(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
16. Oktober 2014 (16.10.2014)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/166816 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G02F 1/1335 (2006.01) *G02B 5/02* (2006.01)
F21V 5/00 (2006.01) *G02B 5/32* (2006.01)
F21V 7/00 (2006.01) *G03H 1/04* (2006.01)
F21V 13/04 (2006.01) *G03H 1/30* (2006.01)
F21V 14/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/056735

(22) Internationales Anmeldedatum:
3. April 2014 (03.04.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2013 103 539.6 9. April 2013 (09.04.2013) DE

(71) Anmelder: **OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH** [DE/DE]; Leibnizstr. 4, 93055 Regensburg (DE).

(72) Erfinder: **MORGOTT, Stefan**; Lilienweg 3a, 93080 Pentling (DE). **REILL, Joachim**; Hauptstr. 40, 93197 Zeitlarn (DE). **BRICK, Peter**; Ziegetsdorfer Str. 4, 93051 Regensburg (DE).

(74) Anwalt: **EPPING HERMANN FISCHER PATENTANWALTSGESELLSCHAFT MBH**; Schloßschmidstr. 5, 80639 München (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, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, 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.

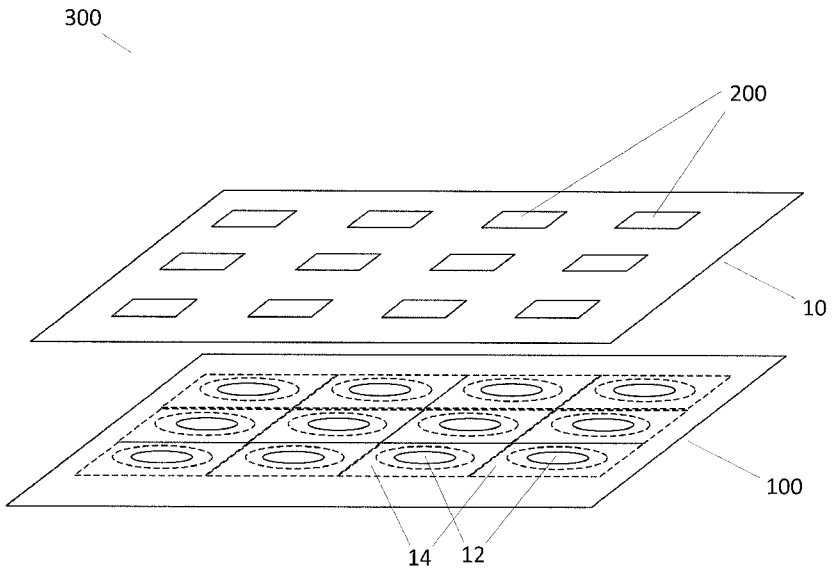
(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: HOLOGRAPHIC FILM AND METHOD FOR PRODUCING IT

(54) Bezeichnung : HOLOGRAFISCHE FOLIE UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG DERSELBEN

Fig. 1



(57) Abstract: Described is a holographic film (100) whose transmission and/or reflection properties vary periodically along at least one of its directions of principal extent, said film being designed for at least partial transmission (22, 28) of light (20, 26) of at least one first wavelength range that is irradiated from a multiplicity of periodically disposed illuminants (200) and that impinges on the holographic film (100). Also described are a lighting means (300), a backlighting means and a method for producing a holographic film (100).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/166816 A1

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)*

Es wird eine holografische Folie (100) beschrieben, deren Transmissions-und/oder Reflexionseigenschaften entlang zumindest einer ihrer Haupterstreckungsrichtungen periodisch variieren und die dazu ausgebildet ist, von einer Vielzahl periodisch angeordneter Leuchtmittel (200) abgestrahltes und auf die holografische Folie (100) auftreffendes Licht (20, 26) aus mindestens einem ersten Wellenlängenbereich zumindest teilweise zu transmittieren (22, 28). Es werden außerdem eine Beleuchtungseinrichtung (300), eine Hinterleuchtungseinrichtung sowie ein Verfahren zur Herstellung einer holografischen Folie (100) beschrieben.

Beschreibung

Holografische Folie und Verfahren zur Herstellung derselben

Es werden eine holografische Folie und ein Verfahren zur Herstellung derselben angegeben.

Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung 102013103539.6, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

Hinterleuchtungseinrichtungen mit flächig verteilten Lichtquellen (Direct Backlights) zeigen häufig niedrige Leuchtdichte in den Bereichen zwischen den Lichtquellen. Dies führt dazu, dass die Hintergrundbeleuchtung nicht ausreichend homogen ist. Diese ungleichmäßige Ausleuchtung führt bei der Verwendung zur Hinterleuchtung von Anzeigeeinrichtungen zu unerwünschten Artefakten (Clouding).

Aus dem Stand der Technik ist bekannt, die einzelnen Lichtquellen, beispielsweise Leuchtdioden, mit einer Sekundäroptik, beispielsweise Arguslinsen, zu versehen, um eine möglichst breite Abstrahlung zu erreichen und Helligkeitslücken zwischen den Lichtquellen auszufüllen.

Aus dem Stand der Technik sind des Weiteren holografische Verfahren bekannt. Hierbei wird die von einem Objekt ausgehende Signalwelle sowohl in ihrer Amplituden- als auch in ihrer Phaseninformation erfasst. Genauer wird die Signalwelle mit einer zu ihr kohärenten Referenzwelle überlagert und das entstehende Interferenzmuster in einer fotoempfindlichen Schicht aufgezeichnet. Mit dem auf diese Weise erzeugten Hologramm kann durch Beleuchtung mit der

ursprünglichen Referenzwelle eine Reproduktion der ursprünglichen Signalwelle erfolgen.

Sogenannte Amplitudenhologramme haben den Nachteil, dass sie einen beträchtlichen Anteil des einfallenden Lichts absorbieren und somit nur eine geringe Beugungseffizienz aufweisen. Dagegen weisen sogenannte Phasenhologramme eine Brechungsindexmodulation des Materials auf und verfügen über eine deutlich höhere Beugungseffizienz.

Des Weiteren spricht man von Volumenhologrammen, wenn die Schichtdicke insbesondere in Bezug auf die in dem Hologramm eingeprägten Interferenzstrukturen groß genug ist. In Volumenhologrammen können durch moderne Techniken mehrere unabhängige Hologramme eingeprägt werden (sogenanntes Multiplexing).

Außerdem unterscheidet man Reflexionshologramme von Transmissionshologrammen. Kommen bei der Belichtung Signalwelle und Referenzwelle aus demselben Halbraum, entsteht ein Transmissionshologramm, bei welchem während der Rekonstruktion die Referenzwelle vom Hologramm transmittiert und dabei gebeugt wird. Dagegen kommen bei Reflexionshologrammen während der Belichtung Signalwelle und Referenzwelle aus verschiedenen Halbräumen. Bei der Rekonstruktion wird die Referenzwelle vom Hologramm reflektiert.

Eine zu lösende Aufgabe besteht darin, eine holografische Folie anzugeben, die in der Lage ist, Licht mit einer möglichst homogenen Leuchtdichte zu transmittieren. Eine weitere zu lösende Aufgabe besteht darin, eine holografische Folie anzugeben, die in der Lage ist, von einer Vielzahl

periodisch angeordneter Leuchtmittel abgestrahltes Licht mit einer möglichst homogenen Leuchtdichte zu transmittieren. Eine weitere zu lösende Aufgabe besteht darin, eine holografische Folie anzugeben, die in der Lage ist, Licht mit verschiedenen Wellenlängen mit einer möglichst homogenen Leuchtdichte zu transmittieren. Eine weitere zu lösende Aufgabe besteht darin, eine Hinterleuchtungseinrichtung anzugeben, die in der Lage ist, ein zu hinterleuchtendes Element, beispielsweise eine LCD-Anzeige, möglichst homogen zu hinterleuchten.

Diese Aufgaben werden durch eine holografische Folie gemäß Patentanspruch 1, eine Beleuchtungseinrichtung gemäß Patentanspruch 9, eine Hinterleuchtungseinrichtung gemäß Patentanspruch 14 sowie ein Verfahren zur Herstellung einer holografischen Folie gemäß Patentanspruch 15 gelöst.

Die Transmissions- und/oder Reflexionseigenschaften der holografischen Folie variieren entlang zumindest einer ihrer Haupterstreckungsrichtungen periodisch. Als Haupterstreckungsrichtungen werden dabei diejenigen Richtungen bezeichnet, die innerhalb der Ebene der Folie liegen.

Die holografische Folie ist dazu ausgebildet, von einer Vielzahl periodisch angeordneter Leuchtmittel abgestrahltes und auf die holografische Folie auftreffendes Licht aus mindestens einem ersten Wellenlängenbereich zumindest teilweise zu transmittieren. Insbesondere kann die holografische Folie dazu ausgebildet sein, von einer Vielzahl periodisch angeordneter Leuchtmittel abgestrahltes und auf die holografische Folie auftreffendes Licht aus mindestens einem ersten Wellenlängenbereich zumindest teilweise in

Richtung auf ein zu beleuchtendes oder zu hinterleuchtendes Element hin zu transmittieren, d.h. in Richtung auf ein zu beleuchtendes oder zu hinterleuchtendes Element zu lenken.

