

(19)



Deutsches
Patent- und Markenamt



(10) **DE 10 2007 028 195 B4** 2014.04.03

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 028 195.3**

(22) Anmeldetag: **30.05.2007**

(43) Offenlegungstag: **04.12.2008**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **03.04.2014**

(51) Int Cl.: **F21V 13/02** (2006.01)

F21V 9/14 (2006.01)

F21V 5/04 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

**Vistec Semiconductor Systems GmbH, 35781,
Weilburg, DE**

(72) Erfinder:

Heiden, Michael, 61200, Wölfersheim, DE

(74) Vertreter:

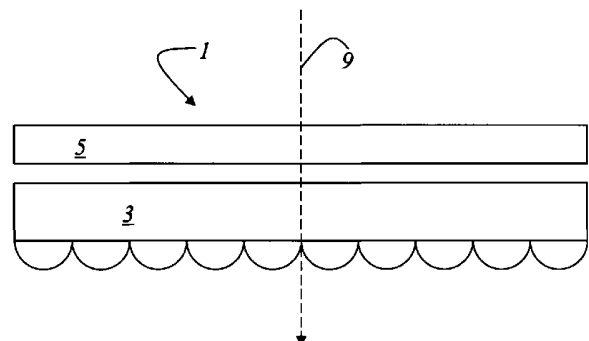
Reichert & Kollegen, 93047, Regensburg, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE 696 00 617 T2

(54) Bezeichnung: **Element zur Homogenisierung der Beleuchtung bei gleichzeitiger Einstellung des
Polarisationsgrades**

(57) Hauptanspruch: Element zur Homogenisierung der Beleuchtung bei gleichzeitiger Einstellung des Polarisationsgrades, wobei das Element aus mindestens zwei Bauteilen besteht, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Bauteil ein Mikrolinsenarray und das zweite Bauteil einen Filter, welcher aus wenigstens einem Filtersegment besteht, zur Einstellung der beabsichtigten Polarisation umfasst, wobei einer jeden Mikrolinse des Mikrolinsenarrays nicht mehr als ein Filtersegment zugeordnet ist, und wobei das Element so ausgebildet ist, dass in Richtung eines Beleuchtungslichtstrahls zuerst der Filter und dann das Mikrolinsenarray angeordnet ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein optisches System mit einem Element zur Homogenisierung der Beleuchtung bei gleichzeitiger Einstellung des Polarisationsgrades. Das Element besteht dabei aus mindestens zwei Bauteilen.

[0002] Die Übersetzung des Europäischen Patents DE 696 00 617 T2 beschreibt eine Vorrichtung mit Mikrofiltern zur Auswahl von Farben und Bildern. Die Vorrichtung ist derart aufgebaut, dass zunächst das Licht der Lichtquelle auf die Mikrolinsen trifft. Von Mikrolinsen gelangt das Licht zu den Mikrofiltern.

[0003] Aufgabe der gegenwärtigen Erfindung ist es, ein Element zur Homogenisierung der Beleuchtung für ein optisches System zu schaffen, mit dem auf einfache Weise eine strukturierte Beleuchtung einer Pupille eines Objektivs des optischen Systems erzielt werden kann.

[0004] Die obige Aufgabe wird durch ein optisches System mit einem Element gelöst, das die Merkmale des Anspruchs 1 umfasst.

[0005] Dabei ist es von besonderem Vorteil, wenn das Element bei gleichzeitiger Einstellung des Polarisationsgrades aus mindestens zwei Bauteilen besteht. Der erste Bauteil umfasst ein Mikrolinsenarray. Der zweite Bauteil besteht aus einem Filter, der zur Einstellung der beabsichtigten Polarisation verwendet wird. Ein erstes Element ist ein Mikrolinsenarray und ein zweites Element ist ein Filter zur Einstellung der beabsichtigten Polarisation. Das Element ist in einer optischen Achse des optischen Systems einer Lichtquelle nachgeordnet. Das Element zur Homogenisierung der Beleuchtung ist derart in der optischen Achse angeordnet, dass ein Lichtstrahl von der Lichtquelle über einen Kondensator auf das zweite Element trifft. Mittels einer Abbildungsoptik erfolgt eine Abbildung der Beleuchtungspupille und des vom ersten Element ausgehenden Lichts, wobei mittels einer weiteren Optik eine Abbildung in eine Pupille eines Objektivs erfolgt.

