

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
27. November 2008 (27.11.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/142156 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:

G02B 27/22 (2006.01) G02B 26/02 (2006.01)
G02B 5/06 (2006.01) H04N 13/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/056358

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. Mai 2008 (23.05.2008)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2007 026 071.9 24. Mai 2007 (24.05.2007) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SeeReal Technologies S.A. [LU/LU]; 35, Boulevard du Prince Henri, L-1724 Luxembourg (LU).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): REICHEL, Stephan [DE/DE]; Iglauer Str. 12, 01279 Dresden (DE).

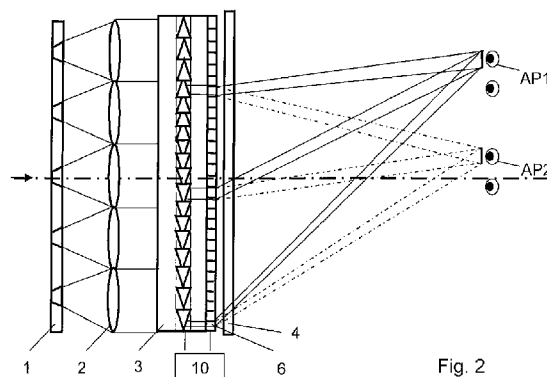
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM,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

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DIRECTIONALLY CONTROLLED ILLUMINATION UNIT FOR AUTOSTEREOSCOPIC DISPLAYS

(54) Bezeichnung: RICHTUNGSGESTEUERTE BELEUCHTUNGSEINHEIT FÜR AUTOSTEREOSKOPISCHE DISPLAYS



(57) Abstract: The invention relates to a directionally controlled illumination unit that deflects light from activated illumination elements into visibility regions by a transmissive image reproduction means. The visibility regions are tracked by the eyes of different viewers to other positions in front of the display via a tracking unit and image control. In order to avoid a strong correlation of one pixel of the image reproduction means to a deflection element (electric cross-linking cell) of a deflection means, the directionally controlled illumination unit comprises a two-dimensional illumination means in front of the image reproduction means arranged in a serial manner in the optical path, the illumination means providing homogenous light for the image reproduction means, and a deflection means containing at least one field having an arrangement of electric cross-linking cells that can be discretely addressed in groups by the tracking unit and image control, and that realize a controllable prism function in order to sequentially and synchronously align the beam concentration with the beam concentration modulated in an alternating manner at the eye position associated with the current modulated stereoscopic image, and further to realize a controllable lens function in order to adjust the visibility regions as a function of the distance of the viewer's eyes to the image reproduction means.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine richtungsgesteuerte Beleuchtungseinheit, die Licht von aktivierten Beleuchtungselementen durch ein transmissives Bildwiedergabemittel in Sichtbarkeitsbereiche ablenkt. Die Sichtbarkeitsbereiche werden mit einer Nachführeinrichtungs- und Bildsteuerung den Augen verschiedener Betrachter zu anderen Positionen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2008/142156 A2



MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

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

vor dem Display nachgeführt. Um eine strenge Zuordnung eines Bildpunktes der Bildwiedergabemittel mit einem Ablenkelement (Elektro-Benetzungszelle) eines Ablenkmittels zu vermeiden, enthält die richtungsgesteuerte Beleuchtungseinheit vor dem Bildwiedergabemittel im Lichtweg seriell angeordnete flächenhafte Beleuchtungsmittel, die für die Bildwiedergabemittel homogenes Licht bereitstellen, und Ablenkmittel, die mindestens ein Feld mit einer Anordnung von Elektro-Benetzungszellen enthalten, die von der Nachführeinrichtungs- und Bildsteuerung mindestens in Gruppen diskret adressierbar und im Brechungsverhalten einstellbar sind und eine steuerbare Prismenfunktion realisieren, um die Strahlenbündel sequentiell und synchron zu den alternierend modulierten Strahlenbündeln auf die dem aktuell modulierten stereoskopischen Bild zugeordnete Augenposition auszurichten, und zusätzlich eine steuerbare Linsenfunktion realisieren, um die Sichtbarkeitsbereiche abhängig von der Entfernung der Betrachteraugen von den Bildwiedergabemitteln anzupassen.

Richtungsgesteuerte Beleuchtungseinheit für autostereoskopische Displays

Die Erfindung bezieht sich auf eine richtungsgesteuerte Beleuchtungseinheit für autostereoskopische Displays, die Licht von aktivierten Beleuchtungselementen durch ein transmissives Bildwiedergabemittel hindurch in den Raum vor dem Display in Sichtbarkeitsbereiche ablenkt. Betrachteraugen können von diesen Sichtbarkeitsbereichen aus, nach Modulation des Lichts mit Bild- oder anderen Informationen im Bildwiedergabemittel, eine stereoskopische und/oder monoskopische Darstellung sehen.

10

Anwendungsgebiet der Erfindung sind autostereoskopische Displays, bei denen die Sichtbarkeitsbereiche mit Hilfe einer Nachführeinrichtungs- und Bildsteuerung automatisch den Augen verschiedener Betrachter bei einer Bewegung zu anderen Positionen in einem relativ großen Betrachtterraum vor dem Display nachgeführt werden können. Gemäß der Erfindung sind die Bilder und andere Informationen den Betrachtern entweder im 2D- oder 3D-Modus oder im gemischten Modus darstellbar.

15

Ein Beispiel eines autostereoskopischen Displays mit einer richtungsgesteuerten Beleuchtungseinheit wurde in der noch nicht veröffentlichten DE 10 2006 042 325 der Anmelderin beschrieben. Andere spezielle Ausbildungen derartiger Displays zur zeitsequentiellen Darstellung der Stereobilder synchron mit dem Bilden eines Sichtbarkeitsbereichs für jeweils ein Betrachterauge sind bereits in anderen autostereoskopische Displays betreffenden Anmeldungen und Patenten der Anmelderin beschrieben worden.

