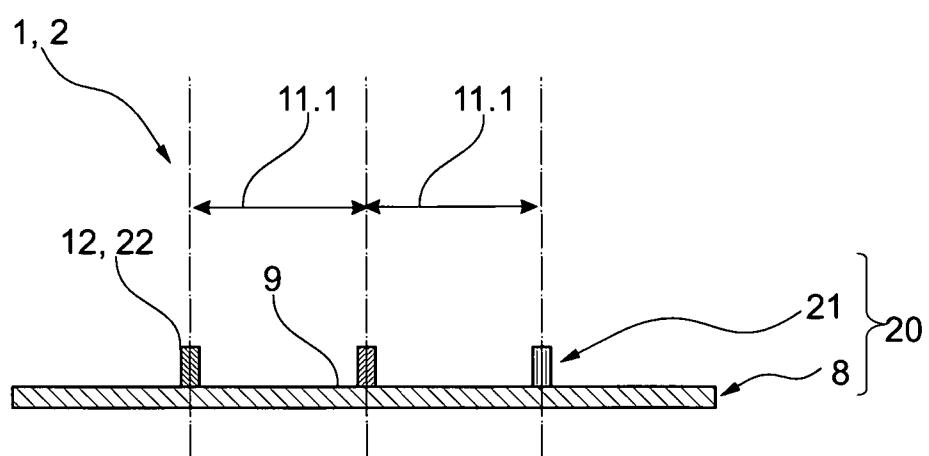


Fig. 4b

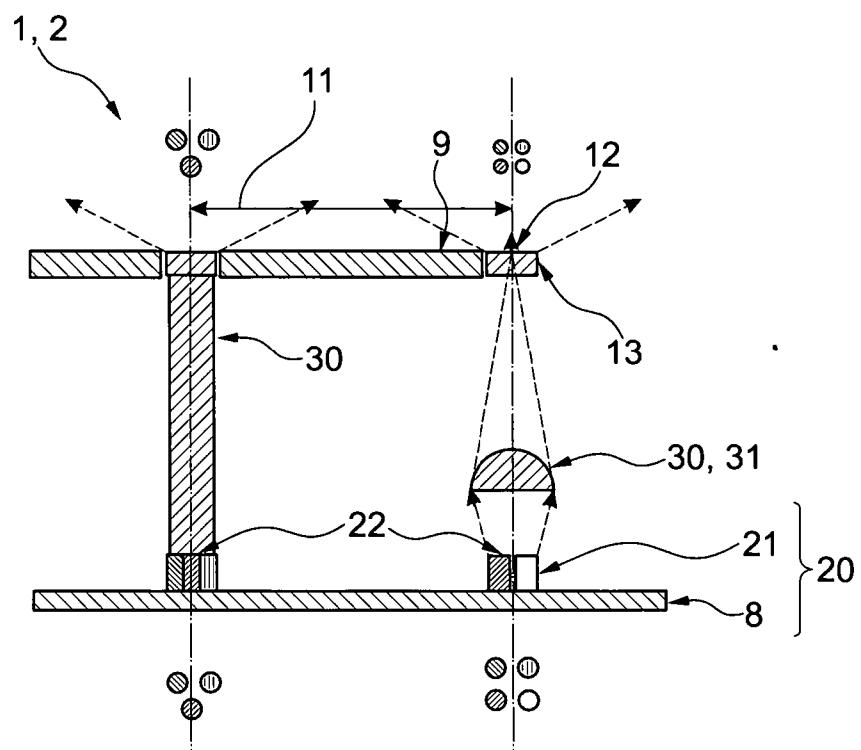


Fig. 4d

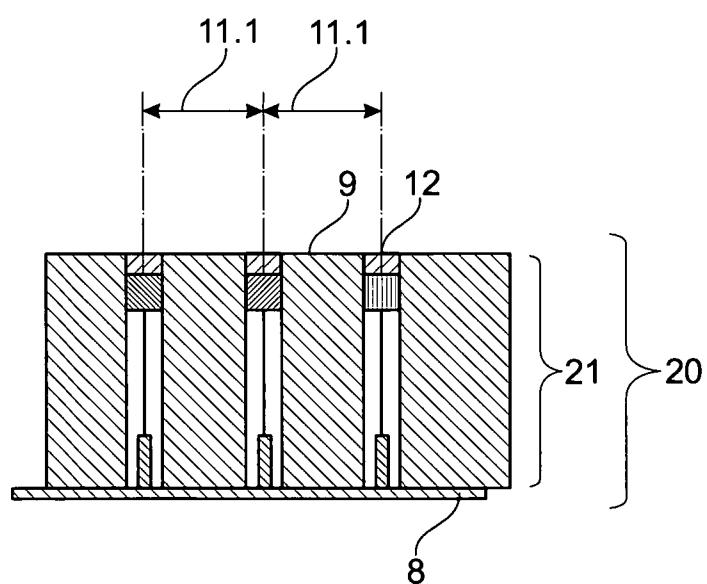


Fig. 4c