Der erste Wellenlängenbereich ist typischerweise um eine erste Wellenlänge herum zentriert, welche bei einer Belichtung der holografischen Folie während der Herstellung der holografischen Folie verwendet wird. Die erste Wellenlänge kann beispielsweise rotem Licht entsprechen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der holografischen Folie ist vorgesehen, dass die Transmissions- und/oder Reflexionseigenschaften der holografischen Folie mit derselben Periode variieren, die für die periodische Anordnung der Leuchtmittel vorgesehen ist. Dadurch kann eine homogenere Leuchtdichte erreicht werden, indem die holografische Folie in Bereichen mit überdurchschnittlicher eingestrahlter Leuchtdichte das auftreffende Licht teilweise reflektiert und in Bereichen mit unterdurchschnittlicher eingestrahlter Leuchtdichte das auftreffende Licht möglichst vollständig transmittiert.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der holografischen Folie ist vorgesehen, dass die holografische Folie eine erste Vielzahl periodisch angeordneter Bereiche umfasst, welche als Reflexionshologramme ausgebildet sind. Dies bedeutet, dass die holografische Folie in diesen Bereichen dazu ausgebildet ist, von den Leuchtmitteln abgestrahltes Licht aus dem ersten Wellenlängenbereich zu reflektieren, also in einen Halbraum hineinzulenken, welcher von der holografischen Folie aus gesehen den Leuchtmitteln zugewandt ist. Dadurch wird erreicht, dass in diesen Bereichen das auftreffende Licht teilweise reflektiert wird. Insbesondere kann die

holografische Folie dazu ausgebildet sein, auf die holografische Folie auftreffendes Licht in den Bereichen der Reflexionshologramme in Richtung von einem zu beleuchtenden oder zu hinterleuchtenden Element weg zu reflektieren, d.h. von einem zu beleuchtenden oder zu hinterleuchtenden Element wegzulenken.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der holografischen Folie ist vorgesehen, dass die Reflexionshologramme in zumindest einer Haupterstreckungsrichtung der holografischen Folie in regelmäßigen Abständen angeordnet sind. Vorzugsweise sind die Reflexionshologramme jeweils in den Bereichen angeordnet, die den für die Leuchtmittel vorgesehenen Orten am nächsten liegen. Die Reflexionshologramme liegen also in der Hauptabstrahlrichtung unmittelbar hinter den für die Leuchtmittel vorgesehenen Orten. Dabei ist hier und im folgenden mit der Hauptabstrahlrichtung eine Richtung gemeint, die senkrecht auf der holografischen Folie steht und von den für die Leuchtmittel vorgesehenen Orten zu der holografischen Folie hin verläuft.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der holografischen Folie ist vorgesehen, dass die Reflexionshologramme dazu ausgebildet sind, von den Leuchtmitteln abgestrahltes Licht teilweise diffus zu reflektieren.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der holografischen Folie ist vorgesehen, dass die holografische Folie ferner eine zweite Vielzahl periodisch angeordneter Bereiche umfasst, welche als Transmissionshologramme ausgebildet sind. Dies bedeutet, dass die holografische Folie in diesen Bereichen dazu ausgebildet ist, von den Leuchtmitteln abgestrahltes Licht aus dem ersten Wellenlängenbereich zu

transmittieren, also in einen Halbraum hineinzulenken, welcher von der holografischen Folie aus gesehen den Leuchtmitteln abgewandt ist. Dadurch wird erreicht, dass in diesen Bereichen das auftreffende Licht möglichst vollständig transmittiert wird. Insbesondere kann die holografische Folie dazu ausgebildet sein, auf die holografische Folie auftreffendes Licht in den Bereichen der Transmissionshologramme in Richtung auf ein zu beleuchtendes oder zu hinterleuchtendes Element hin zu transmittieren, d.h. in Richtung auf ein zu beleuchtendes oder zu hinterleuchtendes Element zu lenken.

Vorzugsweise sind die Transmissionshologramme jeweils ringförmig ausgebildet, wobei die Mittelpunkte der Ringe in zumindest einer Haupterstreckungsrichtung der holografischen Folie in regelmäßigen Abständen angeordnet sind. Besonders bevorzugt ist ferner, dass die Mittelpunkte der Ringe den für die Leuchtmittel vorgesehenen Orten in der Hauptabstrahlrichtung unmittelbar nachgeordnet sind. Weist die holografische Folie auch Reflexionshologramme auf, so ist besonders bevorzugt, dass die Transmissionshologramme ringförmig um die Reflexionshologramme herum angeordnet sind. Unter einer ringförmigen Anordnung ist dabei sowohl eine kreisförmige Anordnung zu verstehen als auch eine Anordnung mit einer allgemeineren Ringform, beispielsweise in Rechtecken oder Quadraten, um deren Mittelpunkte herum die Reflexionshologramme angeordnet sind. Die Transmissionshologramme sind vorzugsweise in Bereichen angeordnet, in denen Licht mit einer unterdurchschnittlichen Leuchtdichte auf die holografische Folie auftrifft.

Die Vielzahl von Transmissionshologrammen kann eine zusammenhängende Fläche oder einen zusammenhängenden Bereich

ausbilden. Die Reflexionshologramme können dagegen jeweils voneinander beabstandet sein.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der holografischen Folie ist vorgesehen, dass die Transmissionshologramme dazu ausgebildet sind, von den Leuchtmitteln abgestrahltes und von den Transmissionshologrammen transmittiertes Licht in einer Hauptabstrahlrichtung zu kollimieren. Darunter ist zu verstehen, dass von den Transmissionshologrammen transmittiertes Licht in solcher Weise abgelenkt wird, dass insgesamt das von der holografischen Folie transmittierte Licht in einen engeren Raumwinkelbereich abgestrahlt wird. Insbesondere ist bevorzugt, dass von den Transmissionshologrammen transmittiertes Licht zum Lot hin abgelenkt wird, und besonders bevorzugt ist, dass von den Transmissionshologrammen transmittiertes Licht im Wesentlichen in die Hauptabstrahlrichtung abgelenkt wird.

Hier und im folgenden ist mit Abstrahlung in einer bestimmten Abstrahlrichtung jeweils eine Abstrahlung in einen begrenzten Raumwinkelbereich gemeint, wobei der Raumwinkelbereich bevorzugt durch Richtungen definiert ist, welche mit der Abstrahlrichtung jeweils einen Winkel kleiner als 20°, bevorzugt kleiner als 10° bilden. Der von dem Raumwinkelbereich eingeschlossene Raumwinkel beträgt bevorzugt weniger als 0,379 Steradiant, weiter bevorzugt weniger als 0,0955 Steradiant.

Sowohl eine Halbwertsbreite des ersten Wellenlängenbereichs als auch die Größe der Raumwinkelbereiche sind von der genauen Ausbildung der holografischen Folie und insbesondere von deren Dicke abhängig. Bevorzugt sind die Reflexions- und Transmissionshologramme als Phasenvolumenhologramme

ausgebildet. Mit steigender Dicke der Folie verringert sich dann in der Regel die Halbwertsbreite des ersten Wellenlängenbereichs sowie die Größe der Raumwinkelbereiche, da zunehmend hohe Anforderungen an die Erfüllung der Bragg-Bedingung gestellt werden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der holografischen Folie ist vorgesehen, dass der erste Wellenlängenbereich eine Halbwertsbreite von weniger als 30 nm aufweist.

Die regelmäßigen Abstände zwischen den Reflexionshologrammen und/oder zwischen den Mittelpunkten der ringförmig angeordneten Transmissionshologramme liegen vorzugsweise zwischen 5 cm und 40 cm, besonders bevorzugt zwischen 10 cm und 20 cm.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der holografischen Folie ist vorgesehen, dass die holografische Folie ferner dazu ausgebildet ist, von einer zweiten Vielzahl periodisch angeordneter Leuchtmittel abgestrahltes und auf die holografische Folie auftreffendes Licht aus mindestens einem zweiten Wellenlängenbereich zumindest teilweise zu transmittieren, sowie von einer dritten Vielzahl periodisch angeordneter Leuchtmittel abgestrahltes und auf die holografische Folie auftreffendes Licht aus mindestens einem dritten Wellenlängenbereich zumindest teilweise zu transmittieren.

Die holografische Folie ist dabei vorzugsweise dazu ausgebildet, von den Leuchtmitteln abgestrahltes und auf die holografische Folie auftreffendes Licht aus dem ersten, zweiten und dritten Wellenlängenbereich jeweils im Wesentlichen in dieselben Richtungen zu lenken. Darunter ist

zu verstehen, dass die holografische Folie auftreffendes Licht aus dem zweiten und dritten Wellenlängenbereich jeweils ebenso transmittiert, reflektiert und/oder kollimiert, wie dies mit Licht aus dem ersten Wellenlängenbereich geschieht.

Insbesondere kann die holografische Folie

- eine Vielzahl periodisch angeordneter Bereiche, welche als Reflexionshologramme ausgebildet und dazu geeignet sind, von den Leuchtmitteln abgestrahltes Licht aus dem ersten Wellenlängenbereich zu reflektieren,
- eine weitere Vielzahl periodisch angeordneter Bereiche, welche als Reflexionshologramme ausgebildet und dazu geeignet sind, von den Leuchtmitteln abgestrahltes Licht aus dem zweiten Wellenlängenbereich zu reflektieren, und
- eine weitere Vielzahl periodisch angeordneter Bereiche, welche als Reflexionshologramme ausgebildet und dazu geeignet sind, von den Leuchtmitteln abgestrahltes Licht aus dem dritten Wellenlängenbereich zu reflektieren,

umfassen.

