



(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2022/209369**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2022 001 940.9**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2022/005856**
(86) PCT-Anmeldetag: **15.02.2022**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **06.10.2022**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **14.03.2024**

(51) Int Cl.: **G01S 7/481** (2006.01)
G01S 17/894 (2020.01)
G02B 5/18 (2006.01)
G02B 27/42 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2021-062058 **31.03.2021** **JP**

(71) Anmelder:
Sony Semiconductor Solutions Corporation,
Atsugi-shi, Kanagawa, JP

(74) Vertreter:
Müller Hoffmann & Partner Patentanwälte mbB,
81541 München, DE

(72) Erfinder:
Oiwa, Tatsuya, Atsugi-shi, Kanagawa, JP;
Kobayashi, Takashi, Atsugi-shi, Kanagawa, JP;
Kimura, Motoi, Atsugi-shi, Kanagawa, JP; Xu,
Jialun, Atsugi-shi, Kanagawa, JP

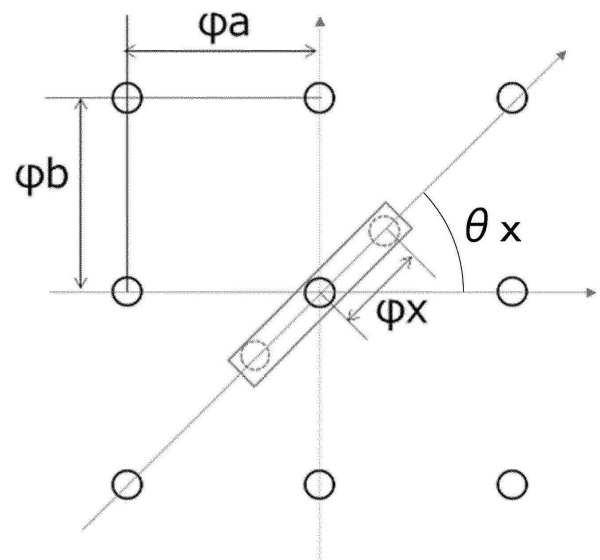
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **OPTISCHES MODUL UND ABSTANDSMESSVORRICHTUNG**

(57) Zusammenfassung: Verbessert wird die Auflösung, während die Anzahl von in einem optischen Modul angeordneten lichtemittierenden Elementen unterdrückt wird.

Im optischen Modul weist die Lichtemissionseinheit eine Multi-Array-Struktur auf, die auf einer Struktur basiert, in der die lichtemittierenden Elemente jeweils an Eckpunkten angeordnet sind, die ein Viereck bilden, dessen einander gegenüberliegende Seiten parallel zueinander sind, ist ein Abstand zwischen den lichtemittierenden Elementen auf einer Seite in einer ersten Richtung auf a festgelegt und ist ein Abstand zwischen den lichtemittierenden Elementen auf einer Seite in einer zweiten Richtung, die zur Seite in der ersten Richtung orthogonal ist, auf b festgelegt, erzeugt das Beugungselement gebeugtes Licht in n Richtungen (n ist eine natürliche Zahl) und erfüllt ein zwischen einer Beugungsrichtung und der Seite in der ersten Richtung gebildeter Winkel θ_x $\theta_x = \tan^{-1}(b/na)$ und, wenn Winkeldifferenzen von zwei, durch Zwischen-Lichtemissionsabstände a und b erzeugten Lichtstrahlen auf ϕ_a bzw. ϕ_b festgelegt werden und m auf eine natürliche Zahl mit Ausnahme eines ganzzahlig Vielfachen von $(2n + 1)$ gesetzt wird, erfüllt ein Beugungswinkel ϕ_x des gebeugten Lichts $\phi_x = m \times \sqrt{(n\phi_a)^2 + \phi_b^2} / (2n + 1)$.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Technologie bezieht sich auf ein optisches Modul und eine Abstandsmessvorrichtung.

HINTERGRUNDTECHNIK

[0002] Ein optisches Modul, das ein Ziel mit einem Lichtstrahl bestrahlt, wird zum Messen eines Abstands mittels der Laufzeit (ToF) von Licht, Formerkennung eines Objekts und dergleichen verwendet. Wenn punktförmiges Licht von solch einem optischen Modul ausgestrahlt wird, hängt dessen Auflösung von der Anzahl an Punkten ab. Auf der anderen Seite ist eine Technologie einer Mehrweg-Korrektur zum Korrigieren eines Einflusses von reflektiertem Licht von einem anderen Objekt als dem Ziel bekannt. Beispielsweise wird ein Kamerasystem vorgeschlagen, das eine Mehrweg-Korrektur durch Umschalten zwischen einer gleichmäßigen Bestrahlung und einer Punkt-Bestrahlung durchführt (siehe zum Beispiel Patentdokument 1).

ZITATLISTE

PATENTDOKUMENT

[0003] Patentdokument 1: Beschreibung von US 2013/0148102 A

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

DURCH DIE ERFINDUNG ZU LÖSENDE PROBLEME

[0004] Wie oben beschrieben wurde, nimmt, wenn die Anzahl lichtemittierender Elemente erhöht wird, um die Auflösung zu verbessern, ein Beitragsverhältnis eines Schwellenstroms einer Laseroszillation zu und nimmt die elektro-optische Umwandlungseffizienz ab. Darüber hinaus gibt es eine Grenze, um die lichtemittierenden Elemente mit engen Intervallen anzuordnen, und nimmt die Fläche für eine Lichtemissionseinheit zu. Wenn überdies die Anzahl der Punkte zunimmt, wird es schwierig, die oben beschriebene Mehrweg-Korrektur durchzuführen.

[0005] Ein Ziel der vorliegenden Technologie besteht darin, die Auflösung zu verbessern, während die Anzahl an in einem optischen Modul angeordneten lichtemittierenden Elementen unterdrückt wird.

LÖSUNG FÜR DIE PROBLEME

[0006] Gemäß der vorliegenden Technologie wird ein optisches Modul bereitgestellt, das umfasst:

eine Lichtemissionseinheit, die in einem Array zweidimensional angeordnete lichtemittierende Elemente enthält; und

ein Beugungselement, das einen von jedem der lichtemittierenden Elemente ausgestrahlten Lichtstrahl beugt und den Lichtstrahl in eine Vielzahl von Lichtstrahlen trennt,

worin die Lichtemissionseinheit eine Multi-Array-Struktur aufweist, die auf einer Struktur basiert, in der die lichtemittierenden Elemente jeweils an Eckpunkten angeordnet sind, die ein Viereck bilden, dessen einander gegenüberliegende Seiten parallel zueinander sind,

ein Abstand zwischen den lichtemittierenden Elementen auf einer Seite in einer ersten Richtung auf a festgelegt ist und ein Abstand zwischen den lichtemittierenden Elementen auf einer Seite in einer zweiten Richtung, die zur Seite in der ersten Richtung orthogonal ist, auf b festgelegt ist,

das Beugungselement gebeugtes Licht in einer n -Richtung bzw. n Richtungen (n ist eine natürliche Zahl) erzeugt und ein zwischen einer Beugungsrichtung und der Seite in der ersten Richtung gebildeter Winkel θx

$$\theta x = \tan^{-1}(b/na)$$

erfüllt und, wenn Winkeldifferenzen von zwei, durch Zwischen-Lichtemissionsabstände a und b erzeugten Lichtstrahlen auf φa bzw. φb festgelegt werden und m auf eine natürliche Zahl mit Ausnahme eines ganzzahlig Vielfachen von $(2n + 1)$ gesetzt wird, ein Beugungswinkel φx des gebeugten Lichts

$$\varphi x = m \times \sqrt{\{(n\varphi a)^2 + \varphi b^2\} / (2n + 1)}$$

erfüllt.

[0007] Darüber wird gemäß der vorliegenden Technologie ein optisches Modul bereitgestellt, das umfasst:

eine Lichtemissionseinheit, die in einem Array zweidimensional angeordnete lichtemittierende Elemente enthält; und

ein Beugungselement, das einen von jedem der lichtemittierenden Elemente ausgestrahlten Lichtstrahl beugt und den Lichtstrahl in eine Vielzahl von Lichtstrahlen trennt,

worin die Lichtemissionseinheit eine Multi-Array-Struktur aufweist, die auf einer Struktur basiert, in der die lichtemittierenden Elemente jeweils an Eckpunkten angeordnet sind, die ein Viereck bilden, dessen einander gegenüberliegende Seiten parallel zueinander sind,

ein Abstand zwischen den lichtemittierenden Elementen auf einer Seite in einer ersten Richtung auf a festgelegt ist und ein Abstand zwischen den lichtemittierenden Elementen auf einer Seite in einer zweiten Richtung, die zur Seite der ersten Richtung orthogonal ist, auf b festgelegt ist,

das Beugungselement gebeugtes Licht in n Richtungen (n ist eine natürliche Zahl) erzeugt und ein zwischen einer Beugungsrichtung und der Seite in der ersten Richtung gebildeter Winkel θ_x

$$\theta_x = \tan^{-1} \{b / (n+1)a\}$$

erfüllt und,

wenn Winkeldifferenzen von zwei, durch Zwischen-Lichtemissionsabstände a und b erzeugten Lichtstrahlen auf φ_a bzw. φ_b festgelegt werden und m auf eine natürliche Zahl mit Ausnahme eines ganzzahlig Vielfachen von $(2n + 1)$ gesetzt wird, ein Beugungswinkel φ_x des gebeugten Lichts

$$\varphi_x = m \times \sqrt{\{(n+1)\varphi_a\}^2 + \varphi_b^2} / (2n+1)$$

erfüllt.

[0008] Darüber hinaus wird gemäß der vorliegenden Technologie ein optisches Modul bereitgestellt, das umfasst:

eine Lichtemissionseinheit, die in einem Array zweidimensional angeordnete lichtemittierende Elemente enthält; und

ein Beugungselement, das einen von jedem der lichtemittierenden Elemente ausgestrahlten Lichtstrahl beugt und den Lichtstrahl in eine Vielzahl von Lichtstrahlen trennt,

worin die Lichtemissionseinheit eine Multi-Array-Struktur aufweist, die auf einer Struktur basiert, in der die lichtemittierenden Elemente jeweils an Eckpunkten angeordnet sind, die ein Viereck bilden, dessen einander gegenüberliegende Seiten parallel zueinander sind,

ein Abstand zwischen den lichtemittierenden Elementen auf einer Seite in einer ersten Richtung auf a festgelegt ist und ein Abstand zwischen den lichtemittierenden Elementen auf einer Seite in einer zweiten Richtung, die zur Seite in der ersten Richtung orthogonal ist, auf b festgelegt ist,

das Beugungselement gebeugtes Licht in n Richtungen (n ist eine natürliche Zahl) erzeugt und ein zwischen einer Beugungsrichtung und der Seite in der ersten Richtung gebildeter Winkel θ_x

$$\theta_x = \tan^{-1}(b/a)$$

erfüllt und,

wenn Winkeldifferenzen von zwei, durch Zwischen-Lichtemissionsabstände a und b erzeugten Lichtstrahlen auf φ_a bzw. φ_b festgelegt werden und m auf ein ganzzahlig Vielfaches von $(2n + 1)$ mit Ausnahme von $2(2n + 1)$ gesetzt wird, ein Beugungswinkel φ_x des gebeugten Lichts

$$\varphi_x = m \times \sqrt{\varphi_a^2 + \varphi_b^2} / 2$$

erfüllt.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Fig. 1 ist ein Blockdiagramm, das ein Beispiel einer Gesamtkonfiguration einer Abstandsmessvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 2 ist eine Querschnittsansicht, die ein Beispiel einer Konfiguration einer Beleuchtungseinheit gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 3A ist eine schematische Draufsicht, die ein Beispiel einer Konfiguration eines Mikrolinsen-Arrays in **Fig. 1** veranschaulicht, und **Fig. 3B** ist eine schematische Ansicht, die ein Beispiel einer Querschnittskonfiguration des Mikrolinsen-Arrays in **Fig. 1** veranschaulicht.

Fig. 4A ist eine schematische Ansicht, die eine Position einer Lichtemissionseinheit für eine gleichmäßige Bestrahlung in Bezug auf das in **Fig. 3A** veranschaulichte Mikrolinsen-Array veranschaulicht, und **Fig. 4B** ist eine schematische Ansicht, die eine Position einer Lichtemissionseinheit für eine Spot- bzw. Punkt-Bestrahlung in Bezug auf das in **Fig. 3A** veranschaulichte Mikrolinsen-Array veranschaulicht.

Fig. 5 ist ein Diagramm, um eine Strahlbildungs- bzw. Strahlformungsfunktion gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Technologie zu erläutern.

Fig. 6 ist ein Diagramm, das ein Beispiel eines Strahlungsmusters in Bezug auf ein Ziel gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Technologie erläutert.

Fig. 7 ist eine Ansicht, die ein Beispiel eines von einer Lichtemissionseinheit gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Technologie emittierten Lichts veranschaulicht.

Fig. 8 ist eine Querschnittsansicht, die ein Beispiel einer Konfiguration einer Lichtemissionseinheit gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 9 ist eine Querschnittsansicht, die ein erstes strukturelles Beispiel eines lichtemittierenden Elements gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 10 ist eine Querschnittsansicht, die ein zweites strukturelles Beispiel eines lichtemittierenden Elements gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 11 ist eine Ansicht, die ein Beispiel eines Bestrahlungsmusters eines Beugungselements gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 12 ist eine Ansicht, die ein strukturelles Beispiel eines Beugungselements gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 13 ist ein Diagramm, das ein Anordnungsbeispiel eines lichtemittierenden Elements in einer Lichtemissionseinheit gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 14 ist ein Diagramm, das ein Beispiel eines gebeugten Lichts durch ein lichtemittierendes Element gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 15 ist ein Diagramm, das ein Beispiel gebeugter Lichter durch eine Vielzahl lichtemittierender Elemente in der ersten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 16 ist ein Diagramm, das ein spezifisches Beispiel eines Lichtbestrahlungs-Punktmusters (in einem Fall, in dem kein Beugungselement vorgesehen ist) gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 17 ist ein Diagramm, das ein spezifisches Beispiel eines Lichtbestrahlungs-Punktmusters ($m = 2$) gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 18 ist ein Diagramm, das ein spezifisches Beispiel eines Lichtbestrahlungs-Punktmusters ($m = 4$) gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 19 ist eine Ansicht, die ein strukturelles Beispiel eines Beugungselements gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 20 ist ein Diagramm, das ein Beispiel eines gebeugten Lichts durch ein lichtemittierendes Element gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 21 ist ein Diagramm, das ein Beispiel gebeugter Lichter durch eine Vielzahl lichtemittierender Elemente gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

tierender Elemente gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 22 ist ein Diagramm, das ein spezifisches Beispiel eines Lichtbestrahlungs-Punktmusters ($m = 2$) gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 23 ist ein Diagramm, das ein spezifisches Beispiel eines Lichtbestrahlungs-Punktmusters ($m = 4$) gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 24 ist ein Diagramm, das ein spezifisches Beispiel eines Lichtbestrahlungs-Punktmusters ($m = 6$) gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 25 ist ein Diagramm, das ein spezifisches Beispiel eines Lichtbestrahlungs-Punktmusters ($m = 8$) gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 26 ist ein Diagramm, das ein Beispiel eines gebeugten Lichts durch ein lichtemittierendes Element gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 27 ist ein Diagramm, das ein Beispiel gebeugter Lichter durch eine Vielzahl lichtemittierender Elemente gemäß der dritten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 28 ist ein Diagramm, das ein spezifisches Beispiel eines Lichtbestrahlungs-Punktmusters ($m = 2$) gemäß der dritten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 29 ist ein Diagramm, das ein spezifisches Beispiel eines Lichtbestrahlungs-Punktmusters ($m = 4$) gemäß der dritten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 30 ist ein Diagramm, das ein spezifisches Beispiel eines Lichtbestrahlungs-Punktmusters ($m = 6$) gemäß der dritten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 31 ist ein Diagramm, das ein spezifisches Beispiel eines Lichtbestrahlungs-Punktmusters ($m = 8$) gemäß der dritten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 32 ist ein Diagramm, das ein Beispiel eines gebeugten Lichts durch ein lichtemittierendes Element gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 33 ist ein Diagramm, das ein Beispiel gebeugter Lichter durch eine Vielzahl lichtemittierender Elemente gemäß der vierten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 34 ist ein Diagramm, das ein spezifisches Beispiel eines Lichtbestrahlungs-Punktmusters ($m = 6$) gemäß der vierten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 35 ist ein Diagramm, das ein spezifisches Beispiel eines Lichtbestrahlungs-Punktmusters ($m = 12$) gemäß der vierten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 36 ist ein Diagramm, das ein Beispiel gebeugter Lichter durch eine Vielzahl lichtemittierender Elemente gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 37 ist ein Diagramm, das ein spezifisches Beispiel eines Lichtbestrahlungs-Punktmusters gemäß der fünften Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 38 ist ein Diagramm, das ein spezifisches Beispiel eines Lichtbestrahlungs-Punktmusters ($m = 2$) gemäß einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 39 ist ein Diagramm, das ein spezifisches Beispiel eines Lichtbestrahlungs-Punktmusters ($m = 4$) gemäß der sechsten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 40 ist ein Diagramm, das ein spezifisches Beispiel eines Lichtbestrahlungs-Punktmusters ($m = 2$) gemäß einer siebten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 41 ist ein Diagramm, das ein spezifisches Beispiel eines Lichtbestrahlungs-Punktmusters ($m = 4$) gemäß der siebten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 42 ist ein Diagramm, das ein spezifisches Beispiel eines Lichtbestrahlungs-Punktmusters ($m = 6$) gemäß einer siebten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 43 ist ein Diagramm, das ein spezifisches Beispiel eines Lichtbestrahlungs-Punktmusters ($m = 8$) gemäß der siebten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 44 ist ein Diagramm, das ein Beispiel eines gebeugten Lichts durch ein lichtemittierendes Element gemäß einer achten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 45 ist ein Diagramm, das ein Beispiel gebeugter Lichter durch eine Vielzahl lichtemittierender Elemente gemäß der achten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 46 ist ein Diagramm, das ein spezifisches Beispiel eines Lichtbestrahlungs-Punktmusters ($m = 3$) gemäß der achten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 47 ist ein Diagramm, das ein spezifisches Beispiel eines Lichtbestrahlungs-Punktmusters ($m = 9$) gemäß der achten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 48 ist ein Diagramm, das ein Beispiel eines gebeugten Lichts durch ein lichtemittierendes Element gemäß einer neunten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 49 ist ein Diagramm, das ein Beispiel gebeugter Lichter durch eine Vielzahl lichtemittierender Elemente gemäß der neunten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 50 ist ein Diagramm, das ein spezifisches Beispiel eines Lichtbestrahlungs-Punktmusters ($m = 5$) gemäß der neunten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 51 ist ein Diagramm, das ein spezifisches Beispiel eines Lichtbestrahlungs-Punktmusters ($m = 15$) gemäß der neunten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 52 ist ein Diagramm, das ein Beispiel einer Konfiguration einer Lichtemissionseinheit gemäß einer zehnten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 53 ist ein Diagramm, das ein anderes Beispiel einer Konfiguration einer Lichtemissionseinheit gemäß der zehnten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 54 ist ein Diagramm, das ein erstes Beispiel eines Laser-Treibers zum Ansteuern einer Lichtemissionseinheit gemäß der zehnten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 55 ist ein Diagramm, das ein zweites Beispiel eines Laser-Treibers zum Ansteuern einer Lichtemissionseinheit gemäß der zehnten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 56 ist ein Diagramm, das ein Beispiel einer Betriebszeitsteuerung einer Lichtemissionseinheit gemäß der zehnten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

Fig. 57 ist ein Diagramm, das ein erstes Beispiel einer Gruppierung lichtemittierender Elemente gemäß einem Modifikationsbeispiel veranschaulicht.

Fig. 58 ist ein Diagramm, das ein zweites Beispiel einer Gruppierung lichtemittierender Elemente gemäß dem Modifikationsbeispiel veranschaulicht.

Fig. 59 ist ein Diagramm, das ein drittes Beispiel einer Gruppierung lichtemittierender Elemente gemäß dem Modifikationsbeispiel veranschaulicht.

Fig. 60 ist ein Diagramm, das ein viertes Beispiel einer Gruppierung lichtemittierender Elemente gemäß dem Modifikationsbeispiel veranschaulicht.

MODUS ZUM AUSFÜHREN DER ERFINDUNG

[0009] Im Folgenden werden hierin eine Ausführungsform und dergleichen der vorliegenden Offenbarung mit Verweis auf die Zeichnungen beschrieben. Man beachte, dass die Beschreibung in der folgenden Reihenfolge gegeben wird.

- <1. Erste Ausführungsform>
- <2. Zweite Ausführungsform>
- <3. Dritte Ausführungsform>
- <4. Vierte Ausführungsform>
- <5. Fünfte Ausführungsform>
- <6. Sechste Ausführungsform>
- <7. Siebte Ausführungsform>
- <8. Achte Ausführungsform>
- <9. Neunte Ausführungsform>
- <10. Zehnte Ausführungsform>
- <11. Modifikationsbeispiel>

- <1. Erste Ausführungsform>

[Konfiguration einer Abstandsmessvorrichtung]

[0010] **Fig. 1** ist ein Blockdiagramm, das ein Beispiel einer Gesamtkonfiguration einer Abstandsmessvorrichtung 10 gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

[0011] Die Abstandsmessvorrichtung 10 ist eine Vorrichtung, die einen Abstand zu einem Bestrahlungsziel 20 misst, indem das Bestrahlungsziel 20 mit Beleuchtungslicht bestrahlt und das reflektierte Licht empfangen wird. Die Abstandsmessvorrichtung 10 umfasst eine Beleuchtungseinheit 100, eine Lichtempfangseinheit 200, eine Steuerungseinheit 300 und eine Abstandsmesseinheit 400. Beispielsweise ist ein optisches Modul durch die Beleuchtungseinheit 100 und die Lichtempfangseinheit 200 konfiguriert.

[0012] Die Beleuchtungseinheit 100 erzeugt Bestrahlungslicht synchron mit einem Lichtemissions-Steuerungssignal CLKp einer Rechteckwelle von der Steuerungseinheit 300. Das Lichtemissions-Steuerungssignal CLKp muss nur ein periodi-

sches Signal sein, und das Lichtemissions-Steuerungssignal CLKp ist nicht auf die Rechteckwelle beschränkt. Beispielsweise kann es sich bei dem Lichtemissions-Steuerungssignal CLKp um eine Sinuswelle handeln.

[0013] Die Lichtempfangseinheit 200 empfängt das vom Bestrahlungsziel 20 reflektierte Licht und detektiert jedes Mal, wenn eine Periode eines vertikalen Synchronisationssignals VSYNC verstreicht, die Menge des empfangenen Lichts innerhalb der Periode. In der Lichtempfangseinheit 200 ist eine Vielzahl von Pixel-Schaltungen in einem zweidimensionalen Gittermuster angeordnet. Die Lichtempfangseinheit 200 stellt der Abstandsmesseinheit 400 Bilddaten (Einzelbild bzw. Frame) entsprechend der Menge des von diesen Pixel-Schaltungen empfangenen Lichts bereit. Man beachte, dass die Lichtempfangseinheit 200 ein Beispiel einer Lichtdetektionseinheit ist, die in den Ansprüchen angeführt ist. Man beachte, dass die Lichtdetektionseinheit eine Funktion zum Korrigieren eines durch Mehrweg (engl.: multipath) erzeugten Abstandsmessfehlers aufweist.

[0014] Die Steuerungseinheit 300 steuert die Beleuchtungseinheit 100 und die Lichtempfangseinheit 200. Die Steuerungseinheit 300 erzeugt ein Lichtemissions-Steuerungssignal CLKp und stellt der Beleuchtungseinheit 100 und der Lichtempfangseinheit 200 das Lichtemissions-Steuerungssignal CLKp bereit.

[0015] Die Abstandsmesseinheit 400 misst einen Abstand zum Bestrahlungsobjekt 20 mittels eines ToF-Verfahrens auf der Basis der Bilddaten. Die Abstandsmesseinheit 400 misst den Abstand für jede Pixel-Schaltung und erzeugt eine Tiefenkarte, die einen Abstand zu einem Objekt als Gradationswert für jedes Pixel angibt. Diese Tiefenkarte wird für beispielsweise eine Bildverarbeitung zum Durchführen einer Unschärfebearbeitung mit einem Grad entsprechend einem Abstand, einer Autofokus-(AF-) Verarbeitung, um einen Brennpunkt einer Fokuslinse entsprechend einem Abstand zu erhalten, und dergleichen verwendet.

[Konfiguration einer Beleuchtungseinheit]

[0016] **Fig. 2** ist eine Querschnittsansicht, die ein Beispiel einer Konfiguration der Beleuchtungseinheit 100 gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

[0017] Die Beleuchtungseinheit 100 umfasst eine Lichtemissionseinheit 110, ein Mikrolinsen-Array 112, eine Kollimatorlinse 113 und Beugungselemente 114 und 134. Das Mikrolinsen-Array 112, die Kollimatorlinse 113 und die Beugungselemente 114 und 134 sind in dieser Reihenfolge auf einem opti-

schen Weg eines von der Lichtemissionseinheit 110 emittierten Lichts angeordnet.

[0018] Die Lichtemissionseinheit 110 enthält eine Vielzahl von Lichtemissionseinheiten 11 zur Punkt-Bestrahlung und eine Vielzahl von Lichtemissionseinheiten 12 zur gleichmäßigen Bestrahlung. Beispielsweise bildet bzw. formt das Mikrolinsen-Array 112 eine Form von zumindest einem Lichtstrahl (Laserstrahl L11, Laserstrahl L12), der von einer Vielzahl der Lichtemissionseinheiten 11 für eine Punkt-Bestrahlung und einer Vielzahl von Lichtemissionseinheiten 12 für eine gleichmäßige Bestrahlung emittiert wird, und emittiert den Strahl. **Fig. 3A** veranschaulicht schematisch ein Beispiel einer planaren Konfiguration des Mikrolinsen-Arrays 112, und **Fig. 3B** veranschaulicht schematisch eine Querschnittskonfiguration des Mikrolinsen-Arrays 112, genommen entlang einer in **Fig. 3A** veranschaulichten Linie I-I. Im Mikrolinsen-Array 112 ist eine Vielzahl von Mikrolinsen in einem Array angeordnet, und das Mikrolinsen-Array 112 umfasst eine Vielzahl von Linsenbereichen 112A und einen Parallelplattenbereich 112B.

[0019] In der Ausführungsform ist, wie in **Fig. 4A** veranschaulicht ist, das Mikrolinsen-Array 112 so angeordnet, dass die Linsenbereiche 112A jeweils einer Vielzahl von Lichtemissionseinheiten 12 für eine gleichmäßige Bestrahlung gegenüberliegen bzw. zugewandt sind, und, wie in **Fig. 4B** veranschaulicht ist, liegt der Parallelplattenbereich 112B einer Vielzahl von Lichtemissionseinheiten 11 für eine Punkt-Bestrahlung gegenüber. Daher wird, wie in **Fig. 5** veranschaulicht ist, jeder der von einer Vielzahl der Lichtemissionseinheiten 12 emittierten Laserstrahlen L12 durch eine Linsenoberfläche von jedem der Linsenbereiche 112A gebrochen und bildet beispielsweise einen virtuellen Lichtemissionspunkt P2' im Mikrolinsen-Array 112. Das heißt, der Lichtemissionspunkt P2 von jeder einer Vielzahl der Lichtemissionseinheiten 12 bei der gleichen Höhe wie ein Lichtemissionspunkt P1 von jeder einer Vielzahl der Lichtemissionseinheiten 11 ist in Richtung der optischen Achse (zum Beispiel einer Z-Achsenrichtung) der Lichtstrahlen (der Laserstrahlen L11 und der Laserstrahlen L12) verschoben, die von einer Vielzahl der Lichtemissionseinheiten 11 und einer Vielzahl der Lichtemissionseinheiten 12 emittiert werden.

[0020] Durch Umschalten der Lichtemission einer Vielzahl der Lichtemissionseinheiten 11 und der Lichtemission einer Vielzahl der Lichtemissionseinheiten 12 gelangen daher die von einer Vielzahl der Lichtemissionseinheiten 11 emittierten Laserstrahlen L11 durch das Mikrolinsen-Array 112 und bilden beispielsweise ein punktförmiges Bestrahlungsmuster, wie in **Fig. 6** veranschaulicht ist. Darüber hinaus werden die von einer Vielzahl der Lichtemissionseinheiten

12 emittierten Laserstrahlen L12 durch das Mikrolinsen-Array 112 gebrochen und überschneiden bzw. überlappen sich beispielsweise, wie in **Fig. 6** veranschaulicht ist, teilweise mit den von den benachbarten Lichtemissionseinheiten 12 emittierten Laserstrahlen L12 und bilden somit ein Bestrahlungsmuster, um einen vorbestimmten Bereich mit im Wesentlichen gleichmäßiger Lichtintensität zu bestrahlen. In einer Beleuchtungsvorrichtung 1 ist es durch Umschalten zwischen der Lichtemission einer Vielzahl der Lichtemissionseinheiten 11 und der Lichtemission einer Vielzahl der Lichtemissionseinheiten 12 möglich, zwischen einer Punkt-Bestrahlung und einer gleichmäßigen Bestrahlung umzuschalten.

[0021] Man beachte, dass **Fig. 5** ein Beispiel veranschaulicht, in dem das Mikrolinsen-Array 112 als Relais-Linse (engl.: relay lens) fungiert, aber die vorliegende Technologie nicht darauf beschränkt ist. Beispielsweise kann der virtuelle Lichtemissionspunkt P2' einer Vielzahl der Lichtemissionseinheiten 12 zwischen der Lichtemissionseinheit 12 und dem Mikrolinsen-Array 112 ausgebildet werden.

[0022] Die Kollimatorlinse 113 ist ein optisches Element, das einen von der Lichtemissionseinheit 110 ausgestrahlten Lichtstrahl in einen im Wesentlichen parallelen Lichtstrahl oder einen Lichtstrahl mit einer vorbestimmten Winkelbreite kollimiert. Die Kollimatorlinse 113 ist nicht auf eine allgemeine optische Linse beschränkt, solange es sich um ein Element mit einer kollimierenden Funktion handelt. Beispielsweise ist es auch möglich, eine Fresnel-Linse anzuordnen. Darüber hinaus kann in einem Fall, in dem von der Lichtemissionseinheit 110 emittiertes Licht im Wesentlichen paralleles Licht ist, eine optische Komponente zum Kollimieren weggelassen werden.

[0023] Die Beugungselemente 114 und 134 sind Elemente, die den Lichtstrahl beugen, um den Lichtstrahl in eine Vielzahl von Lichtstrahlen zu trennen. Das Beugungselement 114 führt eine Kachelung (engl.: tiling) in 3×3 durch, wie später beschrieben wird. Das Beugungselement 134 erzeugt gebeugtes Licht einer vorbestimmten Ordnung, wie später beschrieben wird. Man beachte, dass in diesem Beispiel angenommen wird, dass die Beugungselemente 114 und 134 an Vorder- und Rückseiten integriert sind, aber die Beugungselemente 114 und 134 auch separate Komponenten sein können. Darüber hinaus können Funktionen der Beugungselemente 114 und 134 auf derselben Ebene ausgebildet sein.

[0024] Die Lichtemissionseinheit 110 wird von einer Halteeinheit 121 gehalten, und die Kollimatorlinse 113, das Beugungselement 114 und das Beugungselement 134 werden von einer Halteeinheit 122 gehalten. Die Halteeinheit 121 umfasst beispielsweise eine Kathodenelektrodeneinheit 123 und zwei

Anodenelektrodeneinheiten 124 und 125 auf einer Oberfläche, die einer Oberfläche entgegengesetzt ist, auf der die Lichtemissionseinheit 110 gehalten wird.

[0025] Die Lichtemissionseinheit 110 ist beispielsweise ein oberflächenemittierender Halbleiterlaser, der eine Vielzahl lichtemittierender Elemente 111 enthält. Eine Vielzahl der lichtemittierenden Elemente 111 ist in einem Array auf einem Substrat angeordnet. In diesem Beispiel sind optische Wege eines von drei lichtemittierenden Elementen 111 emittierten Lichts als Beispiele schematisch veranschaulicht, werden aber tatsächlich, wie in **Fig. 7** veranschaulicht ist, Lichtstrahlen von einer großen Anzahl der lichtemittierenden Elemente 111 in Richtung des Bestrahlungsziels 20 ausgestrahlt.

[Konfiguration einer Lichtemissionseinheit]

[0026] **Fig. 7** ist eine Ansicht, die ein Beispiel eines von der Lichtemissionseinheit 110 gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Technologie emittierten Lichts veranschaulicht.