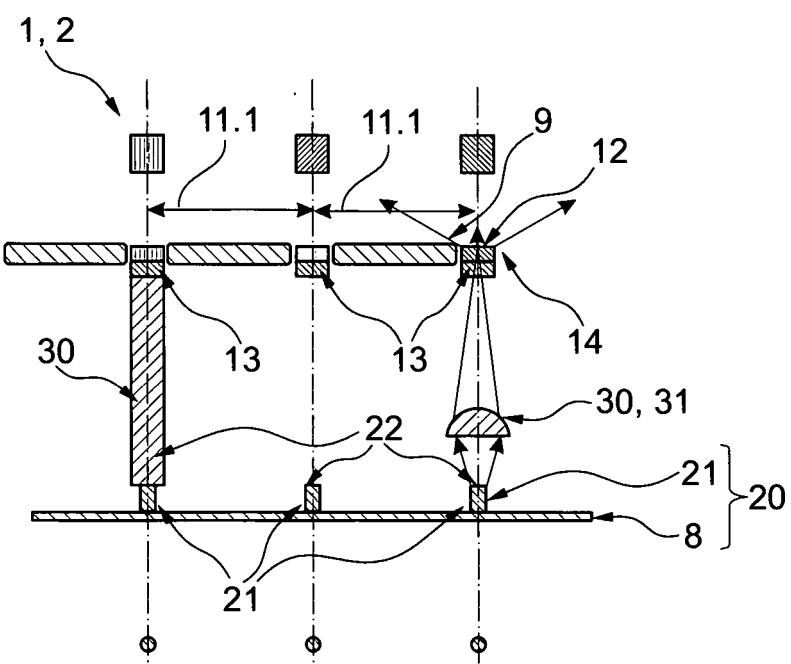


Fig. 4e

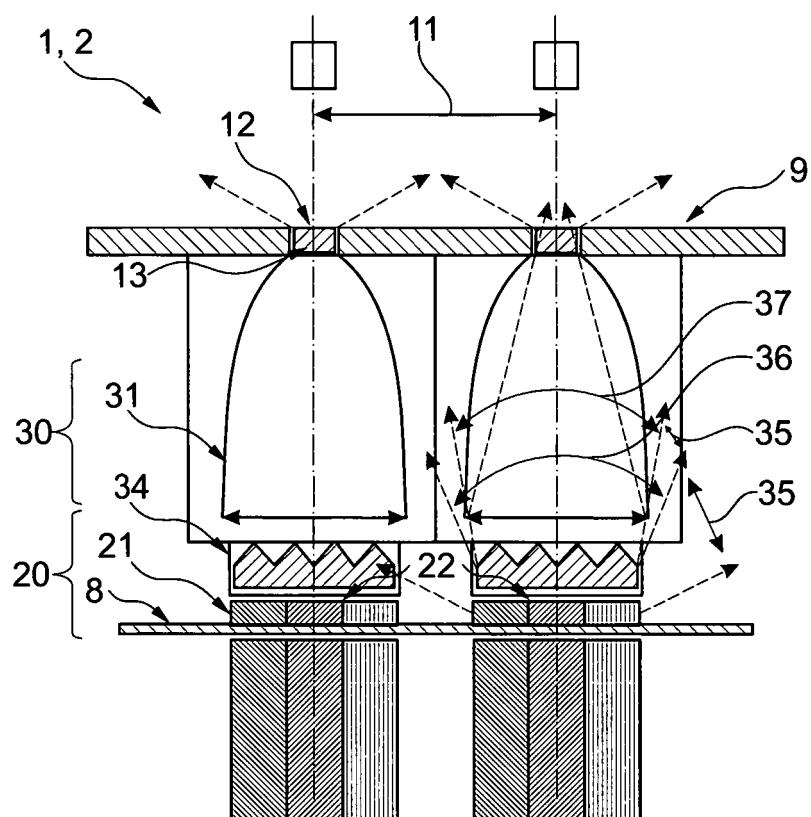


Fig. 5a

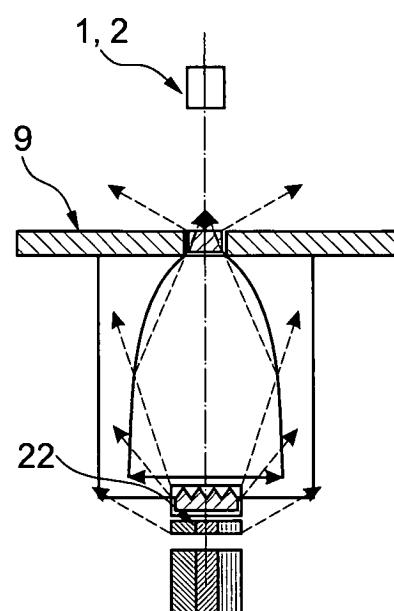


Fig. 5b

