

(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
09. Juli 2020 (09.07.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/141133 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G02B 30/27 (2020.01) H04N 13/317 (2018.01)
H04N 13/305 (2018.01) G02B 3/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/086953

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. Dezember 2019 (23.12.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 100 066.1
03. Januar 2019 (03.01.2019) DE

(71) Anmelder: PSHOLIX AG [CH/CH]; Wallstrasse 8, 4051
Basel (CH).

(72) Erfinder: NASKE, Rolf-Dieter; Rademacher Kamp 5,
21255 Kakenstorf Niedersachsen (DE).

(74) Anwalt: MÜLLER SCHUPFNER & PARTNER PA-
TENT- UND RECHTSANWALTPARTNERSCHAFT
MBB; Schellerdamm 19, 21079 Hamburg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP,
KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,

SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT,
LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI,
SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: AUTOSTEREOSCOPIC DISPLAY

(54) Bezeichnung: AUTOSTEREOSKOPISCHES DISPLAY



Fig. 3

(57) Abstract: The invention relates to a display design wherein the space between the pixels of a display panel, the black matrix, is not magnified together with other content. The visibility of particularly smaller objects such as e.g. letters is thus increased.

(57) Zusammenfassung: Gegenstand der Erfindung ist eine Bauart eines Displays, wonach die Zwischenräume zwischen den Pixeln eines Display-Panels, die sogenannte „Black Matrix“, nicht mit vergrößert werden. Dadurch wird die Erkennbarkeit, insbesondere kleinerer Objekte, wie z.B. Buchstaben, erhöht.



WO 2020/141133 A1

Autostereoskopisches Display

Die hier vorgestellte autostereoskopische Anzeigevorrichtung, hier kurz Display
5 oder autostereoskopisches Display genannt, verbessert die Bildqualität dergestalt,
dass die schwarzen Zwischenräume zwischen den Pixeln des Displays, im Fol-
genden auch kurz „Black Matrix“ genannt, nicht durch das optische Linsensystem
mit vergrößert werden. Hierdurch wird eine Verbesserung der Erkennbarkeit von
kleinen Objekten, wie z.B. Buchstaben, erreicht und es ergibt sich insbesondere
10 im 2D-Modus des für 3D Darstellungen geeigneten Displays eine Bildqualität, die
identisch ist mit der Bildqualität eines 2D-Displays ohne Linsensystem.

Beschreibung des Standes der Technik und Aufgabenstellung

15 In den letzten Jahren hat sich die Bildqualität von Anzeigevorrichtungen signifikant
verbessert. Die Auflösung wurde um Faktoren von 16 und mehr verbessert. Der
dynamische Bereich der Farben wurde ebenfalls vergrößert und dem farblichen
Empfindungsvermögen der Augen angepasst, z.B. durch HDR oder UHD. Versu-
che wurden auch im Bereich der Visualisierung einer räumlichen Tiefe auf Dis-
20 plays und anderen Anzeigevorrichtungen gemacht. Für die dafür entwickelten Dis-
plays wurden jedoch sogenannte 3D-Brillen benötigt. Diese 3D-Brillen sorgten
dann dafür, dass dem rechten und linken Auge zwei unterschiedliche Perspektiven
zugeführt wurden. Dem rechten Auge eine rechte Perspektive und dem linken Au-
ge eine linke Perspektive. Das menschliche Gehirn kann dann aus den beiden un-
25 unterschiedlichen Perspektiven das sogenannte interne Raumbild erzeugen, in wel-
chem den verschiedenen Objekten der Szene auch unterschiedliche räumliche
Tiefe zugeordnet ist. Der Betrachter erkennt dadurch, welche Objekte im Vorder-
grund stehen und welche Objekte sich im Hintergrund befinden. Das Prinzip des
räumlichen Sehens auf einem Display durch 3D-Brillen ist also grundsätzlich rich-
30 tig und erzeugt den gewünschten Effekt der räumlichen Tiefe.

Jedoch sind die Betrachter nicht immer bereit, eine solche 3D-Brille aufzusetzen.
Im Bereich der Konstruktion oder der Medizin z.B. wurden diese 3D-Brillen akzep-
tiert. Im Konsumer-Bereich, um 3D-Spiele oder 3D-Videos zu Hause räumlich zu
35 betrachten, wurde dieses Verfahren der 3D-Brille jedoch nicht akzeptiert.

Es wurden also andere Verfahren entwickelt, durch welche die beiden unterschiedlichen Perspektiven ohne 3D-Brille den beiden Augen zugeführt werden können. Dies wurde erreicht, indem dem Display ein Linsensystem vorgesetzt wurde, z. B. Lentikularlinsen oder Elementarlinsen. Ein solches Linsensystem besteht im Allgemeinen aus einer Vielzahl von Linsen, welche das Display von der obersten Pixel-Zeile bis zur untersten Pixel-Zeile überdecken. In Fig.1 ist dies für ein Lentikularlinsensystem dargestellt.

Bei den autostereoskopischen Displays haben sich im Laufe der Entwicklung zwei Technologien durchgesetzt. Dies ist zum einen die Lentikularlinsen-Technologie unter Verwendung von Lentikularlinsen und zum anderen die Integral-Imaging-Technologie, dort als Elementarlinsen bezeichnet.

Seit der Vorstellung und Verwendung der Lentikularlinsen für die Autostereoskopie durch J.C. Maxwell (J.C. Maxwell, „On the cylinder“, Quart. J. Of Pure & Applied Math. IX, 11-126 (1868)) hat sich dort nur wenig verändert. So wurde durch C. van Berkel eine komfortable Mehrbetrachter-Konfiguration mit schräg gestellten Lentikularlinsen vorgestellt (C. van Berkel, „Image preparation for 3D-LCD“, Proc. SPIE 3639, 84-91 (1999)). Hierzu hat C. van Berkel auch die Formeln entwickelt, mit welchen man berechnen kann, welche Perspektive man auf welchem Subpixel anzeigen sollte.

Eine weitere Verbesserung der optischen Qualität ist durch das Aufdrucken von schwarzen Streifen auf die Rückseite des Linsensystems von Dähnert (Dähnert, Ulrich, „Device for Three-dimensional Representation of Multiple Views and Method for the Production thereof“, WO 2011/082992 A2) beschrieben worden.

Grundsätzlich ergeben sich durch die Verwendung von Lentikularlinsen in einem autostereoskopischen Display sogenannte Sehzonen vor dem Display, insbesondere, wenn dieses Linsensystem nicht horizontal oder vertikal zur Lage der Pixel ausgerichtet ist, sondern in einem bestimmten Winkel schräg gestellt ist. Befindet sich ein Betrachter mit beiden Augen in derselben Sehzone so hat er einen guten 3D-Eindruck. Ist dies nicht der Fall, so ergibt sich ein unscharfer Eindruck oder sogenannte Geisterbilder („Ghosting“).