Alternativ oder zusätzlich kann die holografische Folie

- eine Vielzahl periodisch angeordneter Bereiche, welche als Transmissionshologramme ausgebildet und dazu geeignet sind, von den Leuchtmitteln abgestrahltes Licht aus dem ersten Wellenlängenbereich zu transmittieren,
- eine weitere Vielzahl periodisch angeordneter Bereiche, welche als Transmissionshologramme ausgebildet und dazu geeignet sind, von den Leuchtmitteln abgestrahltes Licht aus dem zweiten Wellenlängenbereich zu transmittieren, und
- eine weitere Vielzahl periodisch angeordneter Bereiche, welche als Transmissionshologramme ausgebildet und dazu

geeignet sind, von den Leuchtmitteln abgestrahltes Licht aus dem dritten Wellenlängenbereich zu transmittieren, umfassen.

Der erste Wellenlängenbereich ist bevorzugt um eine erste Wellenlänge herum zentriert, welche rotem Licht entspricht. Der zweite Wellenlängenbereich ist bevorzugt um eine zweite Wellenlänge herum zentriert, welche grünem Licht entspricht. Der dritte Wellenlängenbereich ist bevorzugt um eine dritte Wellenlänge herum zentriert, welche blauem Licht entspricht.

Die holografische Folie kann Multiplex-Hologramme umfassen, bei denen Hologramme für die verschiedenen Wellenlängenbereiche gleichzeitig in einer Schicht eingeprägt sind. Alternativ ist es möglich, mehrere einzelne holografische Einzelschichten hintereinander anzuordnen und beispielsweise aneinander zu befestigen, zum Beispiel aufeinander zu laminieren.

Es wird außerdem eine Beleuchtungseinrichtung angegeben, welche eine holografische Folie umfasst, welche wie oben angegeben ausgebildet sein kann, sowie eine erste Vielzahl periodisch angeordneter Leuchtmittel, welche dazu ausgebildet sind, Licht aus dem mindestens einen ersten Wellenlängenbereich abzustrahlen. Die periodische Anordnung der Leuchtmittel entspricht vorzugsweise der periodischen Variation der Transmissions- und/oder Reflexionseigenschaften der holografischen Folie. Die holografische Folie ist in der Hauptabstrahlrichtung den Leuchtmitteln nachgeordnet. Das von der Beleuchtungseinrichtung abgestrahlte Licht tritt auf der den Leuchtmitteln abgewandten Seite der holografischen Folie aus und breitet sich bevorzugt in der Hauptabstrahlrichtung aus. Wahlweise kann durch ein der holografischen Folie in der

Hauptabstrahlrichtung nachgeordnetes Element, beispielsweise einen Diffusor, bewirkt werden, dass sich das von der Beleuchtungseinrichtung abgestrahlte Licht auf der den Leuchtmitteln abgewandten Seite der holografischen Folie in allen Richtungen ausbreitet.

Der Abstand von den Leuchtmitteln zu der holografischen Folie liegt vorzugsweise zwischen 0,5 cm und 10 cm, besonders bevorzugt zwischen 1 cm und 5 cm.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Beleuchtungseinrichtung ist vorgesehen, dass die Beleuchtungseinrichtung als LED (Leuchtdioden)-Beleuchtungseinrichtung oder als Laser-Beleuchtungseinrichtung ausgebildet ist. Dies bedeutet, dass die Beleuchtungseinrichtung mindestens eine Leuchtdiode oder einen Laser, bevorzugt einen Halbleiterlaser, zur Erzeugung von Licht aus dem ersten Wellenlängenbereich umfasst.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Beleuchtungseinrichtung ist vorgesehen, dass die Vielzahl periodisch angeordneter Leuchtmittel eine Vielzahl von Leuchtdioden umfasst. Dabei kann es sich insbesondere um Leuchtdioden handeln, welche weißes Licht abstrahlen, oder um Leuchtdioden, welche monochromatisches Licht abstrahlen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Beleuchtungseinrichtung ist vorgesehen, dass zu jedem der Leuchtmittel jeweils der Bereich der holografischen Folie als Reflexionshologramm ausgebildet ist, der in der Hauptabstrahlrichtung dem jeweiligen Leuchtmittel nachgeordnet ist, also derjenige Bereich der holografischen Folie, welcher dem jeweiligen Leuchtmittel am nächsten liegt.

Bei Betrachtung senkrecht zur Folie liegen die Reflexionshologramme also vorzugsweise unmittelbar hinter den Leuchtmitteln. Dadurch wird erreicht, dass die holografische Folie in den Bereichen, in denen eine überdurchschnittlich hohe Leuchtdichte eingestrahlt wird, das auftreffende Licht zumindest teilweise reflektiert, wodurch sich eine homogenere Leuchtdichteverteilung ergibt.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Beleuchtungseinrichtung ist vorgesehen, dass die Beleuchtungseinrichtung ferner einen Diffusor umfasst, der dazu ausgebildet ist, das von der holografischen Folie transmittierte Licht diffus zu streuen. Dadurch wird erreicht, dass die Beleuchtungseinrichtung gleichmäßig Licht in den gesamten in der Hauptabstrahlrichtung liegenden Halbraum abstrahlt.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Beleuchtungseinrichtung ist vorgesehen, dass die Beleuchtungseinrichtung ferner eine zweite Vielzahl periodisch angeordneter Leuchtmittel umfasst, welche dazu ausgebildet sind, Licht aus mindestens einem zweiten Wellenlängenbereich abzustrahlen, sowie eine dritte Vielzahl periodisch angeordneter Leuchtmittel, welche dazu ausgebildet sind, Licht aus mindestens einem dritten Wellenlängenbereich abzustrahlen. Dabei ist die holografische Folie dazu ausgebildet, von der zweiten Vielzahl von Leuchtmitteln abgestrahltes und auf die holografische Folie auftreffendes Licht zumindest teilweise zu transmittieren, sowie von der dritten Vielzahl von Leuchtmitteln abgestrahltes und auf die holografische Folie auftreffendes Licht zumindest teilweise zu transmittieren. Vorzugsweise entspricht der erste Wellenlängenbereich rotem Licht, der zweite

Wellenlängenbereich grünem Licht und der dritte Wellenlängenbereich blauem Licht.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Beleuchtungseinrichtung ist vorgesehen, dass jedes Leuchtmittel Licht aus jedem der drei Wellenlängenbereiche abstrahlt. Beispielsweise kann es sich bei den Leuchtmitteln um Leuchtdioden handeln, die weißes Licht abstrahlen. Wahlweise können verschiedene Leuchtmittel, die Licht aus verschiedenen Wellenlängenbereichen abstrahlen, regelmäßig versetzt sein. Die holografische Folie kann dazu ausgebildet sein, von den Leuchtmitteln abgestrahltes weißes Licht in jedem der drei Wellenlängenbereiche im Wesentlichen identisch zu lenken. Wahlweise kann die holografische Folie dazu ausgebildet sein, von versetzten Leuchtmitteln abgestrahltes Licht aus verschiedenen Wellenlängenbereichen trotz der Versetzung in dieselben Richtungen zu lenken.

Es wird außerdem eine Hinterleuchtungseinrichtung angegeben welche eine Beleuchtungseinrichtung umfasst, die wie oben angegeben ausgebildet sein kann, sowie Haltemittel für ein zu hinterleuchtendes Element. Bei dem zu hinterleuchtenden Element kann es sich beispielsweise um eine LCD-Anzeige oder um ein Poster handeln. Das zu hinterleuchtende Element kann, beispielsweise im Fall einer LCD-Anzeige, fest mit der Hinterleuchtungseinrichtung verbunden sein, oder die Hinterleuchtungseinrichtung kann zur Aufnahme wechselnder zu hinterleuchtender Elemente, beispielsweise von Postern, ausgebildet sein.

Es wird außerdem ein Verfahren zur Herstellung einer wie oben beschrieben ausgebildeten holografischen Folie angegeben, das folgende Verfahrensschritte umfasst: Bereitstellen einer

Schicht aus einem holografischen Material, beispielsweise aus einem fotorefraktivem Material, welches bei einem Belichtungsprozess gegebenenfalls nach geeigneter Entwicklung eine permanente und örtlich variable Verschiebung seines Brechungsindex erfährt; und Belichten der Schicht mit mindestens einer (bevorzugt im Wesentlichen ebenen) Referenzwelle aus dem ersten Wellenlängenbereich entlang einer Referenzrichtung und gleichzeitig mit mindestens einer ersten (bevorzugt im Wesentlichen ebenen) Signalwelle aus dem ersten Wellenlängenbereich, wobei die Signalwelle in einer ersten Vielzahl von Bereichen auf die andere Seite der Schicht eingestrahlt wird als die Referenzwelle und wobei die Signalwelle in einer zweiten Vielzahl von Bereichen auf dieselbe Seite der Schicht eingestrahlt wird wie die Referenzwelle. Dabei entspricht die erste Vielzahl von Bereichen der oben beschriebenen ersten Vielzahl von Bereichen, in denen Reflexionshologramme ausgebildet werden, und die zweite Vielzahl von Bereichen entspricht der oben beschriebenen zweiten Vielzahl von Bereichen, in denen Transmissionshologramme ausgebildet werden.

Beispielsweise kann die Folie ein Silberhalogenid oder ein Fotopolymer als holografisches Material enthalten.

Die Referenzrichtung stimmt bevorzugt mit der Hauptabstrahlrichtung des Lichts bei einer späteren Verwendung der hergestellten holografischen Folie überein.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens ist vorgesehen, dass die Schicht mit der ersten Referenzwelle mit der ersten Wellenlänge und gleichzeitig mit einer ersten Signalwelle mit der ersten Wellenlänge entlang einer ersten Signalrichtung und mit einer zweiten Signalwelle mit der

ersten Wellenlänge entlang einer zweiten Signalrichtung belichtet wird.