[0027] Die Lichtemissionseinheit 110 hat eine Größe von beispielsweise etwa 1 cm im Quadrat. In der Lichtemissionseinheit 110 sind beispielsweise etwa 300 bis 600 lichtemittierende Elemente 111 angeordnet. Die Lichtemissionseinheit 110 weist beispielsweise eine Lichtleistung bzw. Lichtabgabe von 1 W bis 5 W auf. Es wird angenommen, dass eine Wellenlänge beispielsweise 940 nm beträgt, aber als ein weiteres Beispiel auch 850 nm oder 1500 nm betragen kann.

[0028] **Fig. 8** ist eine Querschnittsansicht, die ein Beispiel einer Konfiguration der Lichtemissionseinheit 110 gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

[0029] Die Lichtemissionseinheit 110 ist beispielsweise ein oberflächenemittierender Laser mit vertikalem Hohlraum bzw. Resonator (VCSEL) vom vorderseitig emittierenden Typ, der eine Vielzahl der lichtemittierenden Elemente 111 enthält. Jedes einer Vielzahl der lichtemittierenden Elemente 111 ist auf einem Substrat 130 vom n-Typ ausgebildet. Das Substrat 130 ist auf einem Komponenten integrierenden Substrat 119 montiert. Das Komponenten integrierende Substrat 119 kann einen Laser-Treiber 118 zum Ansteuern der Lichtemissionseinheit 110 enthalten. Man beachte, dass das Substrat 130 nicht auf den n-Typ beschränkt ist und ein Substrat vom p-Typ oder mit hohem Widerstand sein kann.

[0030] Man beachte, dass, obgleich hierin ein Beispiel des VCSEL vom vorderseitig emittierenden Typ bereitgestellt wird, ein VCSEL vom rückseitig emittierenden Typ ebenfalls verwendet werden

kann. Darüber hinaus ist die vorliegende Technologie nicht auf den VCSEL beschränkt und ist es auch möglich, eine Konfiguration zu verwenden, in der eine Vielzahl von stirnseitig emittierenden Lasern angeordnet ist.

[Struktur eines lichtemittierenden Elements]

[0031] **Fig. 9** ist eine Querschnittsansicht, die ein erstes strukturelles Beispiel des lichtemittierenden Elements 111 gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

[0032] Eine Vielzahl der lichtemittierenden Elemente 111 ist in einem Array auf dem Substrat 130 angeordnet. Jedes der lichtemittierenden Elemente 111 umfasst eine Halbleiterschicht 140, die eine untere Bragg-Spiegel-(DBR-)Schicht 141 (engl.: distributed Bragg reflector), eine untere Abstandshalterschicht 142, eine aktive Schicht 143, eine obere Abstandshalterschicht 144, eine obere DBR-Schicht 145 und eine Kontaktschicht 146 in dieser Reihenfolge auf einer Seite der vorderen Oberfläche des Substrats 130 umfasst. Ein oberer Bereich der Halbleiterschicht 140, konkret ein Teil der unteren DBR-Schicht 141, die untere Abstandshalterschicht 142, die aktive Schicht 143, die obere Abstandshalterschicht 144, die obere DBR-Schicht 145 und die Kontaktschicht 146, bildet eine säulenförmige Mesa 147. In der Mesa 147 bildet die Mitte der aktiven Schicht 143 ein lichtemittierendes Gebiet 143A. Darüber hinaus ist die obere DBR-Schicht 145 mit einer Stromeinengungsschicht 148 und einer Pufferschicht 149 versehen.

[0033] Das Substrat 130 ist beispielsweise ein GaAs-Substrat vom n-Typ. Beispiele für eine Störstelle vom n-Typ umfassen beispielsweise Silizium (Si), Selen (Se) oder dergleichen. Jede Halbleiterschicht 140 wird von beispielsweise einem AlGaAs-basierten Verbindungshalbleiter gebildet. Hier ist der AlGaAs-basierte Verbindungshalbleiter ein Verbindungshalbleiter, der zumindest Aluminium (Al) und Gallium (Ga) unter Elementen der Gruppe 3B in einem Periodensystem in Kurzfassung und zumindest Arsen (As) unter Elementen der Gruppe 5B im Periodensystem in Kurzfassung enthält. Man beachte, dass andere Materialien je nach der Wellenlänge ebenfalls verwendet werden können.

[0034] Auf einer oberen Oberfläche der Kontaktschicht 146, bei der es sich um eine obere Oberfläche der Mesa 147 handelt, ist eine ringförmige obere Elektrode 151, die eine Lichtemissionsöffnung 151A einschließt, ausgebildet. Darüber hinaus ist auf einer seitlichen Oberfläche und einer peripheren Oberfläche der Mesa 147 eine Isolationsschicht ausgebildet. Die obere Elektrode 151 ist durch Draht-Bonding über ein Elektroden-Pad mit einer auf einer vorderen Oberfläche der Halteeinheit 121 vorgesehenen

Elektrodeneinheit verbunden und ist mit den Anodenelektrodeneinheiten 124 und 125, die auf einer rückseitigen Oberfläche der Halteeinheit 121 vorgesehen sind, elektrisch verbunden.

[0035] Eine untere Elektrode 152 ist auf einer rückseitigen Oberfläche des Substrats 130 vorgesehen. Die untere Elektrode 152 ist mit der auf der rückseitigen Oberfläche der Halteeinheit 121 vorgesehenen Kathodenelektrodeneinheit 123 elektrisch verbunden.

[0036] Man beachte, dass, obgleich ein Beispiel, bei dem eine Kathodenelektrode als gemeinsame Elektrode eingerichtet und eine Anodenelektrode getrennt vorgesehen ist, in diesem Beispiel beschrieben ist, kann je nach der Struktur eines lichtemittierenden Elements 111 die Anodenelektrode als die gemeinsame Elektrode eingerichtet werden und kann die Kathodenelektrode getrennt vorgesehen werden.

[0037] Fig. 10 ist eine Querschnittsansicht, die ein zweites strukturelles Beispiel des lichtemittierenden Elements 111 gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

[0038] Das lichtemittierende Element 111 des zweiten Konfigurationsbeispiels ist ein VCSEL mit mehreren Übergängen bzw. Multi-Übergangs-VCSEL und hat eine Struktur, bei der eine P-DBR-Schicht 171, eine aktive Schicht 172, ein Tunnelübergang 173, eine aktive Schicht 174 und eine N-DBR-Schicht 175 von einer Emissionsseite aus in dieser Reihenfolge gestapelt sind. Das heißt, zwei pn-Übergänge sind verbunden, und aktive Schichten (aktive Gebiete) 172 und 174, die eine Laseroszillationswellenlänge emittieren, sind in einer vertikalen Richtung zwischen den pn-Übergängen gestapelt. Indem man auf diese Weise eine Vielzahl der aktiven Schichten 172 und 174 vorsieht, kann die Abgabe des Lichts von jedem der lichtemittierenden Elemente 111 verbessert werden (siehe „Zhu Wenjun, et. al: „Analysis of the operating point of a novel multiple-active region tunneling-regenerated vertical-cavity surface-emitting laser“, Proc. of International Conference on Solid-State and Integrated Circuit Technology, Bd. 6, S. 1306-1309, 2001“). Gemäß diesem Multi-Übergangs-VCSEL ist es möglich, Größe und Kosten des Elements zu reduzieren. Man beachte, dass, obgleich im zweiten strukturellen Beispiel weggelassen, ähnlich dem ersten strukturellen Beispiel eine Abstandshalterschicht in der Nähe der aktiven Schicht, eine Pufferschicht, eine Stromeinengungsschicht, eine Mesa, eine Lichtemissionsöffnung, eine obere Elektrodenschicht und eine untere Elektrodenschicht vorgesehen sein können.

[0039] Da in der Ausführungsform der vorliegenden Technologie ein Punktlicht durch das Beugungselement 134 geteilt wird, ist es möglich, die Anzahl an

Punkten zu erhöhen, während die Lichtintensität des Punktlichts durch Kombinieren mit dem Multi-Übergangs-VCSEL aufrechterhalten oder gesteigert wird. Daher können dann sowohl die Abstandsmessgenauigkeit als auch die Auflösung der Abstandsmessung erfüllt werden.

[Kachelung]

[0040] Fig. 11 ist eine Ansicht, die ein Beispiel eines Bestrahlungsmusters des Beugungselements 114 gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

[0041] Das Beugungselement 114 trennt jeden der von der Lichtemissionseinheit 110 emittierten und dann durch die Kollimatorlinse 113 kollimierten Lichtstrahlen in eine Vielzahl von Lichtstrahlen. In diesem Beispiel werden für jeden der Lichtstrahlen in einem zentralen Viereck Repliken in acht Richtungen, zum Beispiel in vertikalen, horizontalen und schrägen Richtungen, erzeugt und wird eine Kachelung in 3×3 durchgeführt.

[0042] Auf der anderen Seite erzeugt das Beugungselement 134 gebeugtes Licht einer vorbestimmten Ordnung, wie später beschrieben wird, für jeden der durch das Beugungselement 114 auf diese Weise gekachelten Lichtstrahlen.

[Struktur eines Beugungselements]

[0043] Fig. 12 ist eine Ansicht, die ein strukturelles Beispiel des Beugungselements 134 gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

[0044] In der ersten Ausführungsform wird angenommen, dass das Licht durch das Beugungselement 134 in drei geteilt wird. Dementsprechend nutzt das Beugungselement 134 ein Beugungsgitter, das erhalten wird, indem feine parallele Schlitze auf einer Ebene aus Glas und dergleichen vorgesehen werden. Daher erzeugt das Beugungselement 134 gebeugtes Licht in einer Richtung für das Bestrahlungsmuster des Beugungselements 114, das oben beschrieben wurde.

[Anordnung eines lichtemittierenden Elements]

[0045] Fig. 13 ist ein Diagramm, das ein Anordnungsbeispiel des lichtemittierenden Elements 111 in der Lichtemissionseinheit 110 gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

[0046] Wie oben beschrieben wurde, ist eine Vielzahl der lichtemittierenden Elemente 111 in der Lichtemissionseinheit 110 angeordnet. Die Lichtemissionseinheit 110 hat eine Multi-Array-Struktur, die

auf einer Struktur basiert, in der die lichtemittierenden Elemente 111 jeweils an Eckpunkten A, B, C und D angeordnet sind, die ein Viereck bilden, dessen einander gegenüberliegende Seiten parallel zueinander sind. Es wird angenommen, dass ein Abstand zwischen den lichtemittierenden Elementen 111 auf einer Seite AB (DC) in einer Richtung auf a festgelegt wird, ein Abstand zwischen den lichtemittierenden Elementen 111 auf einer Seite AD (BC), die zur Seite AB (DC) orthogonal ist, auf b festgelegt ist, einen Punkt, an dem sich durch die Eckpunkte A, B, C und D gebildete diagonale Linien schneiden, auf einem Punkt O festgelegt ist und ein Winkel AOB, der von zwei diagonalen Linien gebildet wird, auf θ_0 festgelegt wird.

[Gebeugtes Licht]

[0047] Fig. 14 ist ein Diagramm, das ein Beispiel des gebeugten Lichts durch ein lichtemittierendes Element 111 gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht. **Fig. 15** ist ein Diagramm, das ein Beispiel der gebeugten Lichter durch eine Vielzahl der lichtemittierenden Elemente 111 gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

[0048] In der ersten Ausführungsform wird angenommen, dass $n = 1$ gilt (n ist eine natürliche Zahl in der Anzahl an Beugungsrichtungen), das heißt das gebeugte Licht in einer Richtung erzeugt wird. Das Beugungselement 134 erzeugt positives gebeugtes Licht erster Ordnung (engl.: positive first order diffracted light) negatives gebeugtes Licht erster Ordnung (engl.: negative first order diffracted light) (angegebenen durch einen gestrichelten Kreis in der Zeichnung) für das Licht, das von einem lichtemittierenden Element 111 am Punkt C, der oben beschrieben wurde, emittiert wird. Daher werden insgesamt zwei gebeugte Lichter für ein lichtemittierendes Element 111 erzeugt.

[0049] Ein zwischen einer Beugungsrichtung und der Seite AB (CD) in einer Richtung gebildeter Winkel θ_x (siehe Fig. 14) erfüllt:

$$\theta_x = \tan^{-1}(b/na).$$

[0050] Wenn Winkeldifferenzen von zwei, durch Zwischen-Lichtemissionsabstände a und b erzeugten Lichtstrahlen, nachdem sie durch die Kollimatorlinse 113 kollimiert wurden, auf ϕ_a bzw. ϕ_b festgelegt werden, erfüllt ein Beugungswinkel ϕ_x des gebeugten Lichts:

$$\phi_x = m \times \sqrt{(n\phi_a)^2 + \phi_b^2} / (2n + 1).$$

[0051] Man beachte, eine Beugungseinheit m eine Einheit ist, die einen Beugungswinkel definiert, und eine natürliche Zahl mit Ausnahme eines ganzzahligen Vielfachen von $(2n + 1)$ ist. Diese Beugungseinheit m ist wünschenswerterweise:

$$m < 2n + 1. \text{ Man beachte, dass in der vorliegenden Technologie } \sqrt{A} \text{ eine Quadratwurzel von } A \text{ ist, was } A^{1/2} \text{ ist.}$$

[0052] Fig. 16 bis Fig. 18 sind Diagramme, die ein spezifisches Beispiel eines Lichtbestrahlungs-Punktmusters gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulichen. Hier sind die lichtemittierenden Elemente 111 in einem Array in 13×10 angeordnet. **Fig. 16** veranschaulicht ein Beispiel eines Falls, in dem das Beugungselement 134 nicht vorgesehen ist. **Fig. 17** veranschaulicht ein Beispiel eines Falls, in dem das Beugungselement 134 vorgesehen ist und die Beugungseinheit m auf zwei gesetzt ist. **Fig. 18** veranschaulicht ein Beispiel eines Falls, in dem das Beugungselement 134 vorgesehen ist und die Beugungseinheit m auf vier gesetzt ist.

[0053] Da zwei gebeugte Lichter für ein lichtemittierendes Element 111 erzeugt werden, nimmt auf diese Weise die Anzahl an Punkten durch Licht nullter Ordnung vom lichtemittierenden Element 111 selbst und das positive gebeugte Licht erster Ordnung und das negative gebeugte Licht erster Ordnung, die durch das Beugungselement 134 erzeugt werden, um das Dreifache zu. Darüber hinaus werden die Abstände zwischen den Punkten einheitlich bzw. gleichmäßig gehalten. Daher kann die Auflösung der Abstandsmessung verbessert werden.

[0054] Überdies nimmt mit zunehmendem Wert der Beugungseinheit m die Anzahl an Punkten in einem peripheren Bereich ab. Daher ist der Wert der Beugungseinheit m vorzugsweise kleiner. Die Beugungseinheit $m = 2$ ist besonders wünschenswert. Auf der anderen Seite ist es in einem Fall, in dem der Beugungswinkel klein ist und es schwierig ist, den Beugungswinkel und die Effizienz des Beugungselements 134 zu steuern, auch möglich, die Beugungseinheit m größer auszulegen.

[0055] Man beachte, dass in einem Fall, in dem das Beugungselement 134 vorgesehen ist, nicht wenig gebeugtes Licht hoher Ordnung erzeugt wird. Da jedoch in der ersten Ausführungsform der vorliegenden Technologie das gebeugte Licht hoher Ordnung mit dem Licht nullter Ordnung oder dem positiven gebeugten Licht erster Ordnung und dem negativen gebeugten Licht erster Ordnung von einem anderen lichtemittierenden Element überlappt, fungiert dieses effektiv als das Punktlicht.

[0056] Darüber hinaus kann eine Orientierung des Beugungselements 134 um 180 Grad umgedreht

werden. Das heißt, die in der vorliegenden Technologie angegebene Beugungsrichtung kann um 180 Grad gedreht werden.

<2. Zweite Ausführungsform>

[0057] In der zweiten Ausführungsform wird ein Beispiel zum Teilen von Licht durch das Beugungselement 134 in fünf Teile beschrieben. Man beachte, dass die Konfiguration mit Ausnahme des Beugungselements 134 jener der ersten Ausführungsform, die oben beschrieben wurde, ähnlich ist und somit deren detaillierte Beschreibung weggelassen wird.

[Struktur eines Beugungselements]

[0058] Fig. 19 ist eine Ansicht, die ein strukturelles Beispiel des Beugungselements 134 gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

[0059] In der zweiten Ausführungsform wird angenommen, dass das Licht durch das Beugungselement 134 in fünf Teile geteilt wird. Dementsprechend wird als das Beugungselement 134 ein beugendes bzw. diffraktives optisches Element (DOE) mit einer feinen Gitterform, die auf einer Ebene aus Glas und dergleichen ausgebildet ist, verwendet. Deshalb erzeugt das Beugungselement 134 gebeugte Lichter in zwei Richtungen in Bezug auf das Bestrahlungsmuster des Beugungselements 114, das oben beschrieben wurde.

[Gebeugtes Licht]

[0060] Fig. 20 ist ein Diagramm, das ein Beispiel des gebeugten Lichts durch ein lichtemittierendes Element 111 gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht. **Fig. 21** ist ein Diagramm, das ein Beispiel der gebeugten Lichter durch eine Vielzahl der lichtemittierenden Elemente 111 gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

[0061] In der zweiten Ausführungsform wird angenommen, dass $n = 2$ gilt, das heißt, die gebeugten Lichter in zwei Richtungen erzeugt werden. Das Beugungselement 134 erzeugt positives gebeugtes Licht erster Ordnung (angegeben durch einen gestrichelten Kreis in der Zeichnung) in jeweils zwei Richtungen für das Licht, das von einem lichtemittierenden Element 111 am Punkt C emittiert wird, der oben beschrieben wurde. Daher werden insgesamt vier gebeugte Lichter für ein lichtemittierendes Element 111 erzeugt.

[0062] Der zwischen einer Beugungsrichtung und der Seite AB (CD) in einer Richtung gebildete Winkel θ_x erfüllt:

$$\theta_x = \tan^{-1}(b/na).$$

[0063] Wenn Winkeldifferenzen von zwei, durch Zwischen-Lichtemissionsabstände a und b erzeugten Lichtstrahlen, nachdem sie durch die Kollimatorlinse 113 kollimiert wurden, auf ϕ_a bzw. ϕ_b festgelegt werden, erfüllt ein Beugungswinkel ϕ_x des gebeugten Lichts:

$$\phi_x = m \times \sqrt{\{(n\phi_a)^2 + \phi_b^2\} / (2n + 1)}.$$

[0064] Man beachte, dass, wie oben beschrieben wurde, in der zweiten Ausführungsform die Beugungseinheit m eine natürliche Zahl mit Ausnahme eines ganzzahligen Vielfachen von $(2n + 1)$ ist.

[0065] Außerdem erfüllt ein zwischen einer anderen Beugungsrichtung und der Seite AB (CD) in einer Richtung gebildeter Winkel θ_x :

$$\theta_x = \tan^{-1}(-nb/a).$$

[0066] Wenn Winkeldifferenzen von zwei, durch Zwischen-Lichtemissionsabstände a und b erzeugten Lichtstrahlen, nachdem sie durch die Kollimatorlinse 113 kollimiert wurden, auf ϕ_a bzw. ϕ_b festgelegt werden, erfüllt ein Beugungswinkel ϕ_x des gebeugten Lichts:

$$\phi_x = m \times \sqrt{\{\phi_a^2 + (n\phi_b)^2\} / (2n + 1)}.$$

[0067] Fig. 22 bis Fig. 25 sind Diagramme, die ein spezifisches Beispiel eines Lichtbestrahlungs-Punktmusters gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulichen. **Fig. 22** veranschaulicht ein Beispiel eines Falls, in dem die Beugungseinheit m auf zwei gesetzt ist. **Fig. 23** veranschaulicht ein Beispiel eines Falls, in dem die Beugungseinheit m auf vier gesetzt ist. **Fig. 24** veranschaulicht ein Beispiel eines Falls, in dem die Beugungseinheit m auf sechs gesetzt ist. **Fig. 25** veranschaulicht ein Beispiel eines Falls, in dem die Beugungseinheit m auf acht gesetzt ist.

[0068] Da auf diese Weise vier gebeugte Lichter für ein lichtemittierendes Element 111 erzeugt werden, nimmt die Anzahl an Punkten durch das Licht nullter Ordnung, die positiven gebeugten Lichter erster Ordnung und die negativen gebeugten Lichter erster Ordnung um das Fünffache zu. Überdies werden die Abstände zwischen den Punkten gleichmäßig gehalten. Daher kann die Auflösung der Abstandsmessung weiter verbessert werden.

[0069] Darüber hinaus nimmt mit zunehmendem Wert der Beugungseinheit m die Anzahl an Punkten in einem peripheren Bereich ab. Deshalb ist ein Wert der Beugungseinheit m vorzugsweise kleiner. Die Beugungseinheit $m = 2$ ist besonders wünschenswert. Auf der anderen Seite ist es in einem Fall, in dem der Beugungswinkel klein ist und es schwierig ist, den Beugungswinkel und die Effizienz des Beugungselements 134 zu steuern, auch möglich, die Beugungseinheit m größer auszuwählen.

[0070] Darüber hinaus kann eine Orientierung des Beugungselements 134 um 180 Grad gedreht werden. Das heißt, die durch die vorliegende Technologie angegebene Beugungsrichtung kann um 180 Grad gedreht werden.

<3. Dritte Ausführungsform>

[0071] In der dritten Ausführungsform wird ein Beispiel zum Teilen von Licht durch das Beugungselement 134 in sieben Teile beschrieben. Man beachte, dass die Konfiguration mit Ausnahme des Beugungselements 134 jener der ersten Ausführungsform, die oben beschrieben wurde, ähnlich ist und somit deren detaillierte Beschreibung unterlassen wird.

[Gebeugtes Licht]

[0072] Fig. 26 ist ein Diagramm, das ein Beispiel des gebeugten Lichts durch ein lichtemittierendes Element 111 gemäß der dritten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht. **Fig. 27** ist ein Diagramm, das ein Beispiel der gebeugten Lichter durch eine Vielzahl der lichtemittierenden Elemente 111 gemäß der dritten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

[0073] In der dritten Ausführungsform wird angenommen, dass $n = 3$ gilt, das heißt, die gebeugten Lichter in drei Richtungen erzeugt werden. Das Beugungselement 134 erzeugt positive gebeugte Lichter erster Ordnung und negative gebeugte Lichter erster Ordnung (angegeben durch einen gestrichelten Kreis in der Zeichnung) in jeweils drei Richtungen für das Licht, das von einem lichtemittierenden Element 111 am Punkt C emittiert wird, der oben beschrieben wurde. Daher werden für ein lichtemittierendes Element 111 insgesamt sechs gebeugte Lichter erzeugt.

[0074] Der zwischen einer Beugungsrichtung und der Seite AB (CD) in einer Richtung gebildete Winkel θ_x erfüllt:

$$\theta_x = \tan^{-1}(b/na).$$

[0075] Wenn Winkeldifferenzen von zwei, durch Zwischen-Lichtemissionsabstände a und b erzeugten Lichtstrahlen, nachdem sie durch die Kollimatorlinse 113 kollimiert wurden, auf ϕa bzw. ϕb festgelegt werden, erfüllt ein Beugungswinkel ϕx des gebeugten Lichts:

$$\phi x = m \times \sqrt{(n\phi a)^2 + \phi b^2} / (2n + 1).$$

[0076] Der zwischen einer anderen Beugungsrichtung und der Seite AB (CD) in einer Richtung gebildete Winkel θ_x erfüllt:

$$\theta_x = \tan^{-1}(5b/a).$$

[0077] Wenn Winkeldifferenzen von zwei, durch Zwischen-Lichtemissionsabstände a und b erzeugten Lichtstrahlen, nachdem sie durch die Kollimatorlinse 113 kollimiert wurden, auf ϕa bzw. ϕb festgelegt werden, erfüllt ein Beugungswinkel ϕx des gebeugten Lichts:

$$\phi x = m \times \sqrt{\phi a^2 + (5\phi b)^2} / (2n + 1).$$

[0078] Ein zwischen noch einer anderen Beugungsrichtung und der Seite AB (CD) in einer Richtung gebildeter Winkel θ_x erfüllt:

$$\theta_x = \tan^{-1}(-4b/2a).$$

[0079] Wenn Winkeldifferenzen von zwei, durch Zwischen-Lichtemissionsabstände a und b erzeugten Lichtstrahlen, nachdem sie durch die Kollimatorlinse 113 kollimiert wurden, auf ϕa bzw. ϕb festgelegt werden, erfüllt ein Beugungswinkel ϕx des gebeugten Lichts:

$$\phi x = m \times \sqrt{(2\phi a)^2 + (4\phi b)^2} / \{2(2n + 1)\}.$$

[0080] Man beachte, dass, wie oben beschrieben wurde, die Beugungseinheit m eine natürliche Zahl mit Ausnahme eines ganzzahligen Vielfachen von $(2n + 1)$ ist.

[0081] Fig. 28 bis Fig. 31 sind Diagramme, die ein spezifisches Beispiel eines Lichtbestrahlungs-Punktmusters gemäß der dritten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulichen. **Fig. 28** veranschaulicht ein Beispiel eines Falls, in dem die Beugungseinheit m auf zwei gesetzt ist. **Fig. 29** veranschaulicht ein Beispiel eines Falls, in dem die Beugungseinheit m auf vier gesetzt ist. **Fig. 30** veranschaulicht ein Beispiel eines Falls, in dem die Beugungseinheit m auf sechs gesetzt ist. **Fig. 31** veranschaulicht ein Beispiel eines Falls, in dem die Beugungseinheit m auf acht gesetzt ist.

[0082] Da auf diese Weise für ein lichtemittierendes Element 111 sechs gebeugte Lichter erzeugt werden, nimmt die Anzahl der Punkte durch das Licht nullter Ordnung, die positiven gebeugten Lichter erster Ordnung und die negativen gebeugten Lichter erster Ordnung um das Siebenfache zu. Darüber hinaus werden die Abstände zwischen den Punkten gleichmäßig gehalten. Deshalb kann die Auflösung der Abstandsmessung weiter verbessert werden.

[0083] Überdies nimmt mit zunehmendem Wert der Beugungseinheit m die Anzahl an Punkten in einem peripheren Bereich ab. Daher ist der Wert der Beugungseinheit m wünschenswerterweise kleiner. Die Beugungseinheit $m = 2$ ist besonders wünschenswert. Falls auf der anderen Seite der Beugungswinkel klein ist und es schwierig ist, den Beugungswinkel und die Effizienz des Beugungselements 134 zu steuern, ist es auch möglich, die Beugungseinheit m größer auszuliegen.

[0084] Darüber hinaus kann eine Orientierung des Beugungselements 134 um 180 Grad gedreht werden. Das heißt, die in der vorliegenden Technologie angegebene Beugungsrichtung kann um 180 Grad gedreht werden.

<4. Vierte Ausführungsform>

[0085] In der vierten Ausführungsform wird ein Beispiel zum Teilen von Licht durch das Beugungselement 134 in neun Teile beschrieben. Man beachte, dass die Konfiguration mit Ausnahme des Beugungselements 134 jener der ersten Ausführungsform, die oben beschrieben wurde, ähnlich ist und somit deren detaillierte Beschreibung weggelassen wird.

[Gebeugtes Licht]

[0086] Fig. 32 ist ein Diagramm, das ein Beispiel des gebeugten Lichts durch ein lichtemittierendes Element 111 gemäß der vierten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht. **Fig. 33** ist ein Diagramm, das ein Beispiel der gebeugten Lichter durch eine Vielzahl der lichtemittierenden Elemente 111 gemäß der vierten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

[0087] In der vierten Ausführungsform wird angenommen, dass $n = 4$ gilt, das heißt, die gebeugten Lichter in vier Richtungen erzeugt werden. Das Beugungselement 134 erzeugt positive gebeugte Lichter erster Ordnung und negative gebeugte Lichter erster Ordnung (angegeben durch einen gestrichelten Kreis in der Zeichnung) in jeweils vier Richtungen für das Licht, das von einem lichtemittierenden Element 111 am Punkt C emittiert wird, der oben beschrieben wurde. Deshalb werden für ein licht-

emittierendes Element 111 insgesamt acht gebeugte Lichter erzeugt.

[0088] Der zwischen einer Beugungsrichtung und der Seite AB (CD) in einer Richtung gebildete Winkel θ_x erfüllt

$$\theta_x = \tan^{-1}(b/2a).$$

[0089] Wenn Winkeldifferenzen von zwei, durch Zwischen-Lichtemissionsabstände a und b erzeugten Lichtstrahlen, nachdem sie durch die Kollimatorlinse 113 kollimiert wurden, auf ϕ_a bzw. ϕ_b festgelegt werden, erfüllt ein Beugungswinkel ϕ_x des gebeugten Lichts:

$$\phi_x = m \times \sqrt{\{(2\phi_a)^2 + \phi_b^2\}} / 3.$$

[0090] Der zwischen einer anderen Beugungsrichtung und der Seite AB (CD) in einer Richtung gebildete Winkel θ_x erfüllt:

$$\theta_x = \tan^{-1}(-2b/a).$$

[0091] Wenn Winkeldifferenzen von zwei, durch Zwischen-Lichtemissionsabstände a und b erzeugten Lichtstrahlen, nachdem sie durch die Kollimatorlinse 113 kollimiert wurden, auf ϕ_a bzw. ϕ_b festgelegt werden, erfüllt ein Beugungswinkel ϕ_x des gebeugten Lichts:

$$\phi_x = m \times \sqrt{\{\phi_a^2 + (2\phi_b)^2\}} / 3.$$

[0092] Der zwischen einer anderen Beugungsrichtung und der Seite AB (CD) in einer Richtung gebildete Winkel θ_x erfüllt:

$$\theta_x = \tan^{-1}(3b/a).$$

[0093] Wenn Winkeldifferenzen von zwei, durch Zwischen-Lichtemissionsabstände a und b erzeugten Lichtstrahlen, nachdem sie durch die Kollimatorlinse 113 kollimiert wurden, auf ϕ_a bzw. ϕ_b festgelegt werden, erfüllt ein Beugungswinkel ϕ_x des gebeugten Lichts:

$$\phi_x = m \times \sqrt{\{\phi_a^2 + (3\phi_b)^2\}} / 3.$$

[0094] Der zwischen noch einer anderen Beugungsrichtung und der Seite AB (CD) in einer Richtung gebildete Winkel θ_x erfüllt:

$$\theta_x = \tan^{-1}(-b/3a).$$

[0095] Wenn Winkeldifferenzen von zwei, durch Zwischen-Lichtemissionsabstände a und b erzeugten Lichtstrahlen, nachdem sie durch die Kollimator-

linse 113 kollimiert wurden, auf ϕa bzw. ϕb festgelegt werden, erfüllt ein Beugungswinkel ϕx des gebeugten Lichts:

$$\phi x = m \times \sqrt{\{(3\phi a)^2 + \phi b^2\}} / 3.$$

[0096] Die Beugungseinheit m ist eine natürliche Zahl, bei der es sich um ein Vielfaches von sechs handelt. Diese Beugungseinheit m ist wünschenswerterweise:

$$m < 2n + 1.$$

[0097] **Fig. 34** und **Fig. 35** sind Diagramme, die spezifische Beispiele eines Lichtbestrahlungs-Punktmusters gemäß der vierten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulichen. **Fig. 34** veranschaulicht ein Beispiel eines Falls, in dem die Beugungseinheit m auf sechs gesetzt ist. **Fig. 35** veranschaulicht ein Beispiel eines Falls, in dem die Beugungseinheit m auf 12 gesetzt ist.

[0098] Da auf diese Weise für ein lichtemittierendes Element 111 achte gebeugte Lichter erzeugt werden, nimmt die Anzahl an Punkten durch das Licht nullter Ordnung, die positiven gebeugten Lichter erster Ordnung und die negativen gebeugten Lichter erster Ordnung um das Neunfache zu. Darüber hinaus werden die Abstände zwischen den Punkten gleichmäßig gehalten. Deshalb kann die Auflösung der Abstandsmessung weiter verbessert werden.

[0099] Darüber hinaus nimmt mit zunehmendem Wert der Beugungseinheit m die Anzahl an Punkten in einem peripheren Bereich ab. Deshalb ist der Wert der Beugungseinheit m wünschenswerterweise kleiner. Die Beugungseinheit $m = 1$ ist besonders wünschenswert. Auf der anderen Seite ist es in einem Fall, in dem der Beugungswinkel klein ist und es schwierig ist, den Beugungswinkel und die Effizienz des Beugungselements 134 zu steuern, auch möglich, die Beugungseinheit m größer auszulegen.

<5. Fünfte Ausführungsform>

[0100] In der fünften Ausführungsform wird ein weiteres Beispiel zum Teilen von Licht durch das Beugungselement 134 in neun Teile beschrieben. Man beachte, dass die Konfiguration mit Ausnahme des Beugungselements 134 jener der ersten Ausführungsform, die oben beschrieben wurde, ähnlich ist und somit deren detaillierte Beschreibung unterlassen wird.