[0006] Der Filter kann dabei eine lineare Polarisation in X-Koordinatenrichtung besitzen. Ebenso ist es denkbar, dass der Filter eine lineare Polarisation in Y-Koordinatenrichtung besitzt.

[0007] Die Ausrichtung der linearen Polarisierung wird sich in der Regel nach der Ausrichtung der Strukturen auf dem Substrat richten. Falls die Strukturen eine Vorzugsrichtung in X-Koordinatenrichtung oder in Y-Koordinatenrichtung aufweisen, wird die Polarisation entsprechend ausgerichtet. Bei diagonalen Strukturen wird dies in der Regel nicht so sein.

[0008] Der Filter kann derart ausgestaltet sein, dass sich eine zirkulare Polarisation ergibt.

[0009] Der Filter und das Mikrolinsenarray können in einem gemeinsamen Halter angeordnet sein. Dabei ist mindestens der Filter austauschbar ausgebildet. Der Filter kann auch fest im Strahlengang angeordnet sein.

[0010] In einer weiteren Ausführungsform kann jedem Linsenelement des Mikrolinsenarrays ein Filter zugeordnet sein. Die einzelnen Filter sind dann fest mit dem Mikrolinsenarray verbunden.

[0011] Das Element wird hauptsächlich zur Beleuchtung einer Pupille eines Objektivs eines optischen Systems verwendet, wobei Licht mit definierter Polarisation auf die Pupille des Objektivs eingestrahlt wird. Gleichzeitig kann das Objektfeld des Objektivs homogenisiert werden.

[0012] Im Folgenden sollen Ausführungsbeispiele der Erfindung und ihre Vorteile anhand der beigefügten Figuren erläutert werden. Dabei zeigen:

[0013] Fig. 1 eine schematische Darstellung des Elements, das aus einem Mikrolinsenarray und einem Filter besteht;

[0014] Fig. 2 eine schematische Darstellung der Verwendung des Elements bei der Beleuchtung einer Pupille eines Objektivs;

[0015] Fig. 3a eine schematische Darstellung eines Beispiels einer linear polarisierten Beleuchtungspupille, wobei die einzelnen Segmente in X-Richtung polarisiert sind;

[0016] Fig. 3b eine schematische Darstellung des Filters, der in X-Koordinatenrichtung linear polarisiert ist;

[0017] Fig. 4a eine weitere Ausführungsform der Beleuchtungspupille, die mit linear polarisiertem Licht beleuchtet ist, wobei die einzelnen Segmente in Y-Richtung polarisiert sind;

[0018] Fig. 4b eine schematische Darstellung des Filters, der in Y-Richtung linear polarisiert ist;

[0019] Fig. 5a zeigt eine weitere Ausführungsform der Beleuchtungspupille, wobei der Filter derart ausgestaltet ist, dass sich eine insgesamt radiale Polarisation der Beleuchtungspupille ergibt;

[0020] Fig. 5b eine schematische Darstellung des Filters zum Erzeugen einer radialen Polarisation der Beleuchtungspupille;

[0021] Fig. 6a zeigt eine weitere Ausführungsform der Beleuchtungspupille, bei der durch den Filter eine tangentiale Polarisation der gesamten Beleuchtungspupille erreicht wird;

[0022] Fig. 6b zeigt eine schematische Darstellung des Filters zur Erzeugung einer tangentialen Polarisation der Beleuchtungspupille;

[0023] Fig. 7a zeigt eine zirkulare Polarisation der Beleuchtungspupille, wobei die einzelnen Segmente jeweils eine zirkulare Polarisation aufweisen;

[0024] Fig. 7b zeigt eine schematische Darstellung des Elements gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung; und

[0025] Fig. 8 eine schematische Darstellung einer zirkularen Polarisation der Beleuchtungspupille, wobei die einzelnen Segmente eine andere Form als die in Fig. 7 dargestellte aufweisen.