Die verschiedenen, oben beschriebenen Ausführungsformen des holografischen Projektionsschirms werden dadurch erhalten, dass die beiden zuletzt beschriebenen Belichtungsschritte (d.h. die Verwendung entweder mindestens einer ersten Signalwelle oder die Verwendung einer ersten und einer zweiten Signalwelle der gleichen Wellenlänge) für verschiedene Wellenlängen (insbesondere gleichzeitig oder nacheinander) ausgeführt werden. Insbesondere kann mindestens einer der beiden Belichtungsschritte für zwei oder drei verschiedene Wellenlängen ausgeführt werden, wodurch die oben beschriebenen Ausführungsformen der holografischen Folie ausgebildet werden können.

Allen Ausführungsformen des Herstellungsverfahrens ist gemeinsam, dass durch die Verwendung geeigneter Signalwellen die Abstrahlcharakteristik der holografischen Folie gezielt festgelegt werden kann. Für alle Ausführungsformen gilt bevorzugt, dass sowohl die Referenzwelle(n) als auch die Signalwelle(n) im Wesentlichen ebene Wellen sind. Außerdem sind die Signalwellen(n) einer bestimmten Wellenlänge zu der Referenzwelle der gleichen Wellenlänge kohärent. Schließlich verlaufen bevorzugt alle Referenzwellen entlang der Referenzrichtung.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens ist vorgesehen, dass die Belichtung der Schicht unter Verwendung eines Scanverfahrens erfolgt, wodurch ein skalierbares Belichtungsverfahren bereitgestellt wird, bei welchem die Anforderungen an die Stabilität des zur Belichtung typischerweise verwendeten Lasersystems reduziert sind.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens ist vorgesehen, dass die Belichtung der holografischen Folie unter Verwendung eines modengekoppelten, diodengepumpten Festkörperlasers ausgeführt wird, welcher beispielsweise mindestens eine von drei Wellenlängen (beispielsweise 446 nm, 532 nm und 628 nm) emittiert. Es kann aber auch beispielsweise ein direkter Diodenlaser verwendet werden.

Beispielsweise kann ein aufgeweiteter Laserstrahl verwendet werden, welcher gleichzeitig als Referenz- und als Signalwelle dient. Hierbei wird ein Referenzstrahl durch einen Strahlteiler aufgeteilt, und die Teilstrahlen werden getrennt zur Erzeugung einer Referenzwelle und mindestens einer Signalwelle genutzt. Diese treffen dann gleichzeitig auf die Schicht und interferieren dort miteinander.

Es können aber auch Teilflächen der Schicht unabhängig voneinander belichtet werden, bis die Belichtung der Gesamtfläche erreicht ist. Hierdurch wird eine stückweise Belichtung der Gesamtfläche erreicht, wodurch die Anforderungen an die Belichtungsleistung reduziert werden.

Bevorzugt werden bei der Belichtung Wellenlängen benutzt, welche denen der später verwendeten Beleuchtungseinrichtung entsprechen. Beispielsweise kann bei der Verwendung eines Lasers dieser auch als Belichtungsquelle verwendet werden. Bei der Verwendung von Leuchtdioden werden bevorzugt Leuchtdioden verwendet, welche in Bezug auf ihre Wellenlänge denen des verwendeten Belichtungslasers entsprechen.

Im Weiteren wird die Erfindung anhand mehrerer Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Zeichnungen im Detail näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine Perspektivansicht eines Ausschnitts einer Beleuchtungseinrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel,

Figur 2 einen Ausschnitt der Beleuchtungseinrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel in einer schematischen Schnittdarstellung,

Figur 3 ein Belichtungsschema für die Herstellung der holografischen Folie der in Figur 1 dargestellten Beleuchtungseinrichtung, und

Figur 4 einen Ausschnitt einer Beleuchtungseinrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel in einer schematischen Schnittdarstellung.

In den folgenden Ausführungsbeispielen und Figuren können gleiche oder gleich wirkende Bestandteile mit den gleichen Bezugszeichen versehen sein. Die Figuren und die Größenverhältnisse, insbesondere auch die Größenverhältnisse einzelner Teilbereiche und Elemente untereinander, sind grundsätzlich nicht als maßstabsgerecht zu betrachten. Vielmehr dienen sie zur Verdeutlichung einzelner Aspekte der Erfindung. Zum besseren Verständnis oder zur besseren Darstellbarkeit können diese übertrieben groß bzw. dick dargestellt sein. Die Erfindung ist auch nicht durch die Beschreibung anhand der Ausführungsbeispiele auf diese beschränkt. Vielmehr umfasst die Erfindung jedes neue Merkmal sowie jede Kombination von Merkmalen, was insbesondere jede Kombination von Merkmalen in den Patentansprüchen beinhaltet, auch wenn diese Merkmale oder diese Kombination selbst nicht explizit in den Ansprüchen bzw. den Ausführungsbeispielen angegeben ist.

Figur 1 zeigt eine Perspektivansicht eines Ausschnitts einer insgesamt mit 300 bezeichneten Beleuchtungseinrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel.

Die Beleuchtungseinrichtung 300 umfasst eine holografische Folie 100 sowie eine Vielzahl von Leuchtdioden 200, die als Leuchtmittel dienen. Die Leuchtdioden 200 sind in regelmäßigen Abständen auf einem Trägerelement 10 angeordnet und bilden ein regelmäßiges zweidimensionales Gitter. Die holografische Folie 100 ist gegenüber von den Leuchtdioden 200 angeordnet, so dass das von den Leuchtdioden 200 abgestrahlte Licht auf die holografische Folie 100 auftrifft.

In den Bereichen der holografischen Folie 100, die den Leuchtdioden 200 gegenüberliegen, sind Reflexionshologramme 12 ausgebildet. Von den Leuchtdioden 200 abgestrahltes und auf die Reflexionshologramme 12 auftreffendes Licht wird zumindest teilweise reflektiert. In diesem Ausführungsbeispiel sind die Reflexionshologramme 12 kreisförmig ausgebildet.
Ferner sind in Bereichen der holografischen Folie 100, die von den Leuchtdioden 200 besonders weit entfernt liegen, Transmissionshologramme 14 ausgebildet. Von den Leuchtdioden abgestrahltes und auf die Transmissionshologramme 14 auftreffendes Licht wird möglichst vollständig transmittiert.

Die Umrisse der Transmissionshologramme 14 sind in der Zeichnung gestrichelt dargestellt. In diesem Ausführungsbeispiel sind die Transmissionshologramme 14 ringförmig um die Reflexionshologramme 12 herum ausgebildet. Die inneren Ränder der Transmissionshologramme 14 sind jeweils kreisförmig, und die äußeren Ränder der Transmissionshologramme 14 sind jeweils rechteckig oder

quadratisch. Nach innen reichen die Transmissionshologramme 14 bis nah an die Ränder der kreisförmigen Reflexionshologramme 12 heran; nach außen grenzen die Transmissionshologramme 14 jeweils an benachbarte Transmissionshologramme 14, die zu benachbarten Leuchtdioden 200 gehören.

Figur 2 zeigt einen Ausschnitt der insgesamt mit 300 bezeichneten Beleuchtungseinrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel in einer schematischen Schnittdarstellung.

In Figur 2 ist exemplarisch eine der als Leuchtmittel dienenden Leuchtdioden 200 mit den ihr gegenüberliegenden Bereichen der holofgrafischen Folie 100 gezeigt. Von der Leuchtdiode 200 abgestrahltes Licht trifft auf die holografische Folie 100. Die Leuchtdiode 200 strahlt Licht in verschiedene Richtungen ab; insbesondere strahlt die Leuchtdiode 200 Licht sowohl in einer Hauptabstrahlrichtung ab, die senkrecht zu der holografischen Folie 100 liegt, als auch in schrägem Winkel zu der Hauptabstrahlrichtung.

In den schematischen Figuren sind lediglich diskrete Abstrahlrichtungen des von der holografischen Folie 100 umgelenkten Lichts dargestellt. Die Abstrahlung des Lichts erfolgt in den verschiedenen Ausführungsbeispielen jedoch jeweils in einen Raumwinkelbereich um die gezeigten Abstrahlrichtungen herum, wie dies im allgemeinen Teil beschrieben ist. Auf die Darstellung der Raumwinkelbereiche wurde aus Gründen der Einfachheit verzichtet.

Von der Leuchtdiode 200 in der Hauptabstrahlrichtung abgestrahltes Licht 20 trifft senkrecht auf die holografische

Folie 100 auf. Da bei unverändertem Durchtritt des Lichts 20 durch die holografische Folie 100 eine überdurchschnittlich hohe Leuchtdichte auftreten würde, ist die holografische Folie so ausgebildet, dass nur ein Teil 22 des in der Hauptabstrahlrichtung abgestrahlten Lichts 20 transmittiert wird, während ein anderer Teil 24 des in der Hauptabstrahlrichtung abgestrahlten Lichts 20 reflektiert wird. Dabei wird vorzugsweise der transmittierte Teil 22 des in der Hauptabstrahlrichtung abgestrahlten Lichts 20 ohne Ablenkung senkrecht zur holografischen Folie 100 transmittiert, und der reflektierte Teil 24 des in der Hauptabstrahlrichtung abgestrahlten Lichts 20 wird vorzugsweise diffus in verschiedene Richtungen reflektiert.