[Gebeugtes Licht]

[0101] Ein Diagramm, das ein Beispiel des gebeugten Lichts durch ein lichtemittierendes Element 111 gemäß der fünften Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht, ist **Fig. 32** ähnlich.

Fig. 36 ist ein Diagramm, das ein Beispiel der gebeugten Lichter durch eine Vielzahl der lichtemittierenden Elemente 111 gemäß der fünften Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

[0102] In der fünften Ausführungsform wird angenommen, dass $n = 4$ gilt, das heißt, die gebeugten Lichter in vier Richtungen erzeugt werden. Das Beugungselement 134 erzeugt positive gebeugte Lichter erster Ordnung und negative gebeugte Lichter erster Ordnung (angegeben durch einen gestrichelten Kreis in der Zeichnung) in jeweils vier Richtungen für das Licht, das von einem lichtemittierenden Element 111 am Punkt C emittiert wird, der oben beschrieben wurde. Deshalb werden für ein lichtemittierendes Element 111 insgesamt acht gebeugte Lichter erzeugt.

[0103] Der zwischen einer Beugungsrichtung und der Seite AB (CD) in einer Richtung gebildete Winkel θx erfüllt:

$$\theta x = \tan^{-1}(b/2a).$$

[0104] Wenn Winkeldifferenzen von zwei, durch Zwischen-Lichtemissionsabstände a und b erzeugten Lichtstrahlen, nachdem sie durch die Kollimatorlinse 113 kollimiert wurden, auf ϕa bzw. ϕb festgelegt werden, erfüllt ein Beugungswinkel ϕx des gebeugten Lichts:

$$\phi x = 3 \times \sqrt{\{(2\phi a)^2 + \phi b^2\}} / 2.$$

[0105] **Fig. 37** ist ein Diagramm, das ein spezifisches Beispiel eines Lichtbestrahlungs-Punktmusters gemäß der fünften Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

[0106] Da auf diese Weise für ein lichtemittierendes Element 111 acht gebeugte Lichter erzeugt werden, nimmt die Anzahl an Punkten durch das Licht nullter Ordnung, die positiven gebeugten Lichter erster Ordnung und die negativen gebeugten Lichter erster Ordnung um das Dreifache zu. Darüber hinaus werden die Abstände zwischen den Punkten gleichmäßig gehalten. Deshalb kann die Auflösung der Abstandsmessung weiter verbessert werden.

<6. Sechste Ausführungsform>

[0107] In der sechsten Ausführungsform wird ein Beispiel zum Teilen von Licht durch das Beugungselement 134 in drei Teile beschrieben. Man beachte, dass die Konfigurationen mit Ausnahme des gebeugten Lichts ähnlich jenen der ersten Ausführungsform sind, die oben beschrieben wurde, und somit deren detaillierte Beschreibung weggelassen wird.

[Gebeugtes Licht]

[0108] Ein Diagramm, das ein Beispiel des gebeugten Lichts durch ein lichtemittierendes Element 111 gemäß der sechsten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht, ist **Fig. 14** ähnlich. Ein Diagramm, das ein Beispiel der gebeugten Lichter durch eine Vielzahl der lichtemittierenden Elemente 111 gemäß der sechsten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht, ist **Fig. 15** ähnlich.

[0109] In der sechsten Ausführungsform wird angenommen, dass $n = 1$ gilt, das heißt, das gebeugte Licht in eine Richtung erzeugt wird. Das Beugungselement 134 erzeugt positives gebeugtes Licht erster Ordnung und negatives gebeugtes Licht erster Ordnung für das Licht, das von einem lichtemittierenden Element 111 am Punkt C emittiert wird, der oben beschrieben wurde. Daher werden für ein lichtemittierendes Element 111 insgesamt zwei gebeugte Lichter erzeugt.

[0110] Der zwischen einer Beugungsrichtung und der Seite AB (CD) in einer Richtung gebildete Winkel θ_x erfüllt:

$$\theta_x = \tan^{-1} \{ b / (n+1)a \}.$$

[0111] Wenn Winkeldifferenzen von zwei, durch Zwischen-Lichtemissionsabstände a und b erzeugten Lichtstrahlen, nachdem sie durch die Kollimatorlinse 113 kollimiert wurden, auf ϕ_a bzw. ϕ_b festgelegt werden, erfüllt ein Beugungswinkel ϕ_x des gebeugten Lichts:

$$\phi_x = m \times \sqrt{\{(n+1)\phi_a\}^2 + \phi_b^2} / (2n+1).$$

[0112] Man beachte, dass eine Beugungseinheit m eine Einheit ist, die einen Beugungswinkel definiert, und eine natürliche Zahl mit Ausnahme eines ganzzahligen Vielfachen von $(2n+1)$ ist. Diese Beugungseinheit m ist wünschenswerterweise:

$$m < 2n+1.$$

[0113] **Fig. 38** und **Fig. 39** sind Diagramme, die spezifische Beispiele eines Lichtbestrahlungs-Punktmusters gemäß der vierten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulichen. **Fig. 38** veranschaulicht ein Beispiel eines Falls, in dem die Beugungseinheit m auf zwei gesetzt ist. **Fig. 39** veranschaulicht ein Beispiel eines Falls, in dem die Beugungseinheit m auf vier gesetzt ist.

[0114] Da auf diese Weise für ein lichtemittierendes Element 111 zwei gebeugte Lichter erzeugt werden, nimmt die Anzahl an Punkten durch das Licht nullter Ordnung von dem lichtemittierenden Element 111

selbst und das positive gebeugte Licht erster Ordnung und das negative gebeugte Licht erster Ordnung, die durch das Beugungselement 134 erzeugt werden, um das Dreifache zu. Darüber hinaus werden die Abstände zwischen den Punkten gleichmäßig gehalten. Deshalb kann die Auflösung der Abstandsmessung verbessert werden.

[0115] Darüber hinaus nimmt mit zunehmendem Wert der Beugungseinheit m die Anzahl an Punkten in einem peripheren Bereich ab. Deshalb ist der Wert der Beugungseinheit m wünschenswerterweise kleiner. Die Beugungseinheit $m = 2$ ist besonders wünschenswert. Falls auf der anderen Seite der Beugungswinkel klein ist und es schwierig ist, den Beugungswinkel und die Effizienz des Beugungselements 134 zu steuern, ist es auch möglich, die Beugungseinheit m größer auszuwählen.

[0116] Man beachte, dass in einem Fall, in dem das Beugungselement 134 vorgesehen ist, nicht wenig gebeugtes Licht hoher Ordnung erzeugt wird. Jedoch fungiert in der ersten Ausführungsform der vorliegenden Technologie, da das gebeugte Licht hoher Ordnung mit dem Licht nullter Ordnung oder dem positiven gebeugten Licht erster Ordnung und dem negativen gebeugten Licht erster Ordnung von einem anderen lichtemittierenden Element überlappt, dies effektiv als Punktlicht.

[0117] Darüber hinaus kann eine Orientierung des Beugungselements 134 um 180 Grad gedreht werden. Das heißt, die in der vorliegenden Technologie angegebene Beugungsrichtung kann um 180 Grad gedreht werden.

<7. Siebte Ausführungsform>

[0118] In der siebten Ausführungsform wird ein Beispiel zum Teilen von Licht durch das Beugungselement 134 in fünf Teile beschrieben. Man beachte, dass die Konfigurationen mit Ausnahme des gebeugten Lichts ähnlich jenen der zweiten Ausführungsform sind, die oben beschrieben wurden, und somit deren detaillierte Beschreibung unterlassen wird.

[Gebeugtes Licht]

[0119] Ein Diagramm, das ein Beispiel des gebeugten Lichts durch ein lichtemittierendes Element 111 gemäß der siebten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht, ist **Fig. 20** ähnlich. Ein Diagramm, das ein Beispiel der gebeugten Lichter durch eine Vielzahl der lichtemittierenden Elemente 111 gemäß der siebten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht, ist **Fig. 21** ähnlich.

[0120] In der siebten Ausführungsform wird angenommen, dass $n = 2$ gilt, das heißt, die gebeugten

Lichter in zwei Richtungen erzeugt werden. Das Beugungselement 134 erzeugt positives gebeugtes Licht erster Ordnung und negatives gebeugtes Licht erster Ordnung in jeder der beiden Richtungen jeweils für das Licht, das von einem lichtemittierenden Element 111 am Punkt C emittiert wird, der oben beschrieben wurde. Daher werden für ein lichtemittierendes Element 111 insgesamt vier gebeugte Lichter erzeugt.

[0121] Der zwischen einer Beugungsrichtung und der Seite AB (CD) in einer Richtung gebildete Winkel θ_x erfüllt:

$$\theta_x = \tan^{-1} \{b/(n+1)a\}.$$

[0122] Wenn Winkeldifferenzen von zwei, durch Zwischen-Lichtemissionsabstände a und b erzeugten Lichtstrahlen, nachdem sie durch die Kollimatorlinse 113 kollimiert wurden, auf ϕ_a bzw. ϕ_b festgelegt werden, erfüllt ein Beugungswinkel ϕ_x des gebeugten Lichts:

$$\phi_x = m \times \sqrt{\{(n+1)\phi_a\}^2 + \phi_b^2} / (2n+1).$$

[0123] Man beachte, dass, wie oben beschrieben wurde, in der siebten Ausführungsform die Beugungseinheit m eine natürliche Zahl mit Ausnahme eines ganzzahligen Vielfachen von $(2n+1)$ ist.

[0124] Außerdem erfüllt ein zwischen noch anderen Beugungsrichtung und der Seite AB (CD) in einer Richtung gebildete Winkel θ_x :

$$\theta_x = \tan^{-1} \{-(n+1)b/a\}.$$

[0125] Wenn Winkeldifferenzen von zwei, durch Zwischen-Lichtemissionsabstände a und b erzeugten Lichtstrahlen, nachdem sie durch die Kollimatorlinse 113 kollimiert wurden, auf ϕ_a bzw. ϕ_b festgelegt werden, erfüllt ein Beugungswinkel ϕ_x des gebeugten Lichts:

$$\phi_x = m \times \sqrt{\phi_a^2 + \{(n+1)\phi_b\}^2} / (2n+1).$$

[0126] Fig. 40 bis Fig. 43 sind Diagramme, die ein spezifisches Beispiel eines Lichtbestrahlungs-Punktmusters gemäß der siebten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulichen. Fig. 40 veranschaulicht ein Beispiel eines Falls, in dem die Beugungseinheit m auf zwei gesetzt ist. Fig. 41 veranschaulicht ein Beispiel eines Falls, in dem die Beugungseinheit m auf vier gesetzt ist. Fig. 42 veranschaulicht ein Beispiel eines Falls, in dem die Beugungseinheit m auf sechs gesetzt ist. Fig. 43 veranschaulicht ein Beispiel eines Falls, in dem die Beugungseinheit m auf acht gesetzt ist.

[0127] Da auf diese Weise für ein lichtemittierendes Element 111 vier gebeugte Lichter erzeugt werden, nimmt die Anzahl an Punkten durch das Licht nullter Ordnung, die positiven gebeugten Lichter erster Ordnung und die negativen gebeugten Lichter erster Ordnung um das Fünffache zu. Darüber hinaus werden die Abstände zwischen den Punkten gleichmäßig gehalten. Deshalb kann die Auflösung der Abstandsmessung weiter verbessert werden.

[0128] Überdies nimmt mit zunehmendem Wert der Beugungseinheit m die Anzahl der Punkte in einem peripheren Bereich ab. Deshalb ist der Wert der Beugungseinheit m wünschenswerterweise kleiner. Die Beugungseinheit $m = 2$ ist besonders wünschenswert. Falls auf der anderen Seite der Beugungswinkel klein ist und es schwierig ist, den Beugungswinkel und die Effizienz des Beugungselements 134 zu steuern, ist es auch möglich, die Beugungseinheit m größer auszulegen.

[0129] Darüber hinaus kann eine Orientierung des Beugungselements 134 um 180 Grad gedreht werden. Das heißt, die in der vorliegenden Technologie angegebene Beugungsrichtung kann um 180 Grad gedreht werden.

<8. Achte Ausführungsform>

[0130] In der achten Ausführungsform wird ein Beispiel zum Teilen von Licht durch das Beugungselement 134 in drei Teile beschrieben. Man beachte, dass die vorliegende Ausführungsform der oben beschriebenen Ausführungsform ähnlich ist, außer dass n von θ_x auf $n = 1$ gesetzt ist und $(2n+1)$ des Nenners von ϕ_x durch zwei ersetzt ist, und somit deren detaillierte Beschreibung unterlassen wird.

[Gebeugtes Licht]

[0131] Fig. 44 ist ein Diagramm, das ein Beispiel des gebeugten Lichts durch ein lichtemittierendes Element 111 gemäß der achten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht. Fig. 45 ist ein Diagramm, das ein Beispiel der gebeugten Lichter durch eine Vielzahl der lichtemittierenden Elemente 111 gemäß der achten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

[0132] In der achten Ausführungsform wird angenommen, dass das gebeugte Licht in einer Richtung erzeugt wird. Das Beugungselement 134 erzeugt positives gebeugtes Licht erster Ordnung und negatives gebeugtes Licht erster Ordnung (angegeben durch einen gestrichelten Kreis in der Zeichnung) für das Licht, das von einem lichtemittierenden Element 111 am Punkt C emittiert wird, der oben beschrieben wurde. Daher werden für ein lichtemittierendes Element 111 insgesamt zwei gebeugte

Lichter erzeugt. In der achten Ausführungsform überlappt positives gebeugtes Licht erster Ordnung eines bestimmten Punktlichts mit negativem gebeugtem Licht erster Ordnung eines schrägen Punktlichts oder überlappt negatives gebeugtes Licht erster Ordnung eines bestimmten Punktlichts mit positivem gebeugtem Licht erster Ordnung eines schrägen Punktlichts.

[0133] Der zwischen einer Beugungsrichtung und der Seite AB (CD) in einer Richtung gebildete Winkel θx erfüllt:

$$\theta x = \tan^{-1}(b/a).$$

[0134] Wenn Winkeldifferenzen von zwei, durch Zwischen-Lichtemissionsabstände a und b erzeugten Lichtstrahlen, nachdem sie durch die Kollimatorlinse 113 kollimiert wurden, auf φa bzw. φb festgelegt werden, erfüllt ein Beugungswinkel φx des gebeugten Lichts:

$$\varphi x = m \times \sqrt{\varphi a^2 + \varphi b^2} / 2.$$

[0135] Jedoch ist eine Beugungseinheit m eine Einheit, die einen Beugungswinkel definiert, und ist ein ganzzahlig Vielfaches von $(2n + 1)$ mit Ausnahme von $2(2n + 1)$.

[0136] Fig. 46 bis Fig. 47 sind Diagramme, die ein spezifisches Beispiel eines Lichtbestrahlungs-Punktmusters gemäß der achten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulichen. Fig. 46 veranschaulicht ein Beispiel eines Falls, in dem das Beugungselement 134 vorgesehen ist und die Beugungseinheit m auf drei gesetzt ist. Fig. 47 veranschaulicht ein Beispiel eines Falls, in dem das Beugungselement 134 vorgesehen ist und die Beugungseinheit m auf neun gesetzt ist.

[0137] Da auf diese Weise für ein lichtemittierendes Element 111 zwei gebeugte Lichter erzeugt werden, nimmt die Anzahl an Punkten durch das Licht nullter Ordnung vom lichtemittierenden Element 111 selbst und das positive gebeugte Licht erster Ordnung und das negative gebeugte Licht erster Ordnung, die durch das Beugungselement 134 erzeugt werden, um das Doppelte zu. Darüber hinaus werden die Abstände zwischen den Punkten gleichmäßig gehalten. Deshalb kann die Auflösung der Abstandsmessung weiter verbessert werden.

[0138] Darüber hinaus nimmt mit zunehmendem Wert der Beugungseinheit m die Anzahl an Punkten in einem peripheren Bereich ab. Deshalb ist der Wert der Beugungseinheit m wünschenswerterweise kleiner. Die Beugungseinheit $m = 3$ ist besonders wünschenswert. Auf der anderen Seite ist es in einem Fall, in dem der Beugungswinkel klein ist und es

schwierig ist, den Beugungswinkel und die Effizienz des Beugungselements 134 zu steuern, auch möglich, die Beugungseinheit m größer auszulegen.

[0139] Man beachte, dass in einem Fall, in dem das Beugungselement 134 vorgesehen ist, nicht wenig gebeugtes Licht hoher Ordnung erzeugt wird. Da jedoch in der achten Ausführungsform der vorliegenden Technologie das gebeugte Licht hoher Ordnung mit dem Licht nullter Ordnung oder dem positiven gebeugten Licht erster Ordnung und dem negativen gebeugten Licht erster Ordnung von einem anderen lichtemittierenden Element überlappt, fungiert dies effektiv als Punktlicht.

<9. Neunte Ausführungsform>

[0140] In der neunten Ausführungsform wird ein Beispiel zum Teilen von Licht durch das Beugungselement 134 in fünf Teile beschrieben. Man beachte, dass die Konfigurationen ähnlich jenen der zweiten Ausführungsform sind, die oben beschrieben wurden, außer dass n von θx auf $n = 1$ gesetzt ist, und somit deren detaillierte Beschreibung unterlassen wird.

[Gebeugtes Licht]

[0141] Fig. 48 ist ein Diagramm, das ein Beispiel des gebeugten Lichts durch ein lichtemittierendes Element 111 gemäß der neunten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht. Fig. 49 ist ein Diagramm, das ein Beispiel der gebeugten Lichter durch eine Vielzahl der lichtemittierenden Elemente 111 gemäß der neunten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

[0142] In der neunten Ausführungsform wird angenommen, dass die gebeugten Lichter in zwei Richtungen erzeugt werden. Das Beugungselement 134 erzeugt positives gebeugtes Licht erster Ordnung und negatives gebeugtes Licht erster Ordnung (angegeben durch einen gestrichelten Kreis in der Zeichnung) jeweils in zwei Richtungen für das Licht, das von einem lichtemittierenden Element 111 am Punkt C emittiert wird, der oben beschrieben wurde. Daher werden insgesamt vier gebeugte Lichter für ein lichtemittierendes Element 111 erzeugt. In der neunten Ausführungsform überlappt positives gebeugtes Licht erster Ordnung eines bestimmten Punktlichts mit negativem gebeugtem Licht erster Ordnung eines schrägen Punktlichts oder überlappt negatives gebeugtes Licht erster Ordnung eines bestimmten Punktlichts mit positivem gebeugtem Licht erster Ordnung eines schrägen Punktlichts.

[0143] Der zwischen einer Beugungsrichtung und der Seite AB (CD) in einer Richtung gebildete Winkel θx erfüllt:

$$\theta x = \tan^{-1}(b/a).$$

[0144] Wenn Winkeldifferenzen von zwei, durch Zwischen-Lichtemissionsabstände a und b erzeugten Lichtstrahlen, nachdem sie durch die Kollimatorlinse 113 kollimiert wurden, auf φa bzw. φb festgelegt werden, erfüllt ein Beugungswinkel φx des gebeugten Lichts:

$$\varphi x = m \times \sqrt{(\varphi a^2 + \varphi b^2)} / 2.$$

[0145] Man beachte, dass in der neunten Ausführungsform die Beugungseinheit m eine natürliche Zahl eines ganzzahlig Vielfachen von $(2n + 1)$ mit Ausnahme von $2(2n + 1)$ ist.

[0146] Darüber hinaus erfüllt ein zwischen einer anderen Beugungsrichtung und der Seite AB (CD) in einer Richtung gebildete Winkel θx :

$$\theta x = \tan^{-1}(-b/a).$$

[0147] Wenn Winkeldifferenzen von zwei, durch Zwischen-Lichtemissionsabstände a und b erzeugten Lichtstrahlen, nachdem sie durch die Kollimatorlinse 113 kollimiert wurden, auf φa bzw. φb festgelegt werden, erfüllt ein Beugungswinkel φx des gebeugten Lichts:

$$\varphi x = m \times \sqrt{(\varphi a^2 + \varphi b^2)} / 2.$$

[0148] Fig. 50 bis Fig. 51 sind Diagramme, die ein spezifisches Beispiel eines Lichtbestrahlungs-Punktmusters gemäß der neunten Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulichen. **Fig. 50** veranschaulicht ein Beispiel eines Falls, in dem die Beugungseinheit m auf fünf gesetzt ist. **Fig. 51** veranschaulicht ein Beispiel eines Falls, in dem die Beugungseinheit m auf 15 gesetzt ist.

[0149] Da auf diese Weise für ein lichtemittierendes Element 111 vier gebeugte Lichter erzeugt werden, erhöht sich die Anzahl an Punkten durch das Licht nullter Ordnung, die positiven gebeugten Lichter erster Ordnung und die negativen gebeugten Lichter erster Ordnung um das Doppelte. Darüber hinaus werden die Abstände zwischen den Punkten gleichmäßig gehalten. Deshalb kann die Auflösung der Abstandsmessung weiter verbessert werden.

[0150] Überdies nimmt mit zunehmendem Wert der Beugungseinheit m die Anzahl an Punkten in einem peripheren Bereich ab. Deshalb ist der Wert der Beugungseinheit m wünschenswerterweise kleiner. Die Beugungseinheit $m = 5$ ist besonders wünschenswert. Falls auf der anderen Seite der Beugungswinkel klein ist und es schwierig ist, den Beugungswinkel und die Effizienz des Beugungselements 134 zu

steuern, ist es auch möglich, die Beugungseinheit m größer auszulegen.

<10. Zehnte Ausführungsform>

[0151] In der oben beschriebenen Ausführungsform wird die Anzahl an Punktlichtern durch Teilen des Punktlichts durch das Beugungselement 134 erhöht. Die vorliegende Ausführungsform ist ein Anwendungsbeispiel, bei dem die lichtemittierenden Elemente 111, die Licht emittieren, in Gruppen (Sätze) unterteilt sind und die lichtemittierenden Elemente 111, die Licht emittieren, in zeitgeteilter Weise bzw. im Zeitmultiplex geschaltet werden. Daher kann das Lichtemissionsmuster nach Bedarf geändert werden.

[Konfiguration einer Lichtemissionseinheit]

[0152] Fig. 52 ist ein Diagramm, das ein Konfigurationsbeispiel der Lichtemissionseinheit 110 gemäß dem Anwendungsbeispiel der vorliegenden Ausführungsform veranschaulicht.

[0153] Die Lichtemissionseinheit 110 gemäß dem Anwendungsbeispiel gruppiert die in einem Array angeordneten lichtemittierenden Elemente 111 in Einheiten von Spalten in eine X-Seite (Gruppen X1 bis X9 lichtemittierender Elemente) und eine Y-Seite (Gruppen Y1 bis Y9 lichtemittierender Elemente). Dann sind ein X-seitiges Elektroden-Pad 161 und ein Y-seitiges Elektroden-Pad 162 getrennt vorgesehen. Daher können die X-Seite und die Y-Seite der lichtemittierenden Elemente 111 unabhängig angesteuert werden. Beispielsweise wird eine Vielzahl von Lichtstrahlen (erste Lichtstrahlen) von einer Vielzahl der lichtemittierenden Elemente 111, die mit dem X-seitigen Elektroden-Pad 161 verbunden sind, jeweils zu dem Ziel als punktförmiger Lichtstrahl ausgestrahlt (punktgestrahlt) und wird eine Vielzahl der Lichtstrahlen (zweite Lichtstrahlen) von einer Vielzahl der lichtemittierenden Elemente 111, die mit dem Y-seitigen Elektroden-Pad 162 verbunden sind, zum Zielbereich als im Wesentlichen gleichmäßiger Lichtstrahl ausgestrahlt (gleichmäßig ausgestrahlt).

[0154] In diesem Beispiel sind die Gruppen X1 bis X9 lichtemittierender Elemente und die Gruppen Y1 bis Y9 lichtemittierender Elemente auf dem Substrat 130 mit einer rechteckigen Form abwechselnd angeordnet. Man beachte, dass ein Beispiel, bei dem die Gruppen X1 bis X9 lichtemittierender Elemente und die Gruppen Y1 bis Y9 lichtemittierender Elemente abwechselnd angeordnet sind, hierin beschrieben wird, aber die vorliegende Technologie nicht auf dieses beschränkt ist. Beispielsweise kann die Anzahl einer Vielzahl lichtemittierender Elemente 111 je nach der gewünschten Anzahl und Position von Lichtemissionspunkten und einem gewünschten Betrag einer Lichtabgabe wahlfrei in einem Array

angeordnet werden. Beispielsweise veranschaulicht **Fig. 52** ein Beispiel, bei dem die Anzahl der lichtemittierenden Elemente 111, die mit dem X-seitigen Elektroden-Pad 161 verbunden sind, gleich der Anzahl der lichtemittierenden Elemente 111 ist, die mit dem Y-seitigen Elektroden-Pad 162 verbunden sind. Wie in **Fig. 53** veranschaulicht ist, kann jedoch die Anzahl der lichtemittierenden Elemente 111, die mit dem X-seitigen Elektroden-Pad 161 verbunden sind, von der Anzahl der lichtemittierenden Elemente, die mit dem Y-seitigen Elektroden-Pad 162 verbunden sind, verschieden sein. Im Beispiel von **Fig. 53** ist die Anzahl lichtemittierender Elemente auf einer Punkt-Bestrahlungsseite (X-Seite) klein, ist ein Intervall zwischen Punkten, mit denen das Ziel bestrahlt wird, erweitert und kann ein Nichtbestrahlungsgebiet bzw. bestrahlungsfreies Gebiet zwischen den Punkten, um Mehrweg-Gegenmaßnahmen zu ergreifen, ausreichend sichergestellt werden. Das heißt, wenn der Lichtemissionseinheit 110 die gleiche Leistung bereitgestellt wird, kann die Lichtabgabe in jedem der lichtemittierenden Elemente 111 erhöht werden und ist die Anzahl lichtemittierender Elemente 111 auf der Seite gleichmäßiger Bestrahlung (Y-Seite) groß, so dass eine gleichmäßigere Lichtintensitätsverteilung erhalten werden kann.

[0155] **Fig. 54** ist ein Diagramm, das ein erstes Beispiel des Laser-Treibers 118 zum Ansteuern der Lichtemissionseinheit 110 gemäß dem Anwendungsbeispiel der Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

[0156] Im ersten Beispiel ist der Laser-Treiber 118 gemeinsam auf der X-Seite und der Y-Seite der lichtemittierenden Elemente 111 vorgesehen und wird die Lichtemission im lichtemittierenden Element 111 durch Öffnen und Schließen eines Schalters 117 gesteuert. Das heißt, indem man einen der beiden Schalter 117 einschaltet und den anderen Schalter 117 ausschaltet, ist es möglich, zwischen der X-Seite und der Y-Seite der lichtemittierenden Elemente 111 umzuschalten. Man beachte, dass der Schalter 117 ein Beispiel für eine in den Ansprüchen angeführte Schalteinheit ist.

[0157] **Fig. 55** ist ein Diagramm, das ein zweites Beispiel des Laser-Treibers 118 zum Ansteuern der Lichtemissionseinheit 110 gemäß dem Anwendungsbeispiel der Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

[0158] In diesem zweiten Beispiel ist der Laser-Treiber 118 getrennt vorgesehen, um sowohl die X-Seite als auch die Y-Seite der lichtemittierenden Elemente 111 anzusteuern. Das heißt, einer der zwei Laser-Treiber 118 wird zum Ansteuern der lichtemittierenden Elemente 111 auf der X-Seite genutzt, und der andere Laser-Treiber 118 wird zum Ansteuern der lichtemittierenden Elemente 111 auf der Y-Seite

genutzt. Indem man die Laser-Treiber 118 auf diese Weise getrennt vorsieht, können Ansteuerbedingungen wie etwa Strom und Spannung individuell gesteuert werden.

[0159] Man beachte, dass das Umschalten der Lichtemission zwischen der X-Seite und der Y-Seite der lichtemittierenden Elemente 111 mittels eines Betriebs des Laser-Treibers 118 durchgeführt werden kann, der individuell vorgesehen ist, aber in diesem Fall durch den Schalter 117 erfolgen kann.

[Betrieb]

[0160] **Fig. 56** ist ein Diagramm, das ein Beispiel einer Betriebszeitsteuerung einer Lichtemissionssteuerung der Lichtemissionseinheit 110 gemäß dem Anwendungsbeispiel der Ausführungsform der vorliegenden Technologie veranschaulicht.

[0161] **Fig. 56** veranschaulicht ein Beispiel für eine Lichtemissionssequenz der Beleuchtungseinheit 1. Auf einen Abschnitt bzw. eine Sektion, in der ein Bild einer Abstandsmessung erzeugt wird, wird als „Frame“ verwiesen und ein Frame ist auf beispielsweise eine Zeit von 33,3 ms (Frequenz von 30 Hz) festgelegt. Als Impuls einer Abstandsmessung wird beispielsweise eine kontinuierliche Rechteckwelle mit 100 MHz/Tastgrad = 50 % genutzt, und dies bewirkt eine kontinuierliche Lichtemission zwischen Akkumulationssektionen. Eine Vielzahl der Akkumulationssektionen mit unterschiedlichen Bedingungen kann im Frame vorgesehen werden. Obgleich acht Akkumulationssektionen in **Fig. 56** veranschaulicht sind, ist die Anzahl der Akkumulationssektionen nicht auf diese Anzahl beschränkt.

[0162] Wie in der Zeichnung veranschaulicht ist, wird in der Beleuchtungsvorrichtung 1 veranlasst, dass die X-Seite (siehe **Fig. 52**) Licht in einem Frame emittiert, und die Lichtempfangseinheit 200 empfängt reflektiertes Licht und erzeugt ein Bild einer Abstandsmessung. Im nächsten Frame wird veranlasst, dass die Y-Seite (siehe **Fig. 52**) Licht emittiert, und empfängt die Lichtempfangseinheit 200 das reflektierte Licht und erzeugt ein Bild einer Abstandsmessung. Man beachte, dass in **Fig. 56** die X-Seite und die Y-Seite für einen Frame umgeschaltet werden, sie aber für jede Vielzahl von Frames umgeschaltet werden können. Man beachte, dass das Umschalten zwischen der Lichtemission auf der X-Seite und der Lichtemission auf der Y-Seite beispielsweise in Einheiten von einem Frame, in Einheiten eines Blocks oder in Einheiten einer Vielzahl von Blöcken durchgeführt werden kann. Deshalb ist es beispielsweise möglich, im Vergleich mit einem Verfahren, bei dem Fokuspositionen von Laserstrahlen, die von einer Vielzahl der Lichtemissionseinheiten emittiert werden, mechanisch umgeschaltet werden, zwischen einer Punkt-Bestrahlung und einer gleich-

mäßigen Bestrahlung mit einer höheren Geschwindigkeit bzw. schneller umzuschalten.

[0163] Als ein weiterer Aspekt der Lichtemissionssteuerung des lichtemittierenden Elements 111 können beispielsweise die folgenden drei Verfahren vorgesehen werden. Bei einem ersten Verfahren wird eine Lichtemission auf der X-Seite und der Y-Seite für jeden Frame abwechselnd durchgeführt. Daher ist es möglich, die Leistungsaufnahme bzw. den Stromverbrauch pro Frame zu reduzieren. Überdies ist es möglich, eine Lichtabgabe in einem Frame zu erhöhen, um einen Abstand einer Abstandsmessung zu vergrößern und die Genauigkeit der Abstandsmessung zu verbessern. Auf diese Weise kann eine Abstandsmessung mit hoher Auflösung unter Verwendung von zwei Frames vorgenommen werden.

[0164] Bei einem zweiten Verfahren wird eine Lichtemission auf der X-Seite und der Y-Seite für jeden Block abwechselnd durchgeführt. Darüber hinaus wird bei einem dritten Verfahren, das ein Zwischenverfahren zwischen dem ersten Verfahren und dem zweiten Verfahren ist, eine Lichtemission auf der X-Seite und der Y-Seite für jede Vielzahl von Blöcken schaltend abwechselnd durchgeführt.

[0165] Durch solch ein Umschalten der Lichtemission wird bei einer Punktlicht-Bestrahlung auf einer Seite Licht (Mehrweglicht), das von einem anderen Objekt als einem Ziel irregulär reflektiert wird und zurückkehrt, unter Ausnutzung eines Gebiets detektiert, das nicht mit dem Punktlicht bestrahlt wird. Dann ist es auch möglich, einen Fehler der Abstandsmessung, der durch einen Mehrweg verursacht wird, zu korrigieren, indem das detektierte Mehrweglicht als unnötiges Licht von der Punktlicht-Bestrahlung subtrahiert wird.