Bei Dähnert werden daher zwischen zwei benachbarten Linsen auf die Rückseite des Linsensystems jeweils schwarze Streifen gedruckt, um diese Geisterbilder zu vermeiden. Als Rückseite des optischen Lentikularsystems soll im Folgenden immer die plane Seite des Linsensystems bezeichnet werden. Die schwarzen Streifen wurden aber nicht über der Black Matrix angeordnet, sondern grenzen benachbarte Lentikularlinsen voneinander ab. Dies führt bei Dähnert dazu, dass für den Betrachter, wenn er sich am Rande einer Sehzone befindet, das Sehen unerwünschter Perspektiven reduziert wird. Der 3D- Eindruck wird für den Betrachter im gesamten Bereich vor dem Display klarer.

Eine andere Methodik der Autostereoskopie, neben der Lentikularlinsen-Technologie, ist die Integral-Imaging-Technologie. Bei Integral-Imaging-Displays wird ein optisches System verwendet, welches aus einer Vielzahl von „Halbkugeln“ besteht, Elementarlinsen genannt, die gleichmäßig auf dem Display-Panel angebracht sind (Fig. 6). Dieses Elementarlinsensystem hat ebenfalls eine vergrößernde Wirkung in horizontaler und vertikaler Richtung. Von jeder Position vor dem Display kann man eine gewisse Anzahl von Pixeln sehen, welche dann vergrößert werden und so von jeder Position ein stereoskopisches Gesamtbild für das linke und rechte Auge ergeben. Das Besondere dieser Technologie ist jedoch, dass man sich nicht nur nach rechts und links bewegen kann, um hinter Objekte im Vordergrund zu schauen („Walk-Around-Effekt“), sondern dass man sich auch hinauf oder hinunter bewegen kann, um von oben oder unten hinter Objekte im Vordergrund schauen zu können. Sie besitzt also einen zusätzlichen Freiheitsgrad verglichen mit der Lentikularlinsen-Technologie. Der Nachteil ist jedoch, dass die sichtbare Auflösung nicht nur in horizontaler Richtung abnimmt wie bei den Lentikularlinsen, sondern auch in vertikaler Richtung. Integral-Imaging-Displays mit einer sinnvollen Anzahl von Elementarlinsen führen bei HD-Displays an jeder Betrachtungsposition zu einer geringeren Anzahl von Pixeln als bei einem VGA-Display. Zusätzlich ist es erforderlich, dass auch die aufnehmende Kamera das gleiche Elementarlinsensystem als Vorsatz verwendet wie das anzeigende Display, um für dieses Display sinnvolle Bilder aufzunehmen. Da solche Kameras noch nicht kommerziell erhältlich sind, gibt es auch bisher nur sehr wenige Bildinhalte, die für Integral-Imaging-Displays geeignet sind.

Auf der anderen Seite hat sich die Technologie sowohl im Bereich der Linsenherstellung als auch im Bereich der Display-Technologie signifikant verbessert. Es ist zum einen die Herstellung viel kleinerer Linsensysteme möglich. Zum anderen hat sich bei den Displays die Farbqualität wesentlich verbessert und z.B. die Auflösung signifikant erhöht.

Die Bildpunkte eines Displays sollen im Folgenden kurz Pixel genannt werden. Die verwendete Pixelstruktur bezeichnet im Folgenden die Oberfläche des Displays, auf der sich die Pixel physikalisch befinden, und soll im Folgenden als Display-Panel bezeichnet werden. Die für die Grundfarben eines Pixels zuständigen Flächen, Subpixel genannt, sind aneinander anliegend angeordnet. Typischerweise ist die Pixelstruktur in Form einer Vielzahl von Pixel-Zeilen und Pixel-Spalten angeordnet. Zwischen solchen benachbarten Pixel-Zeilen und Pixel-Spalten befindet sich jeweils die Black-Matrix. Dabei müssen die Pixel-Zeilen und Pixel-Spalten nicht notwendigerweise eine gerade Linie sein oder streng horizontal oder vertikal ausgerichtet sein.

Das in Fig.1 dargestellte Display nach dem Stand der Technik besitzt n Pixel pro Zeile und insgesamt m Pixelzeilen. Die verwendeten Linsensysteme unterscheiden sich zum Beispiel dadurch, dass der optimale Betrachtungsabstand unterschiedlich ist oder dass die Linsenbreite unterschiedliche viele Pixel überdeckt oder ob es für einen Betrachter optimiert wurde („Single Viewer“) oder für mehrere Betrachter gleichzeitig („Multiple Viewer“) oder ob die Linsen dem Display zugewandt sind oder abgewandt sind, oder ob die Linsen parallel zu den Pixelspalten verlaufen oder schräg angeordnet sind (Fig. 2), etc. Bei jedem einzelnen Betrachter ist durch die unterschiedlichen Betrachtungspositionen des linken und rechten Auges der Betrachtungswinkel der beiden Augen unterschiedlich. Dadurch sehen das linke und das rechte Auge verschiedene Pixel auf dem Display. Sorgt man dafür, dass die Pixel, die das linke Auge sieht, zur linken Perspektive gehören und die Pixel, die das rechte Auge sieht, zur rechten Perspektive gehören, so sehen beide Augen unterschiedliche Perspektiven und das Gehirn kann das interne Raumbild erzeugen. Durch den Vergrößerungseffekt des Linsensystems wird dabei erreicht, dass jedes Auge ein vollständiges das ganze Display überdeckendes Bild sieht, d.h. eine vollständige Perspektive. Der Betrachter sieht 3D. Diese Technologie wird als Autostereoskopie bezeichnet, weil der Betrachter keine Sehhilfe benötigt.

Leider sind jedoch die Pixel eines Displays weder horizontal noch vertikal bündig angeordnet. Es gibt in horizontaler und vertikaler Richtung unterschiedlich große Zwischenräume. Dies liegt an der Konstruktions- und Fertigungstechnik der Displays. Die Zwischenraumbreite sei in horizontaler Richtung mit $h > 0$ bezeichnet. In vertikale Richtung sei die Zwischenraumbreite mit $v > 0$ bezeichnet. Wird nun ein Linsensystem vor dieses Display gesetzt, so wird durch die Linsen auch der Bereich der Zwischenräume vergrößert. Da diese Zwischenräume im Allgemeinen kein Licht enthalten, sind sie schwarz und werden daher auch als „Black Matrix“ bezeichnet. Die Vergrößerung der Zwischenräume führt jedoch dazu, dass, insbesondere kleine Objekte durch diese vergrößerten Zwischenräume verfälscht werden. Z.B. ist die oben erwähnte „Black Matrix“, d.h. der Zwischenraum zwischen den Pixeln auf dem Display-Panel in horizontaler Richtung mit einer durchschnittlichen Breite von $h > 0$ und in vertikaler Richtung mit einer durchschnittlichen Breite von $v > 0$ gegeben.

Besonders nachteilig ist dieser Effekt bei Buchstaben, bei denen die Linien besonders dünn sind. Die Vergrößerung der Zwischenräume, der „Black Matrix“, führt dazu, dass die Linien nicht mehr gerade sind und dadurch die Lesbarkeit des Textes reduziert wird.

Ziel des hier vorgestellten autostereoskopischen Displays ist es daher, ein optisches System zu beschreiben, durch welches die Zwischenräume zwischen den Pixeln der Anzeigevorrichtung nicht mehr vergrößert werden und so die Bildqualität auch bei der Anzeige von sehr kleinen Objekten verbessert wird.