Von der Leuchtdiode 200 in schrägem Winkel zu der Hauptabstrahlrichtung abgestrahltes Licht 26 trifft in schrägem Winkel auf die holografische Folie 100 auf. Da bei unverändertem Durchtritt des Lichts 26 durch die holografische Folie 100 eine unterdurchschnittlich hohe Leuchtdichte auftreten würde, ist die holografische Folie 100 so ausgebildet, dass sie in schrägem Winkel auf die holografische Folie 100 auftreffendes Licht 26 möglichst vollständig transmittiert. Vorzugsweise wird das in schrägem Winkel auf die holografische Folie 100 auftreffende Licht 26 dabei zum Lot hin abgelenkt, und besonders bevorzugt wird das in schrägem Winkel auf die holografische Folie 100 auftreffende Licht 26 in die Hauptabstrahlrichtung abgelenkt und dadurch kollimiert, so dass sich das transmittierte Licht 28 auf der den Leuchtdioden 200 abgewandten Seite der holografischen Folie 100 im Wesentlichen parallel zu dem bevorzugt in Hauptabstrahlrichtung transmittierten Licht 22 ausbreitet.

In einer bevorzugten Ausführung der Beleuchtungseinrichtung 300 ist auf der den Leuchtdioden 200 abgewandten Seite der holografischen Folie 100 ein zu hinterleuchtendes Element 30 angeordnet. Bei dem zu hinterleuchtenden Element 30 kann es sich beispielsweise um eine LCD-Anzeige oder ein Poster handeln.

In diesem Fall dient die Beleuchtungseinrichtung 300 als Hinterleuchtungseinrichtung für das zu hinterleuchtende Element 30 und stellt eine Hintergrundbeleuchtung für das zu hinterleuchtende Element 30 bereit, wobei die Hintergrundbeleuchtung aufgrund der besonderen Transmissions- und Reflexionseigenschaften der holografischen Folie 100 eine besonders homogene Leuchtdichte aufweist, wodurch das zu hinterleuchtende Element 30 besonders homogen hinterleuchtet wird.
Auf der den Leuchtdioden 200 abgewandten Seite der holografischen Folie 100 kann ferner ein Diffusor (nicht gezeigt) angeordnet sein. Das von der holografischen Folie 100 bevorzugt in der Hauptabstrahlrichtung transmittierte Licht 22, 28 wird durch den Diffusor diffus transmittiert, so dass die Beleuchtungseinrichtung 300 Licht in den gesamten auf der der holografischen Folie abgewandten Seite des Diffusors liegenden Halbraum abstrahlen kann. Die Beleuchtungseinrichtung 300 kann somit als flächige Lichtquelle dienen, wobei die flächige Lichtquelle aufgrund der besonderen Transmissions- und Reflexionseigenschaften der holografischen Folie 100 eine besonders homogene Leuchtdichte aufweist. Dient die Beleuchtungseinrichtung 300 als Hinterleuchtungseinrichtung, so ist der Diffusor zwischen der holografischen Folie 100 und dem zu hinterleuchtenden Element 30 angeordnet. In diesem Fall bewirkt der Diffusor eine

weitere Homogenisierung der Hintergrundbeleuchtung des hinterleuchteten Elements 30.

Figur 3 zeigt ein Belichtungsschema für die Herstellung der in Figur 2 dargestellten holografischen Folie 100.

Hierbei wird eine Schicht 32 aus einem holografischen Material mit einer Referenzwelle 34 belichtet, welche vorzugsweise senkrecht auf die Schicht 32 auftrifft. Die Referenzwelle 34 trifft somit in der Richtung auf die Schicht 32 auf, die als Hauptabstrahlrichtung der herzustellenden holografischen Folie vorgesehen ist. Gleichzeitig wird die Schicht 32 mit einer Signalwelle belichtet, welche zu der Referenzwelle 34 kohärent ist und insbesondere die gleiche Wellenlänge wie die Referenzwelle 34 aufweist. Die Referenzwelle 34 und die Signalwelle sind vorzugsweise im Wesentlichen ebene Wellen.

Da auf der Schicht 32 in verschiedenen Bereichen verschiedene Transmissions- und Reflexionseigenschaften ausgebildet werden sollen, müssen verschiedene Bereiche mit Signalwellen mit verschiedenen Eigenschaften belichtet werden. Dies kann entweder gleichzeitig geschehen, indem mehrere Signalwellen gleichzeitig bereitgestellt und auf verschiedene Bereiche der Schicht 32 gerichtet werden, oder die verschiedenen Bereiche können nacheinander ausgebildet werden. In jedem Fall werden die Referenzwelle 34 und sämtliche Signalwellen vorzugsweise durch Aufspaltung eines einzigen Laserstrahls bereitgestellt, so dass sie zueinander kohärent sind.

In den Bereichen, in denen die herzustellende holografische Folie einen Teil des auftreffenden Lichts reflektieren soll, sind Reflexionshologramme auszubilden. Daher wird in diesen

Bereichen die Signalwelle 36 auf die andere Seite der Schicht 32 eingestrahlt als die Referenzwelle 34. Die Signalwelle 36 ist dabei vorzugsweise diffus, um eine diffuse Reflexion der herzustellenden holografischen Folie zu bewirken. Auch im Fall einer diffusen Signalwelle 36 ist diese jedoch mit der Referenzwelle 34 zeitlich kohärent.

In den Bereichen, in denen die herzustellende holografische Folie das auftreffende Licht möglichst vollständig transmittieren und kollimieren soll, sind Transmissionshologramme auszubilden. Daher wird in diesen Bereichen die Signalwelle 38, 40 auf dieselbe Seite der Schicht 32 eingestrahlt wie die Referenzwelle 34. Die Signalwelle 38, 40 trifft dabei vorzugsweise jeweils aus der Richtung auf die Schicht 32 auf, die als Einfallsrichtung des von einem Leuchtmittel abgestrahlten Lichts vorgesehen ist. Dies kann insbesondere bewirkt werden, indem die Signalwelle 38, 40 so geführt wird, dass sie einen für ein Leuchtmittel vorgesehenen Ort durchläuft und von dort auf die Schicht 32 gelenkt wird. Die Signalwelle 38, 40 kann dabei beispielsweise an dem für ein Leuchtmittel vorgesehenen Ort aufgefächert werden, oder die Signalwelle 38, 40 kann nacheinander von dem für ein Leuchtmittel vorgesehenen Ort auf verschiedene Bereiche gelenkt werden, in denen Transmissionshologramme auszubilden sind, wobei die Referenzwelle 34 in diesem Fall jeweils auf diejenigen Bereiche eingestrahlt wird, auf die zu diesem Zeitpunkt eine Signalwelle 38, 40 gelenkt wird.

Figur 4 zeigt einen Ausschnitt einer insgesamt mit 300 bezeichneten Beleuchtungseinrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel in einer schematischen Schnittdarstellung.

Die in Figur 4 dargestellte Beleuchtungseinrichtung weist ebenfalls eine holografische Folie 100 auf sowie Leuchtdioden, die als Leuchtmittel dienen. Sie unterscheidet sich von der in Figur 2 dargestellten Beleuchtungseinrichtung dadurch, dass Leuchtdioden 200a, 200b, 200c vorgesehen sind, die Licht aus drei verschiedenen Wellenlängenbereichen abstrahlen. Die Beschreibung von Figur 4 stellt vor allem auf die sich hieraus ergebenden Unterschiede zu der in Figur 2 dargestellten Beleuchtungseinrichtung ab.

Bei den Wellenlängenbereichen kann es sich insbesondere um einen Wellenlängenbereich, der rotem Licht entspricht, einen Wellenlängenbereich, der grünem Licht entspricht sowie einen Wellenlängenbereich, der blauem Licht entspricht, handeln.

In dem dargestellten Ausschnitt befindet sich je eine Leuchtdiode, die Licht aus je einem der drei Wellenlängenbereiche abstrahlt. Die Leuchtdiode 200a strahlt Licht in einem Wellenlängenbereich ab, der rotem Licht entspricht, die Leuchtdiode 200b strahlt Licht in einem Wellenlängenbereich ab, der grünem Licht entspricht, und die Leuchtdiode 200c strahlt Licht in einem Wellenlängenbereich ab, der blauem Licht entspricht.

Die holografische Folie 100 ist in diesem Fall dazu ausgebildet, das von jeder der Leuchtdioden 200a, 200b, 200c auftreffende Licht jeweils geeignet abzulenken. Die Art und Richtung der Ablenkung entspricht dabei für jede der Leuchtdioden der in Bezug auf die in Figur 2 dargestellte Beleuchtungseinrichtung beschriebenen Ablenkung.

Von der Leuchtdiode 200a in der Hauptabstrahlrichtung abgestrahltes Licht 20a trifft senkrecht auf die

holografische Folie 100 auf. Die holografische Folie 100 ist so ausgebildet, dass nur ein Teil 22a des in der Hauptabstrahlrichtung abgestrahlten Lichts 20a transmittiert wird, während ein anderer Teil 24a des in der Hauptabstrahlrichtung abgestrahlten Lichts 20a reflektiert wird. Dabei wird vorzugsweise der transmittierte Teil 22a des in der Hauptabstrahlrichtung abgestrahlten Lichts 20a ohne Ablenkung senkrecht zur holografischen Folie 100 transmittiert, und der reflektierte Teil 24a des in der Hauptabstrahlrichtung abgestrahlten Lichts 20a wird vorzugsweise diffus in verschiedene Richtungen reflektiert. Die Reflexion ist hier der übersichtlichen Darstellung halber nur in einer zur Hauptabstrahlrichtung entgegengesetzten Richtung gezeigt; sie findet jedoch wie in der in Figur 2 dargestellten Beleuchtungseinrichtung vorzugsweise diffus in verschiedene Richtungen statt.