[0166] In diesem Beispiel wird angenommen, dass die X-Seite und die Y-Seite abwechselnd geschaltet werden; das Umschalten kann aber sequentiell unter allein der X-Seite, allein der Y-Seite und sowohl der X-Seite als auch der Y-Seite, zwischen allein der X-Seite und sowohl der X-Seite und der Y-Seite oder zwischen allein der Y-Seite und sowohl der X-Seite als auch der Y-Seite durchgeführt werden. Beispielsweise ist es in Anbetracht des Stromverbrauchs denkbar, dass sowohl die X-Seite als auch die Y-Seite Licht in einem Fall emittieren, in dem die Lichtabgabe pro lichtemittierendem Element 111 in einem kurzen Abstand gering sein kann, und nur die X-Seite oder die Y-Seite Licht emittiert, falls die Lichtabgabe pro lichtemittierendem Element 111 bei großem Abstand hoch sein soll. Daher ist es möglich, eine Abstandsmessung mit hoher Auflösung bei kurzem Abstand und eine Abstandsmessung mit einer hohen Abstandsgenauigkeit beim großen Abstand durchzuführen.

<11. Modifikationsbeispiel>

[0167] Fig. 57 bis Fig. 60 sind Diagramme, die ein Beispiel einer Gruppierung der lichtemittierenden Elemente 111 gemäß dem Anwendungsbeispiel der vorliegenden Technologie veranschaulichen.

[0168] Im Beispiel in Fig. 57 wird ein Fall angenommen, in dem ein Gebiet für jede Vielzahl von Spalten (in dem Beispiel zwei Spalten) ausgebildet ist und das Umschalten für jedes Gebiet durchgeführt wird. Im Beispiel in Fig. 58 wird ein Fall unterstellt, in dem ein Frame ferner vertikal in zwei unterteilt ist, um viereckige Gebiete zu bilden, und das Umschalten für jedes Gebiet durchgeführt wird. Im Beispiel in Fig. 59 wird ein Fall unterstellt, in dem ein Frame vertikal in drei unterteilt ist und das Umschalten für jedes Gebiet durchgeführt wird.

[0169] Wenn die Anzahl an Punkten erhöht wird und die Lichtintensität pro Punkt beibehalten wird, besteht die Möglichkeit, dass der Stromverbrauch so zunimmt, dass er eine Sicherheitsnorm zum Schutz der Augen überschreitet. In dieser Hinsicht kann durch Umschalten der Lichtemission in Einheiten von Lichtemissionsgebieten eine flexible Einstellung vorgenommen werden. Das Umschalten der Lichtemission kann für jeden Frame durchgeführt werden und kann für jeden Block oder dergleichen im Frame durchgeführt werden. Darüber hinaus ist es auch möglich, eine Position eines Ziels zu erkennen, dessen Abstand gemessen werden soll, und das Gebiet Licht emittieren zu lassen.

[0170] Fig. 60 ist ein Diagramm, das ein anderes Beispiel einer Gruppierung der lichtemittierenden Elemente 111 gemäß dem Modifikationsbeispiel der vorliegenden Technologie veranschaulicht. In diesem Beispiel ist ein Beispiel veranschaulicht, bei dem eine Gruppierung für je zwei Spalten vorgenommen ist, so dass die lichtemittierenden Elemente 111 für jede Spalte unterschiedlich kombiniert sind. Beispielsweise bilden erste und dritte Spalten ein Gebiet A1, bilden zweite und vierte Spalten ein Gebiet A2, bilden fünfte und siebte Spalten ein Gebiet A3, bilden sechste und achte Spalten ein Gebiet A4, bilden neunte und elfte Spalten ein Gebiet A5 und bilden zehnte und zwölfte Spalten ein Gebiet A6. Daher kann das Umschalten der Lichtemission für je zwei Spalten gesteuert werden. Deshalb ist es möglich, den durch Umschalten von Gebieten verursachten Stromverbrauch zu reduzieren und die Lichtabgabe innerhalb der Sicherheitsnorm für Laser zu erhöhen, während Mehrweg-Gegenmaßnahmen ergriffen werden.

[0171] Das Beugungselement 134 kann eine binäre Struktur aufweisen. Zu diesem Zeitpunkt kann die Anzahl an Stufen der binären Struktur erhöht wer-

den, und in diesem Fall kann die Effizienz bzw. der Wirkungsgrad erhöht werden.

[0172] Obgleich ein Beispiel vorgesehen ist, bei dem die lichtemittierenden Elemente 111 durch eine Mesa-Struktur mit der säulenförmigen Mesa 147 getrennt sind, ist die vorliegende Technologie nicht auf dieses beschränkt. Die Lichtemissionseinheit 11 und die Lichtemissionseinheit 12 können in einer Struktur vorliegen, und jede Lichtemissionseinheit kann durch die Stromeinengungsschicht 148 getrennt sein oder kann durch eine Struktur ohne Mesa-Struktur getrennt sein.

[0173] Auf diese Weise ist es gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Technologie durch Teilen des Punktlichts durch das Beugungselement 134 möglich, die Auflösung zu verbessern, während die Anzahl an in einem optischen Modul angeordneten lichtemittierenden Elementen 111 unterdrückt wird. Darüber hinaus können die Intervalle der Punktlichter einheitlich bzw. gleichmäßig eingerichtet werden. Überdies ist es möglich, den Einfluss von gebeugtem Licht hoher Ordnung zu reduzieren.

[0174] Man beachte, dass die oben beschriebenen Ausführungsformen ein Beispiel beschreiben, um die vorliegende Technologie zu realisieren, und es eine Korrespondenzbeziehung zwischen den Sachverhalten in den Ausführungsformen und den Sachverhalten, die die Erfindung in den Ansprüchen spezifizieren, gibt. Ähnlich gibt es eine Korrespondenzbeziehung zwischen den die Erfindung in den Ansprüchen spezifizierenden Sachverhalten und den Sachverhalten in den Ausführungsformen der vorliegenden Technologie, die dieselben Bezeichnungen aufweisen. Die vorliegende Technologie ist jedoch nicht auf die Ausführungsformen beschränkt und kann realisiert werden, indem verschiedene Modifikationen an den Ausführungsformen vorgenommen werden, ohne von deren Geist abzuweichen.

[0175] Man beachte, dass die in der vorliegenden Beschreibung beschriebenen Effekte nur Beispiele und nicht beschränkt sind und andere Effekte geliefert werden können.

[0176] Man beachte, dass die vorliegende Technologie Konfigurationen wie folgt aufweisen kann.

[0177] (1) Ein optisches Modul, umfassend:

eine Lichtemissionseinheit, die in einem Array zweidimensional angeordnete lichtemittierende Elemente enthält; und

ein Beugungselement, das einen von jedem der lichtemittierenden Elemente ausgestrahlten Lichtstrahl beugt und den Lichtstrahl in eine Vielzahl von Lichtstrahlen trennt,

worin die Lichtemissionseinheit eine Multi-Array-Struktur aufweist, die auf einer Struktur basiert, in der die lichtemittierenden Elemente jeweils an Eckpunkten angeordnet sind, die ein Viereck bilden, dessen einander gegenüberliegende Seiten parallel zueinander sind,

ein Abstand zwischen den lichtemittierenden Elementen auf einer Seite in einer ersten Richtung auf a festgelegt ist und ein Abstand zwischen den lichtemittierenden Elementen auf einer Seite in einer zweiten Richtung, die zur Seite in der ersten Richtung orthogonal ist, auf b festgelegt ist,

das Beugungselement gebeugtes Licht in n Richtungen (n ist eine natürliche Zahl) erzeugt und ein zwischen einer Beugungsrichtung und der Seite in der ersten Richtung gebildeter Winkel θ_x

$$\theta_x = \tan^{-1}(b/na)$$

erfüllt und,

wenn Winkeldifferenzen von zwei, durch Zwischen-Lichtemissionsabstände a und b erzeugten Lichtstrahlen auf ϕ_a bzw. ϕ_b festgelegt werden und m auf eine natürliche Zahl mit Ausnahme eines ganzzahlig Vielfachen von $(2n + 1)$ gesetzt wird, ein Beugungswinkel ϕ_x des gebeugten Lichts

$$\phi_x = m \times \sqrt{(n\phi_a)^2 + \phi_b^2} / (2n + 1)$$

erfüllt.

[0178] (2) Ein optisches Modul, umfassend:

eine Lichtemissionseinheit, die in einem Array zweidimensional angeordnete lichtemittierende Elemente enthält; und

ein Beugungselement, das einen von jedem der lichtemittierenden Elemente ausgestrahlten Lichtstrahl beugt und den Lichtstrahl in eine Vielzahl von Lichtstrahlen trennt,

worin die Lichtemissionseinheit eine Multi-Array-Struktur aufweist, die auf einer Struktur basiert, in der die lichtemittierenden Elemente jeweils an Eckpunkten angeordnet sind, die ein Viereck bilden, dessen einander gegenüberliegende Seiten parallel zueinander sind,

ein Abstand zwischen den lichtemittierenden Elementen auf einer Seite in einer ersten Richtung auf a festgelegt ist und ein Abstand zwischen den lichtemittierenden Elementen auf einer Seite in einer zweiten Richtung, die zur Seite in der ersten Richtung orthogonal ist, auf b festgelegt ist,

das Beugungselement gebeugtes Licht in n Richtungen (n ist eine natürliche Zahl) erzeugt und ein zwischen einer Beugungsrichtung und der Seite in der ersten Richtung gebildeter Winkel θ_x

$$\theta_x = \tan^{-1} \{b/(n+1)a\}$$

erfüllt und,

wenn Winkeldifferenzen von zwei, durch Zwischen-Lichtemissionsabstände a und b erzeugten Lichtstrahlen auf φ_a bzw. φ_b festgelegt werden und m auf eine natürliche Zahl mit Ausnahme eines ganzzahlig Vielfachen von $(2n+1)$ gesetzt wird, ein Beugungswinkel φ_x des gebeugten Lichts

$$\varphi_x = m \times \sqrt{\{(n+1)\varphi_a\}^2 + \varphi_b^2} / (2n+1)$$

erfüllt.

[0179] (3) Ein optisches Modul, umfassend:

eine Lichtemissionseinheit, die in einem Array zweidimensional angeordnete lichtemittierende Elemente enthält; und

ein Beugungselement, das einen von jedem der lichtemittierenden Elemente ausgestrahlten Lichtstrahl beugt und den Lichtstrahl in eine Vielzahl von Lichtstrahlen trennt,

worin die Lichtemissionseinheit eine Multi-Array-Struktur aufweist, die auf einer Struktur basiert, in der die lichtemittierenden Elemente jeweils an Eckpunkten angeordnet sind, die ein Viereck bilden, dessen einander gegenüberliegende Seiten parallel zueinander sind,

ein Abstand zwischen den lichtemittierenden Elementen auf einer Seite in einer ersten Richtung auf a festgelegt ist und ein Abstand zwischen den lichtemittierenden Elementen auf einer Seite in einer zweiten Richtung, die zur Seite in der ersten Richtung orthogonal ist, auf b festgelegt ist,

das Beugungselement gebeugtes Licht in n Richtungen (n ist eine natürliche Zahl) erzeugt und ein zwischen einer Beugungsrichtung und der Seite in der ersten Richtung gebildeter Winkel θ_x

$$\theta_x = \tan^{-1} (b/a)$$

erfüllt und,

wenn Winkeldifferenzen von zwei, durch Zwischen-Lichtemissionsabstände a und b erzeugten Lichtstrahlen auf φ_a bzw. φ_b festgelegt werden und m auf eine natürliche Zahl eines

ganzzahlig Vielfachen von $(2n+1)$ mit Ausnahme von $2(2n+1)$ gesetzt wird, ein Beugungswinkel φ_x des gebeugten Lichts

$$\varphi_x = m \times \sqrt{\varphi_a^2 + \varphi_b^2} / 2$$

erfüllt.

[0180] (4) Das optische Modul gemäß einem von (1) bis (3), worin die Lichtemissionseinheit eine Schalteinheit enthält, die dafür konfiguriert ist, die lichtemittierenden Elemente umzuschalten, um Licht für je zumindest zwei Sätze zu emittieren.

[0181] (5) Das optische Modul gemäß einem von (1) bis (3), worin die Lichtemissionseinheit eine Schalteinheit enthält, die dafür konfiguriert ist, die lichtemittierenden Elemente umzuschalten, um Licht für je zumindest zwei Sätze zu emittieren, ein Ziel mit einer Vielzahl erster Lichtstrahlen als punktförmige Lichtstrahlen bestrahlt und den Zielbereich mit einer Vielzahl zweiter Lichtstrahlen als im Wesentlichen gleichmäßige Lichtstrahlen bestrahlt.

[0182] (6) Das optische Modul gemäß einem von (1) bis (3), worin jedes der lichtemittierenden Elemente zumindest zwei aktive Schichten in einer vertikalen Richtung enthält.

[0183] (7) Das optische Modul gemäß einem von (1) bis (6), ferner umfassend eine Lichtdetektionseinheit, die konfiguriert ist, um reflektiertes Licht von einem mit dem Lichtstrahl bestrahlten Ziel zu empfangen, worin die Lichtdetektionseinheit eine Funktion zum Korrigieren eines durch einen Mehrweg verursachten Fehlers der Abstandsmessung aufweist.

[0184] (8) Eine Abstandsmessvorrichtung, die das optische Modul gemäß einem von (1) bis (7) nutzt.

BEZUGSZEICHENLISTE

10	Abstandsmessvorrichtung
20	Bestrahlungsziel
100	Beleuchtungseinheit
110	Lichtemissionseinheit
111	lichtemittierendes Element
113	Kollimatorlinse
114	Beugungselement
117	Schalter
118	Laser-Treiber
119	Komponenten integrierendes Substrat
121,122	Halteeinheit

123	Kathodenelektrodeneinheit
124,125	Anodenelektrodeneinheit
130	Substrat
134	Beugungselement
200	Lichtempfangseinheit
300	Steuerungseinheit
400	Abstandsmesseinheit

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 20130148102 A [0003]

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- Zhu Wenjun, et. al: 'Analysis of the operating point of a novel multiple-active region tunneling-regenerated vertical-cavity surface-emitting laser', Proc. of International Conference on Solid-State and Integrated Circuit Technology, Bd. 6, S. 1306-1309 [0038]

Patentansprüche**1. Optisches Modul, aufweisend:**

eine Lichtemissionseinheit, die in einem Array zweidimensional angeordnete lichtemittierende Elemente enthält; und
 ein Beugungselement, das einen von jedem der lichtemittierenden Elemente ausgestrahlten Lichtstrahl beugt und den Lichtstrahl in eine Vielzahl von Lichtstrahlen trennt,
 wobei die Lichtemissionseinheit eine Multi-Array-Struktur aufweist, die auf einer Struktur basiert, in der die lichtemittierenden Elemente jeweils an Eckpunkten angeordnet sind, die ein Viereck bilden, dessen einander gegenüberliegende Seiten parallel zueinander sind,
 ein Abstand zwischen den lichtemittierenden Elementen auf einer Seite in einer ersten Richtung auf a festgelegt ist und ein Abstand zwischen den lichtemittierenden Elementen auf einer Seite in einer zweiten Richtung, die zur Seite in der ersten Richtung orthogonal ist, auf b festgelegt ist,
 das Beugungselement gebeugtes Licht in n Richtungen (n ist eine natürliche Zahl) erzeugt und ein zwischen einer Beugungsrichtung und der Seite in der ersten Richtung gebildeter Winkel θ_x

$$\theta_x = \tan^{-1}(b/na)$$

erfüllt und,
 wenn Winkeldifferenzen von zwei, durch Zwischen-Lichtemissionsabstände a und b erzeugten Lichtstrahlen auf φ_a bzw. φ_b festgelegt werden und m auf eine natürliche Zahl mit Ausnahme eines ganzzahligen Vielfachen von $(2n + 1)$ gesetzt wird, ein Beugungswinkel φ_x des gebeugten Lichts

$$\varphi_x = m \times \sqrt{\{(n\varphi_a)^2 + \varphi_b^2\}} / (2n + 1)$$

erfüllt.

2. Optisches Modul, aufweisend:

eine Lichtemissionseinheit, die in einem Array zweidimensional angeordnete lichtemittierende Elemente enthält; und
 ein Beugungselement, das einen von jedem der lichtemittierenden Elemente ausgestrahlten Lichtstrahl beugt und den Lichtstrahl in eine Vielzahl von Lichtstrahlen trennt,
 wobei die Lichtemissionseinheit eine Multi-Array-Struktur aufweist, die auf einer Struktur basiert, in der die lichtemittierenden Elemente jeweils an Eckpunkten angeordnet sind, die ein Viereck bilden, dessen einander gegenüberliegende Seiten parallel zueinander sind,
 ein Abstand zwischen den lichtemittierenden Elementen auf einer Seite in einer ersten Richtung auf a festgelegt ist und ein Abstand zwischen den lichtemittierenden Elementen auf einer Seite in einer

zweiten Richtung, die zur Seite in der ersten Richtung orthogonal ist, auf b festgelegt ist,
 das Beugungselement gebeugtes Licht in n Richtungen (n ist eine natürliche Zahl) erzeugt und ein zwischen einer Beugungsrichtung und der Seite in der ersten Richtung gebildeter Winkel θ_x

$$\theta_x = \tan^{-1}\{b/(n+1)a\}$$

erfüllt und,
 wenn Winkeldifferenzen von zwei, durch Zwischen-Lichtemissionsabstände a und b erzeugten Lichtstrahlen auf φ_a bzw. φ_b festgelegt werden und m auf eine natürliche Zahl mit Ausnahme eines ganzzahligen Vielfachen von $(2n + 1)$ gesetzt wird, ein Beugungswinkel φ_x des gebeugten Lichts

$$\varphi_x = m \times \sqrt{\{(n+1)\varphi_a\}^2 + \varphi_b^2} / (2n + 1)$$

erfüllt.

3. Optisches Modul, aufweisend:

eine Lichtemissionseinheit, die in einem Array zweidimensional angeordnete lichtemittierende Elemente enthält; und
 ein Beugungselement, das einen von jedem der lichtemittierenden Elemente ausgestrahlten Lichtstrahl beugt und den Lichtstrahl in eine Vielzahl von Lichtstrahlen trennt,
 wobei die Lichtemissionseinheit eine Multi-Array-Struktur aufweist, die auf einer Struktur basiert, in der die lichtemittierenden Elemente jeweils an Eckpunkten angeordnet sind, die ein Viereck bilden, dessen einander gegenüberliegende Seiten parallel zueinander sind,
 ein Abstand zwischen den lichtemittierenden Elementen auf einer Seite in einer ersten Richtung auf a festgelegt ist und ein Abstand zwischen den lichtemittierenden Elementen auf einer Seite in einer zweiten Richtung, die zur Seite in der ersten Richtung orthogonal ist, auf b festgelegt ist,
 das Beugungselement gebeugtes Licht in n Richtungen (n ist eine natürliche Zahl) erzeugt und ein zwischen einer Beugungsrichtung und der Seite in der ersten Richtung gebildeter Winkel θ_x

$$\theta_x = \tan^{-1}(b/a)$$

erfüllt und,
 wenn Winkeldifferenzen von zwei, durch Zwischen-Lichtemissionsabstände a und b erzeugten Lichtstrahlen auf φ_a bzw. φ_b festgelegt werden und m auf eine natürliche Zahl eines ganzzahligen Vielfachen von $(2n + 1)$ mit Ausnahme von $2(2n + 1)$ gesetzt wird, ein Beugungswinkel φ_x des gebeugten Lichts

$$\varphi_x = m \times \sqrt{\varphi_a^2 + \varphi_b^2} / 2$$

erfüllt.

4. Optisches Modul nach Anspruch 1, wobei die Lichtemissionseinheit eine Schalteinheit enthält, die dafür konfiguriert ist, die lichtemittierenden Elemente umzuschalten, um Licht für je zumindest zwei Sätze zu emittieren.

5. Optisches Modul nach Anspruch 1, wobei die Lichtemissionseinheit eine Schalteinheit enthält, die dafür konfiguriert ist, die lichtemittierenden Elemente umzuschalten, um Licht für je zumindest zwei Sätze zu emittieren, ein Ziel mit einer Vielzahl erster Lichtstrahlen als punkartige Lichtstrahlen bestrahlt und den Zielbereich mit einer Vielzahl zweiter Lichtstrahlen als im Wesentlichen gleichmäßige Lichtstrahlen bestrahlt.

6. Optisches Modul nach Anspruch 1, wobei jedes der lichtemittierenden Elemente zumindest zwei aktive Schichten in einer vertikalen Richtung enthält.

7. Optisches Modul nach Anspruch 1, ferner aufweisend eine Lichtdetektionseinheit, die konfiguriert ist, um reflektiertes Licht von einem mit dem Lichtstrahl bestrahlten Ziel zu empfangen, wobei die Lichtdetektionseinheit eine Funktion zum Korrigieren einen durch einen Mehrweg verursachten Fehler der Abstandsmessung aufweist.

8. Abstandsmessvorrichtung, aufweisend das optische Modul nach Anspruch 1.

Es folgen 57 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

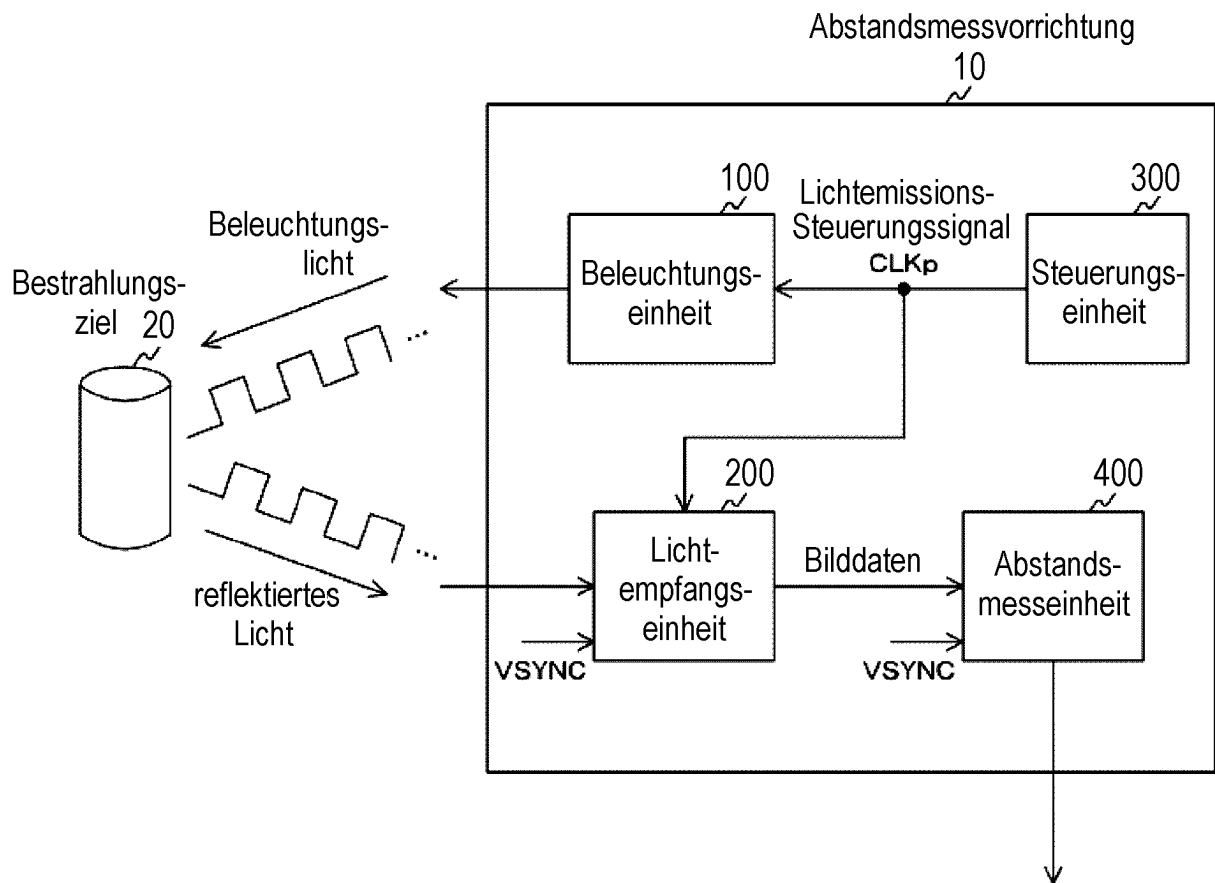


FIG. 2

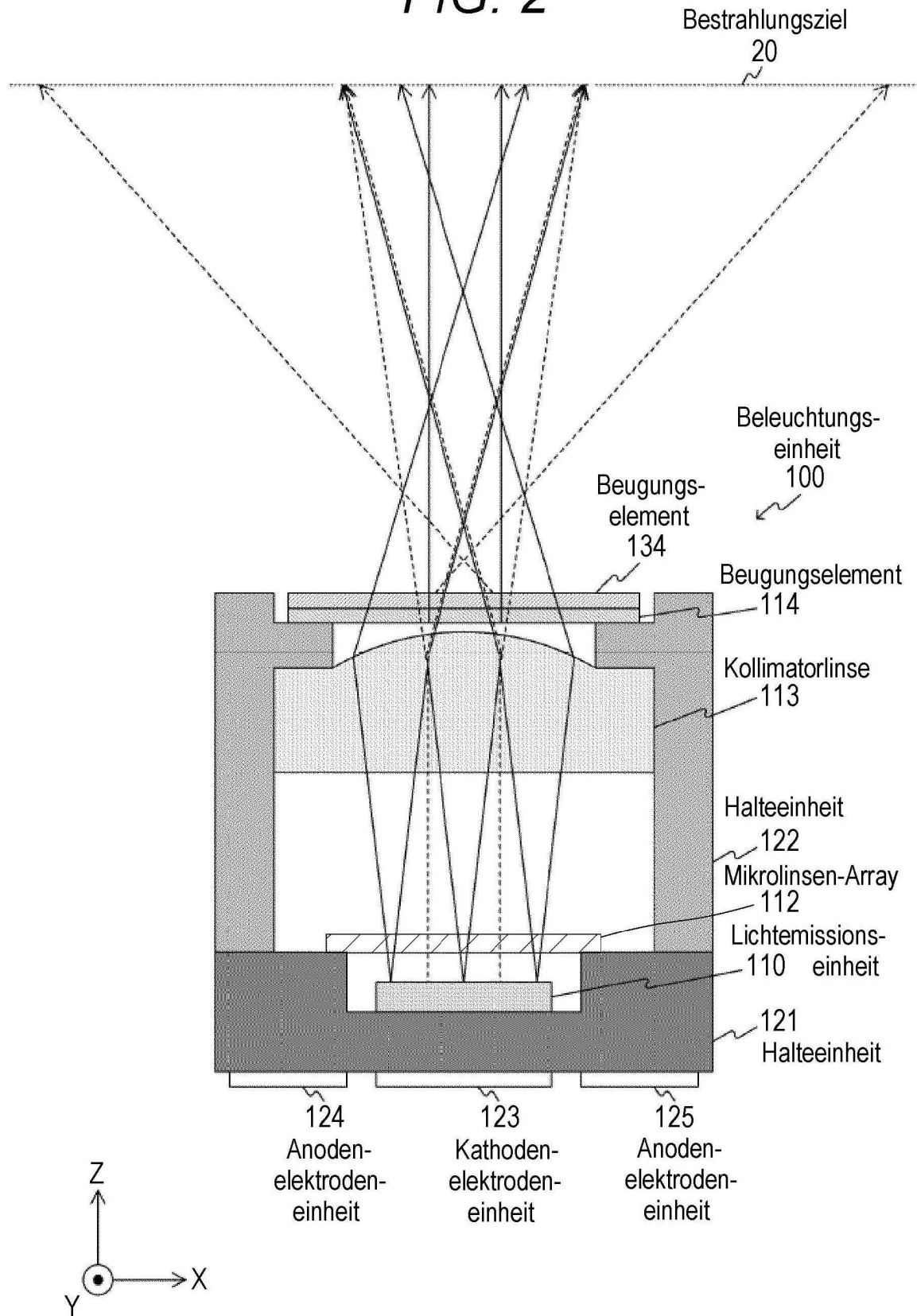


FIG. 3

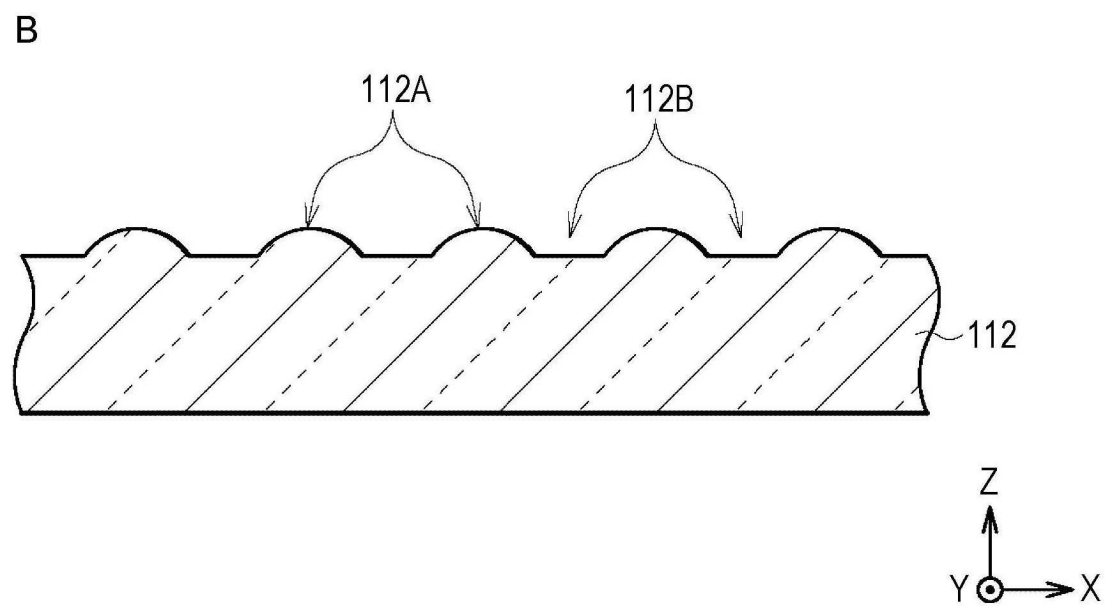
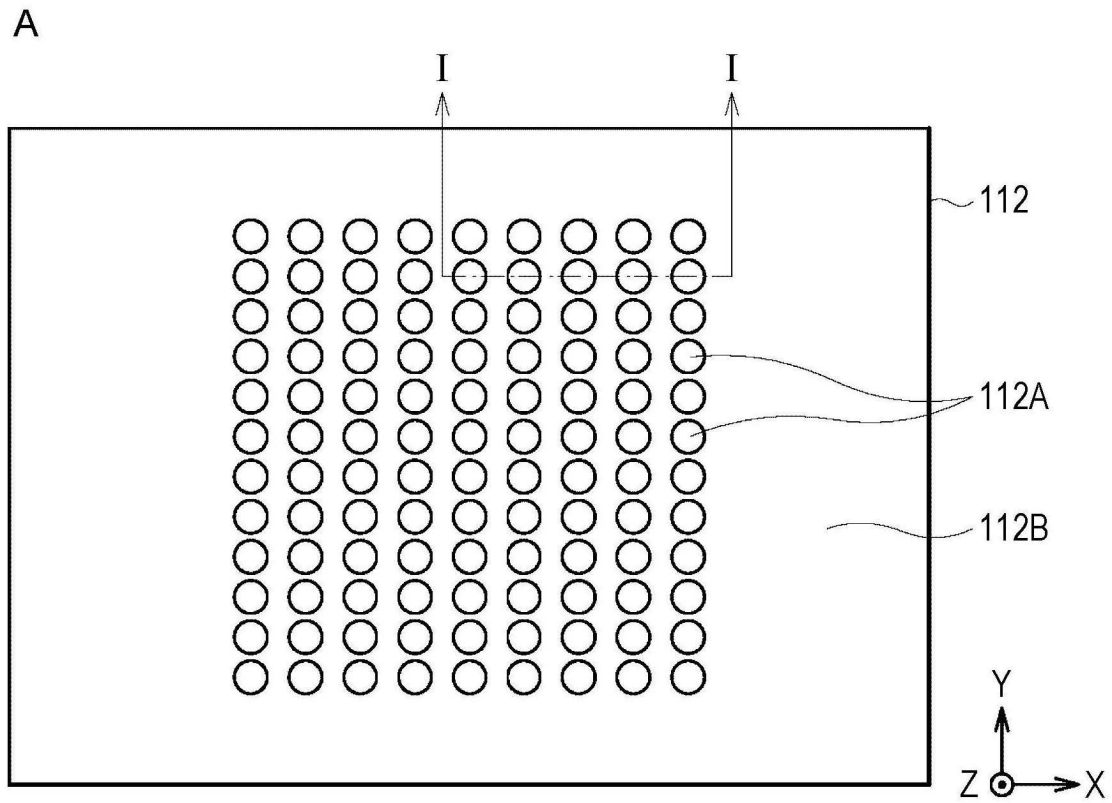
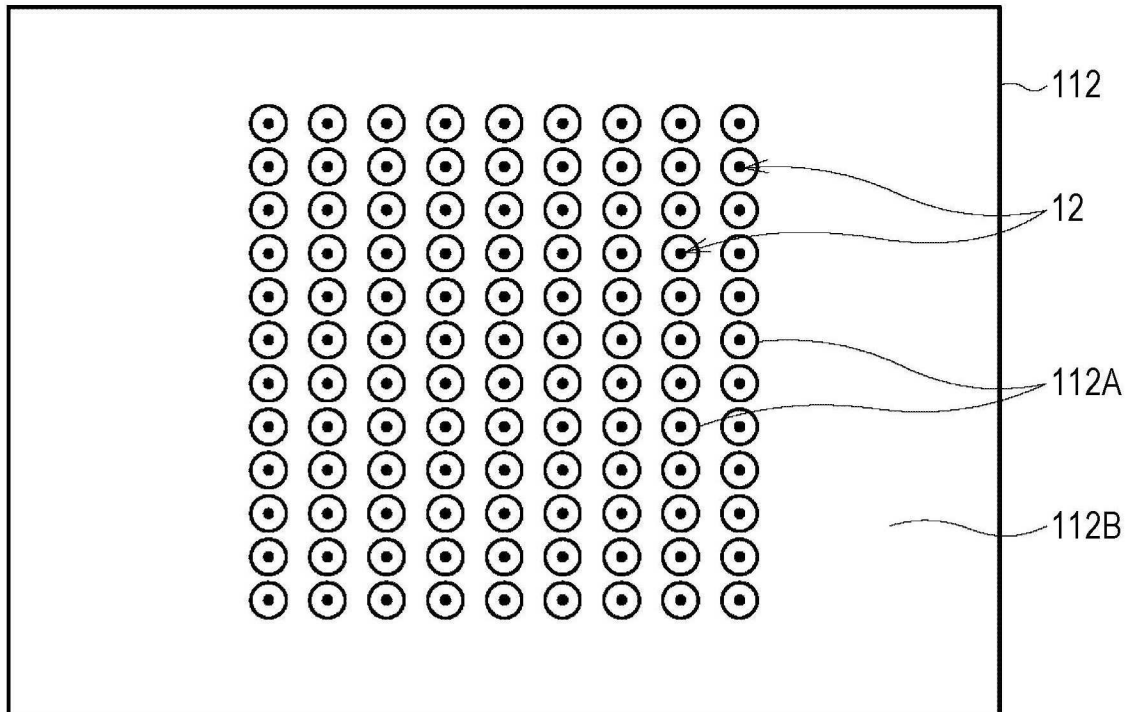