Zusammenfassung der Erfindung

Gegenstand der Erfindung ist eine Bauart eines Displays, wobei die Zwischenräume zwischen den Pixeln des Display-Panels, die sogenannte „Black Matrix“, jeweils zumindest teilweise nicht mit vergrößert wird. Dadurch wird die Erkennbarkeit, insbesondere kleinerer Objekte, wie z.B. Buchstaben, erhöht.

35

Das autostereoskopische Display zur Verbesserung der autostereoskopischen Betrachtungsqualität umfassend ein Display-Panel, welches eine Vielzahl von Pixeln aufweist, die durch Zwischenräume voneinander abgegrenzt sind, wobei die Pixel den Inhalt eines anzuzeigenden stereoskopischen Bildes mit 2 oder mehr Perspektiven darstellen, und einem optischen Linsensystem in zwei Ausgestaltungen, das in Richtung des Betrachters vor dem Display-Panel angeordnet ist, wobei

5 a) das Linsensystem a) das Display-Panel überdeckend eine plane Seite aufweist und auf der anderen Seite eine Mehrzahl von nebeneinander angeordneten Lentikularlinsen mit in horizontaler Richtung konvex gekrümmten Linsenoberflächen auf

10 der äußeren Linsenoberfläche umfasst, wobei sich in der äußeren Linsenoberfläche eine Vielzahl von streifenförmigen Ausnehmungen der Linsenoberfläche befinden, die jeweils so angeordnet sind, dass die Ausnehmungen jeweils parallel versetzt die horizontalen Zwischenräume, die vertikalen Zwischenräume oder die vertikalen und die horizontalen Zwischenräume zwischen den Pixeln zumindest

15 teilweise überdecken, bezogen auf eine Position des Betrachters vor dem Display; oder

b) das Linsensystem b) eine Mehrzahl von nebeneinander in einer Schicht angeordnete kissen-förmige Linsen umfasst, die in horizontaler Richtung konvex gekrümmt sind, und die Linsen jeweils zumindest eine Anzahl von horizontal benachbarten Pixeln überdecken, insbesondere 1 bis 16, und die horizontalen Zwischenräume zwischen den Pixel-Zeilen von den kissen-förmigen Linsen ausgespart werden.

20

Das autostereoskopische Display zur Verbesserung der autostereoskopischen Betrachtungsqualität ist in Anspruch 1 beschrieben. Bevorzugte Ausführungsformen sind Gegenstand der Unteransprüche oder nachfolgend beschrieben.

25

In der Ausführungsform a) der Erfindung werden die Lentikularlinsen des optischen Systems genau dort unterbrochen, wo sich die horizontalen Zwischenräume auf dem Display-Panel befinden. Dadurch wird der Vergrößerungseffekt genau an diesen Positionen verhindert.

30

Insbesondere sind mindestens etwa 50%, vorzugsweise mindestens etwa 80% der horizontalen Linien der Black Matrix darüber in oder am Rand der Linse jeweils mittels Ausnehmungen ausgespart. Dies kann in Form von Nuten über der horizontalen Black Matrix erfolgen.

35

Nach der Ausführungsform b) der Erfindung bilden eine Vielzahl von kissen-
förmigen Linsen, welche sich jeweils nur über einem Pixel oder über wenigen be-
nachbarten Pixeln befinden, z.B. über 2 bis 32, insbesondere 2 bis 16, eine
5 Schicht vor dem Display-Panel: z.B. 1 oder 2 Pixel in vertikaler Richtung und 1 bis
16 oder 2 bis 8 Pixel in horizontaler Richtung.

Die horizontalen Zwischenräume (Black-Matrix) werden dabei nicht von dem Lin-
sensystem überdeckt oder in anderen Worten sind mittels Ausnehmungen ausge-
spart in Bezug auf eine darüber liegende gekrümmte Linsenoberfläche. Dieses
10 Linsensystem besitzt nach einer Ausführungsform in vertikaler Richtung keine Pi-
xel vergrößernde Wirkung und ist daher mit den von Stereo-Kameras mit 2 oder
mehr Objektiven aufgenommenen Bildinhalten kompatibel, da deren 2 oder mehr
Objektive immer horizontal angeordnet sind und daher keinen vertikalen „Walk-
15 Around-Effekt“ erzeugen können, d.h. man kann nicht von oben oder unten hinter
Objekte schauen, die sich im Vordergrund befinden. Die kissen-förmigen Linsen
weisen jeweils in horizontaler Raum-Richtung konvex gekrümmte Oberflächen
(Streulinsen) auf, ggf. zusätzlich aber nicht notwendig auch in vertikaler Raumrich-
tung. Im Gegenteil sind die Linsenoberflächen in vertikaler Richtung vorzugsweise
20 nicht gekrümmt.

Die kissenförmigen Linsen können dabei so angeordnet sein, dass sie in Bezug
auf die horizontalen Linien der Black Matrix jeweils dort enden (tiefster Punkt der
gekrümmten Linsenoberfläche). Die kissen-förmigen Linsen müssen nicht alle in
25 Reihe angeordnet sein (Fig. 8+9), sondern können auch zeilenweise gegeneinan-
der versetzt angeordnet sein (Fig.10).

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

30 Der Stand der Technik (Fig.1, 2 und 5) und die Erfindung (Fig. 3, 4 und 6-10)) sind
anhand nachfolgender Figuren erläutert, ohne dass die Erfindung auf die darge-
stellten Ausführungsformen beschränkt wäre.

Fig. 1: Display mit vertikalen Lentikularlinsen in der Draufsicht.

	1, ..., m	Pixelzeilen
	1, ..., n	Pixelspalten
	1,1, ..., m,n	Pixel des Displays
5	L1, ... ,Lk	Nummern der Lentikularlinsen
	gestrichelte Linien	Lentikularlinsen
	graue Linien	Black Matrix

Fig. 2: Display mit schräg gestellten Lentikularlinsen in der Draufsicht.

10	1, ... ,m	Pixelzeilen
	1, ..., n	Pixelspalten
	1,1, ..., m,n	Pixel des Displays
	L1, ..., Lk	Nummern der Lentikularlinsen
	gestrichelte Linien	Lentikularlinsen

15

Fig. 3 und 4: Display mit vertikalen Lentikularlinsen und an den Pixelzeilen durch die streifenförmigen Ausnehmungen unterbrochenen Lentikularlinsen im Querschnitt.

Fig. 3: Horizontaler Querschnitt mit konvex gekrümmten Oberflächen

20	RGB	Subpixel eines Pixels mit den Farben rot, grün und blau (exemplarisch)
	gestrichelte Linien	Lentikularlinsen

Fig. 4: Vertikaler Querschnitt mit im Wesentlichen planarer Oberfläche ohne Pixel vergrößernde Wirkung

25	R	Rote Subpixel eines Pixels (exemplarisch)
	gestrichelte Linien	Lentikularlinsen

Fig. 5: Integral-Imaging-Display mit einer Vielzahl von Halbkugeln als Linsen, auch Elementarlinsen genannt, in der Draufsicht.