Von der Leuchtdiode 200a in schrägem Winkel zu der Hauptabstrahlrichtung abgestrahltes Licht 26a trifft in schrägem Winkel auf die holografische Folie 100 auf. Die holografische Folie 100 ist so ausgebildet, dass sie in schrägem Winkel auf die holografische Folie 100 auftreffendes Licht 26a möglichst vollständig transmittiert. Vorzugsweise wird das in schrägem Winkel auf die holografische Folie 100 auftreffende Licht 26a dabei zum Lot hin abgelenkt, und besonders bevorzugt wird das in schrägem Winkel auf die holografische Folie 100 auftreffende Licht 26a in die Hauptabstrahlrichtung abgelenkt und dadurch kollimiert, so dass sich das transmittierte Licht 28a auf der den Leuchtdioden abgewandten Seite der holografischen Folie 100 im Wesentlichen parallel zu dem bevorzugt in Hauptabstrahlrichtung transmittierten Licht 22a ausbreitet.

Das von den Leuchtdioden 200b und 200c abgestrahlte Licht aus dem zweiten beziehungsweise dritten Wellenlängenbereich wird wie in der Zeichnung dargestellt in entsprechender Weise und Richtung abgelenkt.

Zur Herstellung einer holografischen Folie zur Verwendung in der in Figur 4 dargestellten Beleuchtungseinrichtung kann das in Figur 3 dargestellte Belichtungsschema hintereinander mit Referenz- und Signalwellen dreier unterschiedlicher Wellenlängen angewendet werden, beispielsweise mit einer ersten Wellenlänge, welche rotem Licht entspricht, einer zweiten Wellenlänge, welche grünem Licht entspricht sowie einer dritten Wellenlänge, welche blauem Licht entspricht. Alternativ kann das Belichtungsschema für die drei Wellenlängen simultan angewendet werden. Außerdem ist es auch möglich, drei verschiedene Einzelschichten 32 mit jeweils einer der drei verschiedenen Wellenlängen gemäß dem dargestellten Belichtungsschema zu belichten und sie danach aufeinander zu fixieren.

Patentansprüche

1. Holografische Folie (100), deren Transmissions- und/oder Reflexionseigenschaften entlang zumindest einer ihrer Haupterstreckungsrichtungen periodisch variieren und die dazu ausgebildet ist, von einer Vielzahl periodisch angeordneter Leuchtmittel (200) abgestrahltes und auf die holografische Folie (100) auftreffendes Licht (20, 26) aus mindestens einem ersten Wellenlängenbereich zumindest teilweise zu transmittieren (22, 28).

2. Holografische Folie (100) nach Anspruch 1, umfassend eine erste Vielzahl periodisch angeordneter Bereiche, welche als Reflexionshologramme (12) ausgebildet sind.

3. Holografische Folie (100) nach Anspruch 2, wobei die Reflexionshologramme (12) in zumindest einer Haupterstreckungsrichtung der holografischen Folie (100) in regelmäßigen Abständen angeordnet sind.

4. Holografische Folie (100) nach Anspruch 2 oder 3, wobei die Reflexionshologramme (12) dazu ausgebildet sind, von den Leuchtmitteln (200) abgestrahltes Licht (20) teilweise diffus zu reflektieren (24).

5. Holografische Folie (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, umfassend eine zweite Vielzahl periodisch angeordneter Bereiche, welche als Transmissionshologramme (14) ausgebildet sind.

6. Holografische Folie (100) nach Anspruch 5, wobei die Transmissionshologramme (14) jeweils ringförmig ausgebildet sind, wobei die Mittelpunkte der Ringe in

zumindest einer Haupterstreckungsrichtung der holografischen Folie (100) in regelmäßigen Abständen angeordnet sind.

7. Holografische Folie (100) nach Anspruch 5 oder 6, wobei die Transmissionshologramme (14) dazu ausgebildet sind, von den Leuchtmitteln (200) abgestrahltes und von den Transmissionshologrammen (14) transmittiertes Licht (28) in einer Hauptabstrahlrichtung zu kollimieren.

8. Holografische Folie (100) nach Anspruch 3 oder 6, wobei die regelmäßigen Abstände zwischen 5 cm und 40 cm liegen.

9. Beleuchtungseinrichtung (300), umfassend
   - eine holografische Folie (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, und
   - eine erste Vielzahl periodisch angeordneter Leuchtmittel (200, 200a), welche dazu ausgebildet sind, Licht (20, 20a, 26, 26a) aus dem mindestens einen ersten Wellenlängenbereich abzustrahlen.

10. Beleuchtungseinrichtung (300) nach Anspruch 9, wobei die Vielzahl periodisch angeordneter Leuchtmittel (200) eine Vielzahl von Leuchtdioden umfasst.

11. Beleuchtungseinrichtung (300) nach Anspruch 9 oder 10, umfassend eine holografische Folie (100) nach Anspruch 2, wobei zu jedem der Leuchtmittel (200) jeweils der Bereich der holografischen Folie (100) als Reflexionshologramm (12) ausgebildet ist, der in einer zu den beiden Haupterstreckungsrichtungen der

holografischen Folie (100) senkrechten Betrachtungsrichtung dem jeweiligen Leuchtmittel (200) nachgeordnet ist.

12. Beleuchtungseinrichtung (300) nach einem der Ansprüche 9 bis 11, ferner umfassend einen Diffusor, der dazu ausgebildet ist, das von der holografischen Folie (100) transmittierte Licht (22, 22a, 28, 28a) diffus zu streuen.

13. Beleuchtungseinrichtung (300) nach einem der Ansprüche 9 bis 12, ferner umfassend

- eine zweite Vielzahl periodisch angeordneter Leuchtmittel (200b), welche dazu ausgebildet sind, Licht aus mindestens einem zweiten Wellenlängenbereich abzustrahlen, und
- eine dritte Vielzahl periodisch angeordneter Leuchtmittel (200c), welche dazu ausgebildet sind, Licht aus mindestens einem dritten Wellenlängenbereich abzustrahlen,

wobei die holografische Folie (100) ferner dazu ausgebildet ist, von der zweiten Vielzahl von Leuchtmitteln (200b) abgestrahltes und auf die holografische Folie (100) auftreffendes Licht zumindest teilweise zu transmittieren, und
wobei die holografische Folie (100) ferner dazu ausgebildet ist, von der dritten Vielzahl von Leuchtmitteln (200c) abgestrahltes und auf die holografische Folie (100) auftreffendes Licht zumindest teilweise zu transmittieren.

14. Hinterleuchtungseinrichtung, umfassend

- eine Beleuchtungseinrichtung (300) nach einem der Ansprüche 9 bis 13, und
- Haltemittel für ein zu hinterleuchtendes Element (30).

15. Verfahren zur Herstellung einer holografischen Folie (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, umfassend folgende Verfahrensschritte:

- Bereitstellen einer Schicht (32) aus einem holografischen Material, und
- Belichten der Schicht (32) mit mindestens einer Referenzwelle (34) aus dem ersten Wellenlängenbereich entlang einer Referenzrichtung und gleichzeitig mit mindestens einer ersten Signalwelle (36, 38, 40) aus dem ersten Wellenlängenbereich,

wobei die Signalwelle (38, 40) in einer ersten Vielzahl von Bereichen auf die andere Seite der Schicht (32) eingestrahlt wird als die Referenzwelle (34) und wobei die Signalwelle (36) in einer zweiten Vielzahl von Bereichen auf dieselbe Seite der Schicht (32) eingestrahlt wird wie die Referenzwelle (34).