FIG. 4

A



B

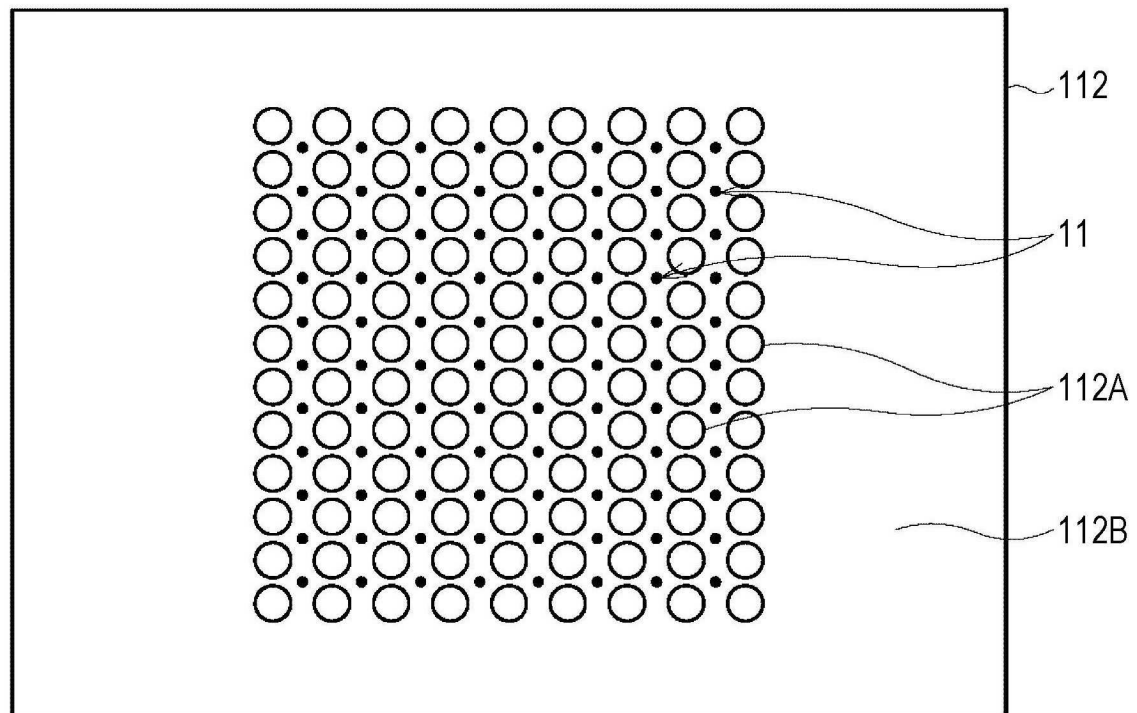


FIG. 5

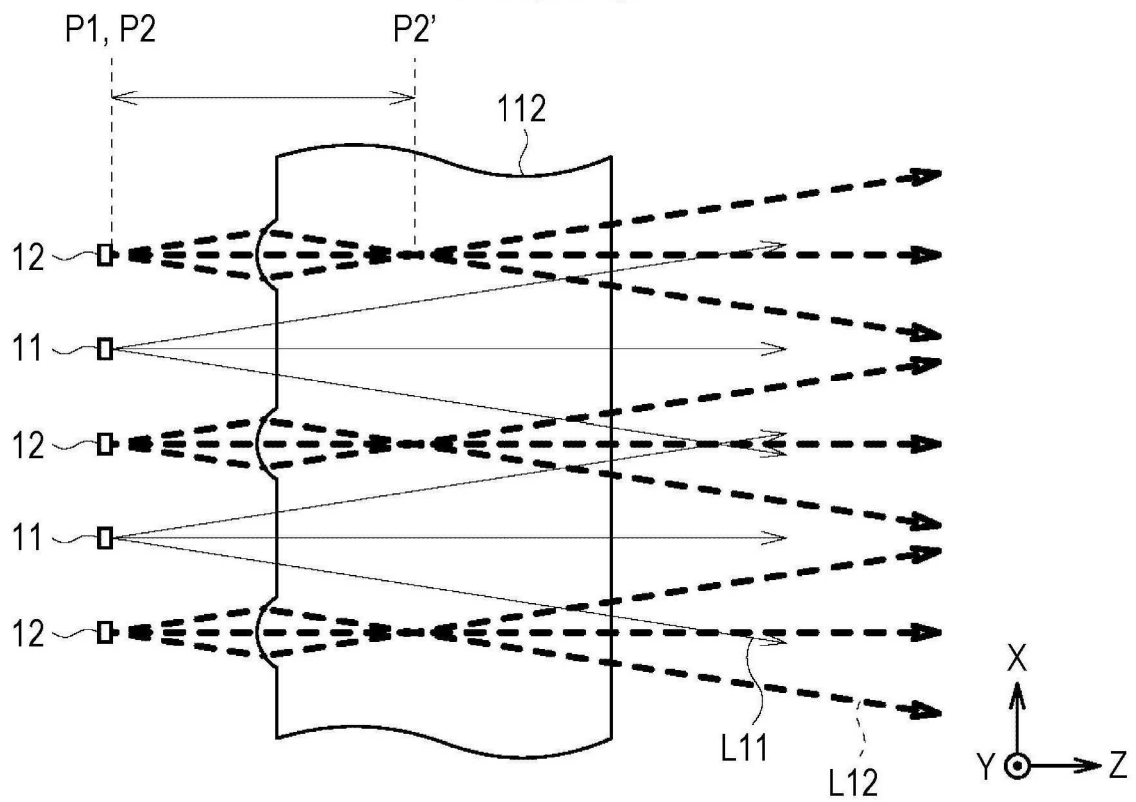


FIG. 6

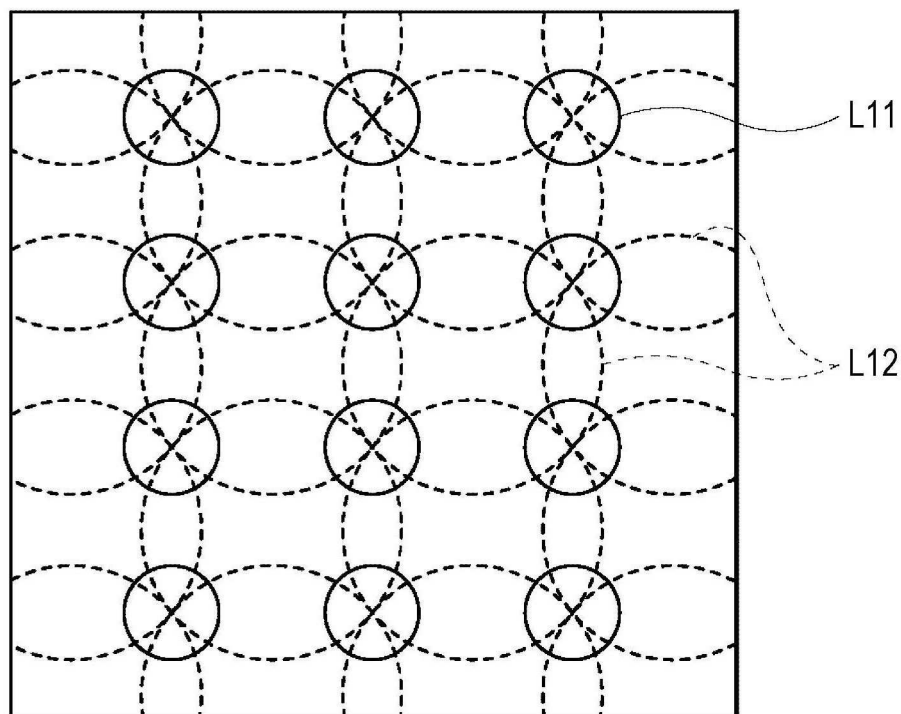


FIG. 7

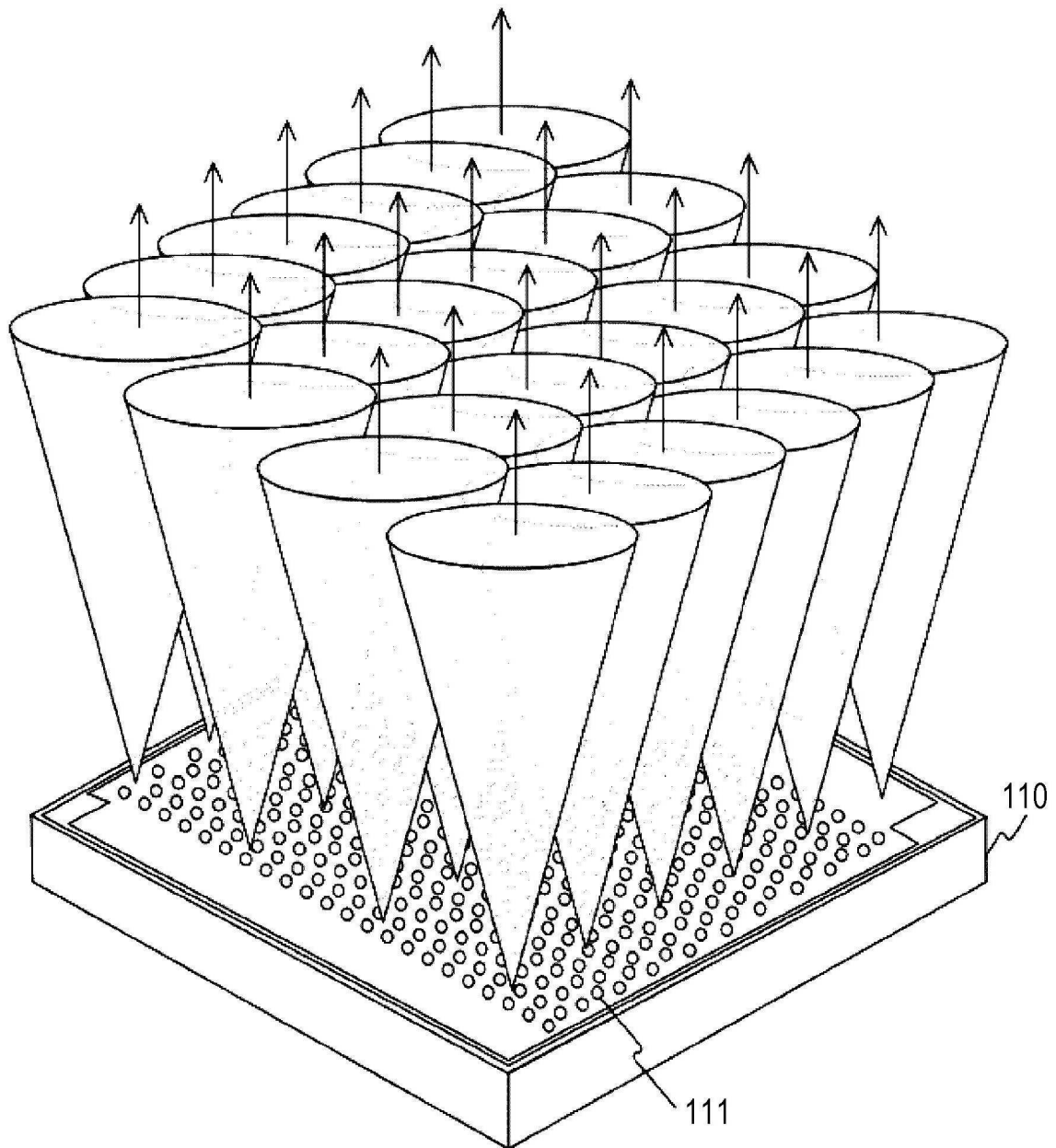


FIG. 8

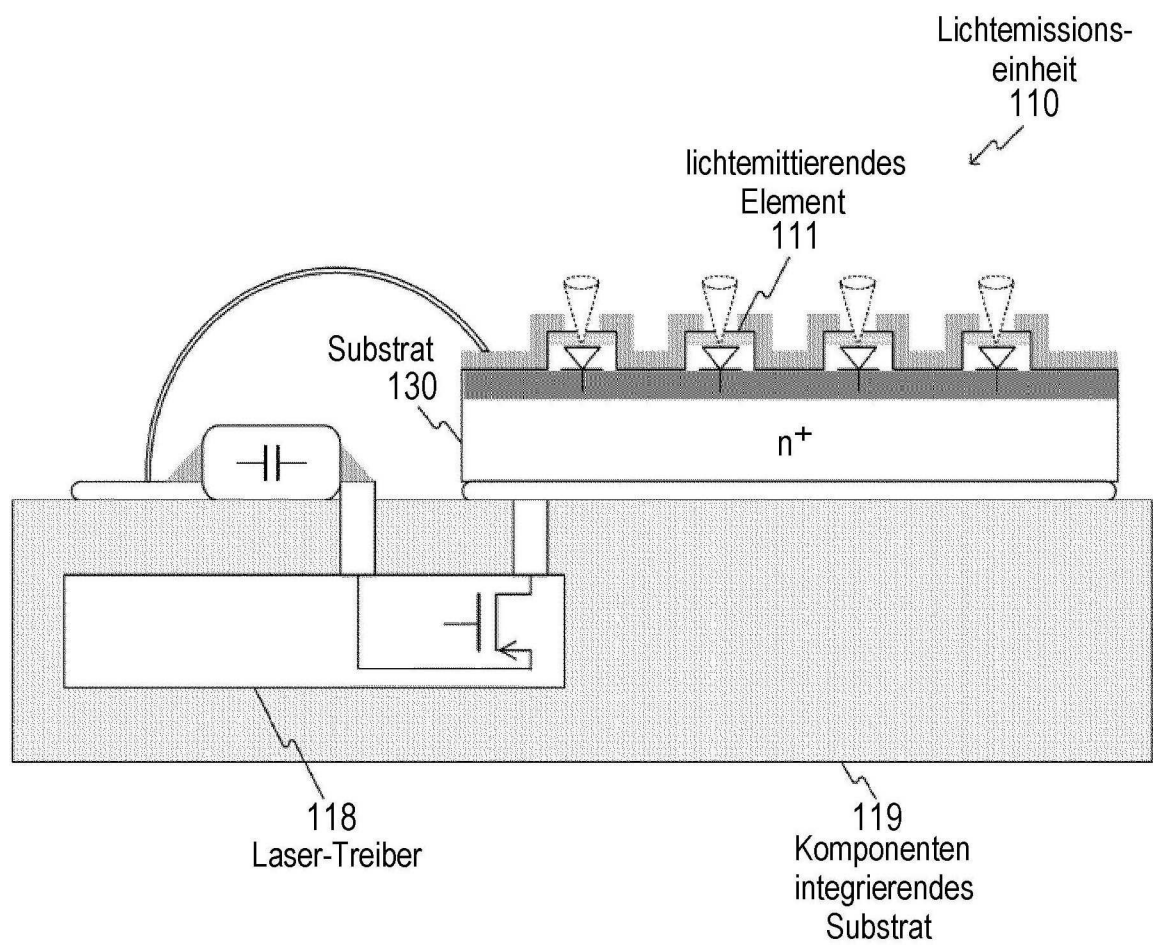


FIG. 9

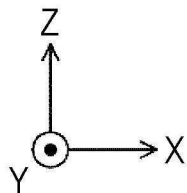
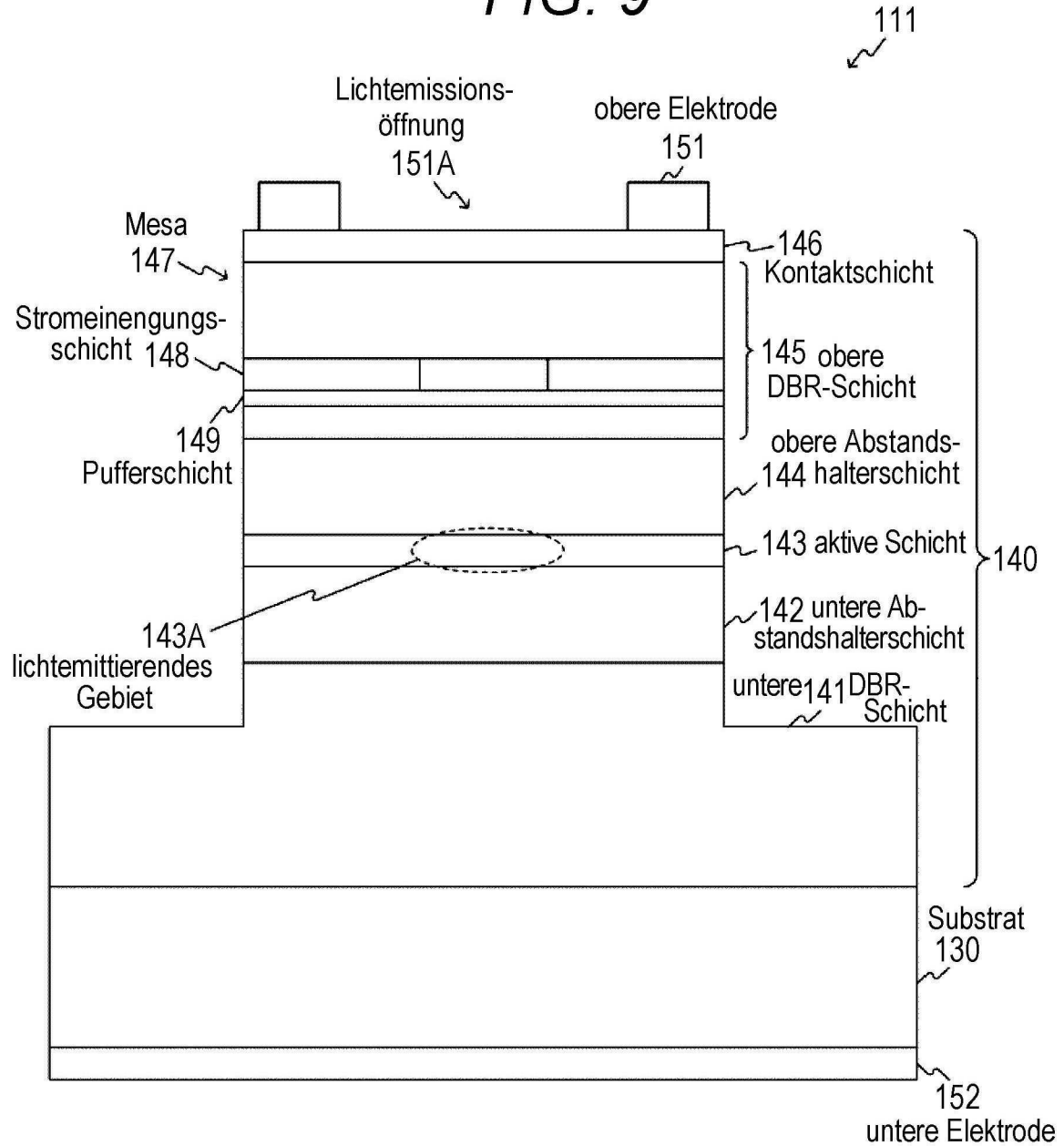