30	1, ... , m	Pixelzeilen
	1, ..., n	Pixelspalten
	1,1, ..., m,n	Pixel des Displays
	gestrichelte Linien	Elementarlinsen

35

gestrichelte Linien Integral-Imaging ähnliche Linsen in Kissenform
1 Sehzone (exemplarisch)
<Pfeile> Anzeigerichtung verschiedener Perspektiven.

5 In der Ausführungsform a) der Erfindung werden die Lentikularlinsen des optischen Systems genau dort unterbrochen, wo sich die horizontalen Zwischenräume auf dem Display-Panel befinden. Dadurch wird der Vergrößerungseffekt genau an diesen Positionen verhindert. Diese Unterbrechung der Linsenstruktur kann in der gleichen Weise wie die Herstellung der Linsenstruktur selbst erfolgen. Durch Laserbelichtung wird z.B. an den zu unterbrechenden Linien bzw. Flächen das Material erwärmt und verflüssigt sich dadurch, sodass es dann herausgewaschen werden kann. Das Verfahren ist genau so exakt wie die Herstellung der Linsen. Das sich ergebende optische Linsensystem ist in Fig. 3 und 4 exemplarisch dargestellt. Sie zeigt einen Querschnitt auf die Pixelzeilen des Display-Panels.

15 Die Linienbreite wird vorzugsweise auch hier so gewählt, dass die Unterbrechung für die Betrachter eine optimale Betrachtungsqualität ergibt. Dies kann ebenfalls dazu führen, dass die Unterbrechungen etwas kleiner sind als die jeweilige horizontale und vertikale Breite der schwarzen Zwischenräume.

20 Insbesondere weisen Lentikularlinsen in vertikaler Richtung keine Pixel vergrößernde Wirkung aufweisen und/oder die Linsenoberfläche ist in vertikaler Richtung im Wesentlichen planar.

25 Vorzugsweise beträgt die Breite h der streifenförmige Ausnehmungen 20% bis 120% des Abstands der darunter befindlichen benachbarten Pixelzeilen, jeweils gemessen von Pixelrand zu Pixelrand in horizontaler Richtung, vorzugsweise 80 bis 105%.

30 Vorzugsweise beträgt die Breite v der der streifenförmigen Ausnehmungen 20% bis 120% des Abstands der darunter befindlichen Pixelzeilen entspricht, jeweils gemessen von Pixelrand zu Pixelrand in vertikaler Richtung, vorzugsweise 80 bis 105%.

35 Die streifenförmigen Ausnehmungen können die Form von Nuten haben, vorzugsweise im Schnitt von U-förmigen Nuten mit rundem und/oder eckigem Profil.

In einer zweiten Ausführungsform (Ausführungsform b) wird kein lentikular-basiertes Linsensystem verwendet. Es handelt sich hierbei um ein optisches Linsensystem, welches sich an die Integral-Imaging-Technologie anlehnt (Fig.5).

5 Vorzugsweise weisen die kissen-förmigen Linsen in vertikaler Richtung keine Pixel vergrößernde Wirkung auf und/oder die Linsenoberfläche ist in vertikaler Richtung im Wesentlichen planar. Insbesondere überdecken die jeweiligen einzelnen kissen-förmigen Linsen die Pixel-Zeilen und haben dort, wo sich auf dem Display-Panel die Pixel befinden, jeweils nur in horizontaler Richtung eine Pixel-vergrößernde
10 Wirkung.

Die vertikalen Linsenenden der kissen-förmigen Linsen stimmen nach einer Ausgestaltung jeweils vertikal mit den Pixelenden auf dem Display-Panel überein, insbesondere jedem oder jedem zweiten Pixelende.

15

Die vertikalen Linsenenden der kissen-förmigen Linsen können ein oder mehrere Pixel-Spalten, insbesondere bis zu 4 Pixel-Spalten von einer horizontalen Pixel-Zeile zu nächsten horizontalen Pixel-Zeile gegeneinander verschoben sein.

20 Die kissen-förmigen Linsen mit $l = 1$ können jeweils nur einen Pixel überlagern und die Beugungswinkel benachbarter Linsen sind dann unterschiedlich und dergestalt auf einander abgestimmt, dass die Betrachtungspositionen benachbarter Linsen benachbart sind.

25 Das optische Linsensystem b) weist insbesondere zum Display-Panel hin eine plane Seite auf und auf der anderen äußeren Seite die Mehrzahl von nebeneinander angeordneten kissenförmigen Linsen.

30 Dort wo die horizontale und/oder vertikalen Zwischenräume zwischen den Pixel-Zeilen von den kissen-förmigen Linsen nicht ausgespart werden, können sich in den kissen-förmigen Linsen zusätzlich in der äußeren Linsenoberfläche streifenförmige Ausnehmungen in der Linsenoberfläche befinden, die jeweils so angeordnet sind, dass die Ausnehmungen jeweils parallel versetzt die horizontalen Zwischenräume, die vertikalen Zwischenräume oder die vertikalen und die horizontalen
35 Zwischenräume zwischen den Pixeln zumindest teilweise überdecken, bezogen auf eine Position des Betrachters vor dem Display.

In der in Fig. 10 beschriebenen Ausführungsform überdeckt jede einzelne Linse ≥ 1 horizontal benachbarte Pixel. Die vergrößernde Linse überdeckt eine Vielzahl dieser benachbarten Pixel und ist geeignet Bilder und Videos, die von einer Stereo-Kamera mit nur 2 oder mehr Objektiven aufgenommen darzustellen.

Daher existieren hierfür seit Jahrzehnten aufgenommene Bild- und Videoinhalte, welche gut angezeigt werden können. Dies ist bei klassischen Integral-Imaging-Displays nicht der Fall.

Die Vielzahl von kissen-förmigen Linsen dieses optischen Linsensystems überlagert horizontal nur die Pixel des Displays und nicht die horizontalen Zwischenräume der Pixelzeilen. Fig. 6 zeigt eine Draufsicht auf ein solches Display.

Die schwarzen Zwischenräume zwischen den Pixelzeilen werden nicht vergrößert. Dies erhöht die Lesbarkeit und Sichtbarkeit kleiner Objektstrukturen signifikant. Durch eine horizontale Pixel vergrößernde Linsenstruktur ergibt sich horizontal der gleiche „Walk-Around-Effekt“ wie bei einer Autostereoskopie mit Lentikularlinsen. Ein vertikales Schauen hinter die Objekte im Vordergrund ergibt sich jedoch nach einer bevorzugten Ausgestaltung nicht, weil es durch die horizontale Lage der Objektiv der Stereo-Kamera nicht aufgenommen wurde, und die Linsen brauchen daher in vertikaler Richtung keine Pixel vergrößernde Wirkung. Der zusätzliche vertikale Freiheitsgrad wurde zugunsten der Kompatibilität mit konventionellen Stereo-Kameras eliminiert.

