



(51) Internationale Patentklassifikation⁶ : G02B 27/22	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 96/27144 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 6. September 1996 (06.09.96)
--	-----------	--

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE96/00349

(22) Internationales Anmeldedatum: 26. Februar 1996 (26.02.96)

(30) Prioritätsdaten:
 195 08 064.5 27. Februar 1995 (27.02.95) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US):
 HEINRICH-HERTZ-INSTITUT FÜR NACHRICHT-
 ENTECHNIK BERLIN GMBH [DE/DE]; Einsteinufer 37,
 D-10587 Berlin (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BÖRNER, Reinhard
 [DE/DE]; Uhlandstrasse 145, D-10719 Berlin (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: CN, JP, KR, US, europäisches Patent
 (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
 NL, PT, SE).

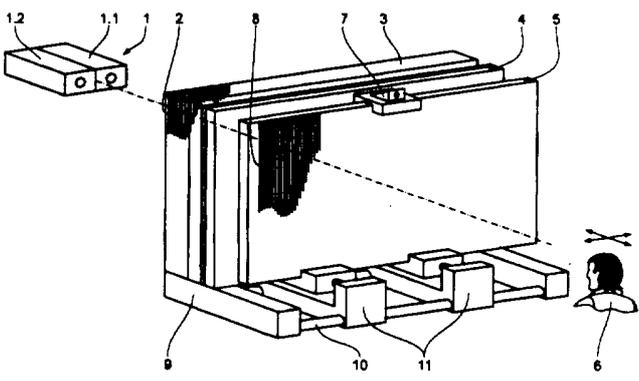
Veröffentlicht
Mit internationalem Recherchenbericht.

(54) Title: AUTOSTEREOSCOPIC VIDEO TERMINAL

(54) Bezeichnung: AUTOSTEREOSKOPISCHES BILDSCHIRMGERÄT

(57) Abstract

The invention concerns an autostereoscopic video terminal which comprises: a first projector (1.1) for projecting an image intended for the left eye; a second projector (1.2) disposed adjacent the first projector (1.1) for projecting an image intended for the right eye of the viewer (6) onto a diffuser layer (4) disposed in front of the projectors (1.1, 1.2); a strip raster (3) disposed on the projector side parallel to the diffuser layer (4) and comprising a plurality of substantially vertical blackening strips (2), which are impermeable to light and disposed adjacent one another, for generating on the diffuser layer (4) a rastered stereo image consisting of substantially vertical strips intended alternately for the left and right eyes; and an image-separation device (5) disposed on the viewer side, parallel to the diffuser layer (4), for displaying the strips intended for the left and right eyes in the direction of different points each lying in a viewing zone which permits a three-dimensional viewing impression. The autostereoscopic video terminal is equipped with an adjusting device, which can be actuated manually or operates automatically, for displacing the image-separating device (5) and/or the strip raster (2) on the projector side in the frontal direction relative to the diffuser layer (4) and/or in a plane-parallel manner in the horizontal direction. Displacements of this type track the viewing zone of lateral movements of the viewer (6).



The diagram illustrates the autostereoscopic video terminal. It shows a side view of the device with various components labeled with numbers. 1.1 and 1.2 are projectors at the top. 2 is a strip raster with vertical blackening strips. 3 is a strip raster on the projector side. 4 is a diffuser layer. 5 is an image-separation device on the viewer side. 6 is the viewer's eyes. 7, 8, 9, 10, and 11 are other structural components of the terminal housing.

(57) Zusammenfassung

Ein autostereoskopisches Bildschirmgerät, das einen ersten Projektor (1.1) zur Projektion eines für das linke Auge bestimmten Bildes und einen neben dem ersten Projektor (1.1) angeordneten zweiten Projektor (1.2) zur Projektion eines für das rechte Auge des Betrachters (6) bestimmten Bildes auf eine vor den Projektoren (1.1, 1.2) angeordnete Diffusorschicht (4), einen projektorseitig parallel zur Diffusorschicht (4) angeordneten, mehrere im wesentlichen senkrechte, lichtundurchlässige, nebeneinander angeordnete Schwärzungstreifen (2) aufweisendes Streifenraster (3) zur Erzeugung eines gerasterten, aus im wesentlichen senkrechten, abwechselnd für das linke und rechte Auge bestimmten Streifen bestehenden Stereobildes auf der Diffusorschicht (4), eine betrachterseitige, parallel zur Diffusorschicht (4) angeordnete Bildtrennvorrichtung (5) zur Abbildung der für das linke und das rechte Auge bestimmten Streifen in Richtung unterschiedlicher, jeweils innerhalb einer räumlichen Seheindruck ermöglichenden Betrachtungszone liegender Punkte aufweist, ist mit einer manuell betätigbaren oder automatisch arbeitenden Stellvorrichtung zur Verschiebung der Bildtrennvorrichtung (5) und/oder des projektorseitigen Streifenrasters (2) in frontaler Richtung relativ zur Diffusorschicht (4) und/oder planparallel in horizontaler Richtung ausgerüstet. Derartige Verschiebungen führen die Betrachtungszone lateralen Bewegungen des Betrachters (6) nach.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AM	Armenien	GB	Vereinigtes Königreich	MX	Mexiko
AT	Österreich	GE	Georgien	NE	Niger
AU	Australien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BB	Barbados	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BE	Belgien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BF	Burkina Faso	IE	Irland	PL	Polen
BG	Bulgarien	IT	Italien	PT	Portugal
BJ	Benin	JP	Japan	RO	Rumänien
BR	Brasilien	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
BY	Belarus	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SG	Singapur
CG	Kongo	KZ	Kasachstan	SI	Slowenien
CH	Schweiz	LI	Liechtenstein	SK	Slowakei
CI	Côte d'Ivoire	LK	Sri Lanka	SN	Senegal
CM	Kamerun	LR	Liberia	SZ	Swasiland
CN	China	LK	Litauen	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
EE	Estland	MG	Madagaskar	UG	Uganda
ES	Spanien	ML	Mali	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	MN	Mongolei	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MR	Mauretanien	VN	Vietnam
GA	Gabon	MW	Malawi		

Autostereoskopisches Bildschirmgerät

Beschreibung

- 5 Die Erfindung betrifft ein autostereoskopisches Bildschirmgerät mit
- einem ersten Projektor zur Projektion eines für das linke Auge eines Betrachters bestimmten Bildes und einem neben dem ersten Projektor angeordneten zweiten Projektor zur Projektion eines für das rechte Auge des Betrachters bestimmten Bildes auf eine vor den Projektoren angeordnete
 - 10 Diffusorschicht,
 - einem projektorseitig parallel zur Diffusorschicht angeordneten, mehrere und im wesentlichen senkrechte, lichtundurchlässige, nebeneinander angeordnete Schwärzungstreifen aufweisenden Streifenraster zur Erzeugung eines gerasterten, aus im wesentlichen senkrechten, abwechselnd
 - 15 für das linke und rechte Auge bestimmten Streifen bestehenden Stereobildes auf der Diffusorschicht,
 - einer betrachterseitig parallel zur Diffusorschicht angeordneten Bildtrennvorrichtung zur Abbildung der für das linke und das rechte Auge bestimmten Streifen horizontal in Richtung unterschiedlicher, jeweils
 - 20 innerhalb einer einen räumlichen Seheindruck ermöglichenden Betrachtungszone liegender Punkte.

In VALYUS, N.A.: STEREOSCOPY, The Focal Press, LONDON and NEW YORK, 1966, S. 244 f. ist ein Bildschirmgerät beschrieben, das ein

25 stereoskopisches Betrachten von Bildern ermöglicht.

Dabei sind zwei Projektoren vorgesehen, die nebeneinander angeordnet sind und von denen der eine ein für das linke Auge des Betrachters bestimmtes Bild und der andere ein für das rechte Auge des Betrachters bestimmtes Bild

30 auf eine vor den beiden Projektoren befindliche Diffusorschicht projiziert.

Die beiden Bilder können beispielsweise mit zwei Kameras aufgenommen werden, die nebeneinander angeordnet sind und so seitlich gegeneinander versetzte Bilder liefern. Dies entspricht der natürlichen menschlichen

35 Perspektive, da der Mensch mit seinen beiden Augen ebenfalls zwei seitlich gegeneinander versetzte Bilder wahrnimmt, die im Gehirn zu einem räumlichen Seheindruck verschmolzen werden.

Die Diffusorschicht hat die Aufgabe, dem Betrachter die projizierten Bilder sichtbar zu machen. Dies geschieht dadurch, daß die von den Projektoren ausgehenden Lichtstrahlen beim Auftreffen auf die Diffusorschicht diffus reflektiert bzw. transmittiert werden und dadurch auch das Auge des hinter
5 der Diffusorschicht befindlichen Betrachters erreichen. Die Diffusorschicht dient also als Mattscheibe und wird von den Projektoren aus dem Hintergrund beleuchtet.

10 Zwischen den Projektoren und der Diffusorschicht ist ein Streifenraster parallel zur Diffusorschicht angeordnet. Dieses Streifenraster hat die Aufgabe, die von den beiden Projektoren ausgehenden Bilder in Halbbilder zu zerlegen und je ein Halbbild der von den beiden Projektoren ausgehenden Bilder zu einem Stereobild zu überlagern.