FIG. 10

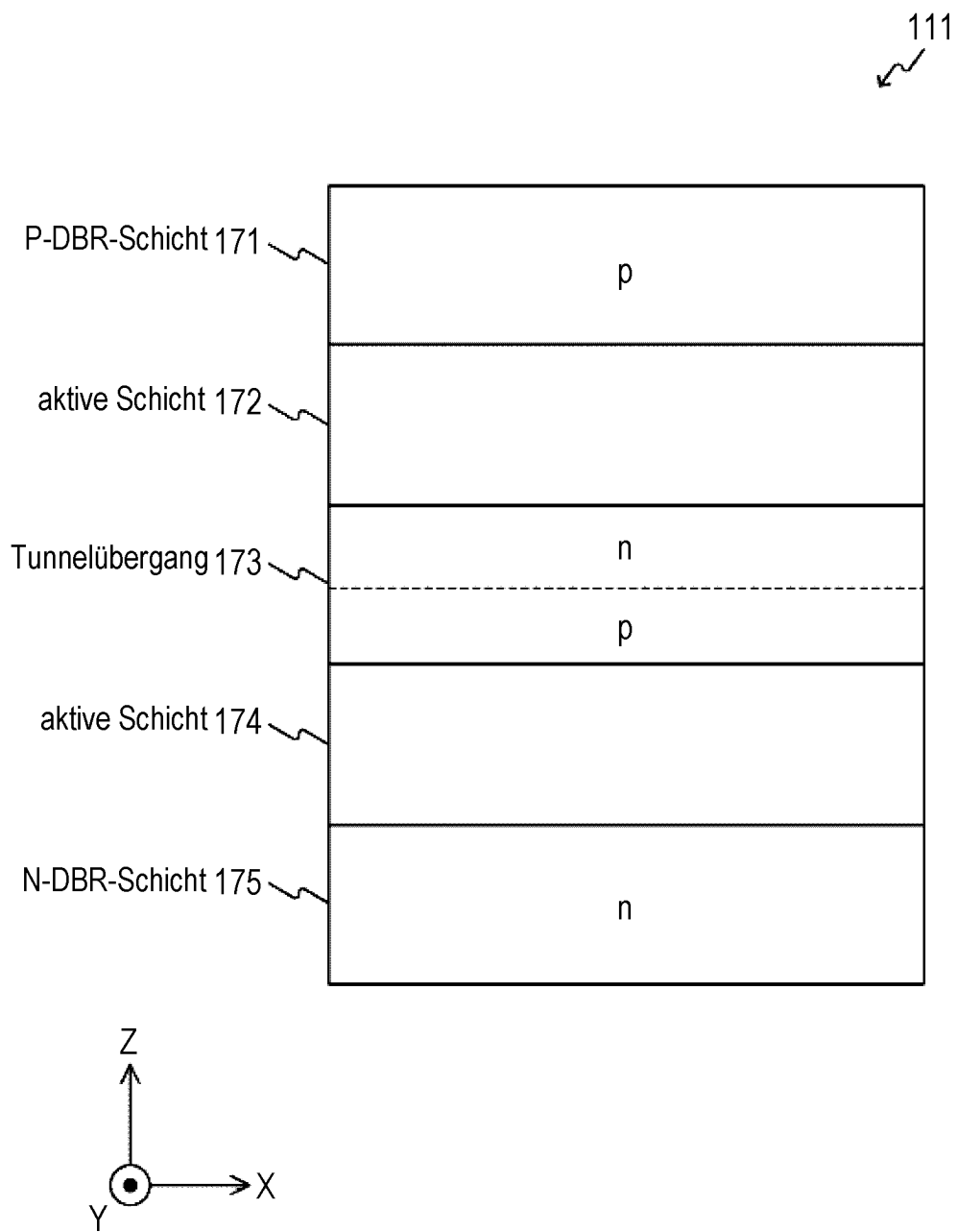


FIG. 11

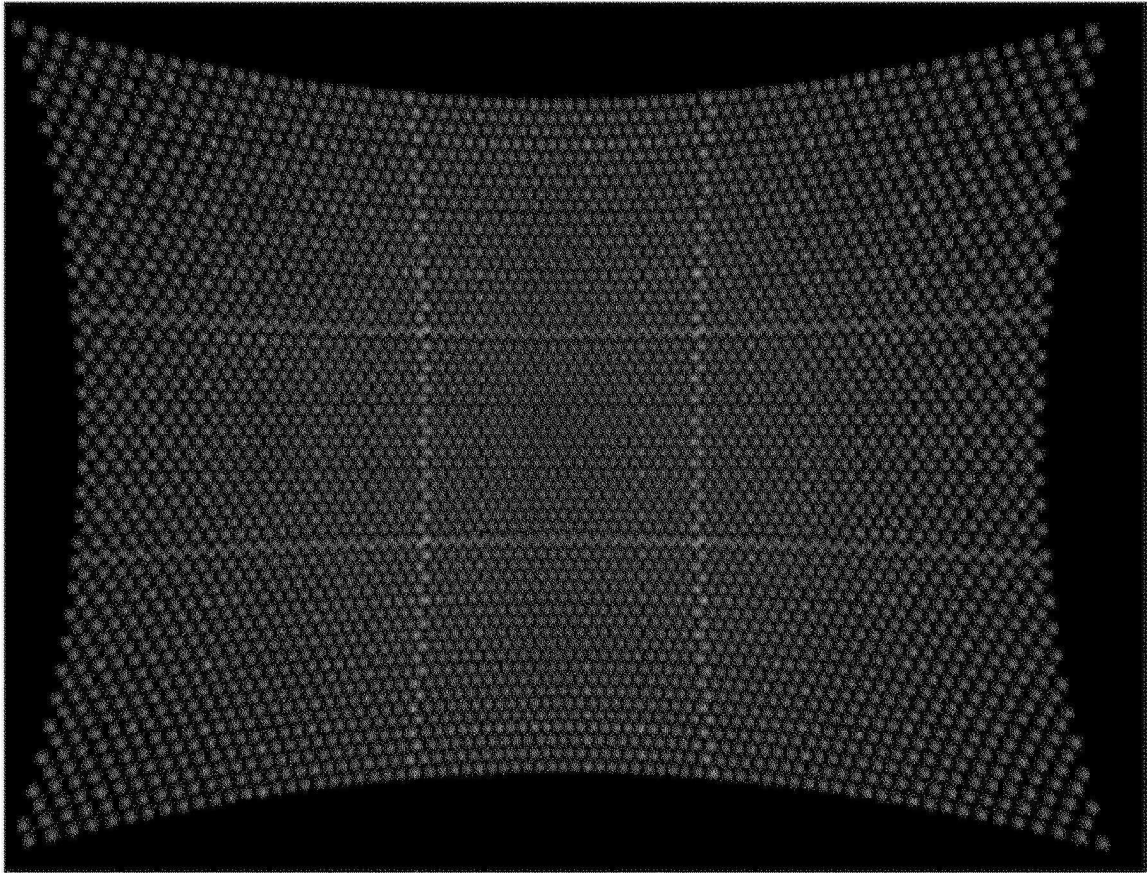


FIG. 12

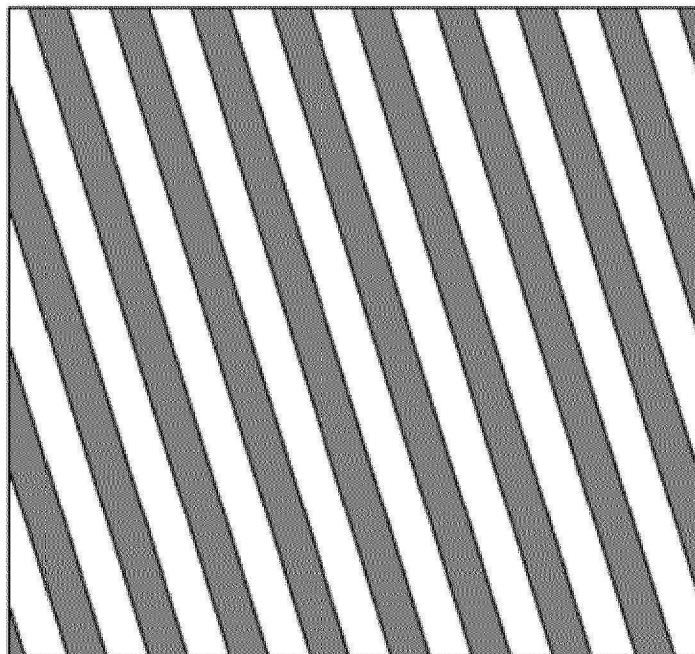


FIG. 13

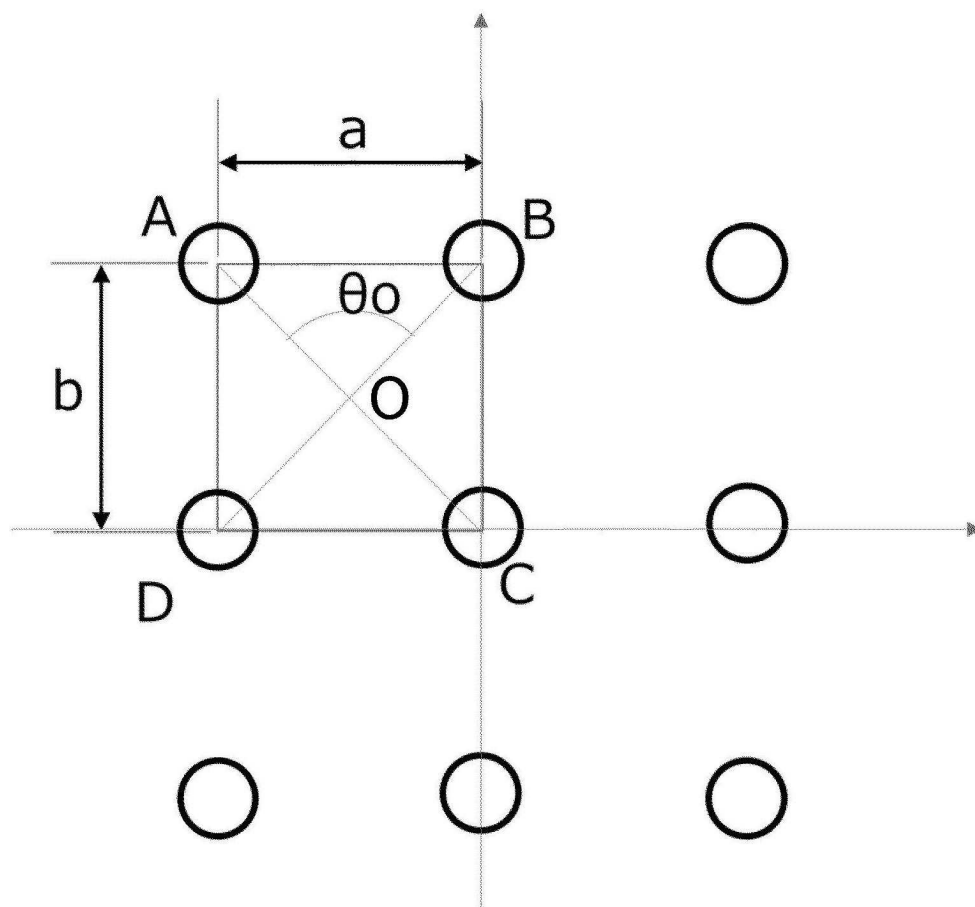


FIG. 14

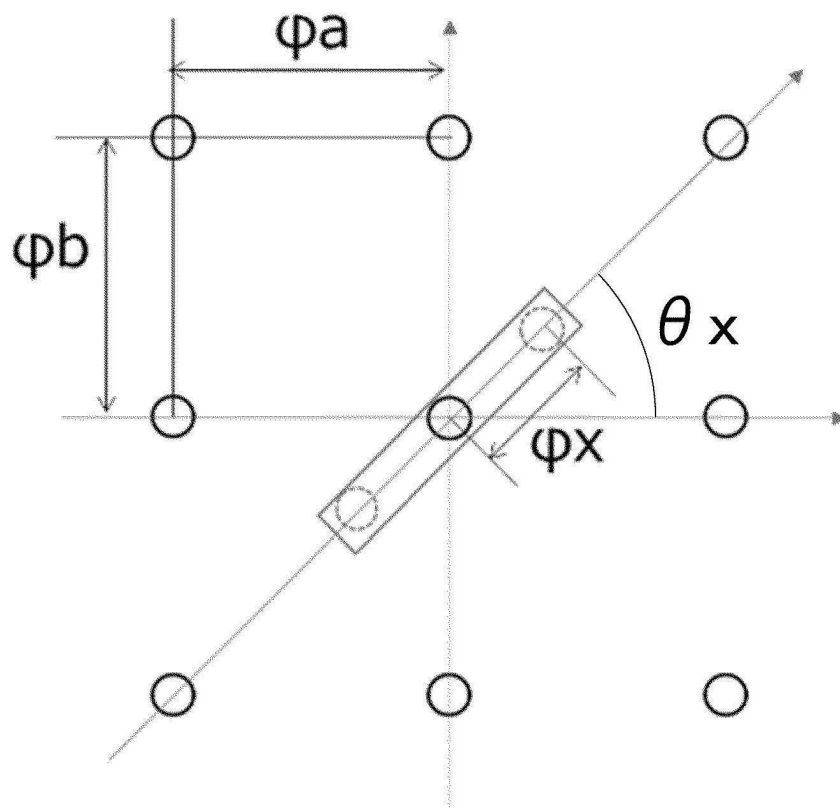


FIG. 15

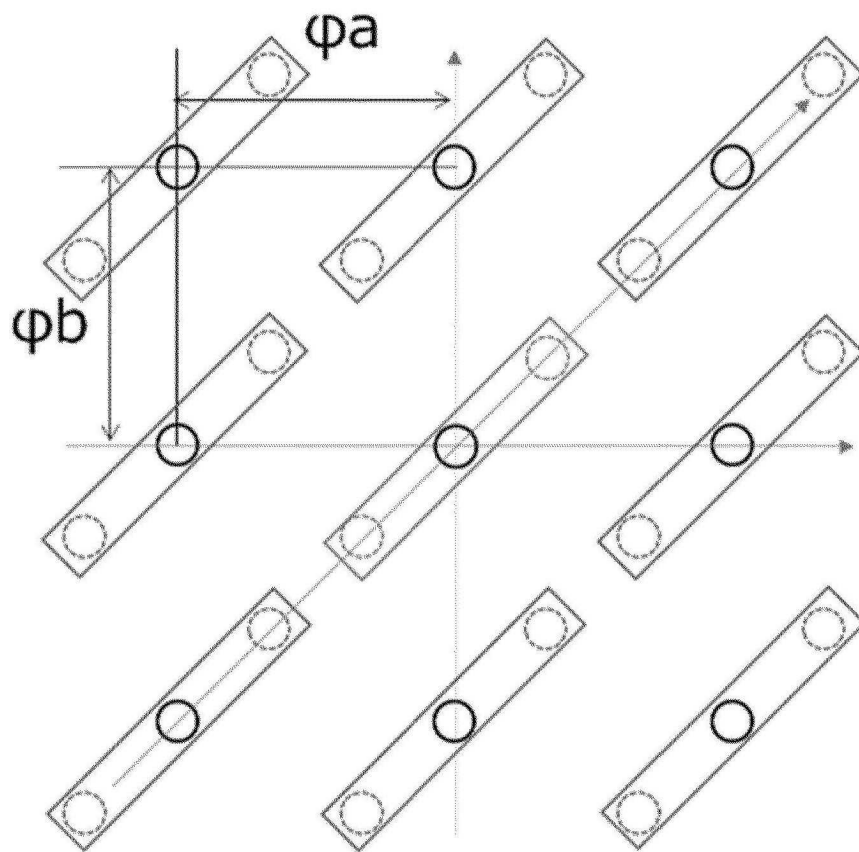


FIG. 16

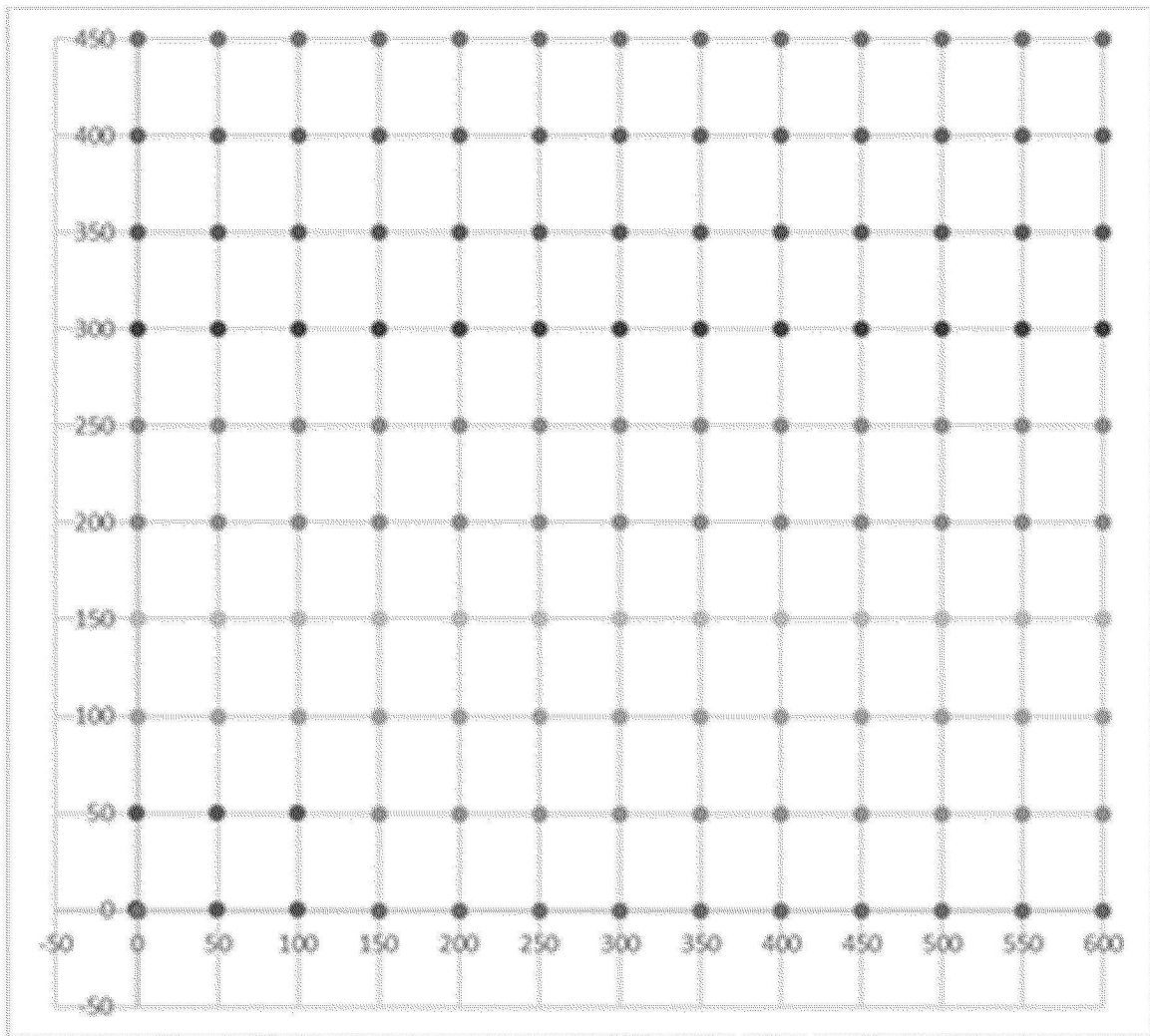


FIG. 17

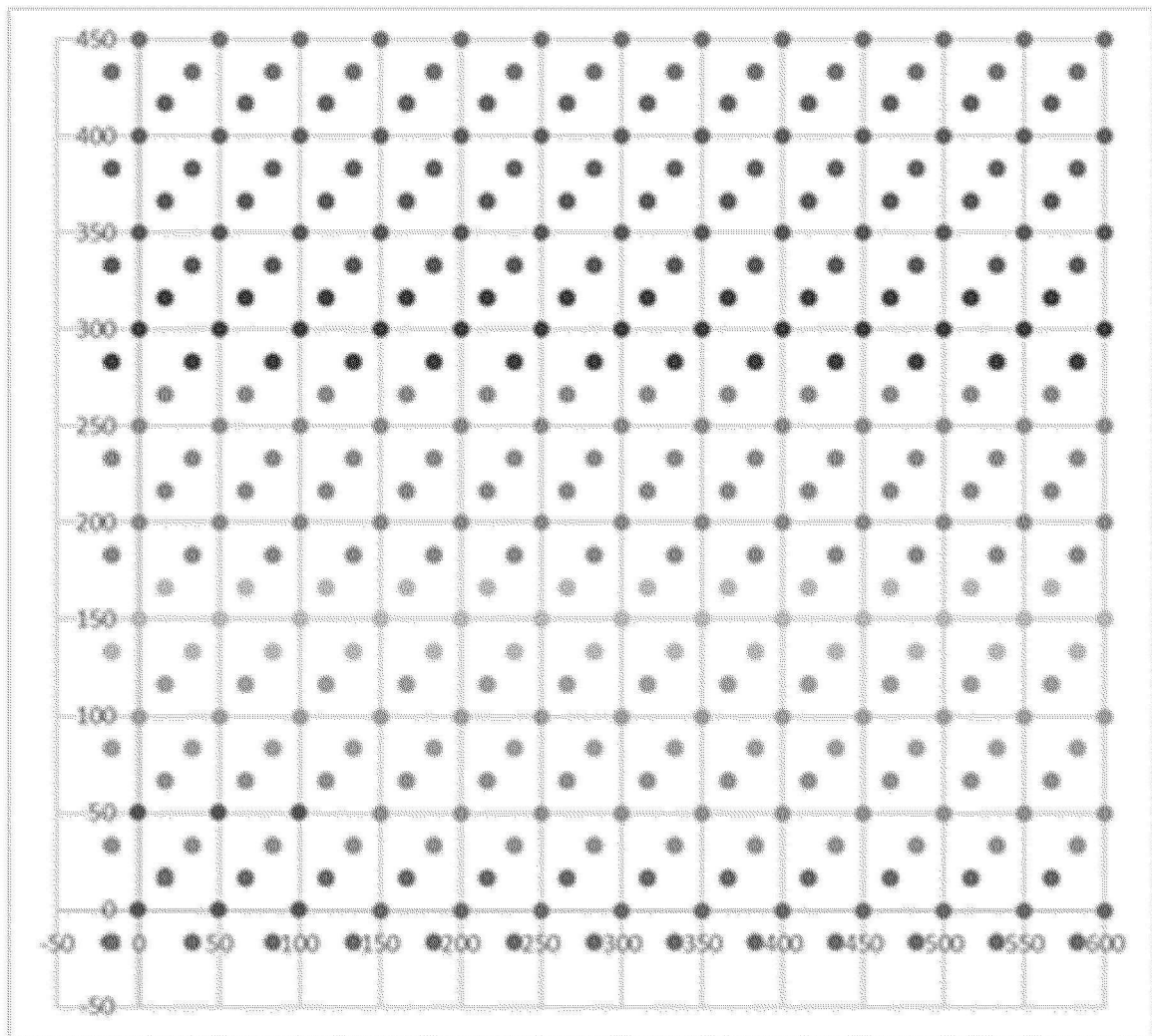


FIG. 18

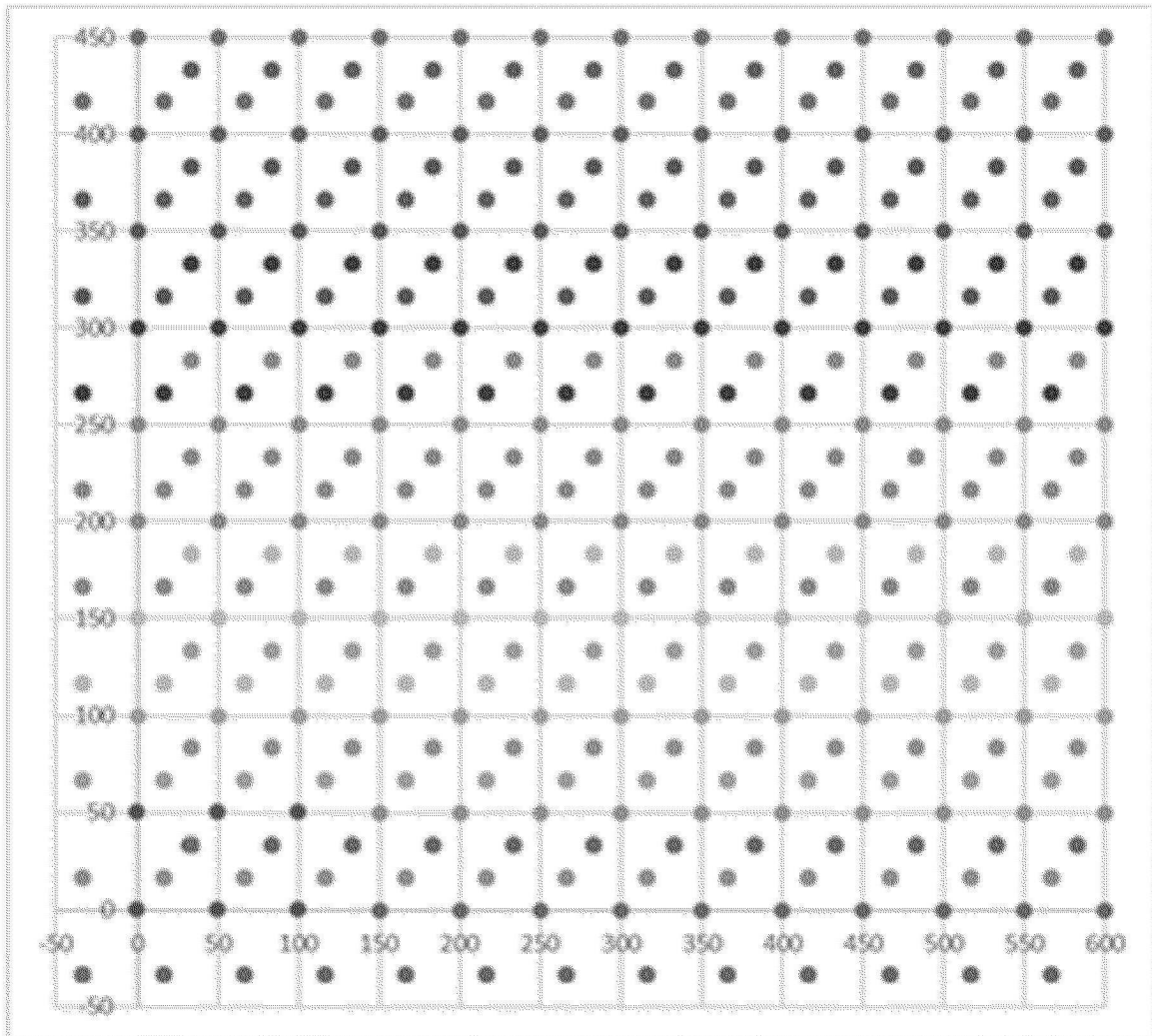


FIG. 19

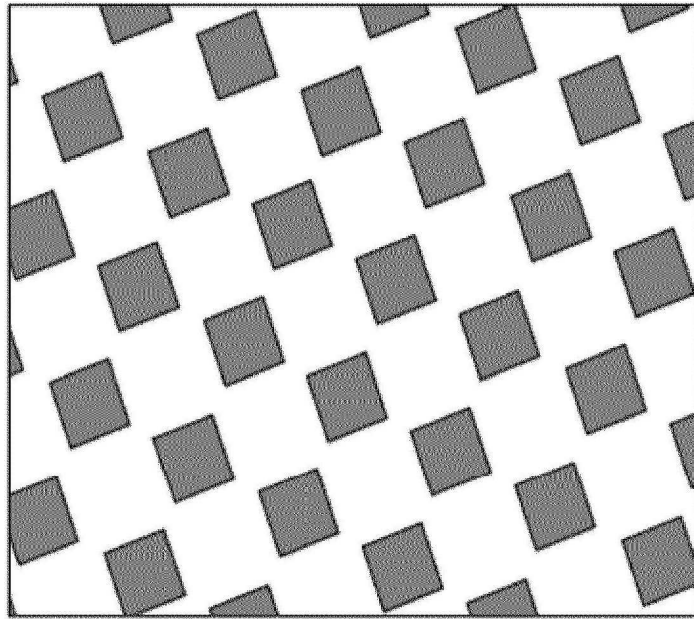


FIG. 20

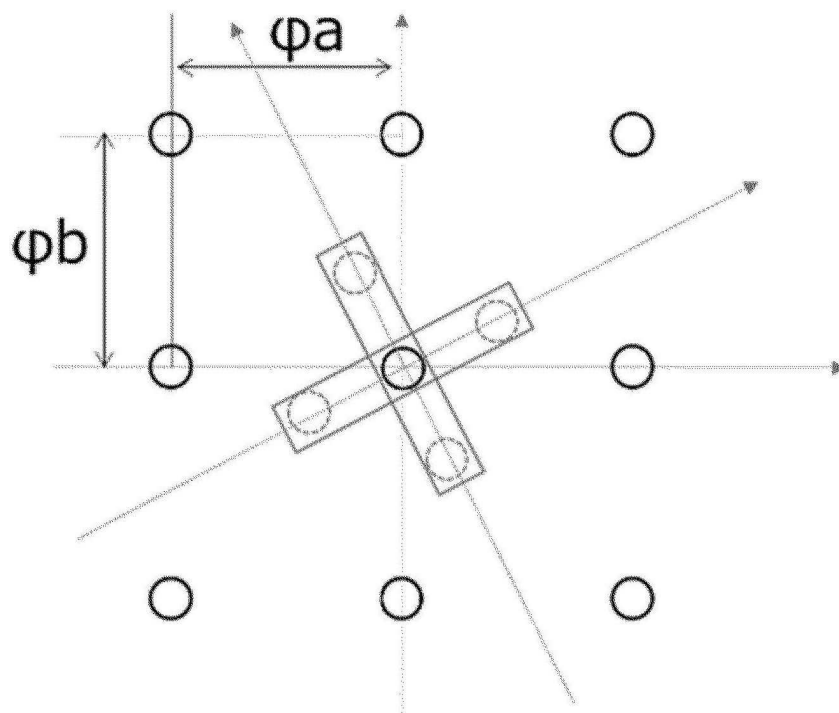


FIG. 21