25

Die richtungsgesteuerte Beleuchtungseinheit des autostereoskopischen Displays in diesem Dokument umfasst in Ausbreitungsrichtung des Lichts ein Beleuchtungsmittel mit selbstleuchtenden oder lichtdurchstrahlten Beleuchtungselementen sowie ein Abbildungsmittel mit Abbildungselementen. Die Abbildungselemente bilden das Licht aktivierter Beleuchtungselemente des Beleuchtungsmittels als Sichtbarkeitsbereich jeweils auf ein Betrachterauge durch annähernde Parallelstrahlenbündel ab. Jedes Abbildungselement bildet eine Vielzahl von aktivierten Beleuchtungselementen ab, da die Anzahl der regulär angeordneten

30

Beleuchtungselemente um ein Mehrfaches größer ist als die Anzahl der regulär angeordneten Abbildungselemente.

Für die autostereoskopische Darstellung von Bildern oder anderen Informationen besteht die Forderung, dass sowohl der Sichtbarkeitsbereich als auch die
5 Bildwiedergabemittel stets über die gesamte Fläche homogen ausgeleuchtet sein müssen, um eine qualitativ hochwertige 3D-Darstellung sehen zu können. Das Übersprechen der Stereobilder auf das jeweils andere Auge soll dabei vermieden werden.

10 Der Sichtbarkeitsbereich kann in verschiedenen Formen vorgegeben werden und in seiner Ausdehnung ein oder beide Augen eines Betrachters aufnehmen. Auch wenn der Betrachter eine neue Position im Raum vor dem Display einnimmt, müssen ihm die monoskopischen und/oder stereoskopischen Bilder ständig in guter Qualität zur Verfügung stehen.

15

Wird bei einem autostereoskopischen Display der beschriebenen Art eine stereoskopische Darstellung für beispielsweise zwei Betrachter realisiert, müssen für vier verschiedene Augenpositionen vier Sichtbarkeitsbereiche bereitgestellt werden. Dabei sind verschiedene Probleme zu lösen, um eine gute Abbildungsqualität für
20 eine größere Anzahl von Betrachtern zu erreichen.

Vordringlich müssen beispielsweise im Interesse eines akzeptablen Nutzerkomforts die Sichtbarkeitsbereiche für beide Augen des einen Betrachters genügend weit von den Sichtbarkeitsbereichen für die Augen des anderen Betrachters entfernt sein, um
25 eine gegenseitige Behinderung der Betrachter vor dem autostereoskopischen Display auszuschließen. Bekanntlich sind aber die optischen Abbildungsbedingungen für einen Betrachter optimal, wenn dessen Augen eine Position zentral vor dem Display in der Nähe der optischen Achse einnehmen.

30 Mit größer werdendem seitlichem Abstand der Betrachteraugen von der Mitte des Displays verschlechtert sich durch die größer werdenden Abstrahlwinkel der Strahlenbündel die Qualität der Abbildung. Bei Verwendung beispielsweise eines Lentikulars als Abbildungsmittel treten optische Aberrationen auf, welche die Erzeugung von genügend großen definierten Sichtbarkeitsbereichen verhindern

können. Weiterhin lassen die Aberrationen keine großen Betrachterwinkel zu, so dass die Lichtstrahlen einen zu weit von der Mitte des Displays entfernten Betrachter überhaupt nicht mehr erreichen. Der Betrachterwinkel oder Betrachterbereich wird hier vom Betrachter ausgehend definiert als ein Raum oder Bereich vor dem

5 Display, in dem sich Betrachter aufhalten und eine Darstellung im gewünschten Modus sehen können. Gerade für ein Mehrbenutzer-Display ist aber ein großer Betrachterwinkel erforderlich. Die genannten Nachteile können bekanntlich durch Verwendung einer steuerbaren Ablenkeinheit vermieden werden.

10 Aus der internationalen Veröffentlichung WO 2004/099847 ist eine steuerbare elektrooptische Zelle, eine sogenannte Elektro-Benetzungszelle bekannt. Diese Zellen nutzen den Kapillareffekt und eine Elektrobenetzung, um mit elektrostatischem Potential die Oberflächenspannung von Flüssigkeiten zu verändern und damit das optische Brechungsverhalten zu steuern. Eine

15 Elektrobenetzungszelle enthält im Prinzip eine Kapazität, die zwischen den Elektroden mit einer hydrophoben Flüssigkeit, wie Öl und Wasser gefüllt ist, wobei eine der Elektroden hydrophob beschichtet ist. Ohne elektrisches Feld legt sich das Öl als Film über die beschichtete Elektrode, mit elektrischem Feld verdrängt das Wasser den Ölfilm, da das anliegende Feld die Polarisation der Dipole in der

20 Wasseroberfläche aufhebt. Zwischen beiden Materialien besteht eine Grenzfläche. Die Zelle kann elektronisch einstellbar optische Linsen und Prismenelemente von Größenordnungen unterhalb eines Quadratmillimeters realisieren.

Durch das variable Steuern der Neigung der Grenzfläche in einer Elektro-

25 Benetzungszelle kann das optische Brechungsverhalten stufenlos geändert werden, wodurch optische Aberrationen wesentlich besser reduziert werden können als bei konventionellen optischen Elementen. Durch diese Eigenschaften sind die Elektro-Benetzungszellen optimal für den Einsatz in Einrichtungen geeignet, die optische und wellenoptische Funktionen realisieren.