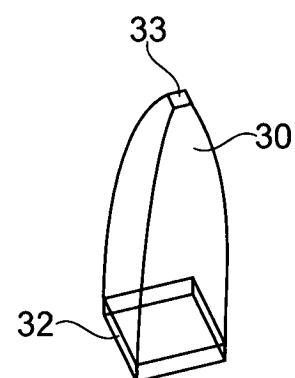


Fig. 5c

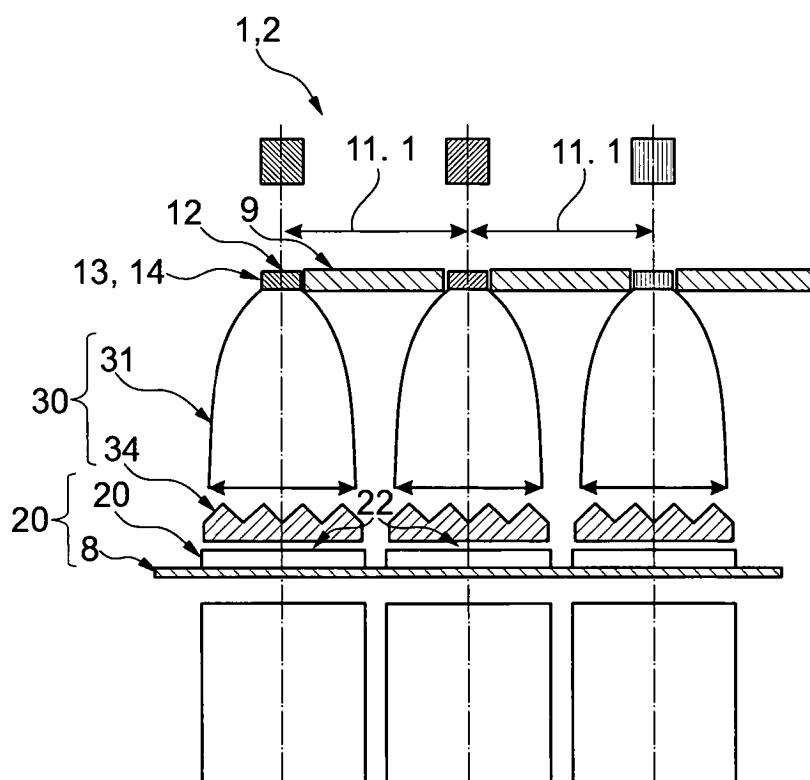


Fig. 5d

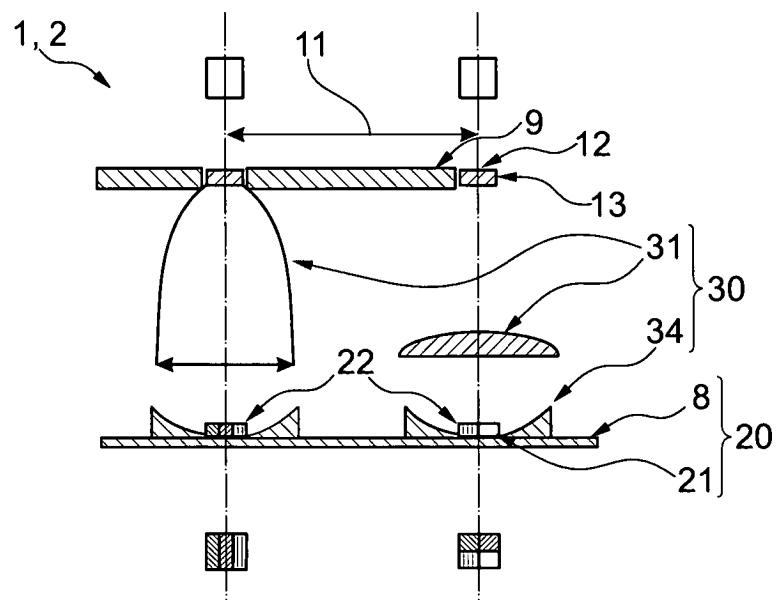


Fig. 6a