15 Das Streifenraster besteht aus mehreren äquidistanten, senkrecht verlaufenden, lichtundurchlässigen Schwärzungstreifen, die aus dem Strahlengang der Projektoren jeweils senkrechte Streifen ausblenden bzw. durchlassen. Der Abstand zwischen den Projektoren und dem Streifenraster
20 einerseits und dem Streifenraster und der Diffusorschicht andererseits ist nun so gewählt, daß in den ausgeblendeten Streifen des für das linke Auge bestimmten Bildes die durchgelassenen Streifen des für das rechte Auge bestimmten Bildes liegen und umgekehrt in den ausgeblendeten Streifen des für das rechte Auge bestimmten Bildes die durchgelassenen Streifen des für das linke Auge bestimmten Bildes. Das auf der Diffusorschicht erscheinende
25 Stereobild besteht also aus abwechselnd für das linke und das rechte Auge des Betrachters bestimmten senkrechten, parallelen Streifen, die zu zwei ineinandergerasterten Stereo-Teilbildern gehören, von denen das eine für das linke Auge und das andere für das rechte Auge des Betrachters bestimmt ist.

30

Auf der dem Betrachter zugewandten Seite ist parallel zur Diffusorschicht eine Bildtrennvorrichtung angeordnet, die die Aufgabe hat, die für das linke und das rechte Auge bestimmten Streifen optisch zu trennen und den beiden Augen getrennt zuzuführen. Die Bildtrennvorrichtung besteht hierbei aus
35 einem zweiten, ebenfalls aus senkrechten, äquidistanten, lichtundurchlässigen Schwärzungstreifen bestehenden Streifenraster.

Die Bildtrennung ist erforderlich, da das menschliche Gehirn das für das linke Auge bestimmte Bild und das für das rechte Auge bestimmte Bild nur dann zu einem räumlichen Seheindruck verschmelzen kann, wenn diese den beiden Augen getrennt zugeführt werden.

5

Die auf der Diffusorschicht abgebildeten Streifen werden durch das betrachterseitige Streifenraster horizontal in unterschiedliche Richtungen abgebildet, wobei für den Abbildungswinkel maßgebend ist, für welches Auge die Streifen bestimmt sind.

10

Die von den für das linke Auge bestimmten Streifen ausgehenden und das betrachterseitige Streifenraster passierenden Lichtstrahlen schneiden sich in einem ersten Schnittpunkt, während die Lichtstrahlen, die von den für das rechte Auge bestimmten Streifen ausgehen und das betrachterseitige Streifenraster passieren, sich in einem zweiten Schnittpunkt schneiden.

15

Die geometrischen Abmessungen der Anordnung - also beispielsweise der Abstand zwischen Projektor und Streifenraster oder die Breite der Streifen - sind nun so bemessen, daß der Abstand dieser beiden Schnittpunkte ungefähr gleich dem Abstand der Augen beim Menschen ist. Das bedeutet, daß ein Betrachter die für das linke und das rechte Auge bestimmten Bilder getrennt wahrnimmt, wenn das linke Auge im ersten Schnittpunkt und das rechte Auge im zweiten Schnittpunkt liegt. In diesem Fall erhält der Betrachter einen räumlichen Seheindruck.

20

In dieser Position ist die Bildtrennung optimal und der Betrachter nimmt mit jedem Auge ausschließlich die für dieses Auge bestimmten Streifen wahr. Bei einer Bewegung des Betrachters frontal oder lateral aus dieser Position bleibt die Bildtrennung und damit der räumliche Bildeindruck solange erhalten, bis die Distanz zu der Position der optimalen Bildtrennung ungefähr gleich dem Augenabstand ist. Entfernt sich der Betrachter weiter, so werden die für das linke und das rechte Auge bestimmten Bilder nicht mehr dem jeweils richtigen Auge getrennt zugeführt und der Betrachter erhält keinen räumlichen Bildeindruck mehr.

25

30

35

Eine Bewegung des Betrachters in senkrechter Richtung bleibt ohne Einfluß auf die Bildtrennung, da die Streifen durch die Bildtrennvorrichtung ausschließlich in horizontaler Richtung abgebildet bzw. abgelenkt werden.

- 5 Es läßt sich also eine Betrachtungszone definieren, innerhalb derer der Betrachter die beiden Bilder getrennt wahrnimmt und somit stereoskopisch sieht und einen räumlichen Seheindruck erhält.

10 Es ist aber ein Nachteil dieser vorbekannten Anordnung, daß die Bewegungsfreiheit des Betrachters durch die räumliche Ausdehnung der Betrachtungszone begrenzt ist.

15 Es ist deshalb insbesondere die Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung der oben beschriebenen Art zu schaffen, die eine weitgehende Bewegungsfreiheit des Betrachters ermöglicht.

20 Die Aufgabe wird bei einem autostereoskopischen Bildschirmgerät der eingangs genannten Art erfindungsgemäß durch eine Stellvorrichtung zur Verschiebung der Bildtrennvorrichtung und/oder des projektorseitigen Streifenrasters in frontaler Richtung relativ zur Diffusorschicht und/oder planparallel in horizontaler Richtung gelöst.

25 Die Erfindung schließt die technische Lehre ein, daß zur Nachführung der Betrachtungszone bei einer Bewegung des Betrachters das projektorseitige Streifenraster und/oder die Bildtrennvorrichtung verschiebbar ist, wobei zur Anpassung an eine laterale Bewegung des Betrachters eine planparallele Verschiebung in im wesentlichen horizontaler Richtung und zur Anpassung an eine Bewegung rechtwinklig zur Diffusorschicht eine Verschiebung ebenfalls rechtwinklig und relativ zur Diffusorschicht erfolgt.

30

35 In einer Ausführungsform besteht die Bildtrennvorrichtung aus mehreren nebeneinander angeordneten und mit ihren optischen Achsen im wesentlichen senkrecht verlaufenden Zylinderlinsen, die zusammen ein Linsenraster bilden. Durch dieses Linsenraster werden die auf der Diffusorschicht erscheinenden Streifen in Abhängigkeit von ihrer Position auf der Diffusorschicht in der Horizontalen in unterschiedliche Richtung abgebildet.

- In einer bevorzugten Ausführungsform besteht die Bildtrennvorrichtung ebenfalls aus einem Streifenraster, das mehrere senkrecht verlaufende, nebeneinander angeordnete lichtundurchlässige Schwärzungsstreifen aufweist, die aus dem Strahlengang zwischen Diffusorschicht und Betrachter
- 5 jeweils senkrechte Streifen durchlassen bzw. ausblenden. Dadurch werden die auf der Diffusorschicht erscheinenden Streifen - wie bei dem Linsenraster - in Abhängigkeit von ihrer Position auf der Diffusorschicht in der Horizontalen in unterschiedliche Richtungen abgebildet.
- 10 Die Verwendung eines Streifenrasters als Bildtrennvorrichtung anstelle eines Linsenrasters bietet den Vorteil, daß bei einer Verschiebung der Bildtrennvorrichtung keine Defokussierung auftritt, wie es bei einem Linsenraster der Fall ist.
- 15 Darüber hinaus können die Projektoren bei Verwendung zweier Streifenraster für Aufrasterung und Bildtrennung in relativ geringem Abstand zur Diffusorschicht angeordnet werden, was vorteilhaft eine geringe Baugröße ermöglicht.
- 20 Bei einem autostereoskopischen Bildschirmgerät ist, wie weiter oben schon beschrieben, ein stereoskopisches Sehen für den Betrachter nur in einer räumlich begrenzten Betrachtungszone möglich, innerhalb derer die für das linke und das rechte Auge bestimmten Bildinformationen den beiden Augen getrennt zugeführt werden.
- 25 Die räumliche Lage der Betrachtungszone ist durch die Geometrie der Anordnung bestimmt, also beispielsweise durch die Position der Streifenraster, die Breite der Streifen, den Abstand zwischen Projektor und Diffusorschicht und den lateralen Abstand der beiden Projektoren zueinander.
- 30 Um eine weitgehende Bewegungsfreiheit des Betrachters zu ermöglichen, wird deshalb gemäß der Erfindung die Betrachtungszone durch eine Änderung der Geometrie der Anordnung jeweils so verschoben, daß sich der Betrachter stets innerhalb der Betrachtungszone befindet.
- 35 Hierzu dient die Stellvorrichtung, die eine Änderung der Geometrie der Anordnung ermöglicht, indem das projektorseitige Streifenraster und/oder die

Bildtrennvorrichtung in frontaler Richtung relativ zur Diffusorschicht und/oder planparallel in horizontaler Richtung verschoben wird.

Die quantitativen Verhältnisse werden im folgenden für die bevorzugte
5 Ausführungsform mit einem Streifenraster als Bildtrennvorrichtung
beschrieben. Für ein Linsenraster als Bildtrennvorrichtung lassen sich diese
Verhältnisse in analoger Weise bestimmen.

Wie bereits erwähnt ist, bestehen zwei mögliche Verschiebungsrichtungen
10 zur Nachführung der Betrachtungszone bei einer Bewegung des Betrachters,
die jeweils allein oder in Kombination genutzt werden können.

Eine Möglichkeit sieht zur Anpassung an eine laterale Bewegung des
Betrachters eine planparallele Verschiebung des projektorseitigen und/oder
15 des betrachterseitigen Streifenrasters in horizontaler Richtung vor.

Die Angabe einer Richtung bezieht sich hierbei und im folgenden auf die
Verbindungsline der beiden Projektoren als räumliches Bezugssystem. Eine
Verschiebung in horizontaler Richtung bedeutet demnach eine planparallele
20 Verschiebung parallel zur Verbindungsline der beiden Projektoren, während
eine Verschiebung in frontaler Richtung eine Verschiebung rechtwinklig zur
Verbindungsline der beiden Projektoren und rechtwinklig zur Diffusorschicht
bedeutet.