[0026] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung des Elements 1 zu einer definierten Einstellung der Polarisation des Beleuchtungslichts. Das Element 1 besteht dabei aus mindestens einem ersten Element 3 und einem zweiten Element 5. Das erste Element 3 ist ein Mikrolinsenarray und das zweite Element 5 stellt einen Filter dar, mit dem eine bestimmte Polarisation erzielt werden kann. Das erste Element 3 und das zweite Element 5 sind entlang der optischen Achse 9 ausgerichtet.

[0027] Fig. 2 zeigt eine schematische Anordnung der Verwendung des Elements 1 in einem optischen System 100. Die einzelnen Elemente des optischen Systems 100 sind entlang der optischen Achse 9 ausgerichtet. Von einer Lichtquelle 4 gelangt ein Lichtstrahl auf einen Kondensator 6, der das Licht auf das Element 1 richtet. Das Element 1 steht dabei vor der Beleuchtungspupille 10. Mit der Abbildungsoptik 8 wird das von dem Element 1 ausgehende Licht auf eine Zwischenbildebene 14 gerichtet. Es ist bekannt, wie das Mikrolinsenarray des Elements 1 und die Abbildungsoptik 8 ausgelegt werden müssen, damit eine homogene Ausleuchtung erzielt werden kann. Die Abbildungsoptik 8 bildet zusammen mit der weiteren Optik 11 die Beleuchtungspupille 10 in die Pupille eines Objektivs 12 ab. Des Weiteren wird von der Optik 11 und dem Objektiv 12 die Zwischenbildebene 14 in die Objektivenebene 13 des Objektivs 12 abgebildet. Da die Zwischenbildebene 14 homogen ausgeleuchtet ist, ist bei geeignet ausgelegter Optik 11 und Objektiv 12 die Objektivenebene 13 ebenfalls homogen ausgeleuchtet. In der Pupille des Objektivs 12 ist dann der Polarisationsgrad identisch mit dem der Beleuchtungspupille 10.

[0028] Fig. 3a zeigt die resultierende Beleuchtung der Pupille des Objektivs 12 bei der Verwendung ei-

nes Polarisationsfilters 30, der eine lineare Polarisation in X-Koordinatenrichtung aufweist (siehe hierzu Fig. 3b). Durch das Mikrolinsenarray 3 wird somit erreicht, dass in der Abbildung in der Beleuchtungspupille 10 einzelne Segmente 31 abgebildet werden, die jeweils eine lineare Polarisation zeigen. Über die gesamte Öffnung der Pupille des Objektivs 12 genommen, erhält man somit eine lineare Polarisation.

[0029] Fig. 4a zeigt schematisch die Abbildung des Mikrolinsenarrays 3 in der Pupille des Objektivs 12. Dabei wird ein Filter gemäß Fig. 4b verwendet, der eine lineare Polarisation in Y-Richtung aufweist. Bei der Abbildung des Elements 1 in die Pupille des Objektivs 12 erhält man das in Fig. 4a dargestellte Muster, wobei die einzelnen Segmente 31 eine individuelle Polarisation in Y-Richtung aufweisen. Über die gesamte Öffnung der Pupille des Objektivs 12 gemittelt, erhält man somit eine lineare Polarisation in Y-Richtung.

[0030] Fig. 5a zeigt eine weitere Ausführungsform, bei der die Abbildung des Mikrolinsenarrays 1 in die Pupille des Objektivs 12 eine radiale Polarisation ergibt. Die radiale Polarisation wird mit einem Filter 35 erreicht, wie er in Fig. 5b dargestellt ist. Der Filter 35 ist dabei in einzelne Segmente 35_1 , 35_2 bis 35_n unterteilt. Die Polarisation der einzelnen Segmente weist dabei vom Mittelpunkt 36 des Filters radial nach außen. Wird das Mikrolinsenarray über den Filter 35 beleuchtet, so erhält man in der Pupille des Objektivs 12 einzelne Segmente 31, die eine individuelle Polarisation aufweisen, wobei die über alle Elemente gemittelte Polarisation eine radiale Polarisation ergibt.