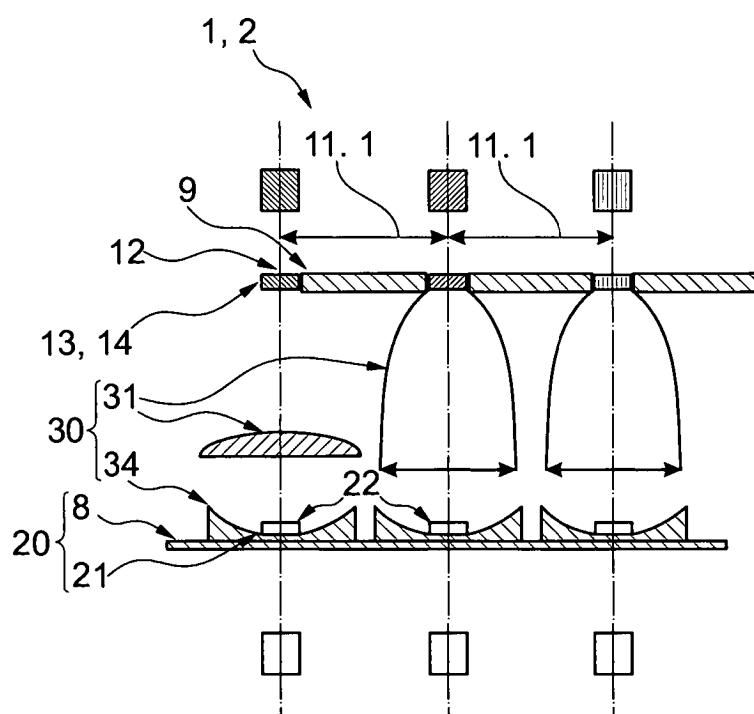


Fig. 6b

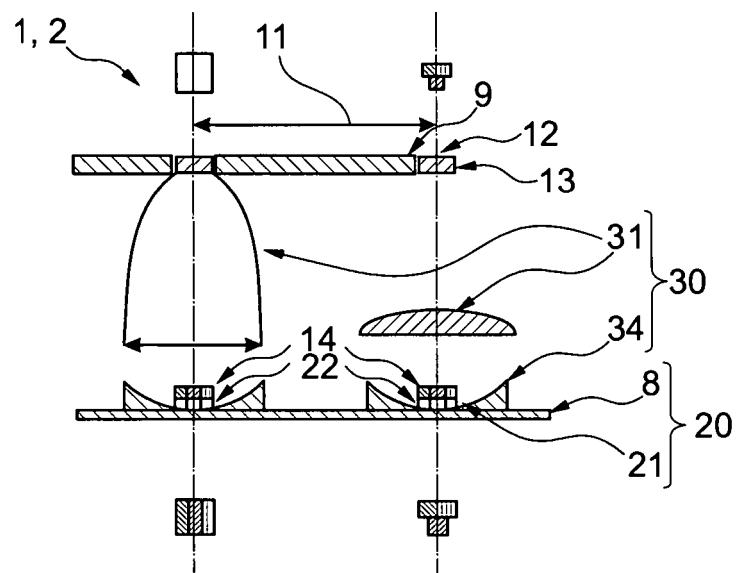


Fig. 6c

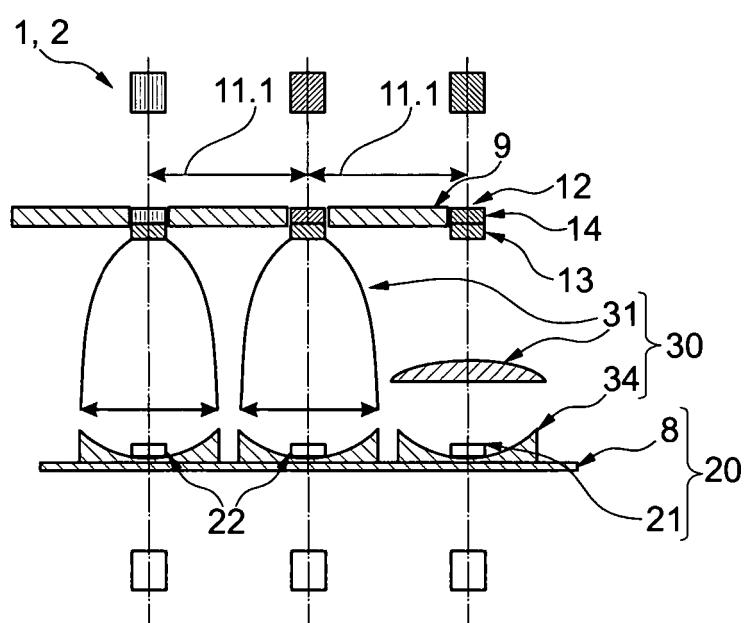


Fig. 6d