30

Ein autostereoskopisches Wiedergabesystem gemäß der internationalen Veröffentlichung WO 2004/075526 A2 nutzt eine solche Elektro-Benetzungszelle. Auch bei diesem Display durchleuchtet kollimiertes Licht ein flaches Anzeigemittel (Display) mit diskreten Pixeln, welches für jedes Betrachterauge in der Parallaxe

verschiedene stereoskopische Videobilder generiert. Das flache Anzeigemittel enthält einen Strahlenteiler und eine dynamisch einstellbare Strahlsteuerung mit Elektro-Benetzungszellen, um damit die Videobilder auf das betreffende Auge von Betrachtern zu richten. Bei der einstellbaren Strahlsteuerung ist jedem Modulatorpixel des Anzeigemittels eine Elektro-Benetzungszelle fest zugeordnet, um den Lichtaustrittswinkel des in seiner Intensität beeinflussten Lichtstrahls auf die aktuelle Augenposition einzustellen. Die feste Zuordnung der Benetzungszellen zu den Pixeln des Flachdisplays erfordert einen hohen technologischen Aufwand insbesondere an Präzision bei der Fertigung. Das System ist für eine punktweise Beeinflussung von inkohärentem Licht konzipiert und stellt keinerlei Anforderungen an Interferenzbedingungen. Insbesondere unlineares Transmissionsverhalten in den Randzonen der Benetzungszellen würde bei ungenauer Zuordnung der Elektro-Benetzungszellen zu den Pixeln die Ausbreitung des modulierten Lichts beeinflussen und damit die Qualität der 3D-Darstellung stören.

15

Mit der Erfindung sollen die im Stand der Technik genannten Nachteile weitestgehend beseitigt werden.

Es ist deshalb Aufgabe der Erfindung, für die Lichtführung in einem eingangs beschriebenen autostereoskopischen Display eine richtungsgesteuerte Beleuchtungseinheit mit einfachen optischen Mitteln zu schaffen, die mehreren Betrachtern gleichzeitig aus ihnen zugeordneten Sichtbarkeitsbereichen in einem Raum vor dem Display das Betrachten einer 2D- und/oder 3D-Darstellung ohne Störungen gestattet. Der mit einer Nachführeinrichtungs- und Bildsteuerung erreichbare Raum vor dem Display soll deshalb relativ groß sein. Die richtungsgesteuerte Beleuchtungseinheit gemäß dieser Anmeldung soll das Licht, das die Beleuchtungsmittel emittieren, im Wesentlichen verlustfrei und homogen in den Sichtbarkeitsbereich übertragen.

Weiterhin soll eine Zuordnung einer Elektro-Benetzungszelle zu einem Pixel der feinen Pixelstruktur der Bildwiedergabemittel vermieden werden. Ebenso soll vermieden werden, dass die richtungsgesteuerte Beleuchtungseinheit das durch die Bildwiedergabemittel modulierte Licht in seiner weiteren Ausbreitung nachträglich negativ beeinflusst. Außerdem soll durch die Anordnung der optischen Mittel

gleichzeitig eine gegenüber dem Stand der Technik verbesserte Abbildungsqualität des autostereoskopischen Displays erreicht werden.

Die vorliegende Erfindung geht von einer richtungsgesteuerten Beleuchtungseinheit aus, welche von einer Nachführeinrichtungs- und Bildsteuerung gesteuert wird und alternierend modulierte Strahlenbündel für mindestens einen Betrachter, der unterschiedliche Augenpositionen in Bezug auf Bildwiedergabemittel einnehmen kann, als Sichtbarkeitsbereiche mit einer Ausdehnung nahe der Augengröße abbildet, wobei die eine Bildpunktstruktur aufweisenden Bildwiedergabemittel die Strahlenbündel mit Sequenzen von stereoskopischen Bildern modulieren.

Gemäß den kennzeichnenden Merkmalen der Erfindung enthält die richtungsgesteuerte Beleuchtungseinheit vor dem Bildwiedergabemittel im Lichtweg seriell angeordnete flächenhafte Beleuchtungsmittel, die für die Bildpunktstruktur der Bildwiedergabemittel homogenes Licht bereitstellen, und Ablenkmittel, die mindestens ein Feld mit einer Anordnung von Elektro-Benetzungszellen enthalten, wobei die Ablenkmittel von der Nachführeinrichtungs- und Bildsteuerung mindestens in Gruppen diskret adressierbar und im optischen Brechungsverhalten einstellbar sind und mindestens eine steuerbare Prismenfunktion realisieren, um die Austrittsrichtung der Strahlenbündel sequentiell und synchron zu den alternierend modulierten Strahlenbündeln jeweils auf die dem aktuell modulierten stereoskopischen Bild zugeordnete Augenposition zu lenken, und zusätzlich eine steuerbare Linsenfunktion realisieren, um die Sichtbarkeitsbereiche abhängig von der Entfernung der Betrachteraugen von den Bildwiedergabemitteln anzupassen.

Ein derartiger optischer Aufbau hat den Vorteil, dass die Geometrie der Ablenkmittel, insbesondere die Anzahl der Elektro-Benetzungszellen bzw. ihr Rastermaß (Pitch) unabhängig von der Bildpunktstruktur der Bildwiedergabemittel frei wählbar ist. Da der Querschnitt der Benetzungszellen größer ist als der Querschnitt der Bildpunkte (Pixel), ist vorteilhaft keine exakte Deckung der Zellenränder mit den Rändern der Bildpunkte erforderlich. Unter Querschnitt ist hier ein ebener Schnitt durch die entsprechende Komponente senkrecht zum Strahlenverlauf zu verstehen.

Die flächenhaften Beleuchtungsmittel können preisgünstig als homogene Flächenstrahler ausgeführt sein. Derartige Flächenstrahler sind in der Display-Technologie in vielfältiger Form als ein so genanntes Backlight bekannt.

- 5 In einer anderen Ausführungsform können die Beleuchtungsmittel als ein Feld von punkt- oder linienförmigen Beleuchtungselementen gestaltet sein und die Abbildungsmittel bilden die von den Beleuchtungselementen ausgehenden Strahlenbündel auf mindestens eine Gruppe von Ablenkmitteln kollimiert ab. Die Abbildungsmittel enthalten wenigstens ein Feld mit Abbildungselementen. Jeweils
10 einem Abbildungselement, beispielsweise einer stabförmigen Zylinderlinse, ist eine bestimmte Anzahl von Beleuchtungselementen zum Kollimieren der ausgesandten Strahlenbündel zugeordnet.