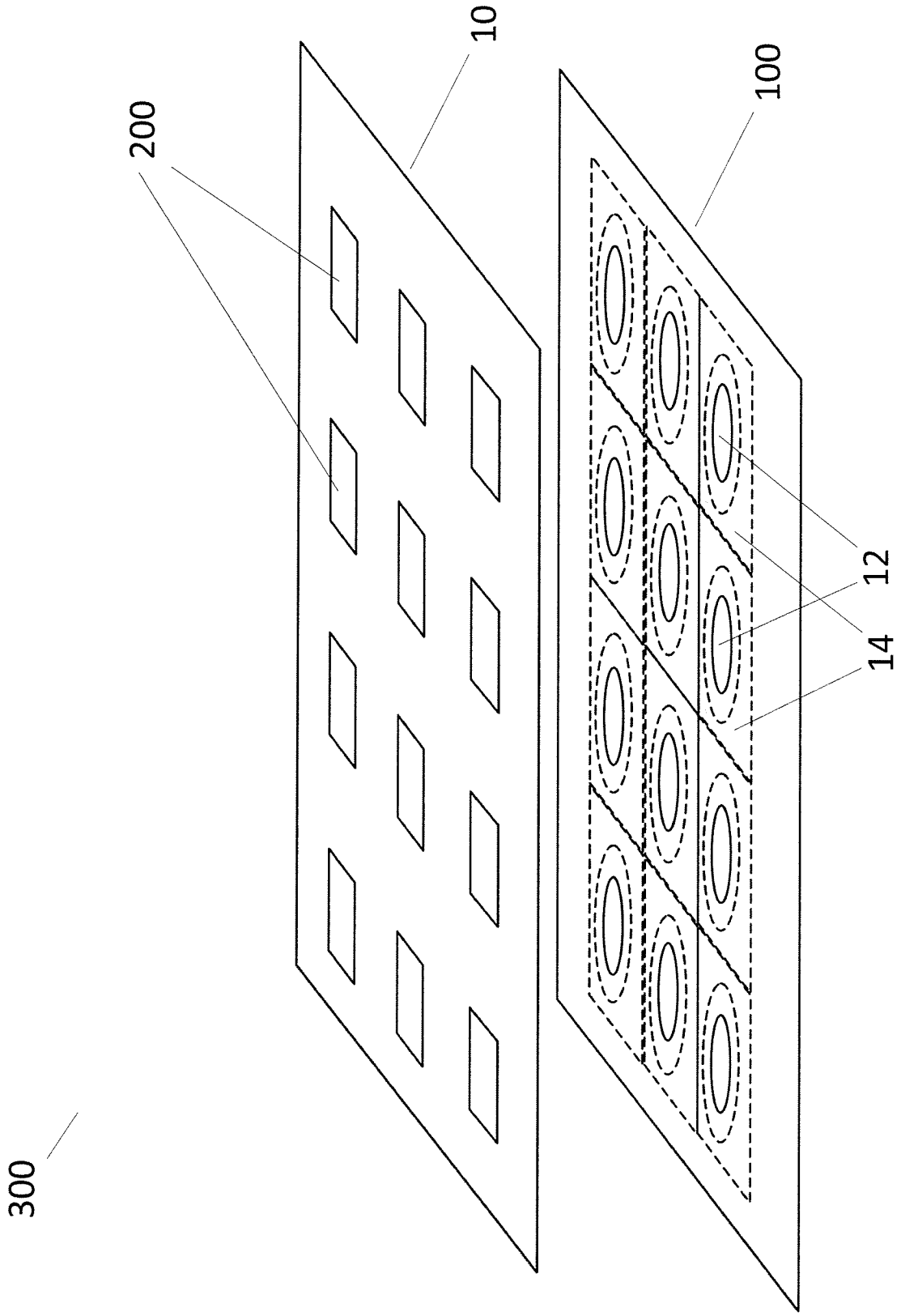


Fig. 1

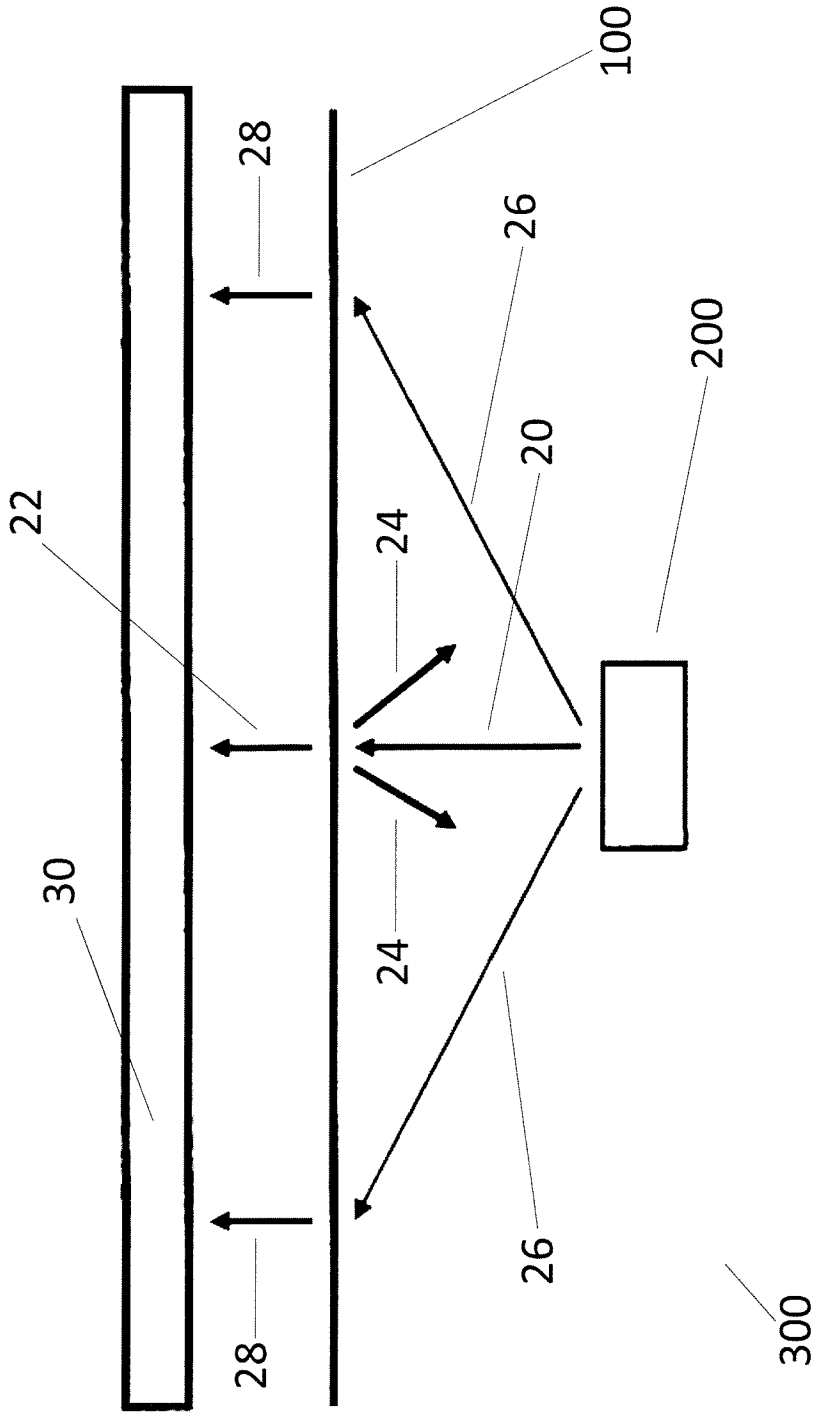


Fig. 2

Fig. 3

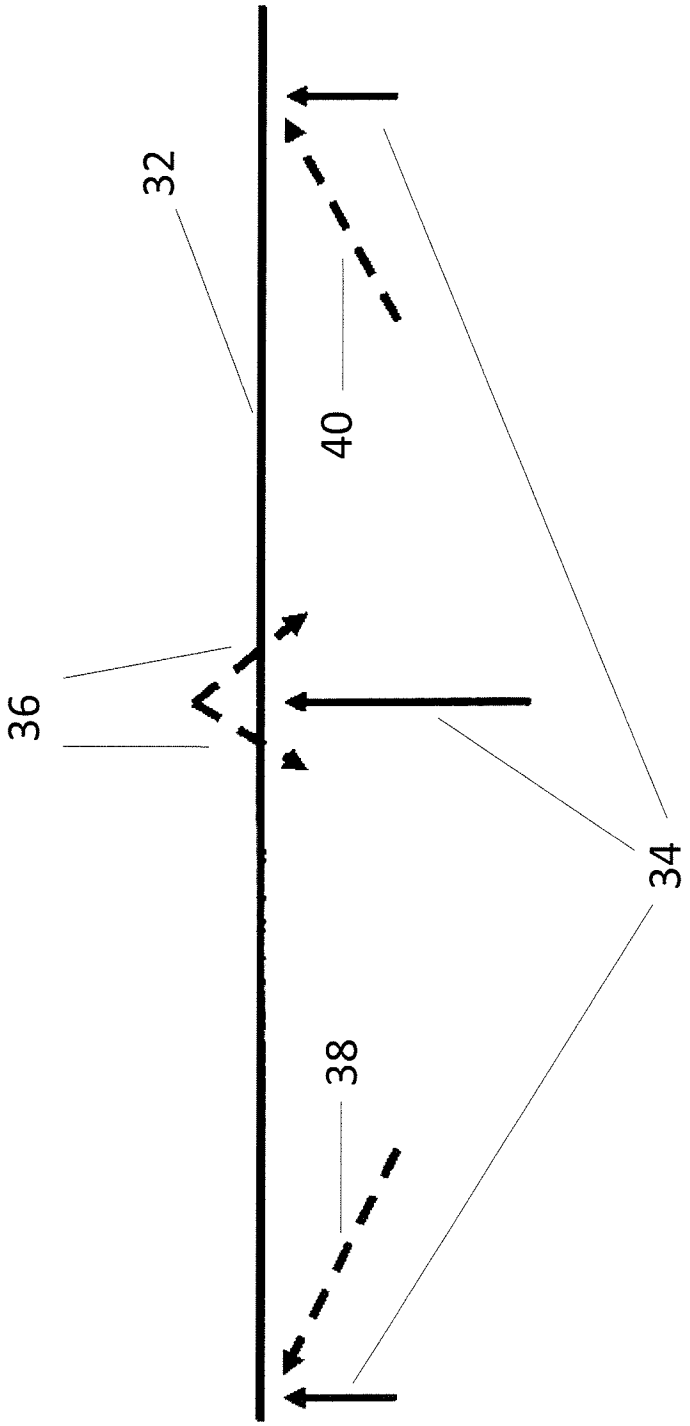
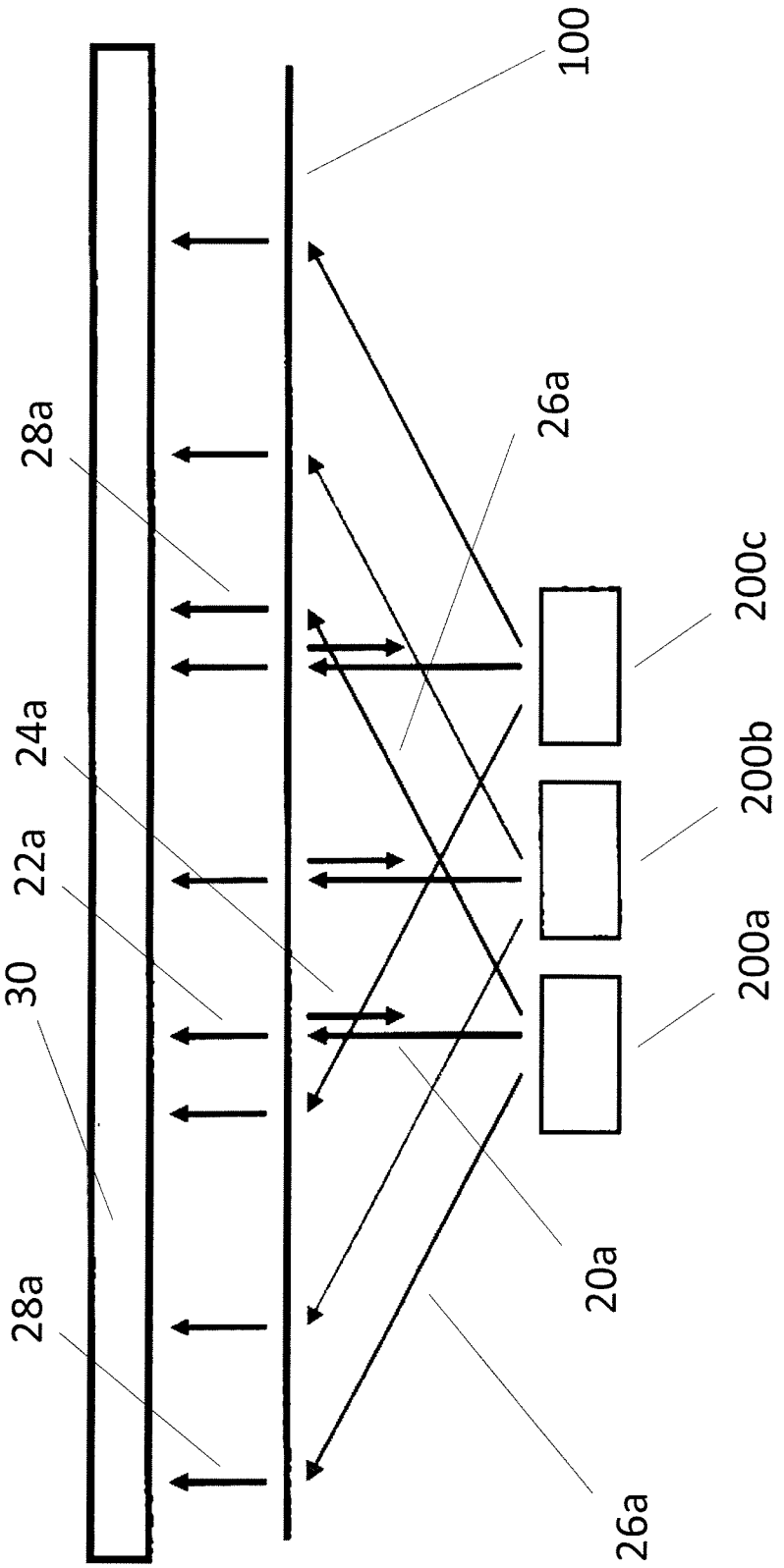