25 Der zum Nachführen ("Tracken") des Streifenrasters erforderliche horizontale
Verschiebungsweg ΔY_R ist dabei proportional dem in horizontaler Richtung
zurückgelegten Weg ΔY_B des Betrachters.

Hierbei ist jedoch zu unterscheiden zwischen einem Nachführen des
30 projektorseitigen Streifenrasters und einem Nachführen des
betrachterseitigen Streifenrasters.

Für das planparallele Verschieben des betrachterseitigen Streifenrasters in
horizontaler Richtung gilt:

35

$$\Delta Y_R = \frac{i}{l} \cdot \Delta Y_B$$

mit

i Abstand Diffusorschicht-betrachterseitiges Streifenraster

l Abstand Betrachter-Diffusorschicht

5 ΔY_R erforderlicher Verschiebungsweg des betrachterseitigen
Streifenrasters in horizontaler Richtung

ΔY_B Verschiebung des Betrachters in horizontaler Richtung

Die Verschiebung des betrachterseitigen Streifenraster erfolgt hier
gleichsinnig zur Bewegung des Betrachters, d.h. bei einer Bewegung des
10 Betrachters nach links muß auch das betrachterseitige Streifenraster
entsprechend nach links bewegt werden.

Da der Abstand i zwischen Diffusorschicht und betrachterseitigem
Streifenraster in aller Regel wesentlich geringer ist als der Abstand l
15 zwischen Betrachter und Diffusorschicht, ist auch der Nachführweg ΔY_R des
betrachterseitigen Rasters gering, was zum einen kurze Einstellzeiten und
zum anderen geringe Baugrößen des Bildschirmgeräts ermöglicht.

Für das planparallele Verschieben des projektorseitigen Streifenrasters in
20 horizontaler Richtung gilt:

$$\Delta Y_R = \frac{i}{c} \cdot \left(\frac{c-g}{i-l} \right) \cdot \Delta Y_B$$

mit

25 i Abstand Diffusorschicht-betrachterseitiges Streifenraster

l Abstand Betrachter-Diffusorschicht

c Abstand Projektor-Diffusorschicht

g Abstand Diffusorschicht-projektorseitiges Streifenraster

30 ΔY_R erforderlicher Verschiebungsweg des betrachterseitigen
Streifenrasters in horizontaler Richtung

ΔY_B Verschiebung des Betrachters in horizontaler Richtung

Hierbei ist der Verschiebungsweg des projektorseitigen Streifenrasters
gegenseitig zur Bewegung des Betrachters, d.h. bei einer Bewegung des
35 Betrachters nach rechts muß das projektorseitige Streifenraster nach links

verschoben werden, damit sich der Betrachter weiterhin innerhalb der Betrachtungszone befindet.

Auch hier ist der zum Nachführen der Betrachtungszone erforderliche
 5 Verschiebungsweg gering, da der Abstand i zwischen Diffusorschicht und
 projektorseitigem Streifenraster wesentlich kleiner ist als der Abstand c
 zwischen Projektor und Diffusorschicht.

Eine weitere Möglichkeit zur Nachführung der Betrachtungszone bei einer
 10 Bewegung des Betrachters sieht vor, den Abstand zwischen der
 Diffusorschicht und dem betrachterseitigen oder dem projektorseitigen
 Streifenraster zu verändern, um die Betrachtungszone in frontaler Richtung
 zu verschieben. Es findet hierbei also eine Anpassung an eine Bewegung Δl
 des Betrachters rechtwinklig zur Bildelebene statt.

15

Für das Verschieben des betrachterseitigen Streifenrasters rechtwinklig zur
 Bildelebene gilt dann:

$$\Delta i = \frac{i}{l} \cdot \Delta l$$

20

mit

- i Abstand Diffusorschicht-betrachterseitiges Streifenraster
- Δi Verschiebungsweg des betrachterseitigen Rasters | Abstand
 Betrachter-Diffusorschicht
- 25 Δl Verschiebung des Betrachter rechtwinklig zum Bildschirm

Die Verschiebung des betrachterseitigen Streifenrasters erfolgt hierbei
 gleichsinnig zur Bewegung des Betrachters, d.h. bei zunehmender
 Entfernung des Betrachters von der Diffusorschicht ist auch der Abstand i
 30 zwischen Diffusorschicht und betrachterseitigem Streifenraster zu vergrößern.

Auch hierbei ist der Verschiebungsweg des Streifenrasters wieder wesentlich
 kürzer als der Verschiebungsweg des Betrachters, da der Abstand i zwischen
 Diffusorschicht und betrachterseitigem Streifenraster wesentlich kleiner ist als
 35 der Abstand l zwischen Betrachter und Diffusorschicht.

Bei einer Verschiebung des projektorseitigen Streifenrasters rechtwinklig zum Bildschirm wird die Breite der Streifen auf der Diffusorschicht verändert. Hierzu können zwei eng benachbarte und gegeneinander verschiebbare Masken dienen.

5

Für die zur Kompensation einer Bewegung Δl des Betrachters erforderliche Änderung Δq der Breite q der Streifen gilt:

$$\Delta q = \frac{-q}{1 + \frac{l-i}{\Delta l}} \approx -q \frac{\Delta l}{\Delta l + l}$$

10 mit

q Breite der Streifen

Δq Änderung der Streifenbreite

l Abstand Betrachter-Diffusorschicht

Δl Bewegung des Betrachters rechtwinklig zum Bildschirm

15 i Abstand Diffusorschicht-betrachterseitiges Streifenraster

Für den zur Einstellung der gewünschten Streifenbreite q erforderlichen Abstand g des projektorseitigen Streifenrasters von der Diffusorschicht folgt daraus:

20
$$g = c \cdot \frac{q - e}{q + a}$$

mit

a Kanalbreite der Projektoren

c Abstand Projektor-Diffusorschicht

25 e Durchlaßbreite des projektorseitigen Streifenrasters

g Abstand Diffusorschicht-projektorseitiges Streifenraster

q Breite der Streifen

In einer Ausführungsform der Erfindung ist die Stellvorrichtung manuell
30 bedienbar. Dies kann beispielsweise mittels zweier Rändelschrauben
geschehen, von denen die eine die betrachterseitige Bildtrennvorrichtung
mittels einer Zahnstange planparallel in horizontaler Richtung verschiebt. Die
andere Rändelschraube stellt mittels einer zweiten Zahnstange den Abstand
zwischen der Diffusorschicht und dem betrachterseitigen Streifenraster ein.

35

In einer Variante der Erfindung von eigener schutzwürdiger Bedeutung erfolgt die Einstellung der Position der Streifenraster/Bildtrennvorrichtung automatisch. Hierzu ist eine Detektionsvorrichtung vorgesehen, die die Position des Betrachters bestimmt. Weiterhin ist eine Recheneinheit
5 vorgesehen, die aus der Position des Betrachters gemäß vorstehenden Formeln die Position des projektorseitigen und/oder des betrachterseitigen Streifenrasters/der betrachterseitigen Bildtrennvorrichtung berechnet. Die Stellvorrichtung, die die Streifenraster/Bildtrennvorrichtung verschiebt, wird dann mittels einer Steuereinheit angesteuert.

10

In einer Ausführungsform dieser Variante weist die Detektionsvorrichtung mindestens einen Entfernungsmesser zur Messung des Abstandes zum Betrachter auf. Bei Verwendung von drei Entfernungsmessern kann die Position des Betrachters durch Triangulation genau bestimmt werden, wenn
15 die Entfernungsmesser zueinander beabstandet angeordnet sind. So grenzt die Messung des ersten Entfernungsmessers die Position des Betrachters auf eine den Entfernungsmesser umhüllende Kugelschale ein. Die Messung des zweiten Entfernungsmesser grenzt die Position des Betrachters dann auf die Schnittlinien zweier Kugelschalen ein und die Messung des dritten
20 Entfernungsmessers schließlich liefert die exakte Position des Betrachters als Schnittpunkt dreier Kugelschalen.

In einer anderen Ausführungsform dieser Variante ist eine Kamera vorgesehen, die fortwährend ein Bild des Betrachterraums aufnimmt. In
25 diesem Bild sucht dann eine Mustererkennungseinheit nach vorgegebenen, für das Erscheinungsbild eines Menschen charakteristischen Mustern. Hierfür eignet sich beispielsweise ein Abbild eines menschlichen Auges, da das Auge - abgesehen von Farbunterschieden - bei den meisten Menschen relativ ähnlich als annähernd kreisrunde dunkle Fläche (Pupille) in einem Kreisring
30 (Iris) vor einem hellen Hintergrund erscheint. Die Mustererkennungseinheit bestimmt dann die Position der Muster in dem Bild und berechnet daraus die Entfernung zum Betrachter. Werden beispielsweise in dem Bild des Betrachterraums zwei Augen detektiert und liegen diese Augen in dem Bild nah beieinander, so ist die Entfernung zum Betrachter groß. Ist der Abstand
35 zwischen den Augen in dem Bild dagegen groß, so befindet sich der Betrachter näher am Bildschirm. Weiterhin kann aus der Position der Augen in dem Bild die laterale Position des Betrachter berechnet werden.