Da die Beleuchtungseinheit im Lichtweg vor den Bildwiedergabemitteln liegt, muss
15 weder das Raster der Abbildungsmittel noch das Raster eines Feldes von Ablenkmitteln mit der Bildpunktstruktur übereinstimmen.

Zum Einstellen der Ausdehnung der Sichtbarkeitsbereiche sind die vorteilhaft im Lichtweg vor den Ablenkmitteln liegenden Abbildungsmittel mit einer vorzugsweise
20 gerasterten Struktur von Abbildungselementen versehen. Jedem Abbildungselement ist eine frei wählbare Anzahl von Ablenkelementen in Form einer Gruppe oder eines Feldes von Elektro-Benetzungszellen zugeordnet. Um den Rechenmitteln in der Nachführeinrichtungs- und Bildsteuerung die Kalkulation und Adressierung der Benetzungszellen zu erleichtern, können alle Benetzungszellen, die einem
25 Abbildungselement zugeordnet sind, wie ein einzelnes Abbildungselement behandelt, adressiert und gesteuert werden. Das Abbildungselement und die zugeordneten Benetzungszellen bilden eine funktionelle optische Einheit.

In einer vorteilhaften Ausführung der Erfindung werden mehrere Elektro-
30 Benetzungszellen in Lichtrichtung gestapelt. Diese können einerseits zur Farbkompensation als Achromat ausgeführt sein, indem die optischen Materialien von in Reihe geschalteten Ablenkelementen verschiedenes Dispersionsverhalten zeigen. Andererseits können mindestens zwei Zellen, die nur für eine eindimensionale Prismenbewegung ausgeführt sind, im rechten Winkel gedreht

übereinander gesetzt werden. Auf diese Weise wird eine Steuerung und Ablenkung von Strahlenbündeln gleichzeitig in zwei Dimensionen (X, Y) realisiert. Damit können gleichzeitig in einem Bereich vor einem Display stehende und sitzende Betrachter die angezeigte Darstellung sehen.

- 5 Eine weitere Ausgestaltung der Elektro-Benetzungszelle sieht vor, dass mindestens zwei unterschiedliche, nicht mischbare Materialien in einer Elektro-Benetzungszelle enthalten sind, die untereinander mindestens eine Grenzfläche aufweisen. Die Verwendung einer Grenzfläche vereinfacht den Aufbau eines Arrays von Elektro-
- 10 Benetzungszellen. Bei zwei Grenzflächen entfällt jedoch das Stapeln von Elektro-
- Benetzungszellen, wenn diese eine an eine zweidimensionale Ablenkung der Strahlenbündel angepasste Elektrodenanordnung aufweisen.

Die Vorteile der Erfindung bestehen darin, dass mit den beschriebenen Ausführungen der optischen Mittel und ihren Kombinationen im Vergleich zum

15 eingangs genannten Stand der Technik in einem größeren Betrachtterraum vor dem autostereoskopischen Display Sichtbarkeitsbereiche mit hoher Helligkeit und hohem Kontrast sowie geringem gegenseitigen Übersprechen erzeugt werden und eine homogene Ausleuchtung des Bildwiedergabemittels erreichen.

- 20 Weiterhin ist das Betrachten von monoskopischen oder/und stereoskopischen Darstellungen aus mehreren Betrachtern zugeordneten Sichtbarkeitsbereichen heraus möglich, ohne dass es zu gegenseitigen Behinderungen der Betrachter kommt. Damit wird eine freie und unabhängige Beweglichkeit der Betrachter in einem erweiterten Betrachtterraum realisiert, was auch gleichzeitig mit einer
- 25 Erweiterung des Nachführbereichs verbunden ist.

Durch die Erfindung wird die Homogenisierung der Lichtverteilung sowohl im Bildwiedergabemittel als auch in den Sichtbarkeitsbereichen auf einfache Weise verbessert, indem die richtungsgesteuerte Beleuchtungseinheit die Ablenkmittel mit

30 einer weitestgehend gerichteten Flächenbeleuchtung versorgt und die Nachführeinrichtungs- und Bildsteuerung diese Beleuchtung mit Hilfe der an sich bekannten elektronisch steuerbaren Elektro-Benetzungszellen in die Sichtbarkeitsbereiche einstellt.

Als weitere Vorteile kann die Transmission und damit die Abbildungsqualität des autostereoskopischen Displays verbessert und der Aufwand an optischen Mitteln gegenüber dem Stand der Technik verringert werden.

5 Die Erfindung wird anhand von Zeichnungen näher erläutert. Die Darstellungen zeigen in

Fig. 1 in Draufsicht einen prinzipiellen Aufbau eines autostereoskopischen
Direktsichtdisplays mit einer erfindungsgemäßen richtungsgesteuerten
10 Beleuchtungseinheit,

Fig. 2 in Draufsicht ein Ausführungsbeispiel eines Displays zu Fig. 1 für zwei
Betrachter, und

Fig. 3a, 3b Ausführungsbeispiele von Arrays der Elektro-Benetzungszellen für eine
ein- oder zweidimensionale Ablenkung von Strahlenbündeln.