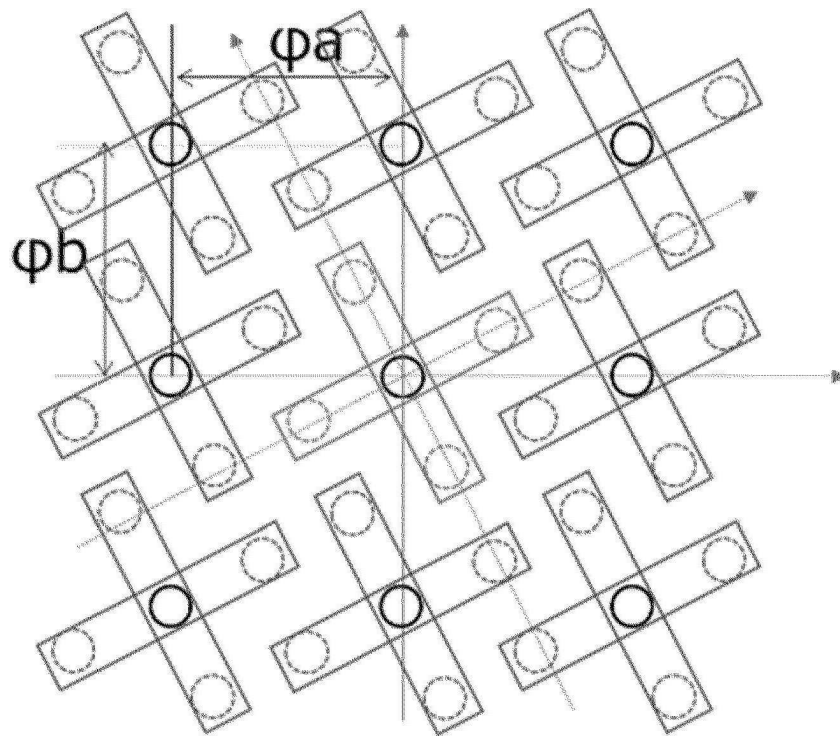


FIG. 22

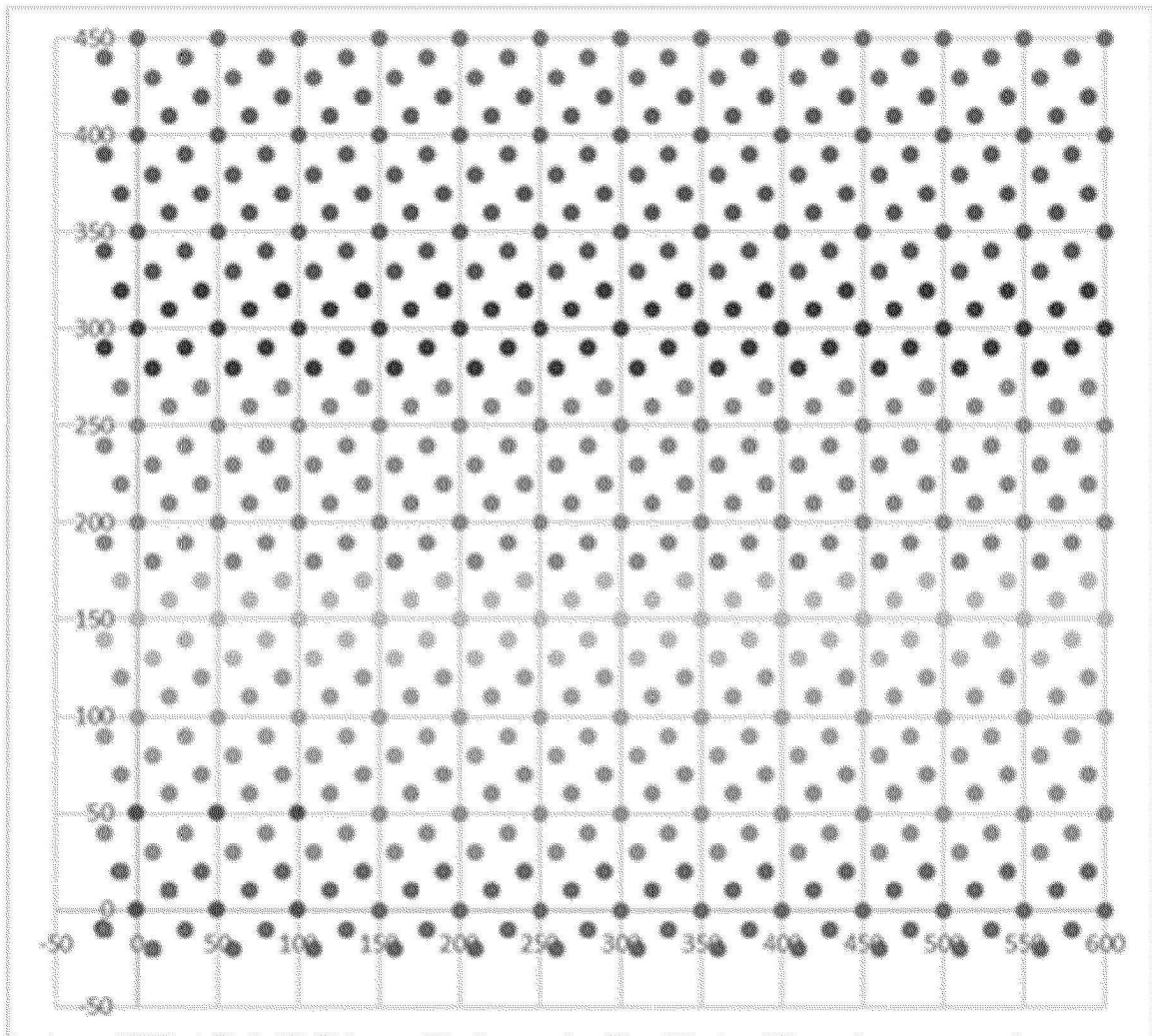


FIG. 23

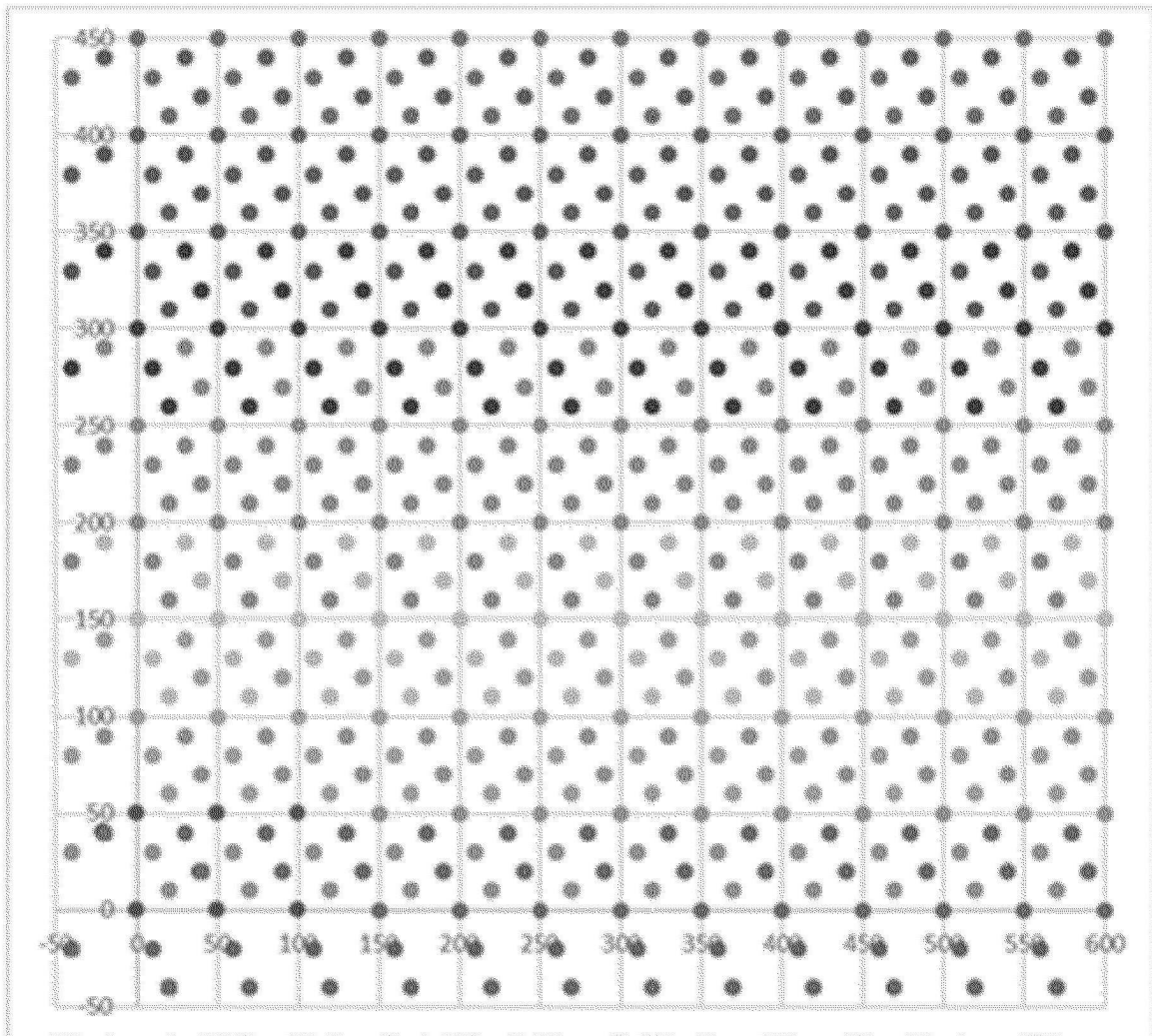


FIG. 24

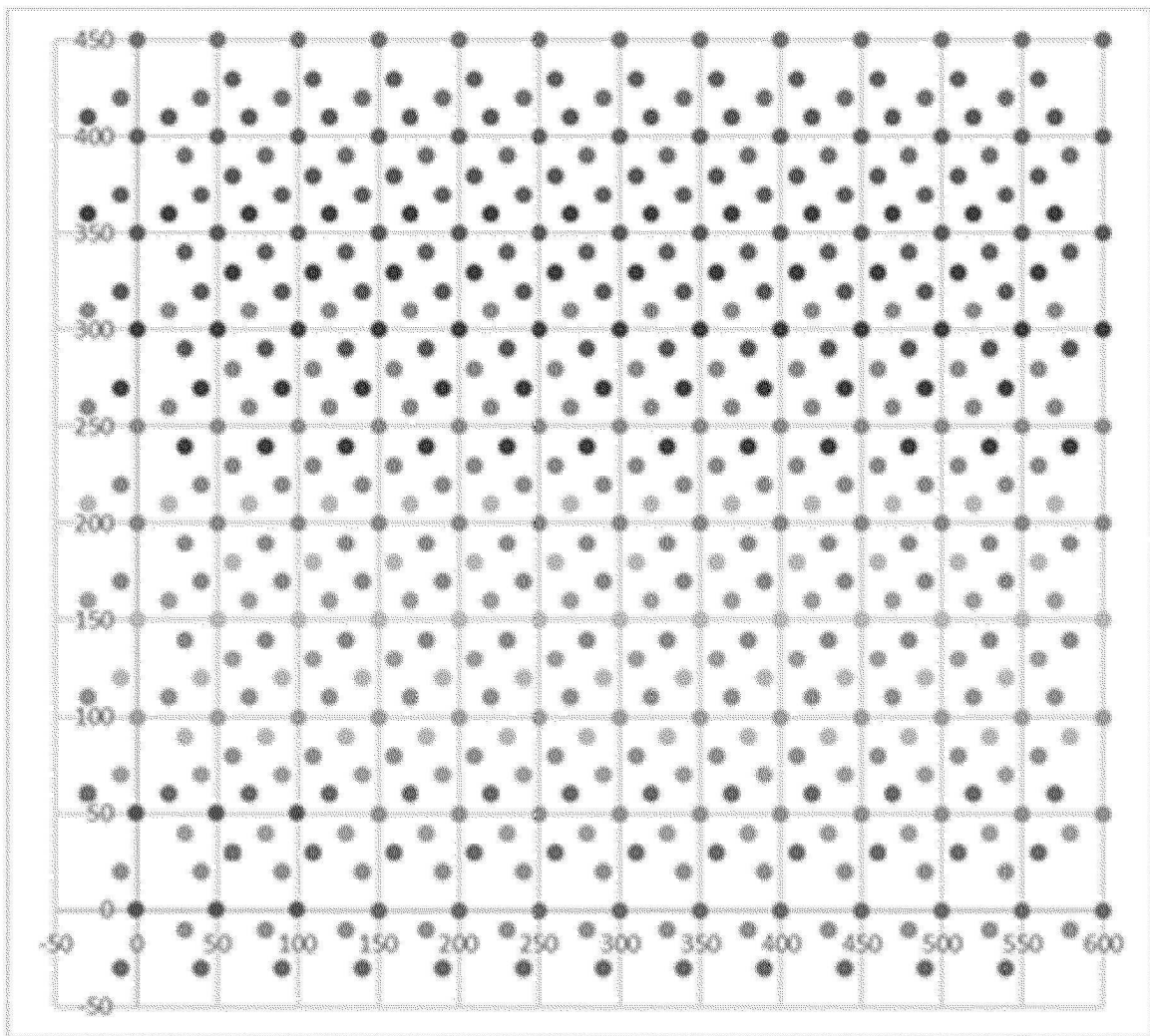


FIG. 25

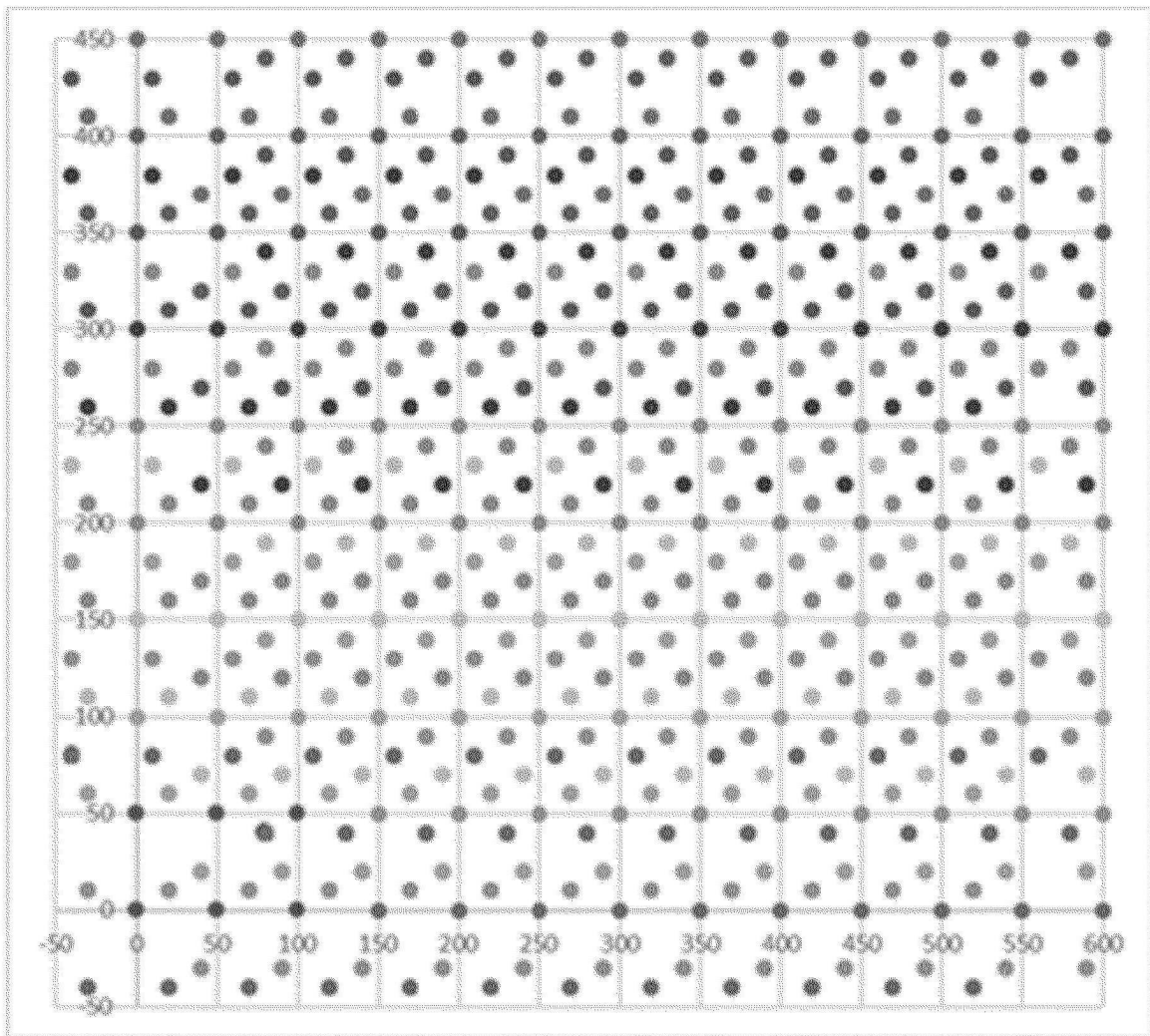


FIG. 26

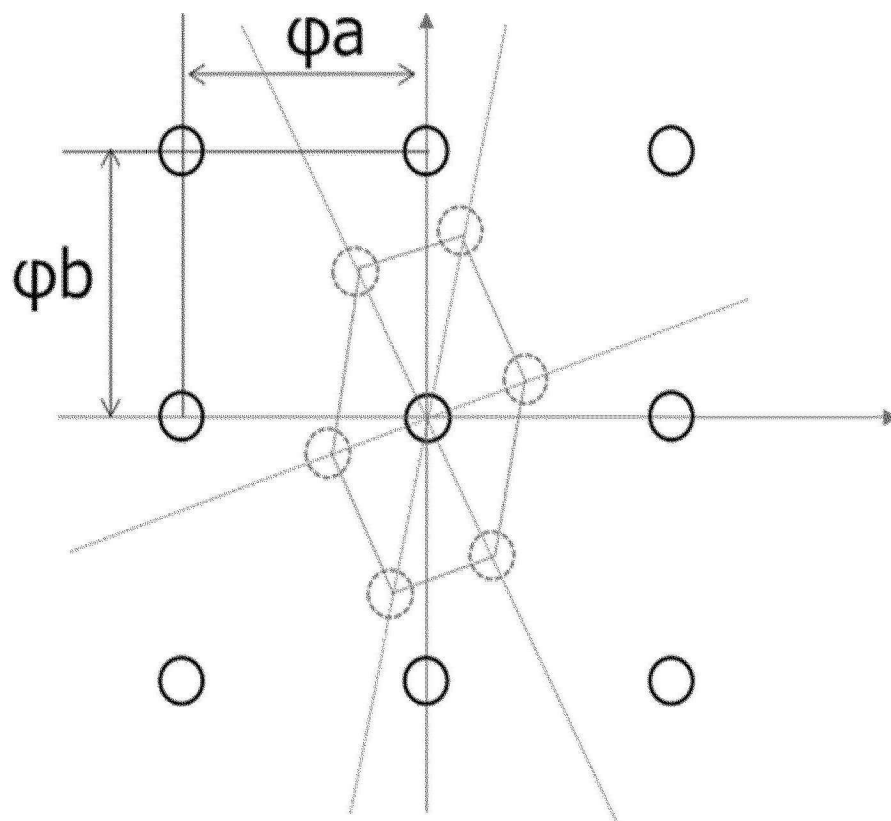


FIG. 27

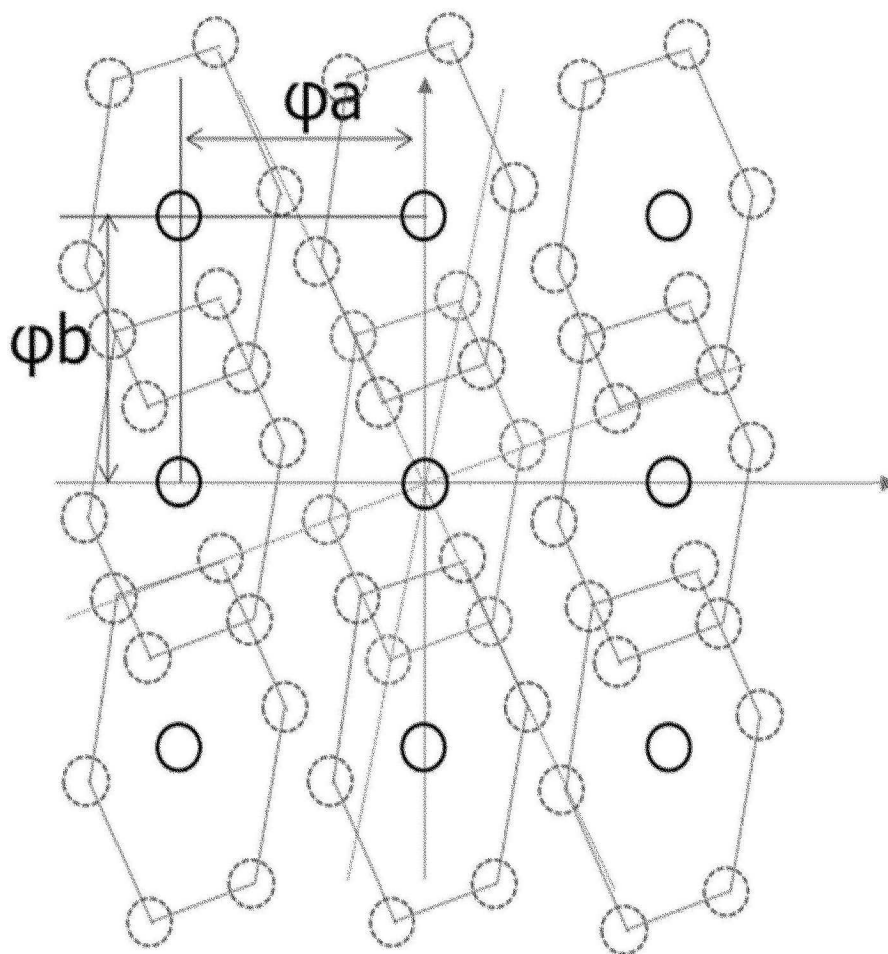


FIG. 28

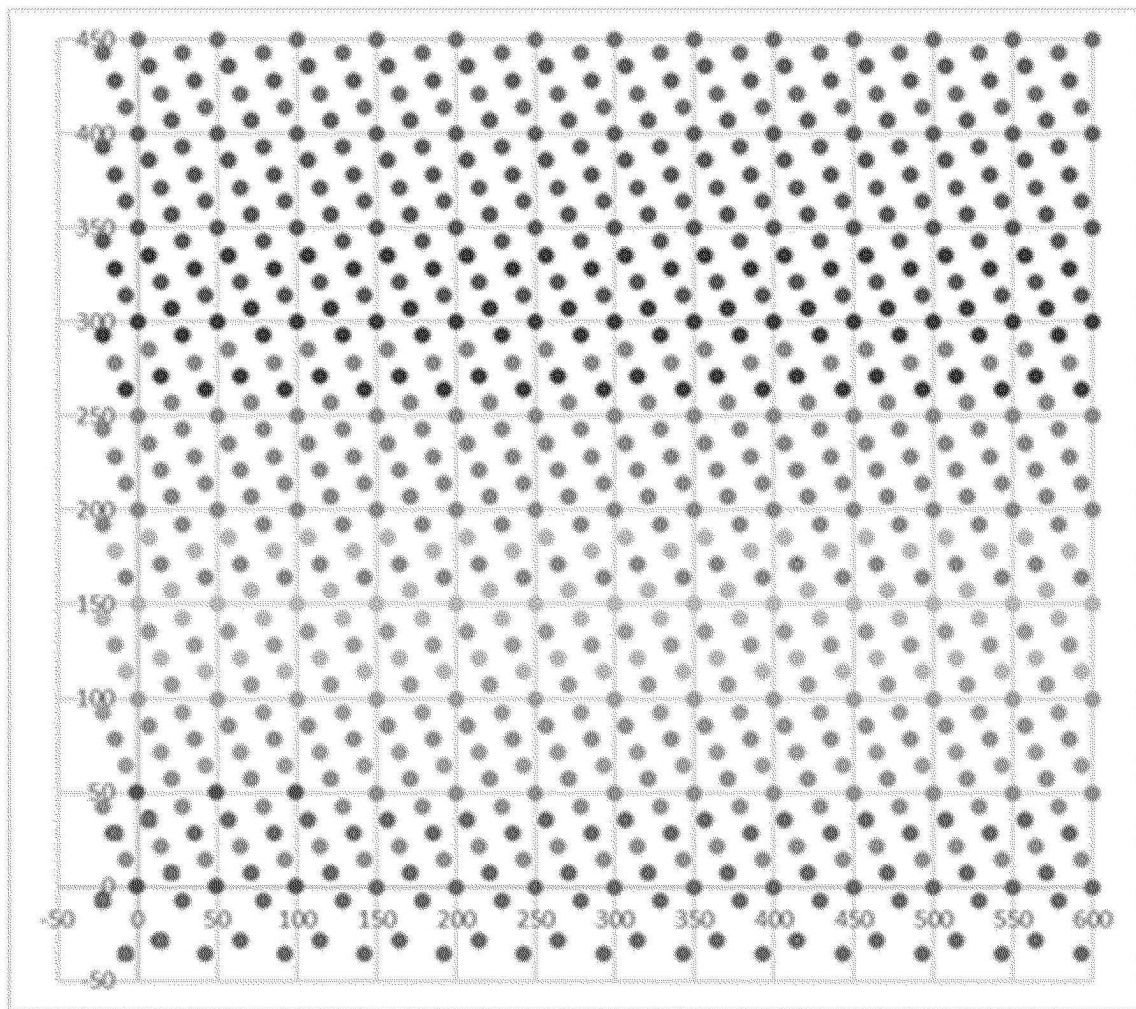


FIG. 29

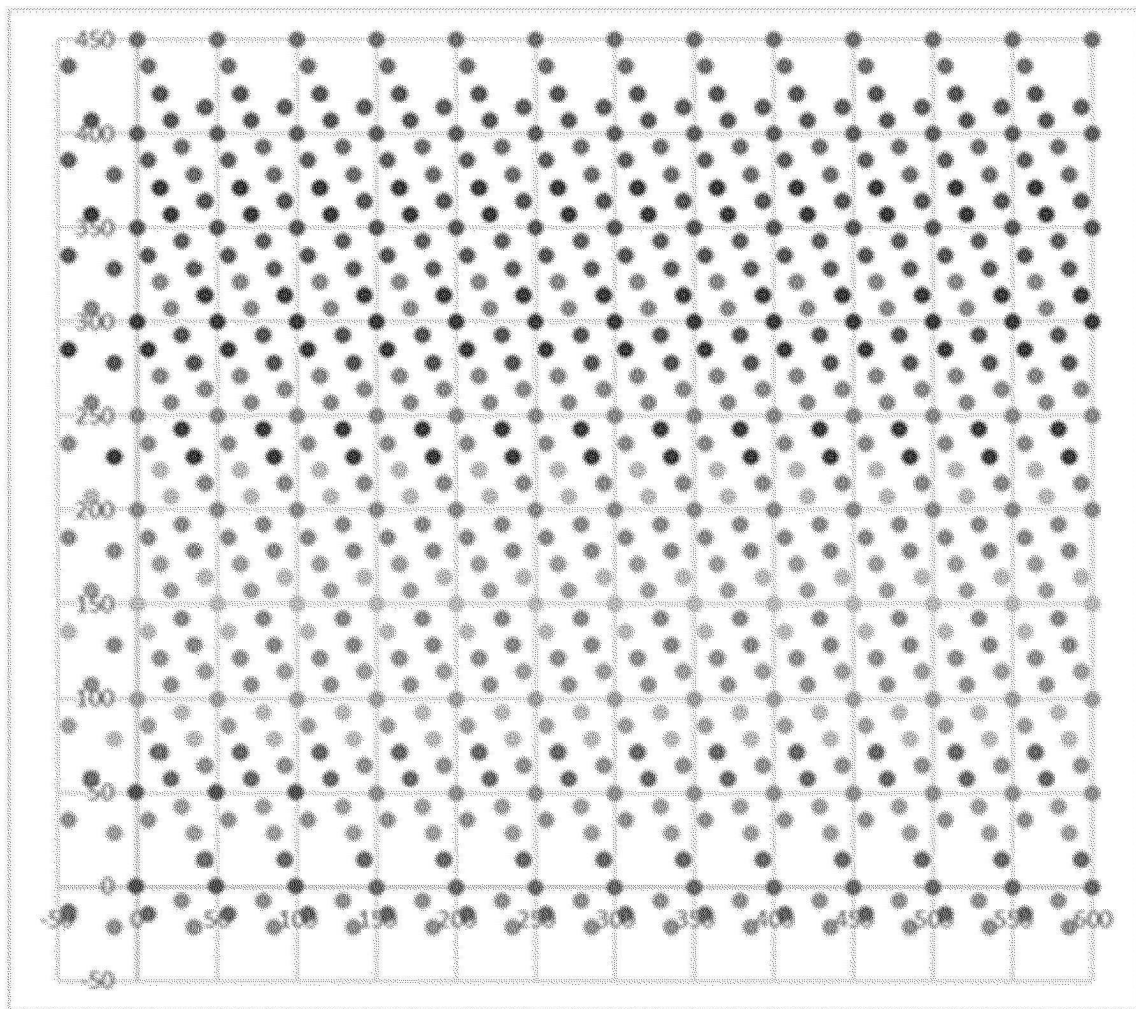


FIG. 30

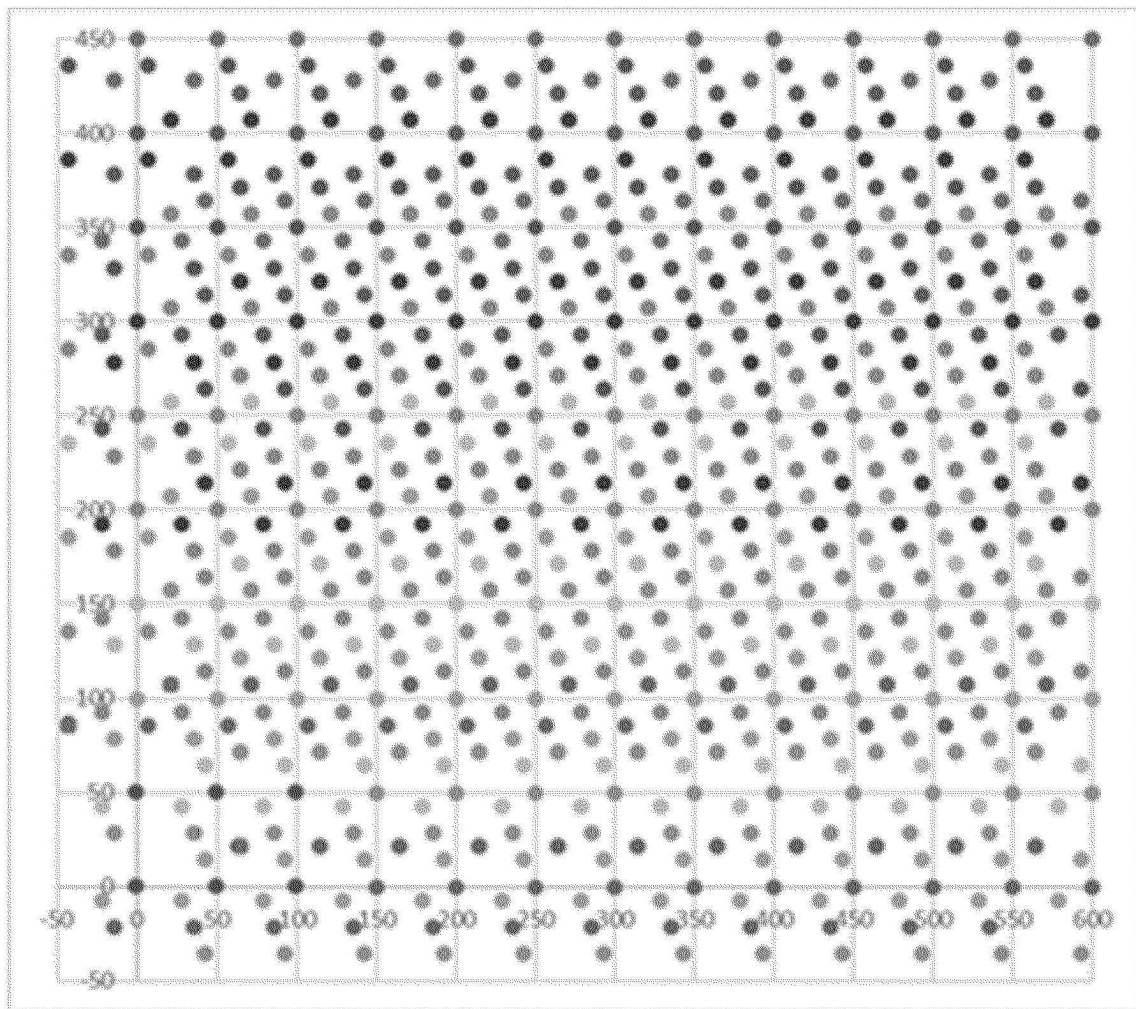


FIG. 31

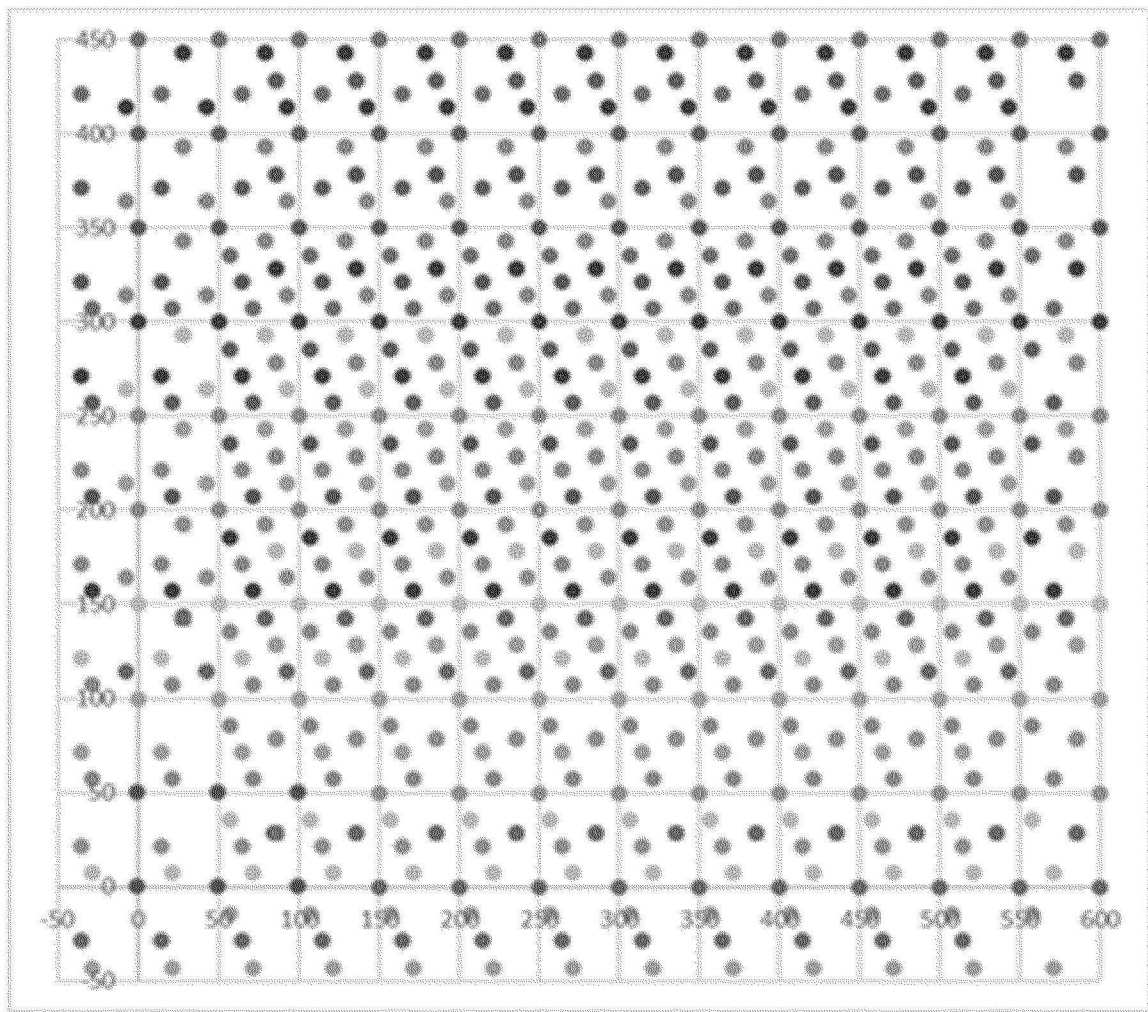


FIG. 32

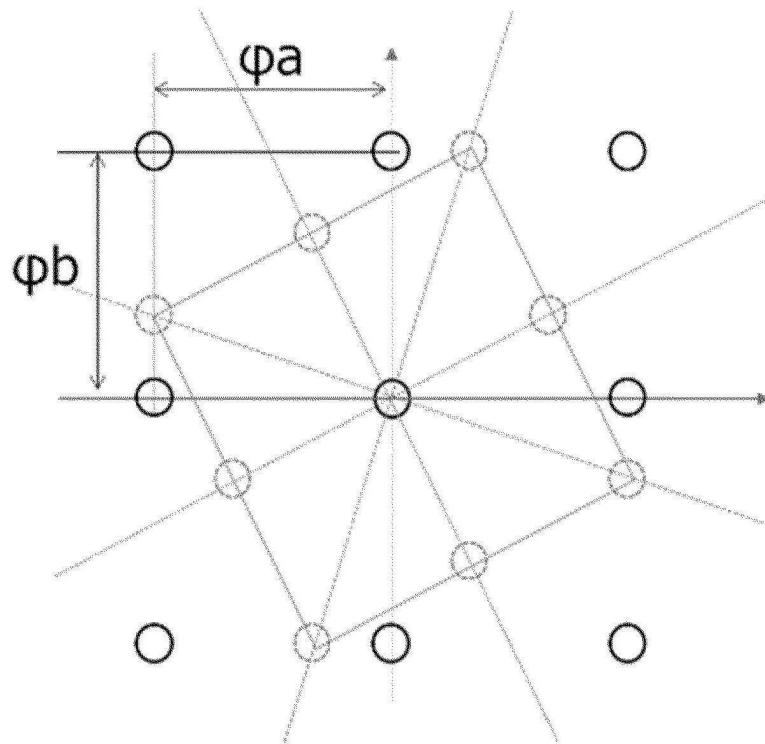