In einer Ausführungsform der Erfindung bestehen die Streifenraster im wesentlichen aus lichtdurchlässigen, vorzugsweise aus Glas bestehenden Platten, auf deren Oberflächen parallele, lichtundurchlässige Schwärzungstreifen aufgebracht sind. Hierdurch lassen sich die Streifenraster einerseits kostengünstig und andererseits mit hoher Genauigkeit mit allgemein bekannten Druckverfahren fertigen.

Darüber hinaus wirken die Platten als mechanischer Träger für die Streifen. Dadurch wird zum einen eine Verformung der Streifenstruktur verhindert und zum anderen die Handhabung der Streifenraster erleichtert.

Die Streifen sind bei der projektorseitigen Platte vorzugsweise auf der dem Projektor zugewandten Seite aufgebracht. Hierdurch wird verhindert, daß von dem Projektor ausgehendes Licht im Inneren der Platte mehrfach gespiegelt wird, was zu einer Verschleierung des Bildes führen würde.

Auf der betrachterseitigen Platte sind die Streifen vorzugsweise auf der dem Betrachter zugewandten Seite aufgebracht. Hierdurch wird verhindert, daß Licht aus dem Betrachterraum in die Platte eindringt und dort mehrfach gespiegelt wird, was ebenfalls zu Bildstörungen führen könnte.

In einer Ausführungsform der Erfindung besteht auch die Diffusorschicht - wie auch eine Bildtrennvorrichtung mit Linsenraster - aus einer lichtdurchlässigen Platte, wobei die Materialien dieser jeweils drei Platten denselben Brechungsindex aufweisen. Die Dicke der projektorseitigen Platte ist dabei im wesentlichen gleich der Summe der Dicken der Diffusorplatte und der betrachterseitigen Platte.

Dadurch wird zum einen erreicht, daß sich die optischen Fehler der von unterschiedlichen Bildschirmorten herrührenden Strahlen kompensieren. Zum anderen wird so die Richtungsselektivität - also die Kanaltrennung - des Bildschirms vorteilhaft erhöht.

Für eine einfache Handhabbarkeit von autostereoskopischen Bildschirmgeräten der vorstehend beschriebenen Art ist eine möglichst geringe Baugröße wünschenswert. Da die Baugröße wesentlich durch den Abstand zwischen den Projektoren und dem projektorseitigen Streifenraster

bestimmt wird, ist in einer Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, den Strahlengang der Projektoren zu falten. Dies geschieht durch mehrere Umlenkspiegel, die die von den Projektoren ausgehenden Lichtstrahlen vor dem Auftreffen auf das projektorseitige Streifenraster mehrfach umlenken.
5 Durch diese mehrfache Umlenkung ist der optisch wirksame Abstand der Projektoren von dem projektorseitigen Streifenraster, also die Länge des Strahlweges, wesentlich größer als der tatsächliche räumliche Abstand, so daß die Projektoren mit vorteilhaft geringem Abstand von dem projektorseitigen Streifenraster angeordnet werden können.

10

Beim Auftreffen der von den Projektoren ausgehenden Lichtstrahlen auf die Diffusorschicht wird das Licht in alle Richtungen gestreut. Die Intensität des gestreuten Lichts ist jedoch nicht über alle Richtungen gleich verteilt, sondern weist in Richtung der Verlängerung des auftreffenden Lichtstrahls ein
15 Maximum auf. Wie stark dieses Maximum gegenüber der in anderen Abstrahlrichtungen auftretenden Intensität ausgeprägt ist, hängt von der Qualität der Diffusorschicht ab. Je besser die Diffusorschicht, desto näher kommt die Abstrahlcharakteristik einer Gleichverteilung.

20 Ein in der Mitte des Bildschirms gelegener Punkt erscheint deshalb für einen mittig vor dem Bildschirm befindlichen Betrachter hell, da sich der Betrachter auf der Verlängerung der von den Projektoren ausgehenden Lichtstrahlen und damit im Maximum der Abstrahlcharakteristik befindet. Ein in den Randbereichen des Bildschirms gelegener Punkt erscheint dagegen für einen
25 mittig vor dem Bildschirm befindlichen Betrachter dunkel, da die Verlängerung der von den Projektoren ausgehenden Lichtstrahlen in diesem Fall von der Perspektive des Betrachters abweicht.

Die Richtcharakteristik des Bildschirms ist also gegeben durch den Winkel
30 und die Richtung der auf die Diffusorschicht auftreffenden und von den beiden Projektoren ausgehenden Lichtstrahlen. Bei einem großen Abstand zwischen Projektoren und Diffusorschicht treffen die Lichtstrahlen annähernd rechtwinklig auf die Diffusorschicht, so daß die Abstrahlcharakteristik annähernd gleich verteilt ist. Dies ist jedoch wegen des Strebens nach
35 geringen Baugrößen und damit geringem Abstand zwischen Projektoren und Diffusorschicht in der Regel nicht der Fall, so daß der Bildschirm für den

Betrachter ungleichmäßig hell, d.h. in den Randbereichen dunkler und in der Mitte heller erscheint.

In einer Variante der Erfindung von eigener schutzwürdiger Bedeutung ist deshalb eine unmittelbar zur Diffusorschicht benachbarte oder in diese integrierte optische Linse vorgesehen, die aufgrund ihrer Abstrahlcharakteristik einen gleichmäßigen Helligkeitseindruck über den gesamten Bildschirm ermöglicht. Vorzugsweise wird hierzu eine betrachterseitig parallel zur Diffusorschicht angeordnete Fresnellinse verwendet.

Das erfindungsgemäße Bildschirmgerät ist besonders vorteilhaft im medizinischen Bereich anzuwenden. So ist bei medizinischen Operationen wegen der hohen Präzisionsanforderungen oftmals eine vergrößerte Darstellung des Operationsfeldes erforderlich. Das Operationsfeld kann dabei durch zwei Kameras in nahezu beliebiger Vergrößerung aufgenommen und über den erfindungsgemäßen autostereoskopischen Bildschirm unter Aufrechterhaltung des räumlichen Seheindrucks wiedergegeben werden. Der Bildschirm läßt sich dabei in einer ergonomisch angepaßten Position anordnen. Dadurch wird einer Ermüdung der Chirurgen entgegengewirkt und damit das Operationsrisiko verringert.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet bzw. werden nachstehend zusammen mit der Beschreibung der bevorzugten Ausführung der Erfindung anhand der Figuren näher erläutert.

Es zeigen:

Figur 1: ein Ausführungsbeispiel der Erfindung in perspektivischer Darstellung,

Figur 2: das Ausführungsbeispiel aus Figur 1 in der Aufsicht sowie

Figur 3: die Detektionsvorrichtung aus Figur 1 detailliert als Blockschaltbild.

Figur 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einem Stereoprojektor 1, einer Diffusorschicht 4, einem projektorseitigen Streifenraster 3 und einer betrachterseitigen Bildtrennvorrichtung 5, einer Detektionsvorrichtung 7 zur

Bestimmung der Position eines Betrachters **6** sowie einer Stellvorrichtung zur Verschiebung der Streifenrasterplatte **3** und/oder der Bildtrennvorrichtung **5**.

Der Stereoprojektor **1** besteht aus zwei baugleichen Projektoren **1.1**, **1.2** mit je einem Objektiv, die nebeneinander angeordnet sind und so seitlich gegeneinander versetzte Bilder liefern, von denen das eine für das linke Auge und das andere für das rechte Auge des Betrachters **6** bestimmt ist.

Die Bilder für die beiden Projektoren **1.1**, **1.2** werden mit zwei Kameras aufgenommen, die ebenfalls nebeneinander angeordnet sind und so von demselben Objekt seitlich gegeneinander versetzte Bilder aufnehmen, was der menschlichen Sehweise entspricht, da auch der Mensch mit seinen beiden Augen seitlich gegeneinander versetzte Bilder wahrnimmt, die dann im Gehirn zu einem räumlich Seheindruck verschmolzen werden.

Parallel zur Diffusorschicht **4** ist projektorseitig in einem Abstand von ca. 19 mm das Streifenraster **3** angeordnet.

Das Streifenraster **3** besteht aus einer ca. 3 mm dicken, planen Glasplatte, auf deren Oberfläche projektorseitig senkrechte, äquidistante, lichtundurchlässige Schwärzungstreifen **2** mit einer Breite von ca. 0,75 mm aufgebracht sind, zwischen denen jeweils 0,25 mm breite Schlitze frei bleiben.

Das Streifenraster **3** erzeugt aus dem für das linke Auge bestimmten Bild und aus dem für das rechte Auge bestimmten Bild ein Stereobild. Dies geschieht dadurch, daß die Schwärzungstreifen **2** des Streifenrasters **3** aus dem Strahlengang der beiden Bilder jeweils senkrechte Streifen ausblenden bzw. durchlassen. Da die beiden Projektoren **1.1**, **1.2** seitlich gegeneinander versetzt sind, erscheinen nun die durchgelassenen Streifen des für das linke Auge bestimmten Bildes genau in den ausgeblendeten Streifen des für das rechte Auge bestimmten Bildes. Auf der Diffusorschicht **4** erscheinen also abwechselnd für das linke und rechte Auge bestimmte senkrechte Streifen. Die geometrischen Abmessungen - also beispielsweise der Abstand Projektor-Diffusorschicht und die Durchlaßbreite des Streifenrasters - sind dabei so gewählt, daß die für die beiden Augen bestimmten Streifen nicht überlappen. Hierdurch wird sichergestellt, daß die für das linke und das

rechte Auge bestimmten Bildinformationen anschließend getrennt werden können.