15

In Fig. 1 sind nur die wesentlichsten Komponenten eines prinzipmäßigen Aufbaus
eines autostereoskopischen Displays, vorzugsweise eines Direktsichtdisplays, mit
einer erfindungsgemäßen richtungsgesteuerten Beleuchtungseinheit zum
Realisieren einer Prismenfunktion dargestellt. Das Licht gelangt von flächenhaften
20 Beleuchtungsmitteln 1, hier nur als einzelne Lichtquelle dargestellt, über ein Array
von Ablenkmitteln 3 und nachfolgende Bildwiedergabemittel 6 zu Augenpositionen
AP1 bis AP3. Dort bilden die Strahlenbündel jeweils einen Sichtbarkeitsbereich. In
drei Sichtbarkeitsbereichen werden im Moment drei rechte Augen ermittelt, denen
auf den Bildwiedergabemitteln 6 rechte Stereobilder angezeigt werden. Die rechten
25 und linken Stereobilder wechseln sequentiell, so dass die Betrachter gleichzeitig
eine dreidimensionale (3D) Darstellung sehen, wobei der Inhalt der 3D Darstellung
für alle gleich oder unterschiedlich sein kann. Bei unterschiedlichen Inhalten wird
dieser den einzelnen Betrachtern sequentiell angezeigt. Die Fig. 1 kann aber auch
so interpretiert werden, dass ein Betrachter nacheinander drei verschiedene
30 Positionen vor den Bildwiedergabemitteln 6 einnimmt und ihm der
Sichtbarkeitsbereich zu den Augenpositionen AP1 bis AP3 nachgeführt wird.

Die zum Nachführen der Sichtbarkeitsbereiche benutzte Nachführeinrichtungs- und
Bildsteuerung 10 (siehe Fig. 2) ist zum dreidimensionalen Erfassen der aktuellen

Betrachterposition mit einem nicht dargestellten Positionserfassungssystem verbunden.

In Fig. 2 ist die richtungsgesteuerte Beleuchtungseinheit für zwei Betrachter zu sehen. Nacheinander sind in Lichtrichtung schematisch die Hauptkomponenten dargestellt: Beleuchtungsmittel 1, Abbildungsmittel 2, Ablenkmittel 3, transmissive Bildwiedergabemittel 6, eine Feldlinse 4, eine Nachführeinrichtungs- und Bildsteuerung 10 und zwei Augenpositionen AP1 und AP2. Letztere geben die Positionen von Betrachteraugen vor dem Display an, für die gerade ein Sichtbarkeitsbereich generiert wird.

Die flächenhaften Beleuchtungsmittel 1 können als homogene Flächenstrahler ausgebildet sein und sind ungefähr in der vorderen Brennebene der Abbildungsmittel 2 angeordnet. Den Lichtweg kennzeichnet ein Pfeil auf der optischen Achse 8.

Die Abbildungselemente der Abbildungsmittel 2 können sphärische oder asphärische Linsen, Holographische optische Elemente (HOE) oder diffraktive optische Elemente (DOE) enthalten. Die Beleuchtungsmittel können auch ein Feld von punkt- oder linienförmigen Beleuchtungselementen sein.

Die Abbildungsmittel 2, in Fig. 2 als Zylinderstablinsen ausgeführt, bilden mit wenigstens einem Feld von Abbildungselementen die von eingeschalteten Beleuchtungselementen ausgehenden Strahlenbündel diskret auf mindestens eine Gruppe oder ein Feld von Ablenkmitteln 3 kollimiert ab. Jedem Abbildungselement der Abbildungsmittel 2 sind mehrere Elektro-Benetzungszellen der Ablenkmittel 3 einstellbar zugeordnet. Die Strahlenbündel, die einem Betrachterauge zugeordnet sind, überlagern sich im Sichtbarkeitsbereich sequentiell. Beim Passieren der Bildwiedergabemittel 6 werden sie mit separaten Bildfolgen synchron moduliert, so dass ein Betrachter vom Sichtbarkeitsbereich aus eine Darstellung im gewählten 2D- oder 3D-Modus oder im gemischten Modus sehen kann. Dieser Vorgang wird durch die Nachführeinrichtungs- und Bildsteuerung 10 gesteuert. Dabei behandelt, adressiert und stellt die Nachführeinrichtungs- und Bildsteuerung 10 alle Elektro-Benetzungszellen, die einem Abbildungselement entsprechend dem Strahlenverlauf

zuzuordnen sind, wie ein einzelnes Abbildungselement ein. Auf diese Weise bilden jeweils ein Abbildungselement und die zugeordneten Elektro-Benetzungszellen eine funktionelle optische Einheit. Da sich beide Betrachter in nahezu gleichem Abstand vom Display befinden, wird in den Elektro-Benetzungszellen nur die Prismenfunktion
5 aktiviert, um die notwendige Ablenkung der Strahlenbündel zu den Augenpositionen AP1 und AP2 zu realisieren. Die Prismen sind hier nur schematisch mit einem Winkel dargestellt. In der Realität sind benachbarte Zellen auch unterschiedlich eingestellt und ermöglichen unterschiedliche Ablenkwinkel. Die eindimensionale Ablenkung im Array hat den Vorteil des geringeren Elektroden- und Steueraufwands
10 gegenüber einer zweidimensionalen Ausbildung von Elektro-Benetzungszellen.

Den Abbildungsmitteln 2 kann zusätzlich eine Feldlinse 4 folgen, um die Zuordnung der Strahlenbündel zum Sichtbarkeitsbereich zu verbessern.

15 In einer weiteren Ausführungsform kann die Prismenfunktion auch zweidimensional realisiert werden, indem eine Elektrodenanordnung für eine zweidimensionale Ansteuerung der Grenzfläche zwischen zwei Materialien ausgestaltet wird. Ebenso ist es möglich, Materialien in einer Zelle so zu kombinieren, dass zwei Grenzflächen entstehen. Diese können eine zweidimensionale Ablenkung der Strahlenbündel
20 realisieren, indem sie in zueinander unterschiedliche Richtungen bei Ansteuerung geneigt werden. In beiden Richtungen können dann Prismen- und Linsenfunktionen realisiert werden.

In den Figuren 3a und 3b sind Arrays von Ablenkmitteln 3 für unterschiedliche
25 Anwendungsfälle vereinfacht dargestellt.