Werden die einzelnen Linsen dieses hier beschriebenen Integral-Imaging ähnlichen optischen Linsensystems in Anlehnung an eine Lentikularlinsenstruktur mit schräg gestellten Linsen zeilenweise gegeneinander verschoben (Fig. 9), so ergibt sich auch hierbei die Eigenschaft, dass ein oder mehrere Betrachter von vielen Positionen vor dem Display gleichzeitig einen guten räumlichen Betrachtungseindruck haben. Im Gegensatz zu einem schräg gestellten Lentikularlinsensystem sind hier die Kanten jeder einzelnen Linse jedoch horizontal und vertikal ausgerichtet. Horizontal ergibt sich dadurch, dass die schwarzen horizontalen Zwischenräume zwischen den Pixelzeilen in ihrer Sichtbarkeit gut eliminiert werden.

Vertikal ergibt sich, dass die Linsen immer vollständig einen Pixel vom oberen Rand des Pixels bis zum unteren Rand des Pixels abdecken.

5 Dies ist bei schräg gestellten Lentikularlinsen nicht der Fall und führt dort unter anderem zum so genannten Moiré-Effekt, der mit großem Aufwand kompensiert werden muss. Beim hier vorgestellten Integral-Imaging ähnlichen optischen Linsensystem ist dies nicht erforderlich.

10 In der bisherigen Darstellung wurde immer beschrieben, dass jede Linse l horizontal benachbarte Pixel des Displays überdeckt. In Anlehnung an ein Lentikularlinsensystem könnten das z.B. 3 oder 4 Pixel bzw. 9 oder 12 RGB-Subpixel sein. Dies ist jedoch nicht zwingend erforderlich. Es kann auch $l = 1$ gewählt werden, wenn man die Linsen so konstruiert, dass sie jeweils nur genau 3 RGB-Subpixel bei einem RGB-Display oder z.B. 4 Subpixel bei einem RGBW- oder RGBY-
15 Display überdecken.

20 In diesem Fall ist jedoch darauf zu achten, dass die Beugungswinkel benachbarter Linsen auf einander abgestimmt sind und benachbarte Linsen dazu führen, dass die Betrachtungspositionen benachbarter Linsen auch benachbart sind, damit sich einheitliche Sehzone vor dem Display ergeben. Dies ist in Fig. 10 schematisch mit 9 Perspektiven dargestellt.

25 Durch diese Struktur wird zusätzlich die Sichtbarkeit der vertikalen Spaltenzwischenräume zwischen den Pixeln eliminiert.

30 Weiterhin sei bemerkt, dass das hier vorgestellte optische Linsensystem mit allen Display-Technologien wie z.B. OLED, LCD, Quantum-Dot etc. kompatibel ist. Es lässt sich bei allen Auflösungen und Displaygrößen anwenden. Man muss natürlich immer die Linsengröße und -struktur an das Display anpassen.

35 Der Effekt des Vergrößerns der schwarzen Zwischenräume zwischen den Pixeln ist insbesondere auch im Bereich der Projektionstechnologie bekannt. Durch die Projektoren werden die schwarzen Zwischenräume ebenfalls mit vergrößert. Dort wird dieser Effekt als „Screen Door“-Effekt bezeichnet.

Da die Zwischenräume zwischen den Pixeln nicht immer gleichmäßig linear sind, sondern durch eine oktagonale oder andere Struktur der Pixel und Subpixel, wie z. B. bei Pentile-Displays, auch anders strukturiert sein können, kommt dem Wert ε in dieser Patentanmeldung eine besondere Bedeutung zu. Durch ihn wird erreicht,
5 dass die Linsen oder schwarzen Streifen des optischen Elementes einen ausgleichenden Effekt erzeugen.

Im Gegensatz zu autostereoskopischen Displays, welche auf schräg gestellten
10 Lentikularlinsen basieren, hat die hier beschriebene Ausführungsform vertikale Linsenenden, die mit den Pixelenden auf dem Display-Panel übereinstimmen und nicht schräg gestellt sind. Dies ist ein weiterer Beitrag zur Verbesserung der Bildqualität und Lesbarkeit von z. B. Buchstaben.

Besondere Aufmerksamkeit ist der exakten Positionierung des neuen, verbesserten
15 Linsensystems zu widmen. Die streifenförmigen Ausnehmungen müssen sich möglichst exakt über den Zwischenräumen der verwendeten Pixelstruktur befinden.

Die exakte mechanische Positionierung direkt über diesem Display-Panel ist dabei
20 eine Standard-Technologie der Display-Herstellung und wird schon bei der exakten Positionierung der elektronischen Strukturen verwendet.

Weiterhin lässt sich auch die in I.-H. Naske et al., „Verfahren und Vorrichtung zur
25 pseudo-holographischen Bild-Synthese“, EP 2027728 A1 dargestellte Super-Multiview-Technologie damit problemlos realisieren.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass hier ein optisches Linsensystem
beschrieben ist, das sich zwischen Lentikularlinsen-Technologie und Integral-
30 Imaging-Technologie positionieren lässt.

Patentansprüche:

1. Autostereoskopisches Display zur Verbesserung der autostereoskopischen Betrachtungsqualität umfassend ein Display-Panel, welches eine Vielzahl von Pixeln aufweist, die durch Zwischenräume voneinander abgegrenzt sind, wobei die Pixel den Inhalt eines anzuzeigenden stereoskopischen Bildes mit 2 oder mehr Perspektiven darstellen, und einem optischen Linsensystem in zwei Ausgestaltungen, das in Richtung des Betrachters vor dem Display-Panel angeordnet ist, wobei

5 a) das Linsensystem a) das Display-Panel überdeckend eine plane Seite aufweist und auf der anderen Seite eine Mehrzahl von nebeneinander angeordneten Lentikularlinsen mit in horizontaler Richtung konvex gekrümmten Linsenoberflächen auf der äußeren Linsenoberfläche umfasst, wobei sich in der äußeren Linsenoberfläche eine Vielzahl von streifenförmigen Ausnehmungen der Linsenoberfläche befinden, die jeweils so angeordnet sind, dass die Ausnehmungen jeweils parallel versetzt die horizontalen Zwischenräume, die vertikalen Zwischenräume oder die vertikalen und die horizontalen Zwischenräume zwischen den Pixeln zumindest teilweise überdecken, bezogen auf eine Position des Betrachters vor dem Display; oder

10 b) das Linsensystem b) eine Mehrzahl von nebeneinander in einer Schicht angeordnete kissen-förmigen Linsen umfasst, die in horizontaler Richtung konvex gekrümmt sind, und die Linsen jeweils zumindest eine Anzahl von horizontal benachbarten Pixeln überdecken, insbesondere 1 bis 16, und horizontale Zwischenräume zwischen den Pixel-Zeilen von den kissen-förmigen Linsen ausgespart werden.

2. Autostereoskopisches Display nach Anspruch 1, wobei die Lentikularlinsen in vertikaler Richtung keine Pixel vergrößernde Wirkung aufweisen und insbesondere die Linsenoberfläche in vertikaler Richtung im Wesentlichen planar ist.

3. Autostereoskopisches Display nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Breite h der streifenförmige Ausnehmungen 20% bis 120% des Abstands der darunter befindlichen benachbarten Pixelzeilen entspricht, jeweils gemessen von Pixelrand zu Pixelrand in horizontaler Richtung, vorzugsweise 80 bis 105%.