5 Auf der Diffusorschicht **4** erscheinen also zwei ineinandergerasterte, jeweils aus senkrechten, parallelen Streifen bestehende Stereo-Teilbilder. Die Diffusorschicht **4** ist auf eine plane, durchsichtige Glasplatte aufgebracht, die die Aufgabe hat, die Diffusorschicht **4** mechanisch zu fixieren.

10 Auf der den Projektoren **1.1**, **1.2** abgewandten Seite ist parallel zur Diffusorschicht **4** die ebenfalls mit einem weiteren Streifenraster versehbare Bildtrennvorrichtung **5** angeordnet, die mit dem projektorseitigen Streifenraster **3** baugleich ist und deren Schwärzungstreifen **8** ebenfalls senkrecht verlaufen.

15 Diese Bildtrennvorrichtung **5** bildet die auf der Diffusorschicht **4** erscheinenden Streifen richtungsselektiv ab. Die für das linke Auge bestimmten Streifen werden also in einer horizontalen Ebene in eine andere Richtung abgebildet als die für das rechte Auge bestimmten Streifen.

20 Die Lichtstrahlen, die von den für das linke Auge bestimmten Streifen ausgehen, schneiden sich in einer bestimmten Entfernung von der Diffusorschicht **4** und in einer bestimmten lateralen Position. Die von den für das rechte Auge bestimmten Streifen ausgehenden Lichtstrahlen schneiden sich in der gleichen Entfernung von der Diffusorschicht **4**, allerdings in einer
25 anderen lateralen Position. Die Geometrie der Anordnung ist nun so bemessen, daß der Abstand dieser Schnittpunkte ungefähr gleich dem Augenabstand beim Menschen ist. Befindet sich der Betrachter **6** mit seinen beiden Augen in diesen beiden Schnittpunkten, so nimmt er die für die beiden Augen bestimmten Bilder getrennt wahr und erhält somit einen räumlichen
30 Seheindruck. Die Bildtrennung ist in diesem Punkt optimal.

Entfernt sich der Betrachter **6** aus dieser Position, so bleibt die Trennung der beiden Bilder - die Kanaltrennung - zunächst erhalten, solange der Abstand des Betrachters **6** zum Punkt der optimalen Bildtrennung kleiner ist als
35 ungefähr der Abstand der Augen. Bewegt sich der Betrachter **6** weiter, so nimmt er mit seinen beiden Augen die Bilder nicht mehr getrennt wahr und erhält somit keinen räumlichen Seheindruck mehr.

Es läßt sich also eine Betrachtungszone definieren, innerhalb derer der Betrachter 6 die für die beiden Augen bestimmten Bilder getrennt wahrnimmt und somit stereoskopisch sehen kann.

- 5 Die Bewegungsfreiheit des Betrachters 6 ist durch die räumliche Ausdehnung dieser Betrachtungszone eingeschränkt. Es ist deshalb vorgesehen, die betrachterseitige Bildtrennvorrichtung 5 mittels einer Stellvorrichtung bei einer Bewegung des Betrachters 6 so zu verschieben, daß dieser sich stets innerhalb der Betrachtungszone befindet.

10

Die Stellvorrichtung besteht im wesentlichen aus einem Kreuztisch, auf dem die betrachterseitige Bildtrennvorrichtung 5 verschiebbar gelagert ist. Die Verschiebung der Bildtrennvorrichtung 5 kann dabei sowohl in horizontaler Richtung planparallel erfolgen als auch parallel zur Flächennormalen, also in
15 frontaler Richtung.

Die planparallele Verschiebung in horizontaler Richtung erfolgt dabei zur Anpassung an eine Bewegung des Betrachters 6 parallel zur Diffusorschicht 4, während die Verschiebung parallel zur Flächennormale zur Anpassung an
20 eine Bewegung des Betrachters 6 rechtwinklig zur Diffusorschicht 4 erfolgt.

Der Kreuztisch weist einen Rahmen 9 auf, auf dem die projektorseitige Streifenrasterplatte 2 und die die Diffusorschicht 4 tragende Glasplatte senkrecht starr befestigt ist. Zwischen den Seitenteilen des Rahmens 9
25 verlaufen zwei Führungsstangen 10, auf denen ein Führungsschlitten 11 in horizontaler Richtung verschiebbar angebracht ist. An der Oberseite des Führungsschlittens 11 befinden sich ebenfalls zwei Führungsstangen, die rechtwinklig zur Diffusorschicht 4 verlaufen und auf denen die betrachterseitige Bildtrennvorrichtung 5 frontal verschiebbar angeordnet ist.
30 Die betrachterseitige Bildtrennvorrichtung 5 läßt sich also in zwei zueinander senkrechten Richtungen verschieben.

Die Führungsstangen weisen jeweils ein Schneckengewinde auf, so daß bei einer Drehung der Führungsstangen um ihre Achse der Führungsschlitten 11
35 bzw. die Bildtrennvorrichtung 5 verschoben werden. Zum Antrieb der Führungsstangen ist in den Rahmen 9 und in den Führungsschlitten 11 jeweils ein Elektromotor eingebaut, der durch Drehung der Führungsstangen

10 die Bildtrennvorrichtung 5 positionieren kann. Auf die Welle der Elektromotoren ist jeweils ein Drehwinkelgeber aufgeflanscht, der den Drehwinkel der Elektromotorenwelle mißt und ein entsprechendes Digitalsignal erzeugt.

5

Die Bestimmung der Position des Betrachters 6 erfolgt durch eine Detektionsvorrichtung 7. Aus der Position des Betrachters 6 berechnet eine Recheneinheit die Position der betrachterseitigen Bildtrennvorrichtung 5, die einzustellen ist, damit sich der Betrachter 6 innerhalb der einen räumlichen
10 Seheindruck bietenden Betrachtungszone befindet und somit die für die beiden Augen bestimmten Bildinformationen getrennt wahrnimmt. Die Stellvorrichtung wird dann von einer Steuereinheit entsprechend angesteuert und verschiebt die betrachterseitige Bildtrennvorrichtung 5 in die gewünschte
15 Position. Die Detektionsvorrichtung 7, die Recheneinheit sowie die Steuereinheit sind in Figur 3 detailliert als Blockschaltbild dargestellt.

Figur 2 zeigt das Ausführungsbeispiel aus Figur 2 in der Aufsicht.

Die beiden Projektoren 1.1, 1.2 sind nebeneinander angeordnet und liefern
20 so seitlich gegeneinander versetzte Bilder. Die Basisbreite, also der Abstand zwischen den optischen Achsen der beiden Projektoren 1.1, 1.2, beträgt $b = 65$ mm. Die Kanalbreite a , also die Blendenöffnung der Objektive, beträgt bei beiden Projektoren 1.1, 1.2 jeweils 32,5 mm.

25 Die beiden Projektoren 1.1, 1.2 projizieren ein für das linke Auge bzw. ein für das rechte Auge des Betrachters 6 bestimmtes Bild auf eine in einem Abstand $c = 2500$ mm vor den Projektoren 1.1, 1.2 rechtwinklig zur optischen Achse angeordnete Diffusorschicht 4.

30 Zwischen den Projektoren 1.1, 1.2 und der Diffusorschicht 4 ist parallel zur Diffusorschicht 4 eine Glasplatte mit dem Streifenraster 3 angeordnet, das auf der projektorseitigen Oberfläche der Glasplatte in einem Abstand von $g = 19,23$ mm zur Diffusorschicht 4 aufgebracht ist und aus äquidistanten, senkrecht verlaufenden, lichtundurchlässigen Schwärzungstreifen 2 besteht.

35 Die Breite der Schwärzungstreifen 2 beträgt jeweils $h = 0,75$ mm, während die Breite der zwischen den Schwärzungstreifen 2 freibleibenden Schlitz $e = 0,25$ mm beträgt.

Die von den beiden Projektoren 1.1, 1.2 ausgehenden Bilder erscheinen als ineinander gerasterte Streifen hinter dem Streifenraster 3 auf der Diffusorschicht 4 als senkrechte Streifen, wobei die Streifen abwechselnd für das linke und das rechte Auge des Betrachters 6 bestimmt sind.

5

Aus der Blendenöffnung a der Objektive, dem Abstand c zwischen Projektor 1.1, 1.2 und Diffusorschicht 4, dem Abstand g zwischen Diffusorschicht 4 und projektorseitigem Streifenraster 3 sowie der Durchlaßbreite e ergibt sich eine Breite der auf der Diffusorschicht 4 erscheinenden Streifen von $q = 0,5$ mm.

10

Hinter der Diffusorschicht 4 befindet sich parallel zur Diffusorschicht 4 die Bildtrennvorrichtung 5, die aus einer zweiten Glasplatte und einem auf ihrer betrachterseitigen Oberfläche aufgebracht, ebenfalls aus senkrecht verlaufenden, lichtundurchlässigen Schwärzungstreifen 8 bestehendes Streifenraster besteht.

15

Das Streifenraster der betrachterseitigen Bildtrennvorrichtung 5 hat mit einer Breite der Schwärzungstreifen 8 von $p = 0,75$ mm und einer Durchlaßbreite von $k = 0,25$ mm die gleichen optischen Eigenschaften wie das projektorseitige Streifenraster 3.

20

Der Abstand zwischen dem Streifenraster der betrachterseitigen Bildtrennvorrichtung 5 und der Diffusorschicht 4 ist zur Anpassung an eine Bewegung des Betrachters 6 einstellbar und beträgt in der hier dargestellten Einstellung $i = 19,2$ mm.