Das Array in Fig. 3a ist perspektivisch dargestellt. Es enthält als Ablenkmittel 3 eine Vielzahl regulär angeordnete viereckige Elektro-Benetzungszellen, von denen hier nur ein Ausschnitt wiedergegeben wird. Auf die Darstellung der Elektroden und
30 Ansteuermittel wurde verzichtet. Vorzugsweise enthalten die einzelnen Elektro-Benetzungszellen in bekannter Ausbildung mindestens zwei nichtmischbare unterschiedliche Materialien, zwischen denen eine Grenzfläche variabel einstellbar ist. Die Grenzfläche in einer Zelle ist gemäß Fig. 3a bei Ansteuerung so einstellbar, dass sie als ebene Fläche geneigt wird und damit nur in einer Richtung, hier der X-

Richtung, eine Prismenfunktion für auftreffende Strahlenbündel realisiert. Die X-Richtung entspricht dem lateralen Ablenkwinkel vor dem autostereoskopischen Display. Die geneigte Grenzfläche ist zum Verständnis nur in drei Zellen dargestellt.

5 Weiterhin kann die Grenzfläche zusätzlich verformt werden und bei Ansteuerung eine Wölbung ausbilden, mit der sie eindimensional eine Linsenfunktion realisiert. Durch Ansteuerung der einzelnen Elektro-Benetzungszellen werden damit abhängig von der jeweils ermittelten Augenposition AP1, AP2 oder AP3 (siehe Fig. 2) die Grenzflächen mit einem Winkel geneigt, der die Strahlenbündel eindimensional in Richtung zur ermittelten Augenposition lateral ablenkt, wo sie sich überlagern.

10

Zusätzlich kann eine Verformung der Grenzfläche durch eine Ansteuerung entsprechend zugeordneter Elektroden eintreten. Durch das Verformen wird für einen Betrachter die Entfernung des zu erzeugenden Sichtbarkeitsbereichs zum Display angepasst. Mit der Kombination der Prismen- und Linsenfunktion kann damit
15 eindimensional, d.h. in X-Richtung, ein großer Ablenk- und Betrachterwinkel für eine größere Anzahl von Betrachtern in unterschiedlichen Abständen zum Display realisiert werden. Dabei werden erfindungsgemäß die Ablenkmittel immer nur in Gruppen diskret adressiert und eingestellt und nur bestimmten Feldern von Abbildungsmitteln und von Bildwiedergabemitteln zugeordnet. Daraus resultiert der
20 Vorteil, dass die Geometrie der Ablenkmittel, insbesondere die Anzahl der Elektro-Benetzungszellen bzw. ihr Rastermaß (Pitch), unabhängig von der Bildpunktstruktur der Bildwiedergabemittel frei wählbar ist.

Um die Prismen- und Linsenfunktion auch zweidimensional realisieren zu können,
25 d.h. auch für die Y-Richtung, ist es vorteilhaft, zwei eindimensional ablenkende, gleichartig ausgeführte Arrays von Ablenkmitteln zu stapeln. Das zweite Array ist dann gegenüber dem ersten um 90° verdreht gestapelt angeordnet. Jedes Array funktioniert in seiner Richtung wie unter Fig. 3a beschrieben.

30 Die Arrays können zur Farbkompensation als Achromat ausgeführt sein, indem die optischen Materialien der Elektro-Benetzungszellen der in Reihe geschalteten Ablenkelemente unterschiedliches Dispersionsverhalten durch verschiedene wellenlängenabhängige Brechzahlen zeigen.

Eine andere Ausführung der gestapelten Anordnung ist in Fig. 3b schematisch in Draufsicht dargestellt. Zwei eindimensional steuerbare Arrays sind vom Aufbau her gleich gestaltet und um vorzugsweise 45° versetzt zueinander gestapelt. Mit dieser Ausführung ist es möglich, den Ablenkbereich in mindestens einer ausgewählten
5 Richtung, hier z.B. der X-Richtung, um einen vorgebbaren Winkelbereich zu vergrößern. Die Arrays müssen nicht, wie in Fig. 3b dargestellt, quadratisch gestaltet sein, sondern können jede andere vieleckige Form annehmen. Das gleiche trifft auch auf die Form der Benetzungszellen zu, die idealerweise in gestapelten Arrays identisch sein sollte.

10

Ein Vergleich der Formen der Bildpunktstruktur der Bildwiedergabemittel mit der Struktur der Benetzungszellen erübrigt sich, da es in der erfindungsgemäßen Anordnung der optischen Komponenten keine Zuordnung einer Elektro-Benetzungszelle zu einem Bildpunkt der feinen Bildpunktstruktur der
15 Bildwiedergabemittel gibt. Eine Elektro-Benetzungszelle ist hier immer größer als ein Bildpunkt. Darin besteht der große Vorteil der Erfindung gegenüber dem Stand der Technik.

20

Wenn man die Ablenkmittel in Lichtausbreitungsrichtung nach den Bildwiedergabemitteln anordnet, müssten die Elektro-Benetzungszelle und die Pixel etwa die gleiche Größe aufweisen und genau einander zugeordnet werden. Nur dann würde man eine gute Abbildungsqualität für mehrere Beobachter erreichen. Weisen diese genannten Elemente nicht die gleiche Größe auf, sind zusätzliche Korrekturmittel in optischer oder elektronischer Form zum Verbessern der
25 Abbildungsqualität notwendig. Diese Nachteile werden mit der Erfindung beseitigt.

Wird die Erfindung in einem autostereoskopischen Display verwendet, das als Projektionssystem ausgebildet ist, sind die Bildwiedergabemittel der Wiedergabeschirm des Displays.