4. Autostereoskopisches Display nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Breite v der streifenförmigen Ausnehmungen 20% bis 120% des Abstands der darunter befindlichen Pixelzeilen entspricht, jeweils gemessen von Pixelrand zu Pixelrand in vertikaler Richtung, vorzugsweise 80 bis 105%.
- 5
5. Autostereoskopisches Display nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die streifenförmigen Ausnehmungen die Form von Nuten haben, vorzugsweise im Schnitt von U-förmigen Nuten mit rundem und/oder eckigem Profil.
- 10
6. Autostereoskopisches Display nach Anspruch 1, wobei die kissen-förmigen Linsen in vertikaler Richtung keine Pixel vergrößernde Wirkung aufweisen und insbesondere die Linsenoberfläche in vertikaler Richtung im Wesentlichen planar ist.
- 15
7. Autostereoskopisches Display gemäß Anspruch 1 oder 6, wobei die jeweiligen einzelnen kissen-förmigen Linsen die Pixel-Zeilen überdecken und diese dort, wo sich auf dem Display-Panel die Pixel befinden, jeweils nur in horizontaler Richtung eine Pixel-vergrößernde Wirkung haben.
- 20
8. Autostereoskopisches Display gemäß Anspruch gemäß zumindest einem der Ansprüche 1, 6 und 7, wobei die vertikalen Linsenenden der kissen-förmigen Linsen jeweils vertikal mit den Pixelenden auf dem Display-Panel übereinstimmen, insbesondere jedem oder jedem zweiten Pixelende.
- 25
9. Autostereoskopisches Display gemäß zumindest einem der Ansprüche 1 und 6 bis 8, wobei die vertikalen Linsenenden der kissen-förmigen Linsen ein oder mehrere Pixel-Spalten, insbesondere bis zu 4 Pixel-Spalten, von einer horizontalen Pixel-Zeile zu nächsten horizontalen Pixel-Zeile gegeneinander verschoben sind.
- 30
10. Autostereoskopisches Display gemäß zumindest einem der Ansprüche 1 und 6 bis 9, wobei die der kissen-förmigen Linsen mit $l = 1$ jeweils nur einen Pixel überlagern und die Beugungswinkel benachbarter Linsen unterschiedlich sind und dergestalt auf einander abgestimmt sind, dass die Betrachtungspositionen benachbarter Linsen benachbart sind.

11. Autostereoskopische Anzeigevorrichtung Display gemäß zumindest einem der Ansprüche 1 und 6 bis 10, wobei das optische Linsensystem b) zum Display-Panel hin eine plane Seite aufweist und auf der anderen äußeren Seite die Mehrzahl von nebeneinander angeordneten kissenförmigen Linsen aufweist.

5

12. Autostereoskopisches Display gemäß zumindest einem der Ansprüche 1 und 6 bis 11 wobei sich - dort wo die horizontalen und/oder vertikalen Zwischenräume zwischen den Pixel-Zeilen von den kissen-förmigen Linsen nicht ausgespart werden - in den kissen-förmigen Linsen zusätzlich in der äußeren Linsenoberfläche streifenförmige Ausnehmungen in der Linsenoberfläche befinden, die jeweils so angeordnet sind, dass die Ausnehmungen jeweils parallel versetzt die horizontalen Zwischenräume, die vertikalen Zwischenräume oder die vertikalen und die horizontalen Zwischenräume zwischen den Pixeln zumindest teilweise überdecken, bezogen auf eine Position des Betrachters vor dem Display.