25

Das betrachterseitige Streifenraster führt die auf der Diffusorschicht 4 für das linke Auge und die für das rechte Auge des Betrachters 6 bestimmten Streifen den beiden Augen des Betrachters 6 getrennt zu.

30

Der Betrachter 6 befindet sich hierbei in einem Abstand von $l = 2500$ mm vor der Diffusorschicht 4 und in einem Abstand y zur optischen Achse. In dieser Position nimmt der Betrachter 6 mit dem linken Auge ausschließlich das für das linke Auge bestimmte Bild und mit dem rechten Auge ausschließlich das für das rechte Auge bestimmte Bild wahr. Entfernt sich der Betrachter 6 aus dieser Position, so bleibt die Bildtrennung und damit der räumliche

35

Seheindruck zunächst erhalten, bis der Abstand des Betrachters zum Punkt der optimalen Bildtrennung ungefähr gleich dem Augenabstand o ist.

Die Kanalbreite beträgt hierbei $n = 32,5$ mm. Befindet sich der Betrachter **6** mit einem Auge innerhalb dieser Kanalbreite, dann ist die Kanaltrennung 100%, d.h. der Betrachter **6** sieht dann mit diesem Auge ausschließlich die für dieses Auge bestimmten Streifen.

Für das andere Auge des Betrachters gelten die in Fig. 2 dargestellten Verhältnisse spiegelbildlich zur Längsachse.

Figur 3 zeigt die Detektionsvorrichtung aus Figur 1 detailliert als Blockschaltbild.

An der Oberseite des Bildschirmgeräts ist eine Kamera **12** der Detektionseinrichtung **7** (vgl. Fig. 1) fest installiert, die fortwährend den Betrachterraum aufnimmt. Die Kamera **12** ist so angeordnet, daß ihre optische Achse mittig parallel zu den optischen Achsen der beiden Projektoren verläuft. Das Kamerasignal wird von einem A/D-Wandler **13** digitalisiert und als digitales Bildmuster einer Signalverarbeitungseinheit **14** zugeführt.

Die Signalverarbeitungseinheit **14** hat die Aufgabe, in dem Bild des Betrachterraums einen etwaigen Betrachter zu detektieren, dessen räumliche Position zu bestimmen und die erforderliche Einstellung des Streifenrasters **21** der betrachterseitigen Bildtrennvorrichtung **5** (vgl. Fig. 1) zu berechnen.

Hierzu sucht die Signalverarbeitungseinheit **14** in dem digitalisierten Bild nach einem vorgegebenen, für das Erscheinungsbild eines menschlichen Betrachters charakteristischen optischen Muster.

Dies geschieht durch eine Mustererkennungseinheit **15**, die aus einem Musterspeicher **18** ein digitalisiertes Bild des Suchmusters ausliest und dessen Auftreten in dem Bild des Betrachterraums überprüft.

Für die Detektion des Suchmusters ist keine vollständige Übereinstimmung des Suchmusters mit dem entsprechenden Ausschnitt des Bildes des

Betrachterraums erforderlich, vielmehr detektiert die Mustererkennungseinheit **15** auch ein solches Muster, das dem Suchmuster geometrisch ähnlich ist. Dadurch wird erreicht, daß das Suchmuster unabhängig von der Größe in dem Bild detektiert wird, was erforderlich ist, da
5 die Größe des Betrachters auf dem Bild von der Entfernung zur Kamera **12** abhängt.

Als Suchmuster wird hierbei ein Bild eines menschlichen Auges verwendet. Dies ist vorteilhaft, da menschliche Augen mit geringen Abweichungen einem
10 einheitlichen Muster entsprechen. So erscheint ein Auge als im wesentlichen kreisrunde Dunkelfläche auf einem relativ hellen, näherungsweise ovalen Hintergrund. Dadurch wird sichergestellt, daß die Mustererkennungseinheit **15** den jeweiligen Betrachter unabhängig von dessen individuellem Erscheinungsbild detektiert.

15 Findet die Mustererkennungseinheit **15** das Suchmuster nicht in dem Bild des Betrachterraums, so wird angenommen, daß sich kein Betrachter vor dem Bildschirm befindet, und die Einstellung des betrachterseitigen Streifenrasters **21** bleibt unverändert.

20 Wird das Suchmuster jedoch in dem Bild des Betrachterraums detektiert, so bestimmt die Mustererkennungseinheit **15** die Position x_1, Y_1 bzw. x_2, Y_2 der beiden Augen des Betrachters in dem digitalisierten Bild.

25 Werden in dem Bild die Augen mehrerer Betrachter detektiert, so werden diese Augen zunächst in Augenpaare eingeteilt. Dies ist wichtig, da andernfalls das linke Auge des einen Betrachters zusammen mit dem rechten Auge des anderen Betrachters als Berechnungsgrundlage verwendet werden könnte, was zu unsinnigen Ergebnissen führen würde.

30 Bei mehreren detektierten Augenpaaren wird dasjenige Augenpaar zur Berechnung der Einstellung des Streifenrasters **21** herangezogen, das in der Bildmitte liegt. Dadurch wird erreicht, daß bei mehreren Betrachtern vor dem Bildschirmgerät die Einstellung für denjenigen Betrachter passend erfolgt, der
35 sich zentral vor dem Bildschirm befindet.

Bei allen Menschen ist der Abstand der Augen zueinander im wesentlichen der gleiche und beträgt ca. 6,5 cm. Ist der Betrachter nun weit entfernt vom Bildschirmgerät, so erscheinen dessen Augen in dem Bild, das von der Kamera 12 aufgenommen wird, in nur geringem Abstand. Ist der Betrachter
5 dagegen sehr nah am Bildschirmgerät, so erscheinen die Augen in dem Bild vergleichsweise weit voneinander entfernt. Aus dem im Bild erscheinenden Abstand der Augen des Betrachters sowie aus der Brennweite f des Objektivs der Kamera 12 errechnet eine erste Recheneinheit 16 die Entfernung zwischen der Kamera 12 und dem Betrachter und daraus den Abstand l des
10 Betrachters zum Bildschirm.

Aus der Position der beiden Augen Y_1, Y_2 in waagerechter Richtung und aus dem Abstand l zum Betrachter wird dann die laterale Position Y_B des Betrachters errechnet.

15 Die Positionsdaten l, Y_B des Betrachters werden einer zweiten Recheneinheit 17 zugeführt, die daraus die für ein stereoskopisches Sehen erforderliche Einstellung des Streifenrasters 21 der betrachterseitigen Bildtrennvorrichtung 5 - also dessen Abstand i zur Mattscheibe und die laterale Position Y_R -
20 bestimmt.

Hierzu wird der Betrachtterraum in Raumzonen eingeteilt und für jede Raumzone die erforderliche Einstellung des Streifenrasters 21 der betrachterseitigen Bildtrennvorrichtung 5 ermittelt. Dies kann beispielsweise
25 in Versuchen geschehen, in denen ein Betrachter nacheinander in allen Raumzonen plazierte wird und für jede Raumzone die optimale Einstellung ermittelt wird.

Die Recheneinheit 17 weist eine Tabelle auf, die jeder Raumzone die
30 Positionsdaten i, Y_R des betrachterseitigen Streifenrasters 21 zuordnet. Die Recheneinheit 17 bestimmt also aus den Positionsdaten l, Y_B des Betrachters die Raumzone, in der sich der Betrachter befindet und liest dann aus der Tabelle die zugehörigen Positionsdaten für das Streifenraster 21 aus.

35 Diese Positionsdaten werden dann der Steuereinheit 19 zugeführt, die die Stellvorrichtung 20 entsprechend ansteuert, wodurch das Streifenraster 21 in die ermittelte Position verschoben wird.

Die anderen Möglichkeiten zur Nachführung der Betrachtungszone, sei es durch Verschiebung der Bildtrennvorrichtung 5 auch in seitlicher Richtung und/oder des projektorseitigen Streifenrasters 3 in dieser oder jener Richtung, sind in der Detektionseinrichtung 7 gemäß Fig. 3 meß- und
5 regelungstechnisch integriert.

Die Erfindung beschränkt sich in ihrer Ausführung nicht auf die vorstehend angegebenen bevorzugten Ausführungsbeispiele. Vielmehr ist eine Anzahl von Varianten denkbar, welche von der dargestellten Lösung auch bei
10 grundsätzlich anders gearteten Ausführungen Gebrauch macht.