Fig. 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/056735

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G02F1/1335 F21V5/00 F21V7/00 F21V13/04 F21V14/00
G02B5/02 G02B5/32 G03H1/04 G03H1/30
ADD.
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)
G02F F21V G02B F21Y G03H

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	WO 2011/031802 A2 (DOLBY LAB LICENSING CORP [US]; WHITEHEAD LORNE A [CA]; IP HENRY H [CA]) 17 March 2011 (2011-03-17) abstract; figures 1-4, 15-17 paragraphs [0002], [0007], [0048] - [0052], [0058] - [0104], [0124], [0151], [0160]	1-15
X	US 2011/085241 A1 (PURCHASE KEN G [US] ET AL) 14 April 2011 (2011-04-14) abstract; figures 1-3 paragraphs [0016] - [0102]	1-15

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] 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	Date of mailing of the international search report
3 June 2014	12/06/2014

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Lutz, Christoph

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/056735

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
L	US 2010/039808 A1 (PURCHASE KEN G [US] ET AL) 18 February 2010 (2010-02-18) abstract; figures 1-5 paragraphs [0022] - [0024], [0026], [0027], [0039], [0041] Auf dieses Dokumemt wird in US2011085241 verwiesen, wenn es um die eigentliche makroskopische Anordnung der z.B. streuenden Bereiche geht. -----	1-15
A	TEDESCO J M ET AL: "5.3: HOLOGRAPHIC DIFFUSERS FOR LCD BACKLIGHTS AND PROJECTION SCREENS", SID INTERNATIONAL SYMPOSIUM - DIGEST OF TECHNICAL PAPERS. SEATTLE, MAY 16 - 21, 1993; [SID INTERNATIONAL SYMPOSIUM - DIGEST OF TECHNICAL PAPERS], PLAYA DEL REY, SID, US, vol. 24, no. PART 01, 1 May 1993 (1993-05-01), pages 29-32, XP000867141, the whole document -----	2-7,11, 13
A	US 2007/047254 A1 (SCHARDT CRAIG R [US] ET AL) 1 March 2007 (2007-03-01) abstract; figures 2,3 paragraphs [0069], [0072], [0074], [0115] - [0124] -----	2-7,11
A	US 2006/077542 A1 (TANAKA AKIKO [JP]) 13 April 2006 (2006-04-13) abstract; figures 1-3, 7-11 paragraphs [0044], [0060] -----	1,5,6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2014/056735

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2011031802 A2	17-03-2011	CN 102483544 A	30-05-2012
		US 2012169791 A1	05-07-2012
		WO 2011031802 A2	17-03-2011
US 2011085241 A1	14-04-2011	US 2011085241 A1	14-04-2011
		WO 2011046864 A1	21-04-2011
US 2010039808 A1	18-02-2010	NONE	
US 2007047254 A1	01-03-2007	CN 101297234 A	29-10-2008
		EP 1929361 A1	11-06-2008
		JP 5290755 B2	18-09-2013
		JP 2009506502 A	12-02-2009
		JP 2012156146 A	16-08-2012
		KR 20080044308 A	20-05-2008
		US 2007047254 A1	01-03-2007
		WO 2007027521 A1	08-03-2007
US 2006077542 A1	13-04-2006	JP 2006126791 A	18-05-2006
		US 2006077542 A1	13-04-2006
		US 2008180766 A1	31-07-2008
		US 2010073746 A1	25-03-2010

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2014/056735

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G02F1/1335 F21V5/00 F21V7/00 F21V13/04 F21V14/00
G02B5/02 G02B5/32 G03H1/04 G03H1/30
ADD.
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G02F F21V G02B F21Y G03H

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	WO 2011/031802 A2 (DOLBY LAB LICENSING CORP [US]; WHITEHEAD LORNE A [CA]; IP HENRY H [CA]) 17. März 2011 (2011-03-17) Zusammenfassung; Abbildungen 1-4, 15-17 Absätze [0002], [0007], [0048] - [0052], [0058] - [0104], [0124], [0151], [0160]	1-15
X	US 2011/085241 A1 (PURCHASE KEN G [US] ET AL) 14. April 2011 (2011-04-14) Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 Absätze [0016] - [0102]	1-15

-/--

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

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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
"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 erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"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
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
3. Juni 2014	12/06/2014

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

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2014/056735

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
L	US 2010/039808 A1 (PURCHASE KEN G [US] ET AL) 18. Februar 2010 (2010-02-18) Zusammenfassung; Abbildungen 1-5 Absätze [0022] - [0024], [0026], [0027], [0039], [0041] Auf dieses Dokumemt wird in US2011085241 verwiesen, wenn es um die eigentliche makroskopische Anordnung der z.B. streuenden Bereiche geht. -----	1-15
A	TEDESCO J M ET AL: "5.3: HOLOGRAPHIC DIFFUSERS FOR LCD BACKLIGHTS AND PROJECTION SCREENS", SID INTERNATIONAL SYMPOSIUM - DIGEST OF TECHNICAL PAPERS. SEATTLE, MAY 16 - 21, 1993; [SID INTERNATIONAL SYMPOSIUM - DIGEST OF TECHNICAL PAPERS], PLAYA DEL REY, SID, US, Bd. 24, Nr. PART 01, 1. Mai 1993 (1993-05-01), Seiten 29-32, XP000867141, das ganze Dokument -----	2-7,11, 13
A	US 2007/047254 A1 (SCHARDT CRAIG R [US] ET AL) 1. März 2007 (2007-03-01) Zusammenfassung; Abbildungen 2,3 Absätze [0069], [0072], [0074], [0115] - [0124] -----	2-7,11
A	US 2006/077542 A1 (TANAKA AKIKO [JP]) 13. April 2006 (2006-04-13) Zusammenfassung; Abbildungen 1-3, 7-11 Absätze [0044], [0060] -----	1,5,6

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2014/056735

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2011031802 A2	17-03-2011	CN 102483544 A	30-05-2012
		US 2012169791 A1	05-07-2012
		WO 2011031802 A2	17-03-2011
US 2011085241 A1	14-04-2011	US 2011085241 A1	14-04-2011
		WO 2011046864 A1	21-04-2011
US 2010039808 A1	18-02-2010	KEINE	
US 2007047254 A1	01-03-2007	CN 101297234 A	29-10-2008
		EP 1929361 A1	11-06-2008
		JP 5290755 B2	18-09-2013
		JP 2009506502 A	12-02-2009
		JP 2012156146 A	16-08-2012
		KR 20080044308 A	20-05-2008
		US 2007047254 A1	01-03-2007
		WO 2007027521 A1	08-03-2007
US 2006077542 A1	13-04-2006	JP 2006126791 A	18-05-2006
		US 2006077542 A1	13-04-2006
		US 2008180766 A1	31-07-2008
		US 2010073746 A1	25-03-2010