10

15

1 / 4

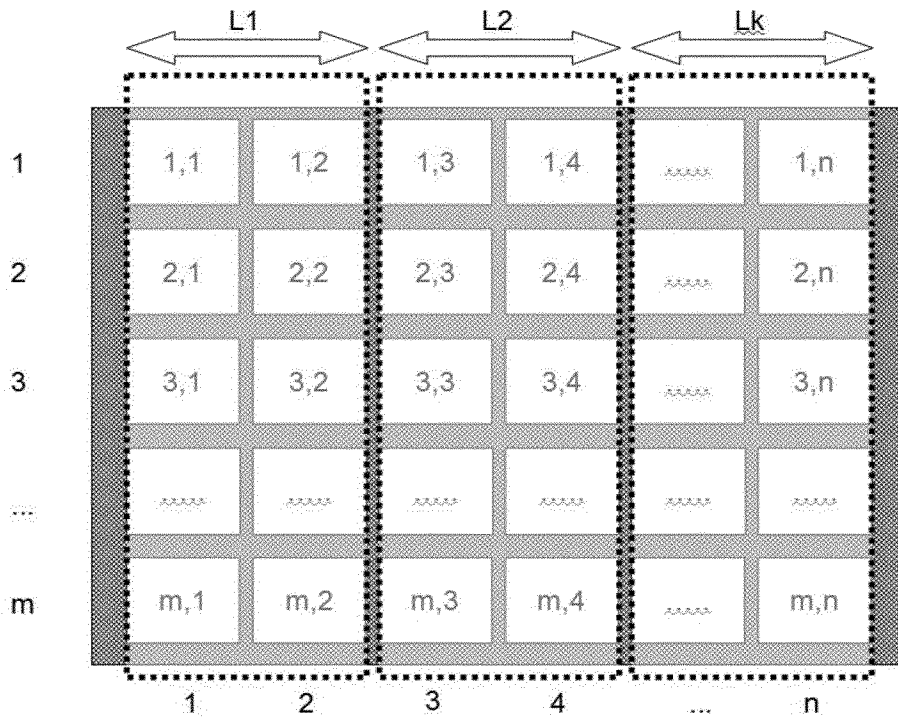


Fig. 1

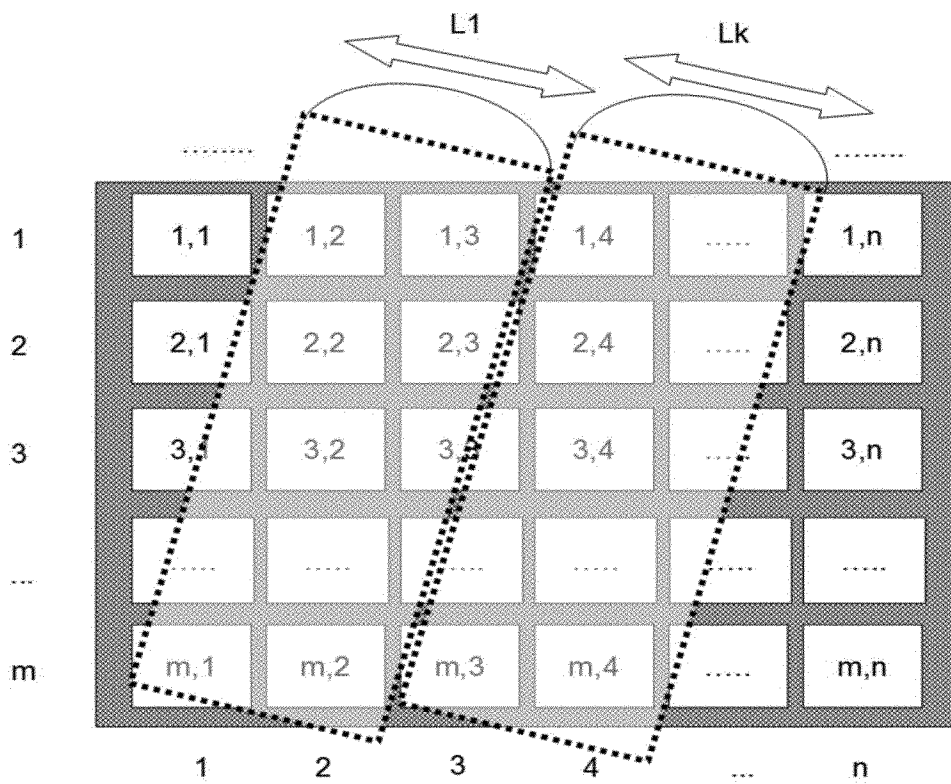


Fig. 2

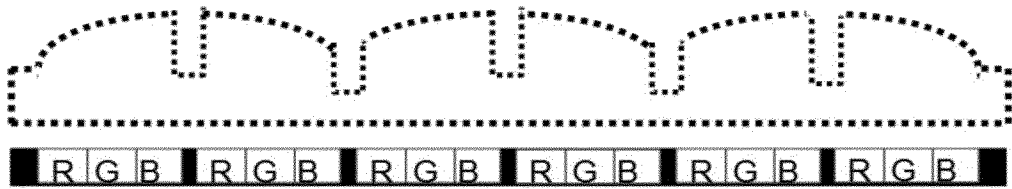


Fig. 3

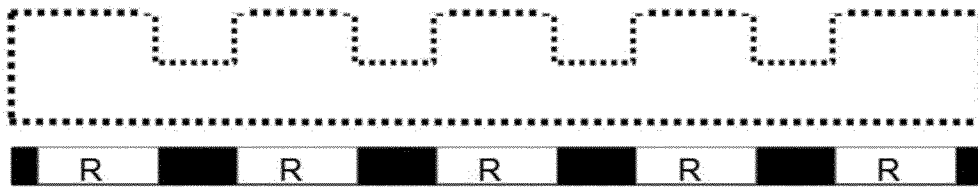


Fig. 4

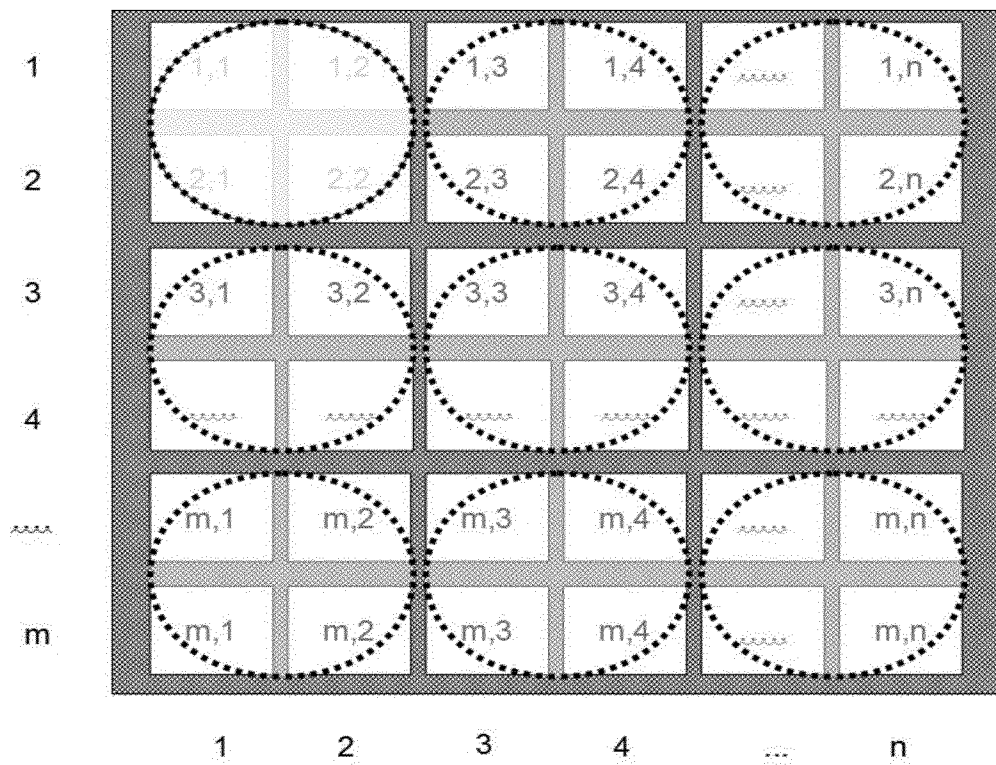


Fig. 5

3 / 4

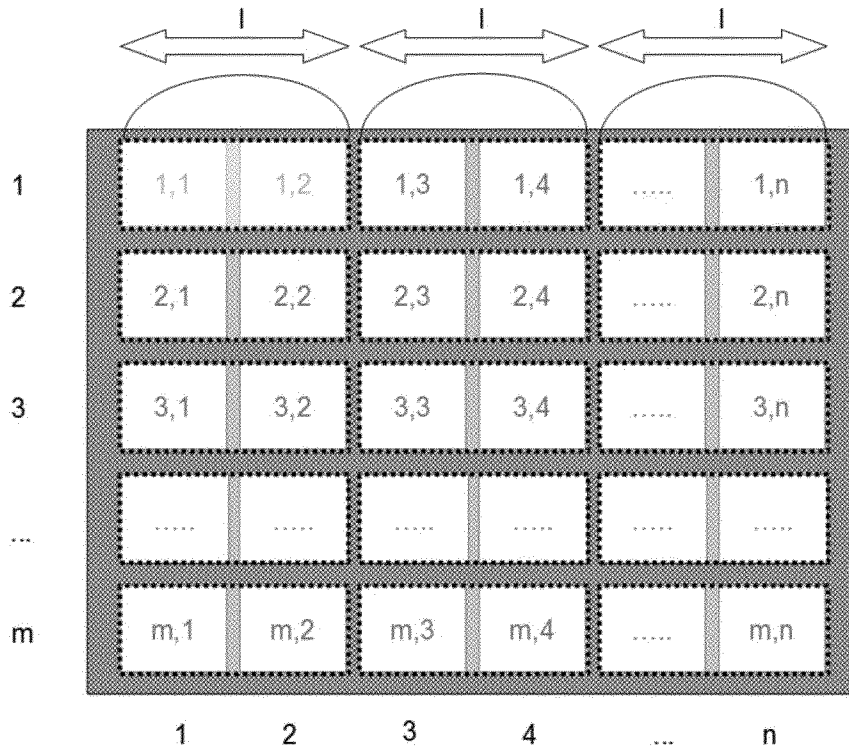


Fig. 6

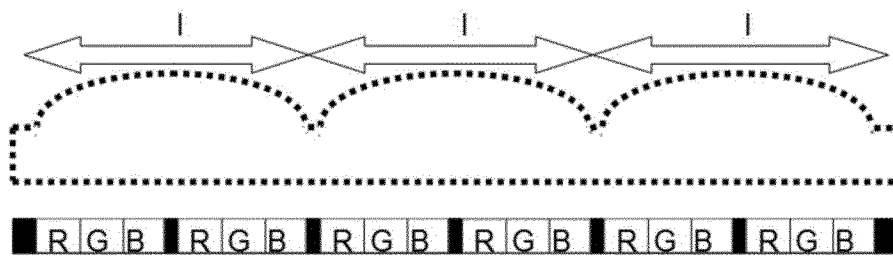


Fig. 7

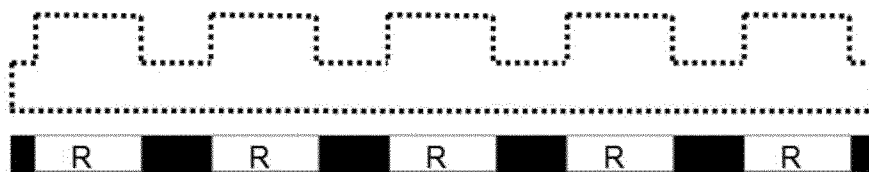


Fig. 8

4 / 4

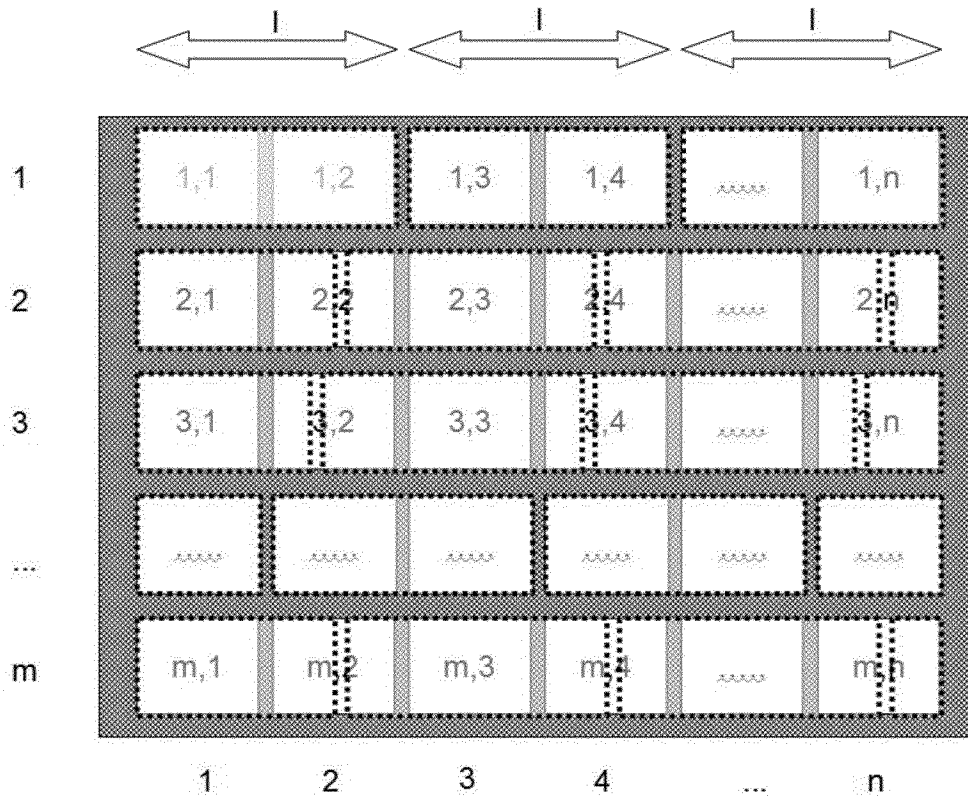


Fig. 9

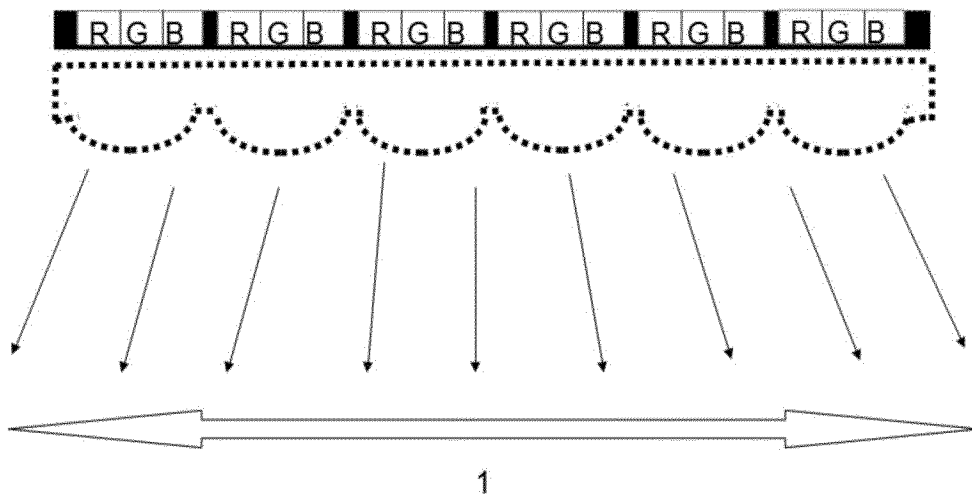


Fig. 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/086953

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>G02B 30/27</i> (2020.01)i; <i>H04N 13/305</i> (2018.01)i; <i>H04N 13/317</i> (2018.01)i; <i>G02B 3/00</i> (2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G02B; H04N; G02F		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	US 2010033813 A1 (ROGOFF GERALD L [US]) 11 February 2010 (2010-02-11) abstract paragraphs [0024], [0027], [0033], [0028], [0037], [0043] figures 3,4A,4B	1-4,6-10,12 5,11
Y	WO 2011082992 A2 (SECCO GMBH [DE]; VISUMOTION GMBH [DE] ET AL.) 14 July 2011 (2011-07-14) cited in the application abstract page 12, lines 34-36 figures 1,9	5,11
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 03 March 2020		Date of mailing of the international search report 13 March 2020
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Lauri, Lauro Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/086953

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2010033813	A1	11 February 2010	NONE			
WO	2011082992	A2	14 July 2011	DE	102009054706	A1	16 June 2011
				WO	2011082992	A2	14 July 2011

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2019/086953

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G02B30/27 H04N13/305 H04N13/317 G02B3/00
 ADD.
 Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE
 Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G02B H04N G02F

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
 EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2010/033813 A1 (ROGOFF GERALD L [US]) 11. Februar 2010 (2010-02-11)	1-4, 6-10,12
Y	Zusammenfassung Absätze [0024], [0027], [0033], [0028], [0037], [0043] Abbildungen 3,4A,4B	5,11
Y	----- WO 2011/082992 A2 (SECCO GMBH [DE]; VISUMOTION GMBH [DE] ET AL.) 14. Juli 2011 (2011-07-14) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Seite 12, Zeilen 34-36 Abbildungen 1,9 -----	5,11

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

<p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p>	<p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>
---	---

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
3. März 2020	13/03/2020

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Lauri, Lauro
--	---

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/086953

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
US 2010033813	A1	11-02-2010	KEINE	

WO 2011082992	A2	14-07-2011	DE 102009054706 A1	16-06-2011
			WO 2011082992 A2	14-07-2011