Patentansprüche

1. Richtungsgesteuerte Beleuchtungseinheit für ein autostereoskopisches Display, die von einer Nachführeinrichtungs- und Bildsteuerung gesteuert wird und
5 alternierend modulierte Strahlenbündel für mindestens einen Betrachter, der unterschiedliche Augenpositionen in Bezug auf Bildwiedergabemittel einnehmen kann, als Sichtbarkeitsbereiche mit einer Ausdehnung nahe der Augengröße abbildet, wobei die eine Bildpunktstruktur aufweisenden Bildwiedergabemittel die Strahlenbündel mit Sequenzen von stereoskopischen Bildern modulieren,
10 gekennzeichnet durch seriell im Lichtweg vor den Bildwiedergabemitteln (6) angeordnete
- flächenhafte Beleuchtungsmittel (1), die für die Bildpunktstruktur der Bildwiedergabemittel (6) homogenes Licht bereitstellen und
 - Ablenkmittel (3), die mindestens ein Feld mit einer Anordnung von
15 Elektro-Benetzungszellen enthalten,
- wobei die Ablenkmittel von der Nachführeinrichtungs- und Bildsteuerung (10) mindestens in Gruppen diskret adressierbar und im optischen Brechungsverhalten einstellbar sind und mindestens eine steuerbare Prismenfunktion realisieren, um die Austrittsrichtung der Strahlenbündel sequentiell und synchron zu den alternierend
20 modulierten Strahlenbündeln jeweils auf die dem aktuell modulierten stereoskopischen Bild zugeordnete Augenposition (AP1; AP2; AP3) zu lenken, und zusätzlich eine steuerbare Linsenfunktion realisieren, um die Sichtbarkeitsbereiche abhängig von der Entfernung der Betrachteraugen von den Bildwiedergabemitteln (6) anzupassen.
- 25
2. Richtungsgesteuerte Beleuchtungseinheit nach Anspruch 1, bei der die Ablenkmittel (3) gestapelte Elektro-Benetzungszellen enthalten.
3. Richtungsgesteuerte Beleuchtungseinheit nach Anspruch 2, bei der auf Elektro-
30 Benetzungszellen, die Prismenwinkel nur für die Steuerung in einer Dimension (X) realisieren, jeweils eine zweite im rechten Winkel gedrehte gleichartige Elektro-Benetzungszelle für eine Steuerung in einer zweiten Dimension (Y) montiert ist.

4. Richtungsgesteuerte Beleuchtungseinheit nach Anspruch 2, bei der die gestapelten Elektro-Benetzungszellen verschiedene wellenlängen-abhängige Brechzahlen aufweisen, um analog zu einem Achromaten eine chromatische Korrektur für die Farbwiedergabe zu realisieren.

5

5. Richtungsgesteuerte Beleuchtungseinheit nach Anspruch 1, bei der in einer Elektro-Benetzungszelle mindestens zwei unterschiedliche, nicht mischbare Materialien enthalten sind, die untereinander mindestens eine Grenzfläche aufweisen.

10

6. Richtungsgesteuerte Beleuchtungseinheit nach Anspruch 1, bei der die Beleuchtungsmittel (1) homogene Flächenstrahler sind.

15

7. Richtungsgesteuerte Beleuchtungseinheit nach Anspruch 1, bei der die Beleuchtungsmittel (1) ein Feld von punkt- oder linienförmigen Beleuchtungselementen sind und die Abbildungsmittel (2) mit wenigstens einem Feld von Abbildungselementen die von den Beleuchtungselementen ausgehenden Strahlenbündel auf mindestens eine Gruppe von Ablenkmitteln (3) kollimiert abbilden.

20

8. Richtungsgesteuerte Beleuchtungseinheit nach Anspruch 2, bei der jedem Abbildungselement der Abbildungsmittel (2) mehrere Elektro-Benetzungszellen der Ablenkmittel (3) zugeordnet sind und die Nachführeinrichtungs- und Bildsteuerung (10) alle Benetzungszellen, die einem Abbildungselement zugeordnet sind, wie ein einzelnes Abbildungselement behandelt, adressiert und einstellt.

25

9. Richtungsgesteuerte Beleuchtungseinheit nach Anspruch 8, bei der jeweils ein Abbildungselement und die zugeordneten Benetzungszellen eine funktionelle optische Einheit bilden.

30

10. Richtungsgesteuerte Beleuchtungseinheit nach den Ansprüchen 1 bis 5, bei der den Abbildungsmitteln (2) zusätzlich eine Feldlinse (4) zugeordnet ist.