[0031] Fig. 6a zeigt eine weitere Ausführungsform der Einstellung der Polarisation einer Objektivpupille 10 eines Objektivs 12. Die Pupille des Objektivs 12 wird mittels eines Filters 37 beleuchtet, wie dieser in Fig. 6b dargestellt ist. Der Filter umfasst mehrere konzentrisch angeordnete Kreise 40_1 , 40_2 bis 40_n . Die dem Kreis 40_1 nachfolgenden Kreise 40_2 bis 40_n sind wiederum in Segmente unterteilt. Die einzelnen Segmente weisen dabei eine Polarisationsrichtung auf, die tangential verläuft. Durch die Beleuchtung der Objektivpupille mit dem in Fig. 6b dargestellten Filter 37 erhält man eine Polarisation der einzelnen Segmente, bei denen die Polarisation tangential zum Mittelpunkt 40 des Objektivs ausgerichtet ist. Über alle Segmente 31 gemittelt, erhält man dann in der Pupille des Objektivs 12 eine tangentiale Polarisation.

[0032] Fig. 7a zeigt eine weitere Ausführungsform der Polarisation der einzelnen Segmente in der Objektivpupille des Objektivs 12. Bei der in Fig. 7a dargestellten Ausführungsform wird mittels eines in Fig. 7b dargestellten Elements 1 beleuchtet. Wie bereits in Fig. 1 dargestellt, besteht das Element aus einem Mikrolinsenarray 3 und einem Filter 5. Bei der in Fig. 7b gezeigten Ausführungsform besteht der Fil-

ter aus einzelnen Elementen $5_1, 5_2$ bis 5_n . Die einzelnen Segmente $5_1, 5_2$ bis 5_n des Filters 5 sind dabei entsprechenden Linsen $3_1, 3_2, 3_3$ bis 3_n des Mikrolinsenarrays 3 zugeordnet. Die einzelnen Elemente $5_1, 5_2$, bis 5_n des Filters 5 können dabei eine eigene Polarisation aufweisen. In der hier dargestellten Ausführungsform ist der Filter fest mit dem Mikrolinsenarray verbunden. Die einzelnen Segmente des Filters $5_1, 5_2$ bis 5_n besitzen hier eine zirkulare Polarisation. Bei der Beleuchtung der Pupille 10 des Objektivs 12 erhält man somit einzelne Segmente, die eine zirkuläre Polarisation aufweisen. Die zirkuläre Polarisation kann man auch mit einem zirkular polarisierenden Filter ausführen ohne zu Segmentieren. Die Segmentierung ist hauptsächlich für radiale und tangentielle Polarisation interessant.

[0033] Das in Fig. 8 dargestellte Ausführungsbeispiel zeigt ebenfalls eine zirkulare Polarisation der einzelnen Elemente innerhalb der Pupille des Objektivs 12 . Die einzelnen Segmente $5_1, 5_2$ bis 5_n des Filters 5 weisen dabei eine rechteckige oder quadratische oder hexagonale Form auf. In der Regel richtet sich die Form nach der Anordnung der Linsen im Mikrolinsenarray. Hat das Mikrolinsenarray eine hexagonale Struktur (siehe Fig. 7a), wird man die Segmente im Filter ebenfalls hexagonal anordnen. In Fig. 8 sind die Elemente des Mikrolinsenarrays orthogonal angeordnet. Für einen Fachmann ist es selbstverständlich, dass die einzelnen Segmente $5_1, 5_2$ bis 5_n des Filters 5 eine beliebige Form aufweisen können. Eine einzige Bedingung ist, dass die Form der einzelnen Segmente $5_1, 5_2$ bis 5_n des Filters derart ausgebildet ist, dass eine vollständige Bedeckung des Filters 5 erreicht werden kann.

Patentansprüche

1. Element zur Homogenisierung der Beleuchtung bei gleichzeitiger Einstellung des Polarisationsgrades, wobei das Element aus mindestens zwei Bauteilen besteht, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Bauteil ein Mikrolinsenarray und das zweite Bauteil einen Filter, welcher aus wenigstens einem Filtersegment besteht, zur Einstellung der beabsichtigten Polarisation umfasst, wobei einer jeden Mikrolinse des Mikrolinsenarrays nicht mehr als ein Filtersegment zugeordnet ist, und wobei das Element so ausgebildet ist, dass in Richtung eines Beleuchtungslichtstrahls zuerst der Filter und dann das Mikrolinsenarray angeordnet ist.

2. Element nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Filter eine lineare Polarisation besitzt, die entsprechend der Ausrichtung von Strukturen auf einem Substrat ausgerichtet ist.