* * * * *

Patentansprüche:

1. Autostereoskopisches Bildschirmgerät mit
- einem ersten Projektor (1.1) zur Projektion eines für das linke Auge eines
5 Betrachters (6) bestimmten Bildes und einem neben dem ersten Projektor
(1.1) angeordneten zweiten Projektor (1.2) zur Projektion eines für das rechte
Auge des Betrachters (6) bestimmten Bildes auf eine vor den Projektoren
(1.1, 1.2) angeordnete Diffusorschicht (4),
 - einem projektorseitig parallel zur Diffusorschicht (4) angeordneten, mehrere
10 und im wesentlichen senkrechte, lichtundurchlässige, nebeneinander
angeordnete Schwärzungstreifen (2) aufweisenden Streifenraster (3) zur
Erzeugung eines gerasterten, aus im wesentlichen senkrechten, abwechselnd
für das linke und rechte Auge bestimmten Streifen bestehenden Stereobildes
auf der Diffusorschicht (4),
 - einer betrachterseitig parallel zur Diffusorschicht (4) angeordneten
15 Bildtrennvorrichtung (5) zur Abbildung der für das linke und das rechte Auge
bestimmten Streifen horizontal in Richtung unterschiedlicher, jeweils
innerhalb einer einen räumlichen Seheindruck ermöglichenden Betrachtungs-
zone liegender Punkte,
 - 20 **gekennzeichnet durch**
eine Stellvorrichtung zur Verschiebung der Bildtrennvorrichtung (5) und/oder
des projektorseitigen Streifenrasters (3) in frontaler Richtung relativ zur
Diffusorschicht (4) und/oder planparallel in horizontaler Richtung.
- 25 2. Autostereoskopisches Bildschirmgerät nach Anspruch 1, **dadurch
gekennzeichnet**, daß die Bildtrennvorrichtung (5) ein aus mehreren
nebeneinander angeordneten und mit ihren optischen Achsen im
wesentlichen senkrecht verlaufenden Zylinderlinsen bestehendes
Linsenraster aufweist.
- 30 3. Autostereoskopisches Bildschirmgerät nach Anspruch 1, **dadurch
gekennzeichnet**, daß die Bildtrennvorrichtung (5) ein aus mehreren, im
wesentlichen senkrechten, lichtundurchlässigen, nebeneinander
angeordneten Schwärzungstreifen (8) bestehendes, betrachterseitig
35 angeordnetes Streifenraster aufweist.

4. Autostereoskopisches Bildschirmgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Stellvorrichtung manuell bedienbar ist.
- 5 5. Autostereoskopisches Bildschirmgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch**
- eine Detektionsvorrichtung (7) zur Bestimmung der Position des Betrachters (6),
 - eine Recheneinheit (17) zur Berechnung der einzustellenden Position der
 - 10 Bildtrennvorrichtung (5) und/oder des projektorseitigen Streifenrasters (3) aus der Position des Betrachters (6), so daß sich der Betrachter (6) innerhalb der Betrachtungszone befindet,
 - eine Steuereinheit (19) zur Ansteuerung der Stellvorrichtung (20) in Abhängigkeit von der durch die Recheneinheit (17) berechneten Position der
 - 15 Bildtrennvorrichtung (5).
6. Autostereoskopisches Bildschirmgerät nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Detektionsvorrichtung (7) mindestens einen Entfernungsmesser zur Bestimmung der Position des Betrachters (6)
- 20 aufweist.
7. Autostereoskopisches Bildschirmgerät nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**,
- daß die Detektionsvorrichtung (7) eine Kamera zur Aufnahme eines Bildes
 - 25 des Betrachterraumes aufweist,
 - daß eine Mustererkennungseinheit (15) vorgesehen ist zur Detektion vorgegebener, für das Erscheinungsbild eines Betrachters (6) charakteristischer Bildmuster in dem Bild des Betrachterraums.
- 30 8. Autostereoskopisches Bildschirmgerät nach einem der Ansprüche 1 oder 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schwärzungstreifen (2) des projektorseitigen Streifenrasters (3) auf eine erste und die Schwärzungstreifen (8) des betrachterseitigen Streifenrasters auf eine
- 35 zweite, jeweils im wesentlichen plane, aus durchsichtigem Material bestehende Platte aufgebracht sind.

9. Autostereoskopisches Bildschirmgerät nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schwärzungsstreifen (2) auf der projektorseitigen Platte zur Reduzierung von Reflexionen des durchprojizierten Lichts auf der den Projektoren (1.1, 1.2) zugewandten Seite aufgebracht sind.

5

10. Autostereoskopisches Bildschirmgerät nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schwärzungsstreifen (8) auf der betrachterseitigen Platte zur Reduzierung von Störlicht aus dem Betrachtterraum auf der dem Betrachter (6) zugewandten Seite aufgebracht sind.

10

11. Autostereoskopisches Bildschirmgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**,

- daß der Brechungsindex der Materialien der beiden Platten und der Diffusorschicht (4) im wesentlichen gleich ist,
- 15 - daß die Dicke der projektorseitigen Platte im wesentlichen gleich der Summe aus der Dicke der Diffusorschicht (4) und der Dicke der betrachterseitigen Platte ist.

12. Autostereoskopisches Bildschirmgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Faltung des Strahlengangs vor jedem Projektor (1.1, 1.2) mehrere Umlenkspiegel angeordnet sind.

13. Autostereoskopisches Bildschirmgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Erreichung eines über die gesamte Fläche der Diffusorschicht (4) einheitlichen Helligkeitseindrucks eine in die Diffusorschicht (4) integrierte oder parallel zu dieser angeordnete Linse vorgesehen ist.

14. Autostereoskopisches Bildschirmgerät nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Linse eine Fresnellinse ist.