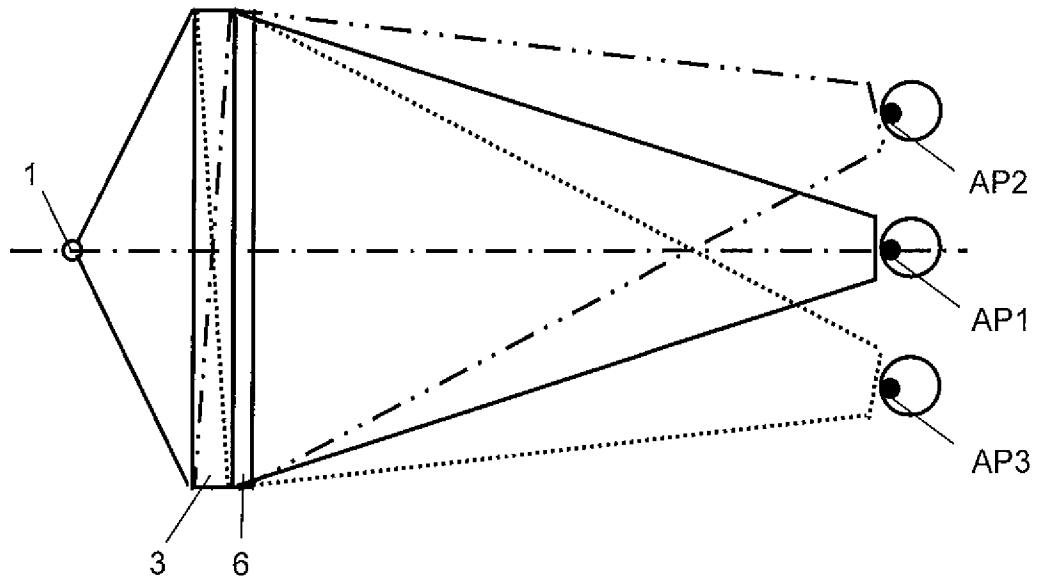


Fig. 1

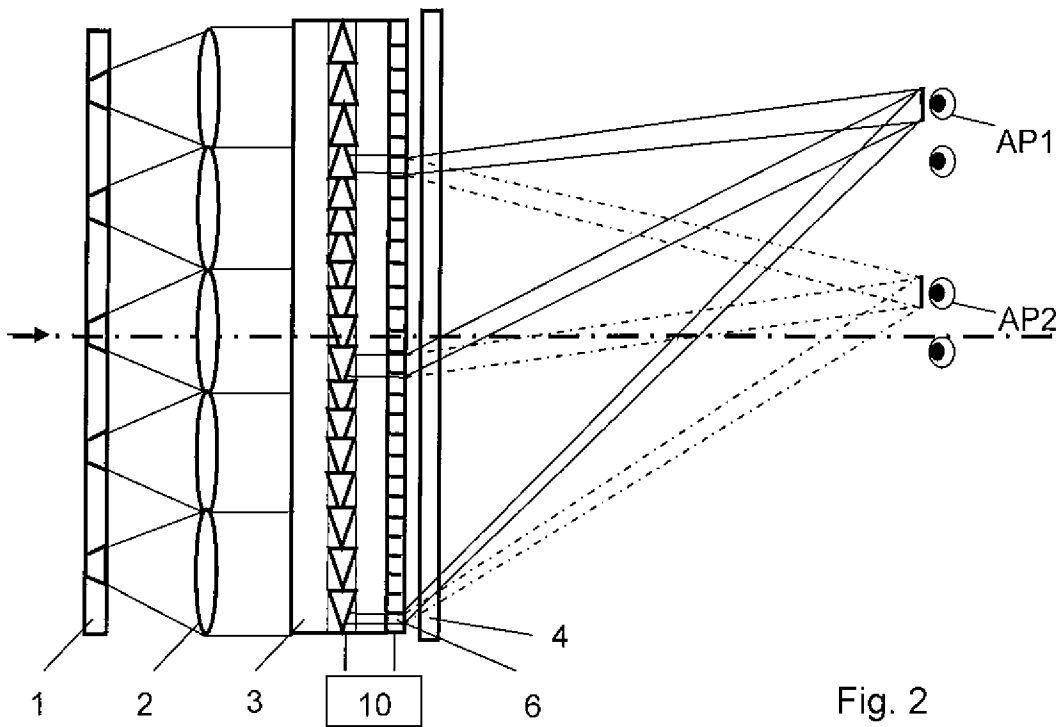


Fig. 2

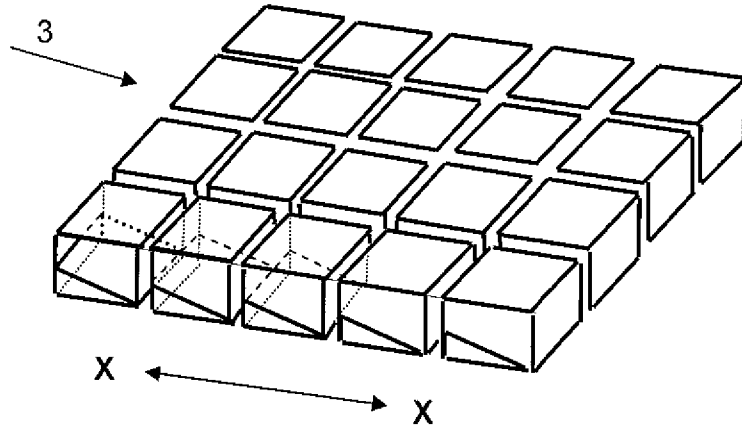


Fig. 3a

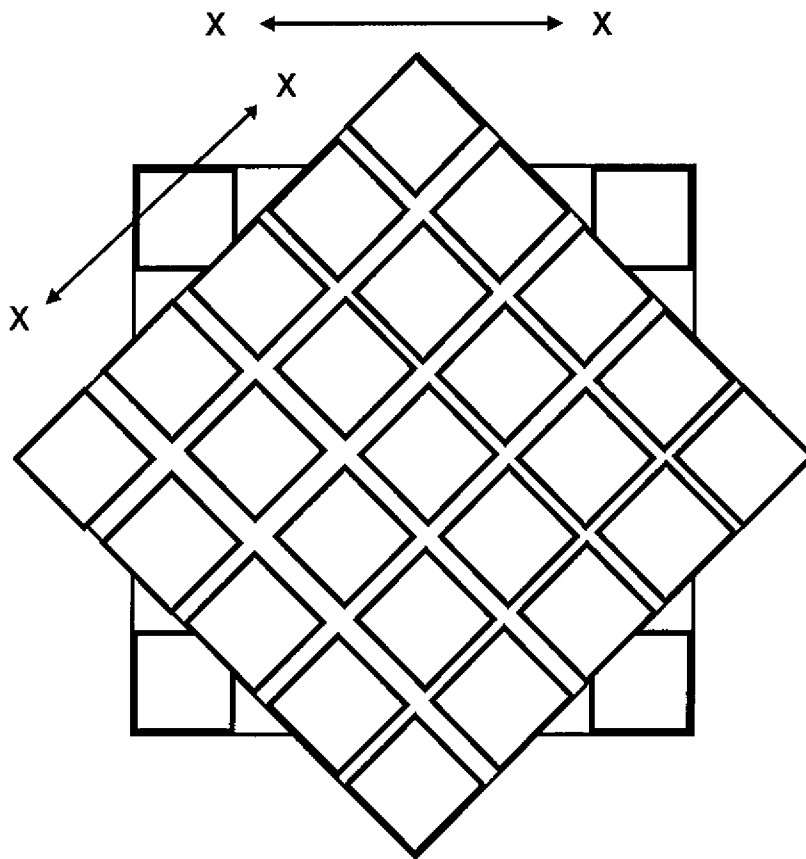


Fig. 3b