3. Element nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Filter aus mehr als einem Filtersegment besteht.

4. Element nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Filter eine lineare Polarisation in X-Koordinatenrichtung besitzt.

5. Element nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Filter eine lineare Polarisation in Y-Koordinatenrichtung besitzt.

6. Element nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Filter eine radiale Polarisation besitzt.

7. Element nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Filter eine tangentielle Polarisation besitzt.

8. Element nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Filter eine zirkulare Polarisation besitzt.

9. Element nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Filter und das Mikrolinsenarray fest miteinander verbunden sind.

10. Element nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Filter und das Mikrolinsenarray in einem gemeinsamen Halter angeordnet sind, wobei mindestens der Filter austauschbar ausgebildet ist.

11. Element nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass jedem Linsenelement des Mikrolinsenarrays ein Filtersegment zugeordnet ist, wobei die einzelnen Filtersegmente fest mit dem Mikrolinsenarray verbunden sind.

12. Verwendung des Elements nach einem der Ansprüche 1 bis 11, zur Beleuchtung einer Pupille eines Objektivs eines optischen Systems mit Licht definierter Polarisation und gleichzeitiger Homogenisierung des Objektfeldes.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

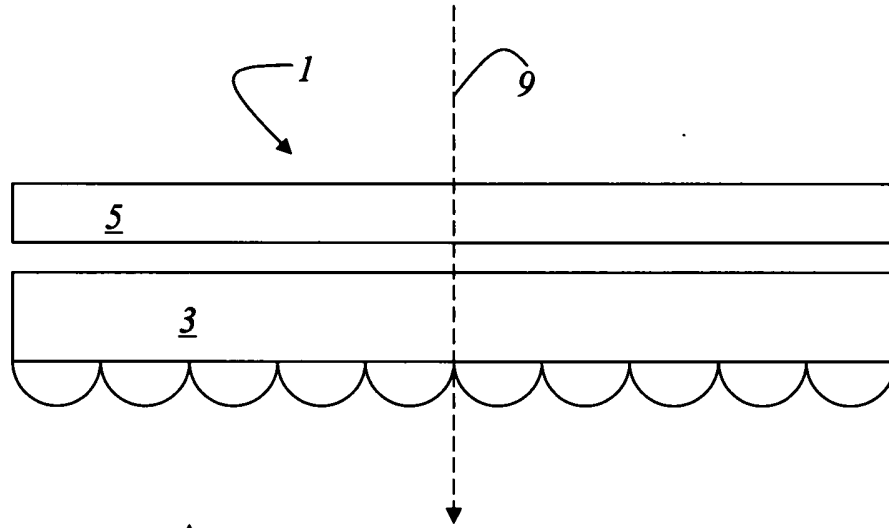


Fig. 1

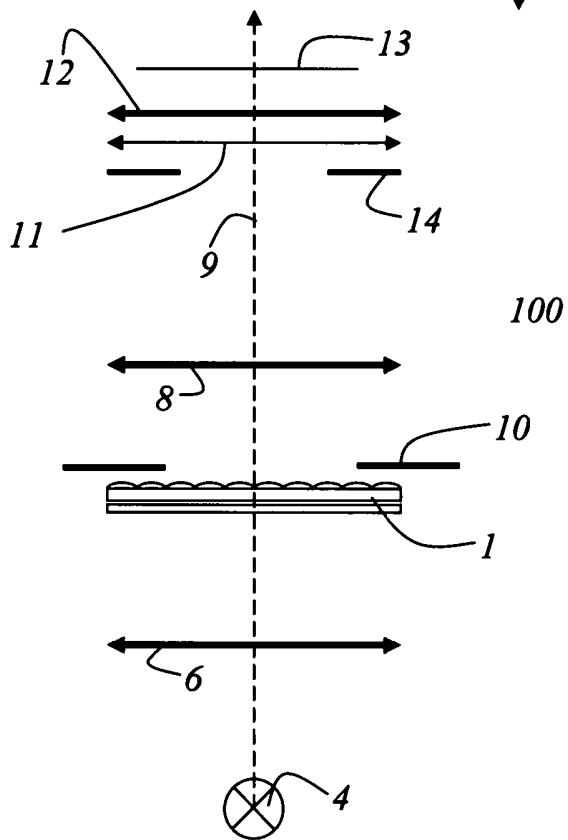


Fig. 2