30

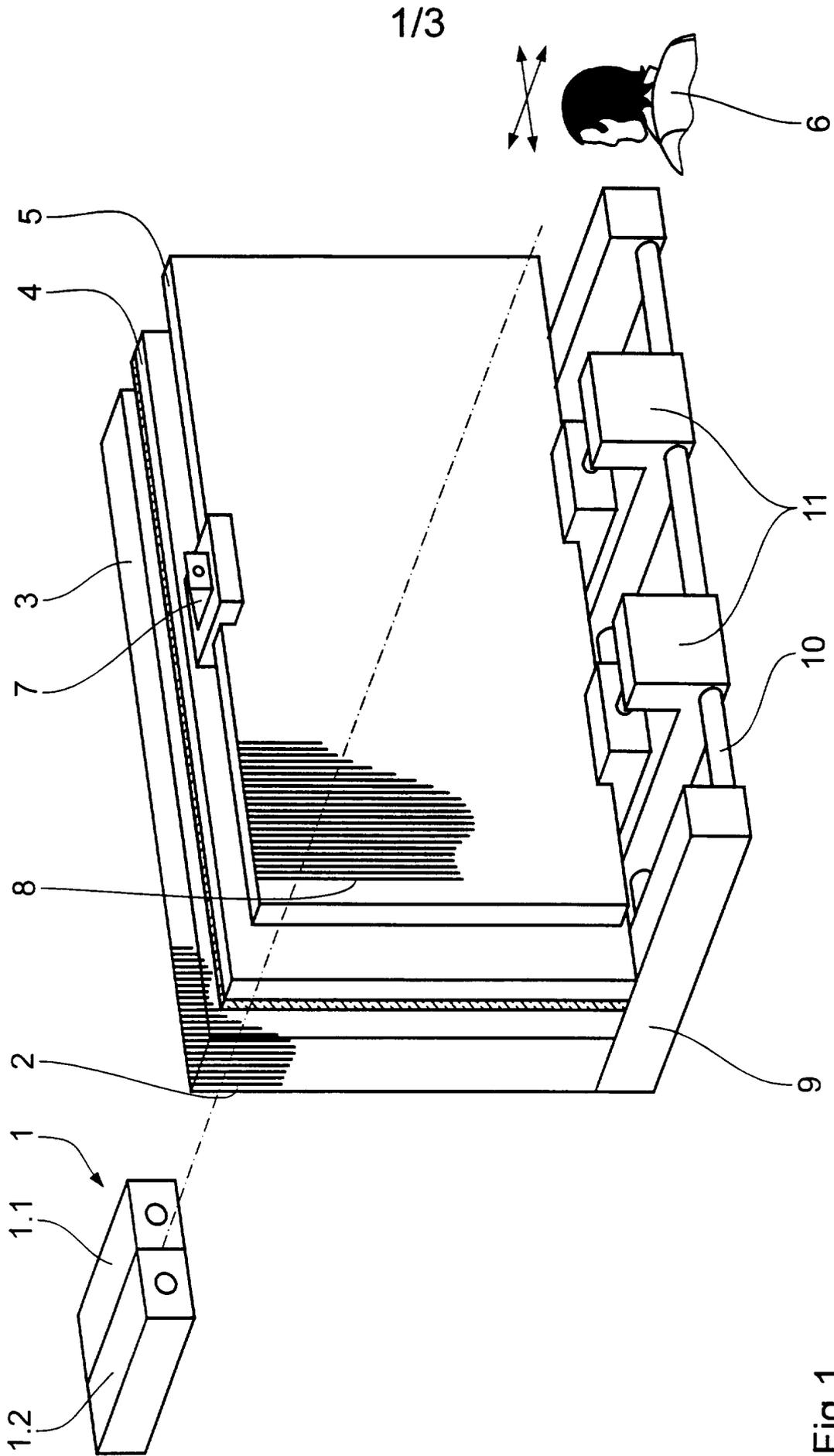


Fig.1

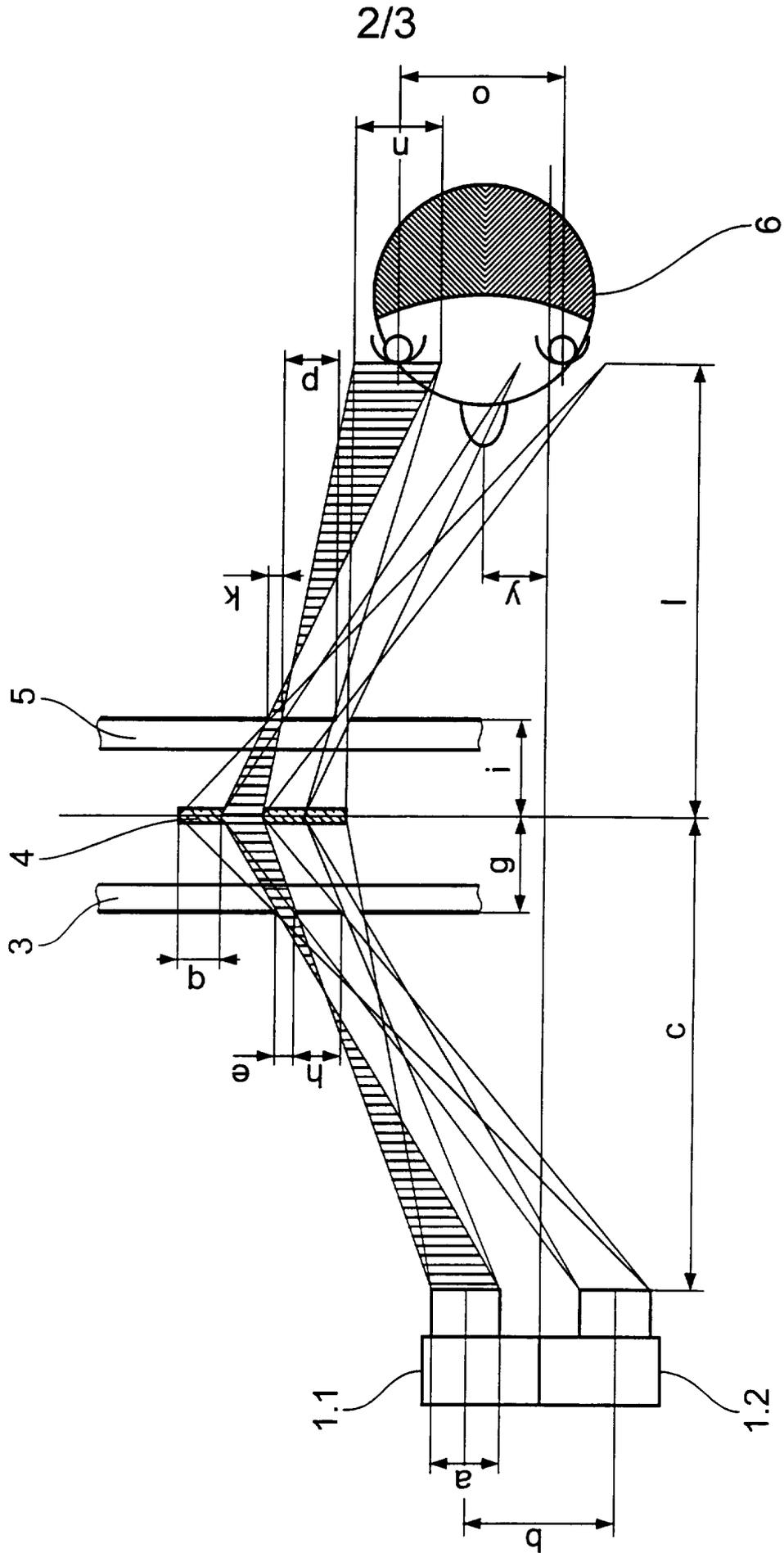


Fig.2

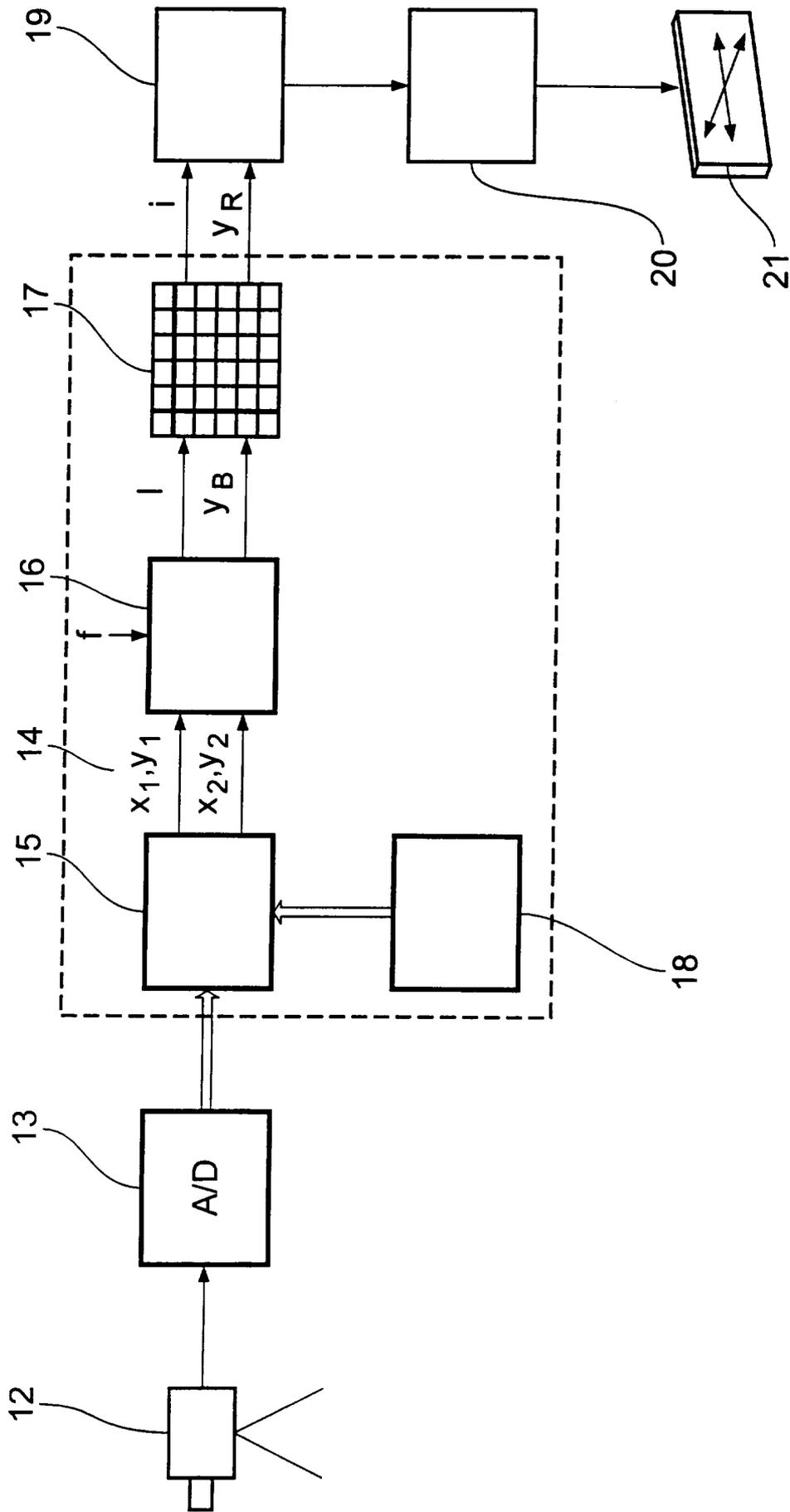


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 96/00349

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 G02B27/22

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)
IPC 6 G02B H04N G03B

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 practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US,A,5 146 246 (M. MARKS) 8 September 1992 see column 4, line 46 - column 5, line 42; figures 1A-1C ---	1-14
Y	WO,A,95 05052 (J. SORENSEN) 16 February 1995 see page 7, paragraph 1 ---	1-14
A	SID 94 - DIGEST OF TECHNICAL PAPERS, vol. 25, 14 - 16 June 1994, SAN JOSE, CA, USA, pages 187-190, XP000439101 K. OMURA ET AL.: "Lenticular stereoscopic display system with eye-position tracking and without special-equipment needs" see the whole document --- -/--	1-14

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in 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 document 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

7 June 1996

Date of mailing of the international search report

14. 06. 96

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentiaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

Sarneel, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 96/00349

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP,A,0 576 106 (DIMENSION TECHNOLOGIES, INC.) 29 December 1993 see the whole document -----	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 96/00349

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A-5146246	08-09-92	NONE	
WO-A-9505052	16-02-95	EP-A- 0713630	29-05-96
EP-A-576106	29-12-93	US-A- 5311220	10-05-94
		CA-A- 2093864	11-12-93
		JP-A- 6175242	24-06-94

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 96/00349

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 G02B27/22

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 G02B H04N G03B

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)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US,A,5 146 246 (M. MARKS) 8.September 1992 siehe Spalte 4, Zeile 46 - Spalte 5, Zeile 42; Abbildungen 1A-1C ---	1-14
Y	WO,A,95 05052 (J. SORENSEN) 16.Februar 1995 siehe Seite 7, Absatz 1 ---	1-14
A	SID 94 - DIGEST OF TECHNICAL PAPERS, Bd. 25, 14. - 16.Juni 1994, SAN JOSE,CA,USA, Seiten 187-190, XP000439101 K. OMURA ET AL.: "Lenticular stereoscopic display system with eye-position tracking and without special-equipment needs" siehe das ganze Dokument ---	1-14
	-/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : * 'A' Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist * 'E' älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist * '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) * 'O' Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht * 'P' Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist | <ul style="list-style-type: none"> * '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 * 'X' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden * 'Y' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist * '&' Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist |
|---|--|

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 7. Juni 1996	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 14. 06. 96
--	---

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+ 31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Sarneel, A
--	--

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 96/00349

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP,A,0 576 106 (DIMENSION TECHNOLOGIES, INC.) 29.Dezember 1993 siehe das ganze Dokument -----	1-14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 96/00349

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US-A-5146246	08-09-92	KEINE	
WO-A-9505052	16-02-95	EP-A- 0713630	29-05-96
EP-A-576106	29-12-93	US-A- 5311220	10-05-94
		CA-A- 2093864	11-12-93
		JP-A- 6175242	24-06-94