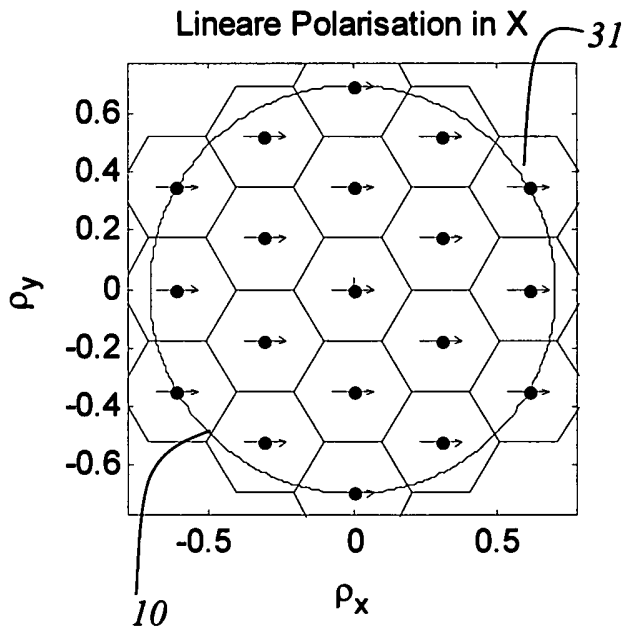


Fig. 3a

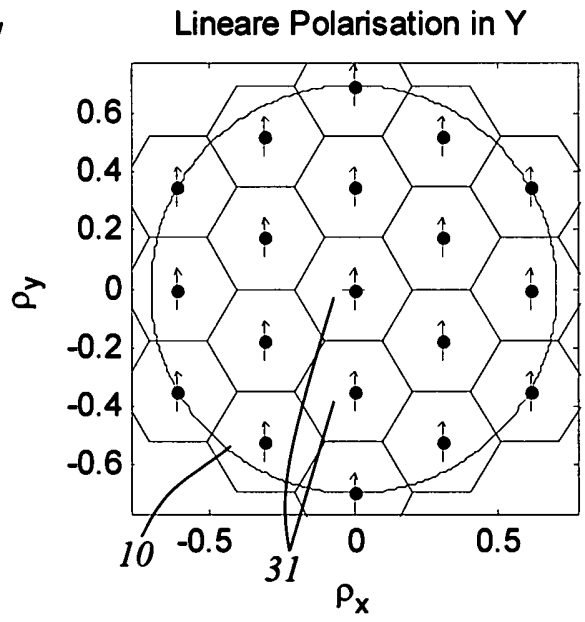


Fig. 4a

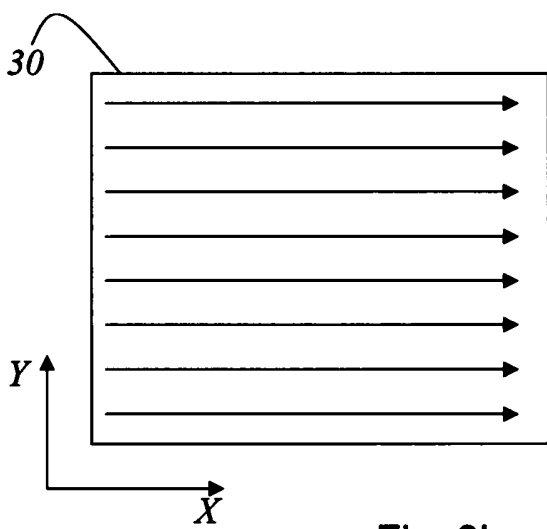


Fig. 3b

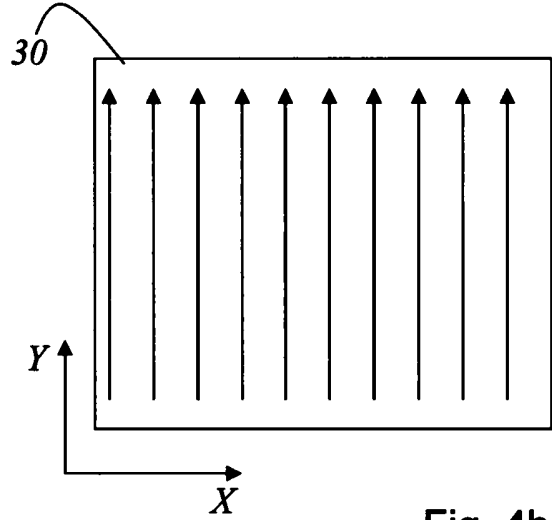


Fig. 4b

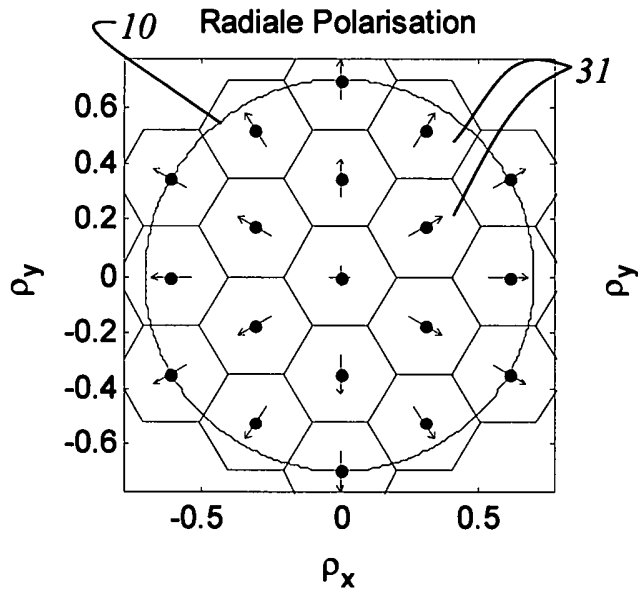


Fig. 5a

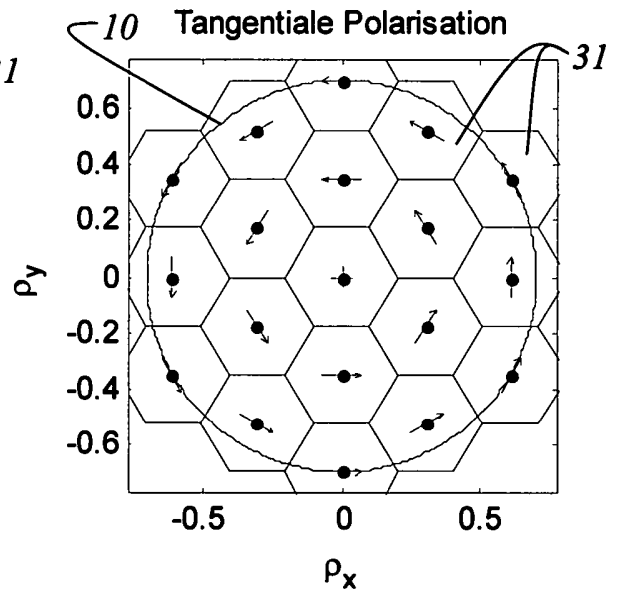


Fig. 6a

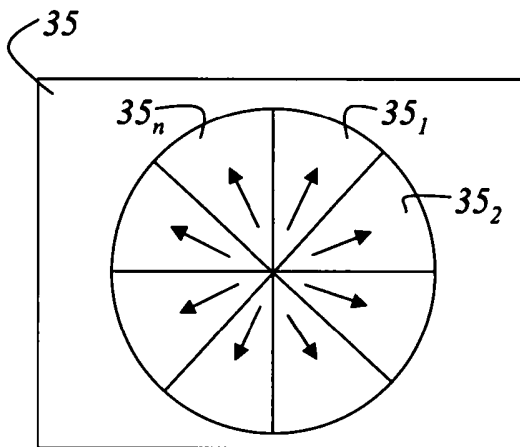


Fig. 5b

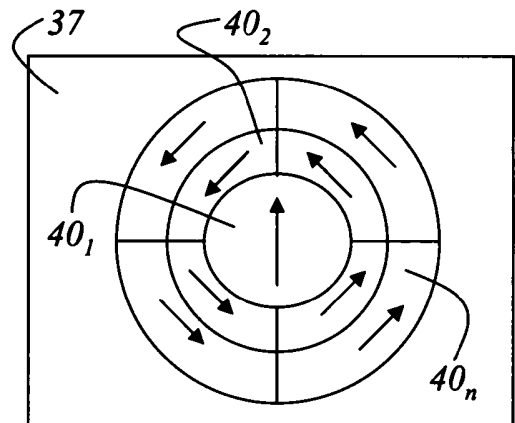


Fig. 6b

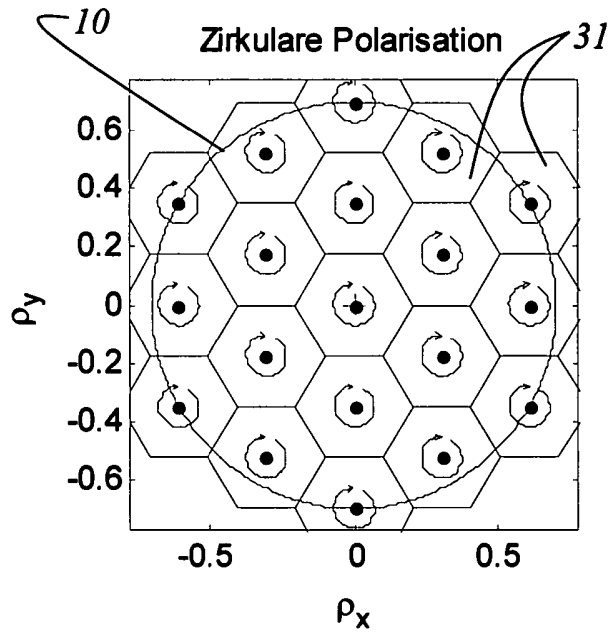


Fig. 7a

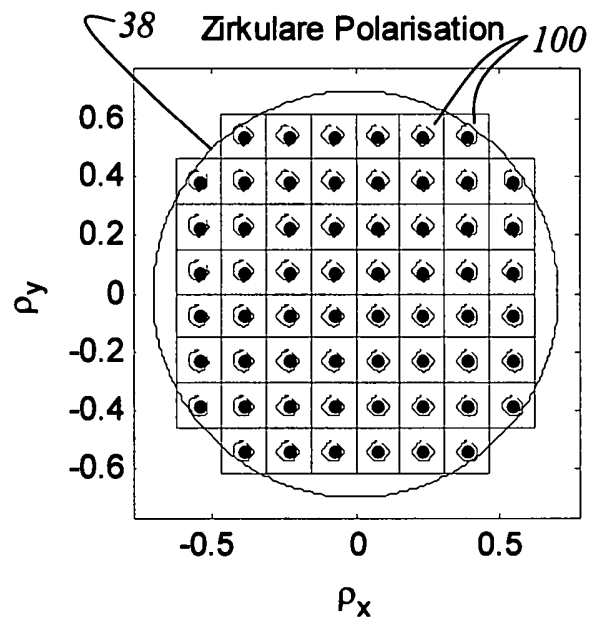


Fig. 8

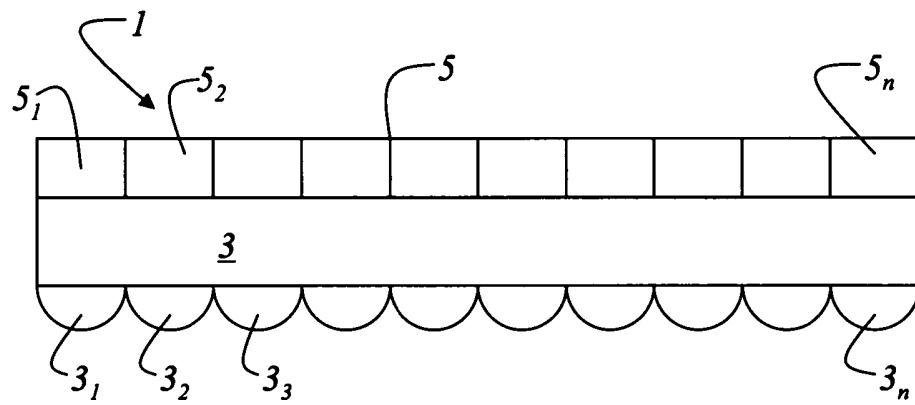


Fig. 7b