FIG. 33

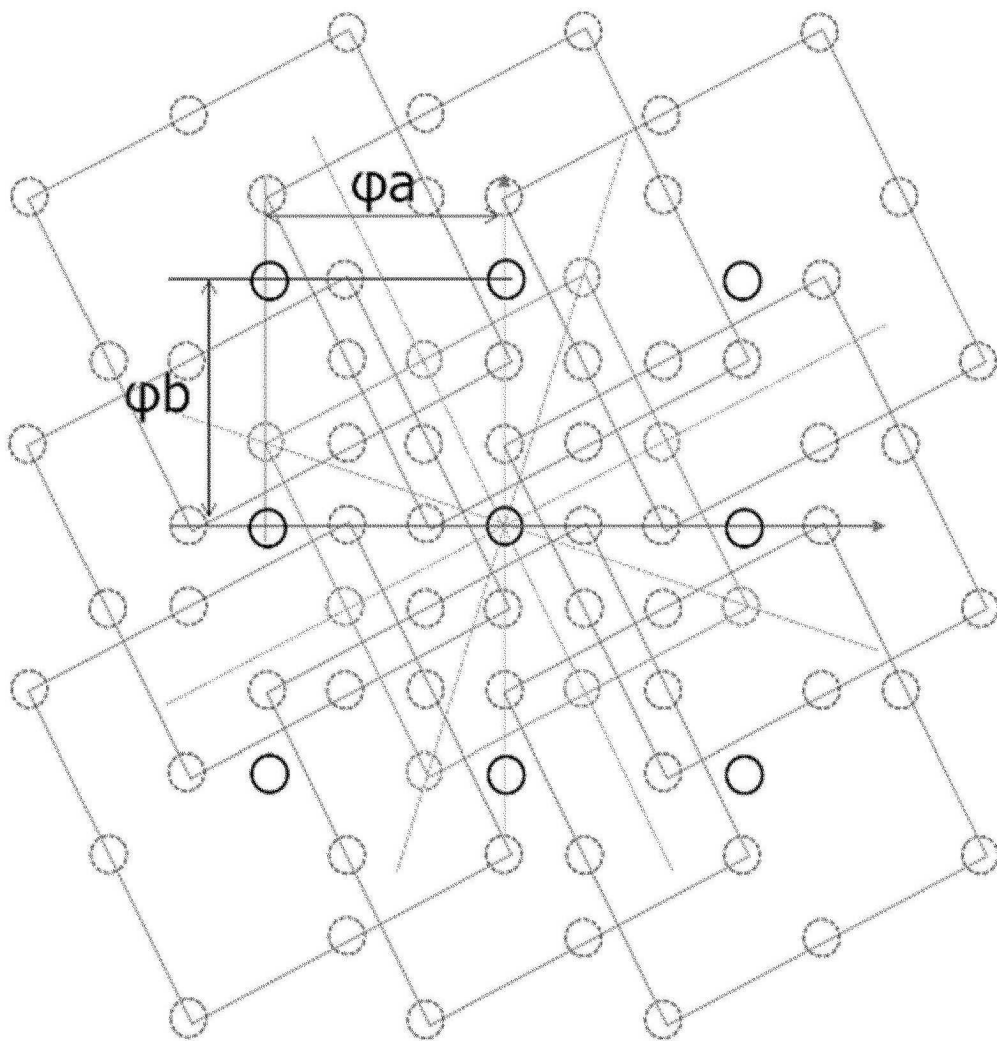


FIG. 34

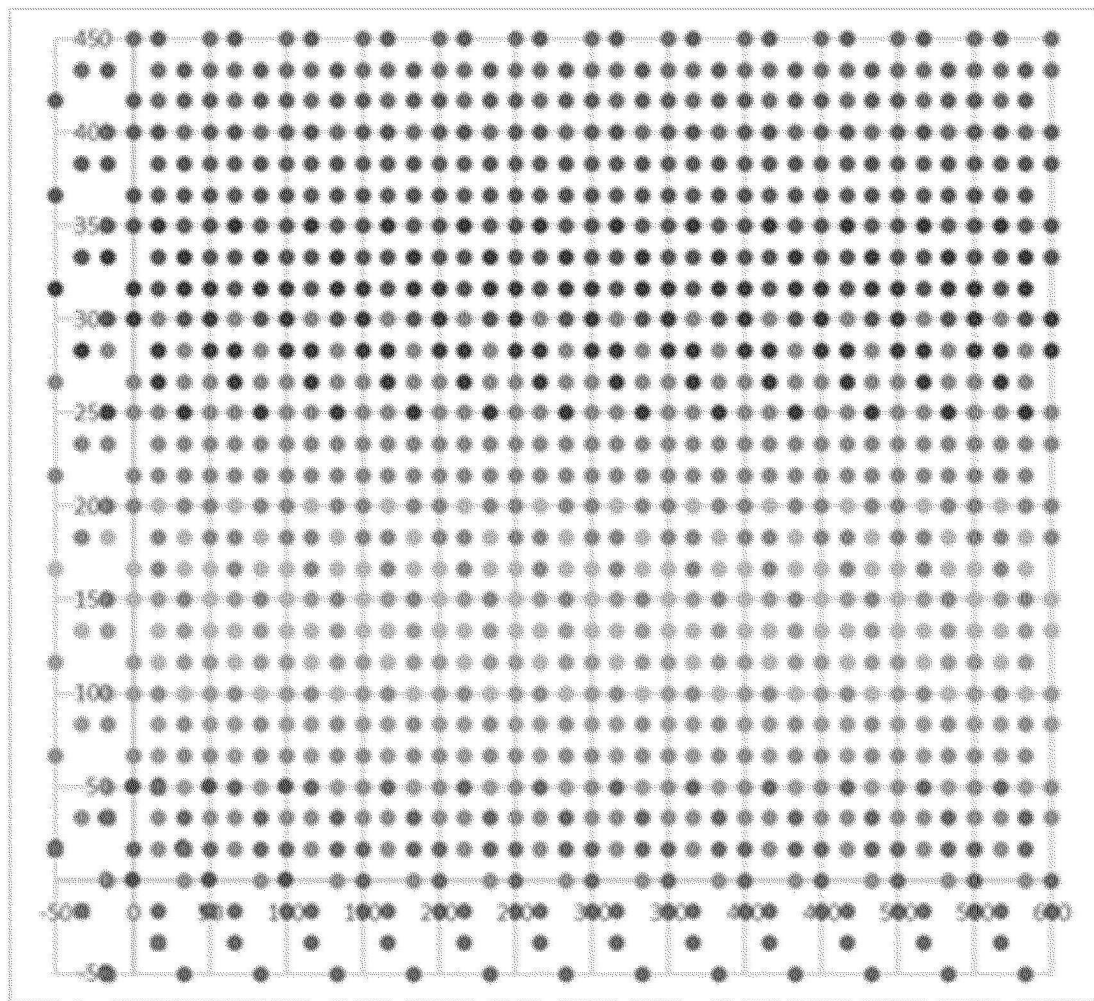


FIG. 35

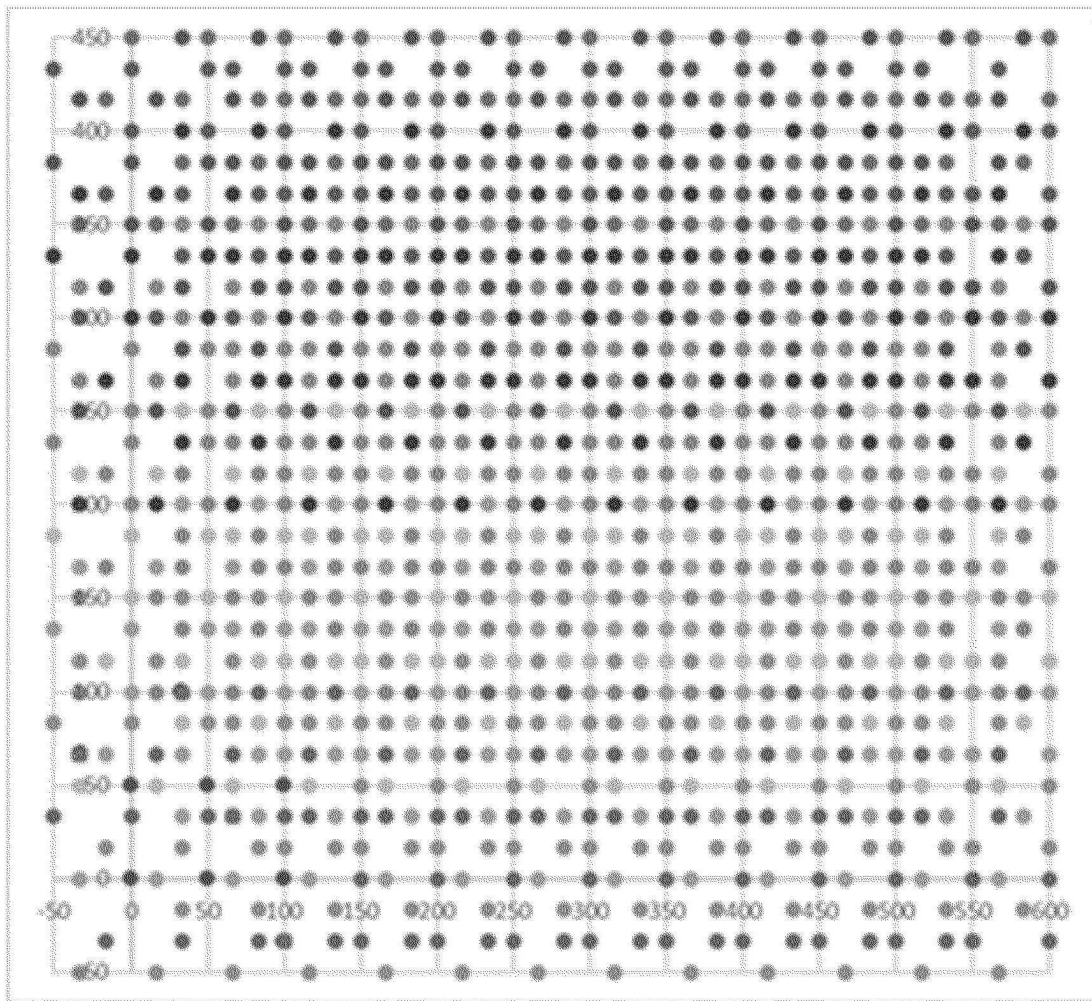


FIG. 36

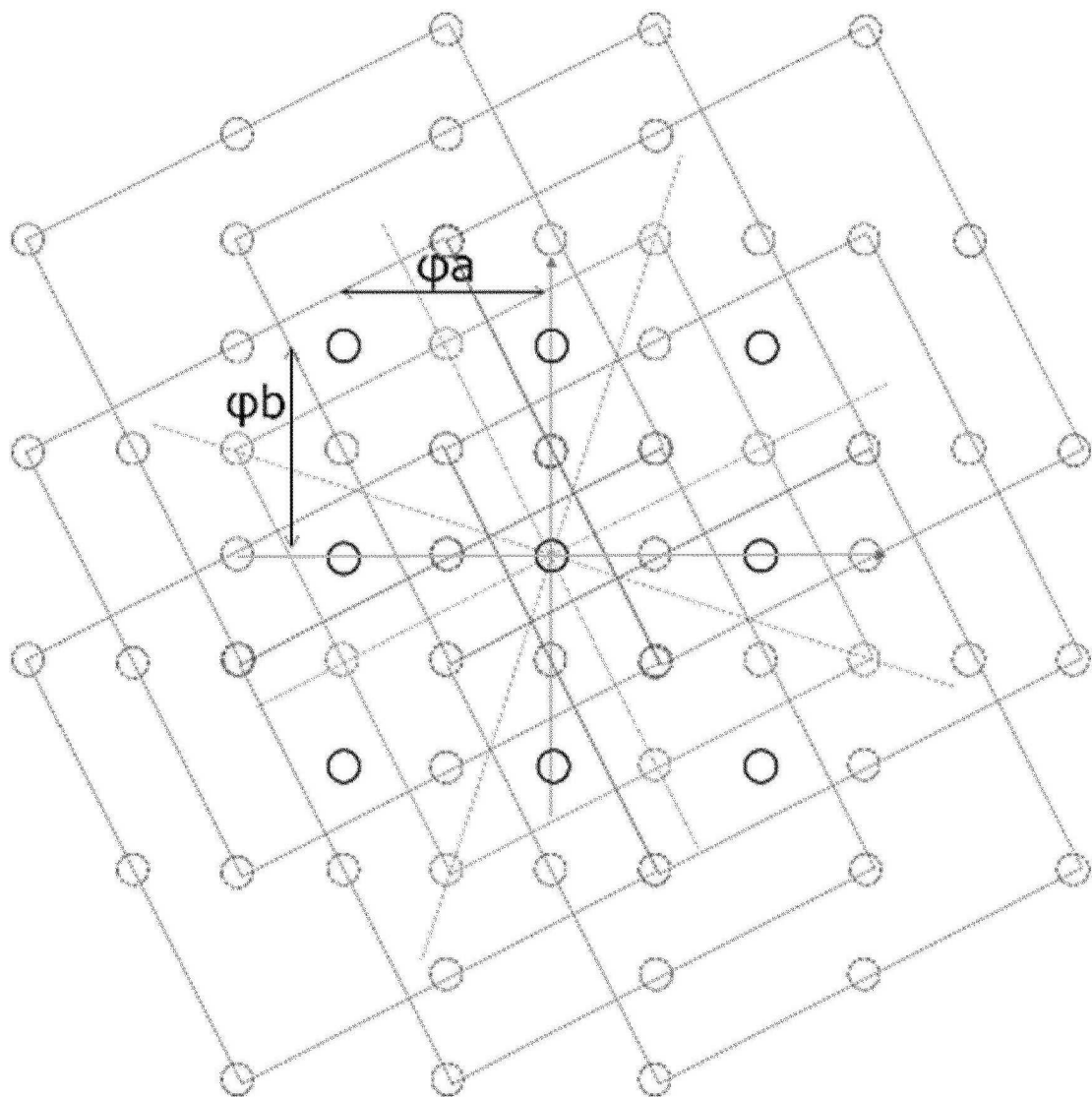


FIG. 37

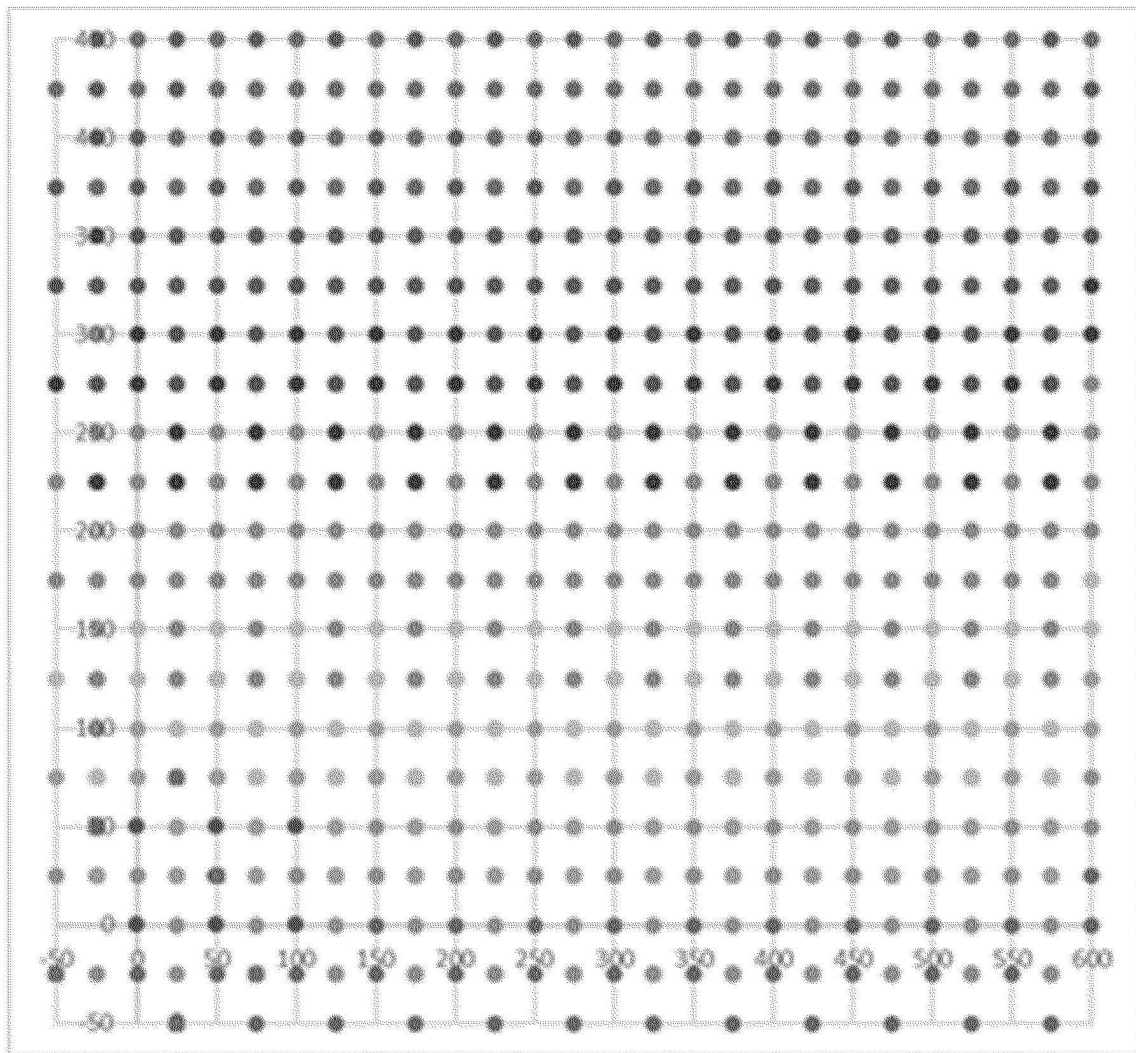


FIG. 38

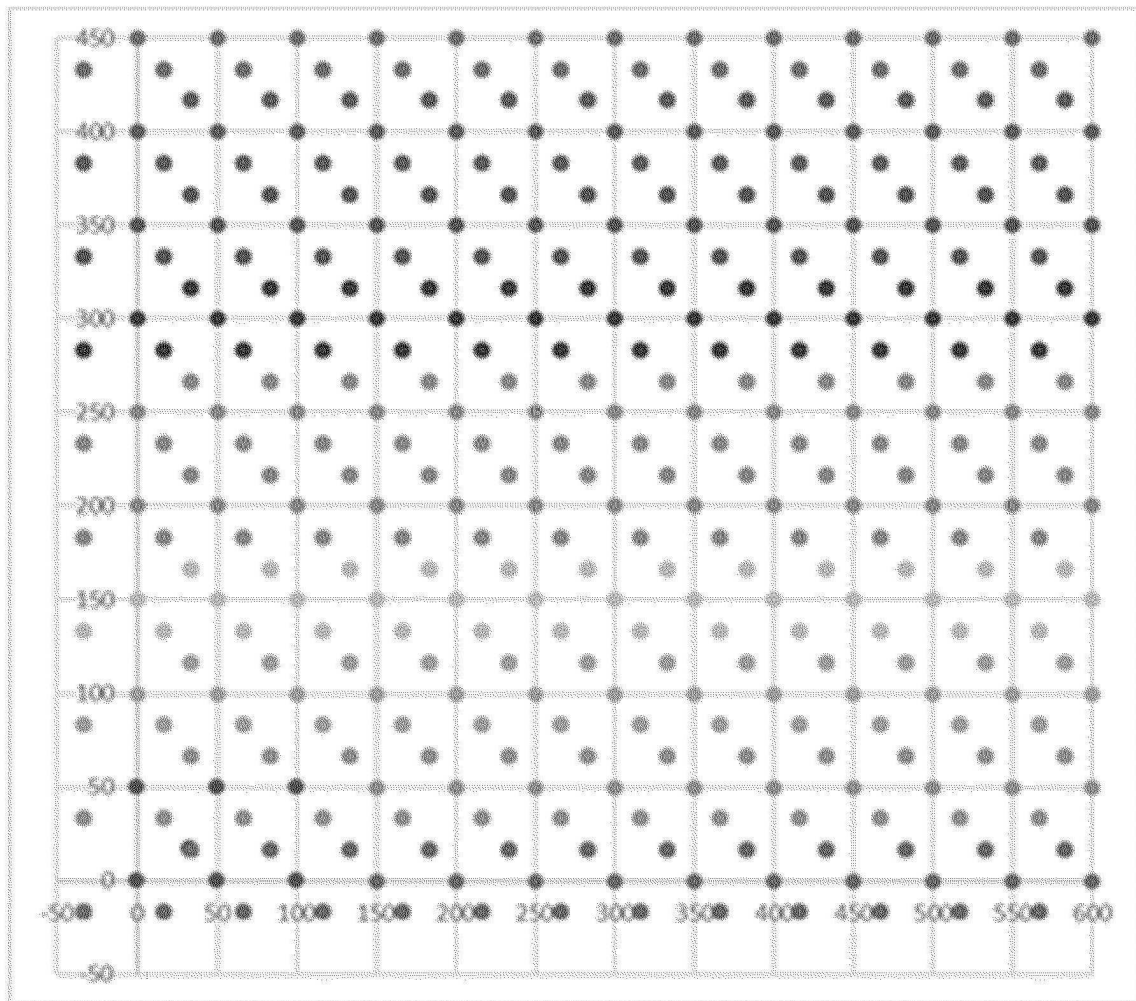


FIG. 39

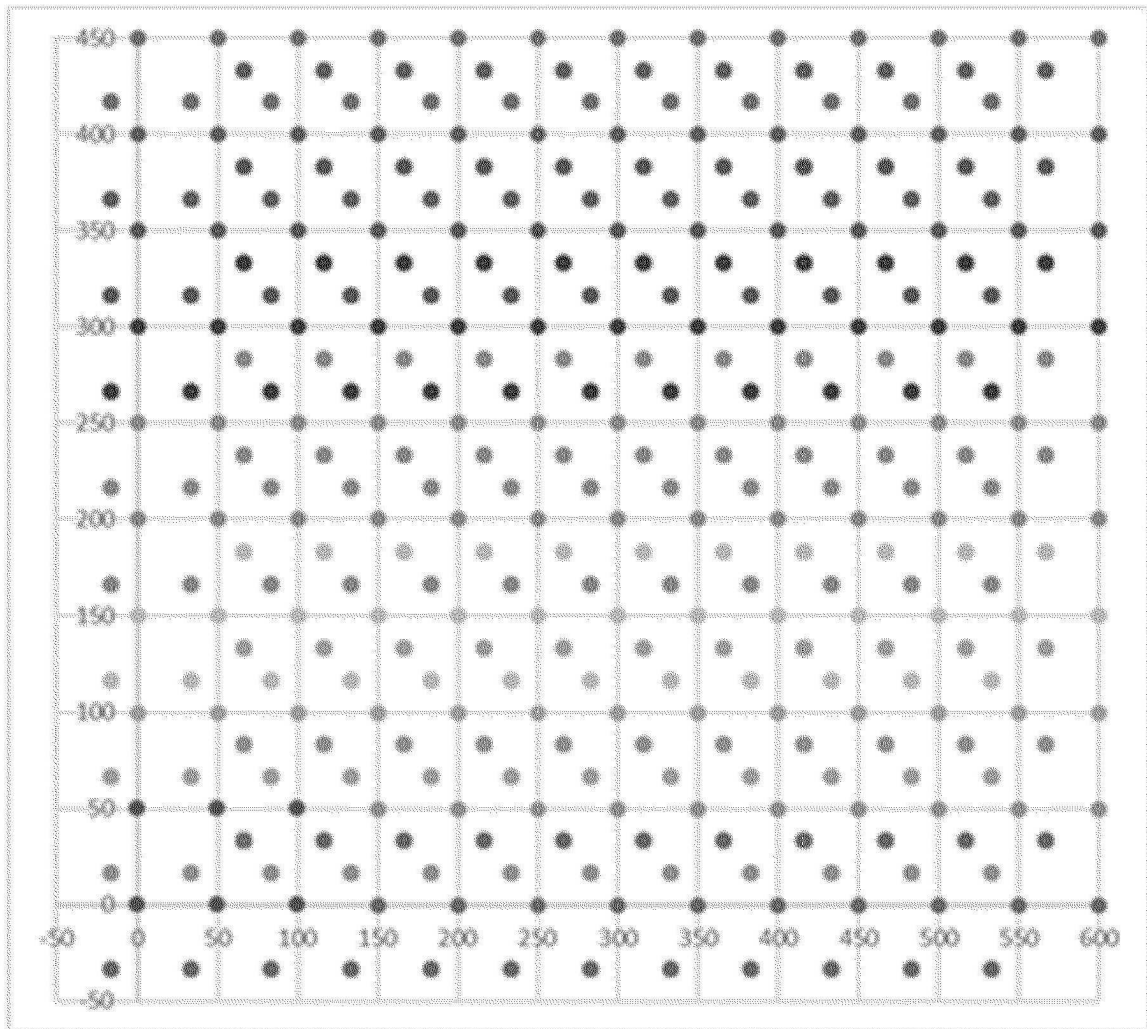


FIG. 40

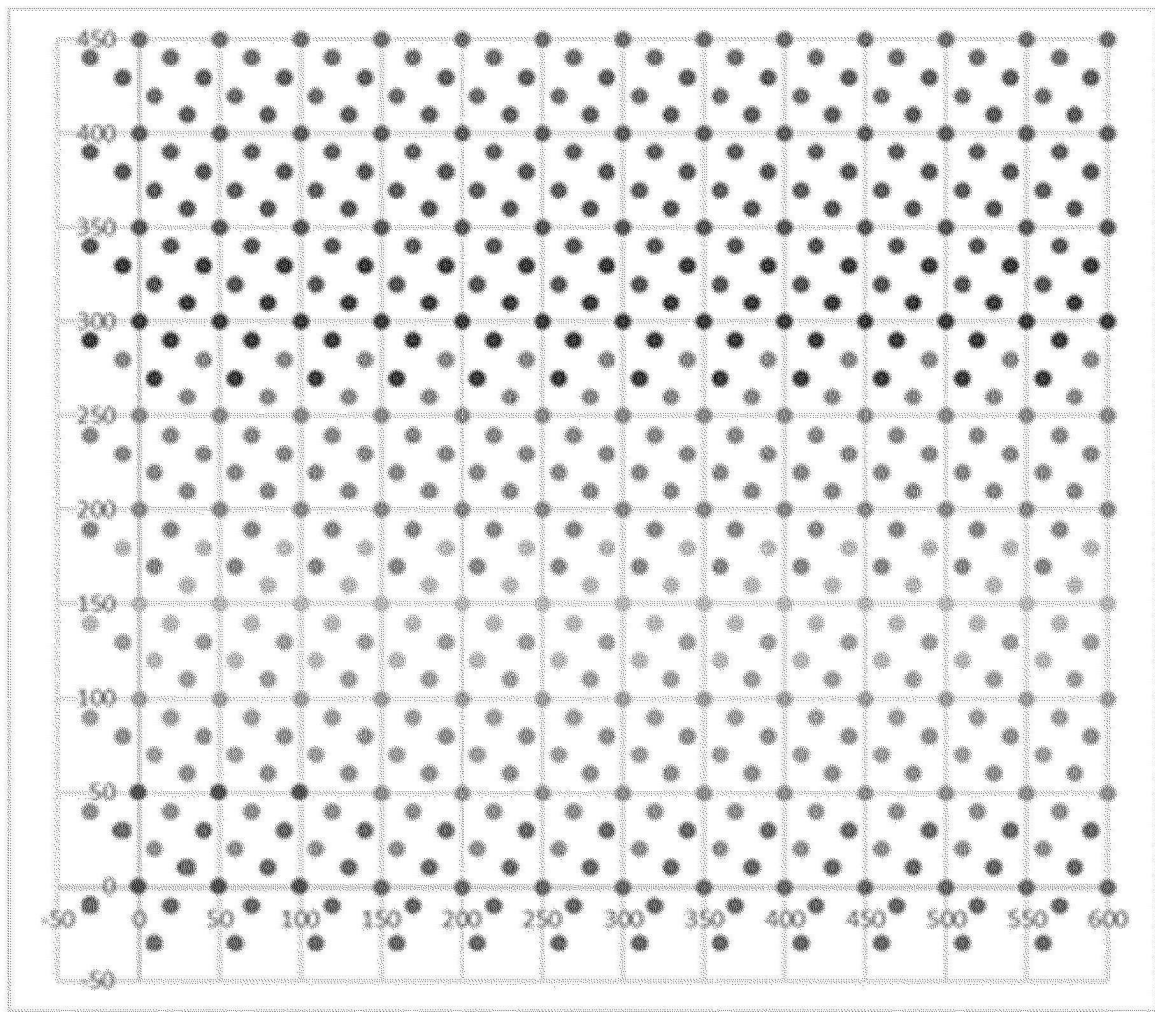


FIG. 41

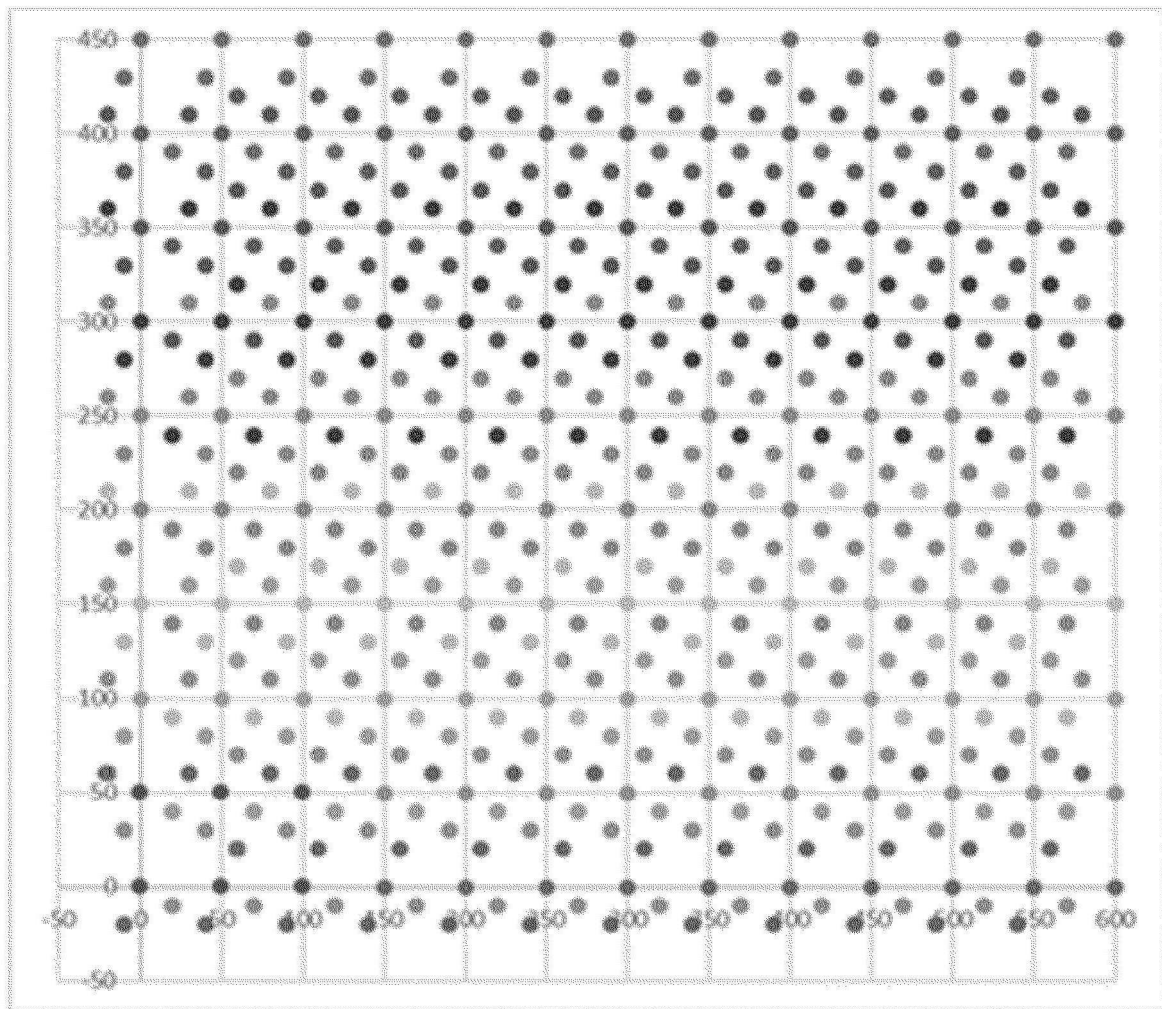


FIG. 42

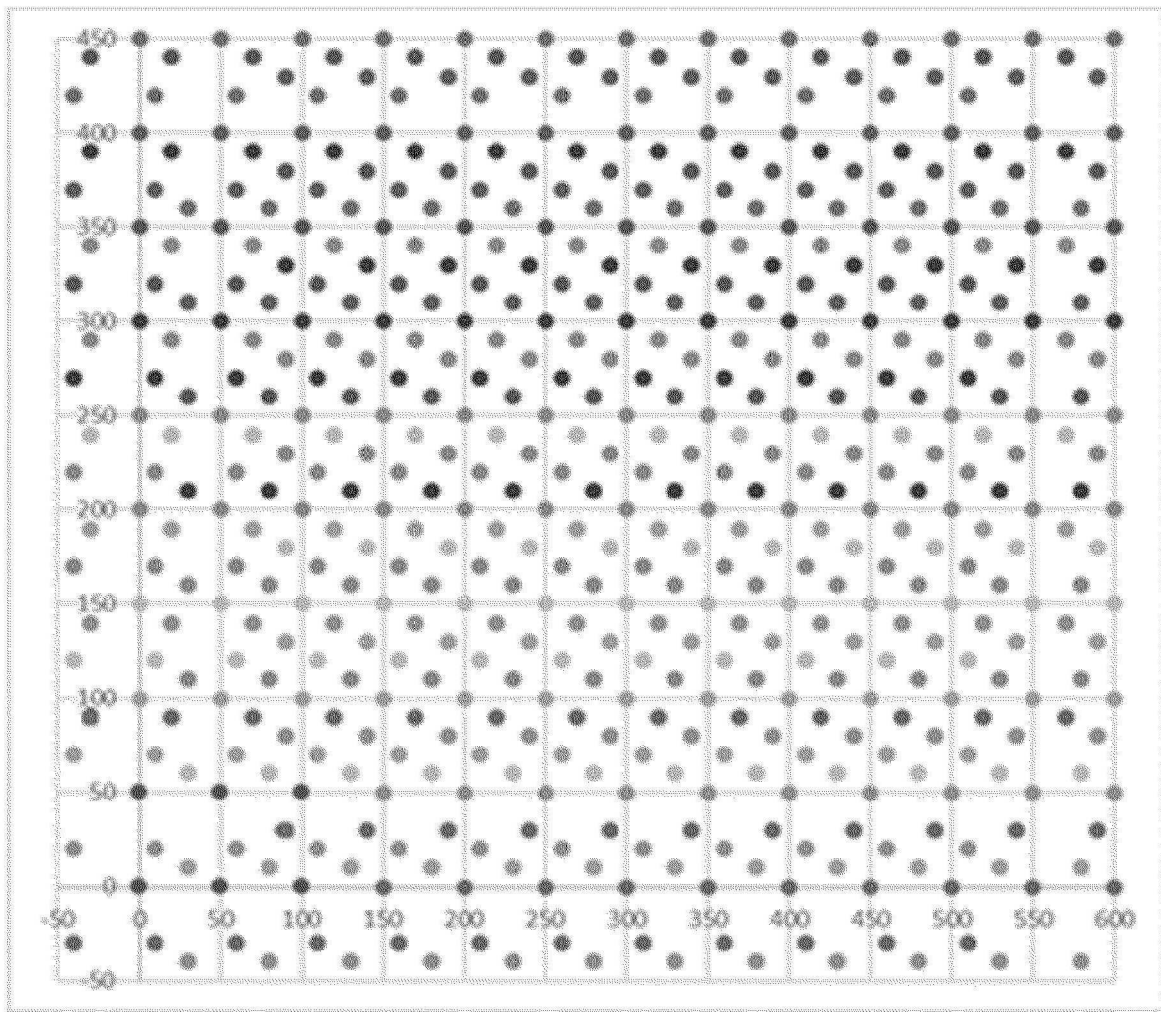


FIG. 43

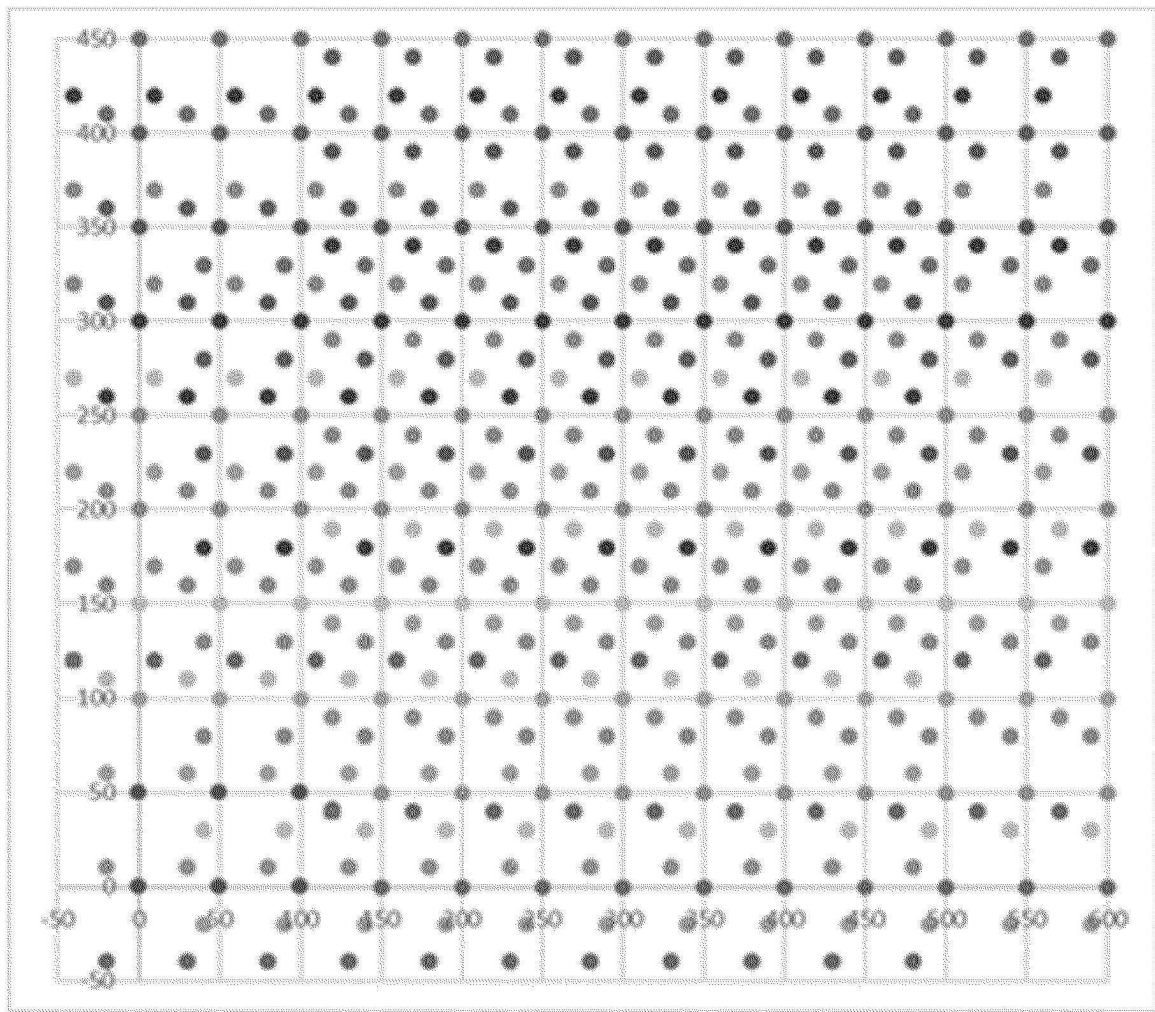


FIG. 44

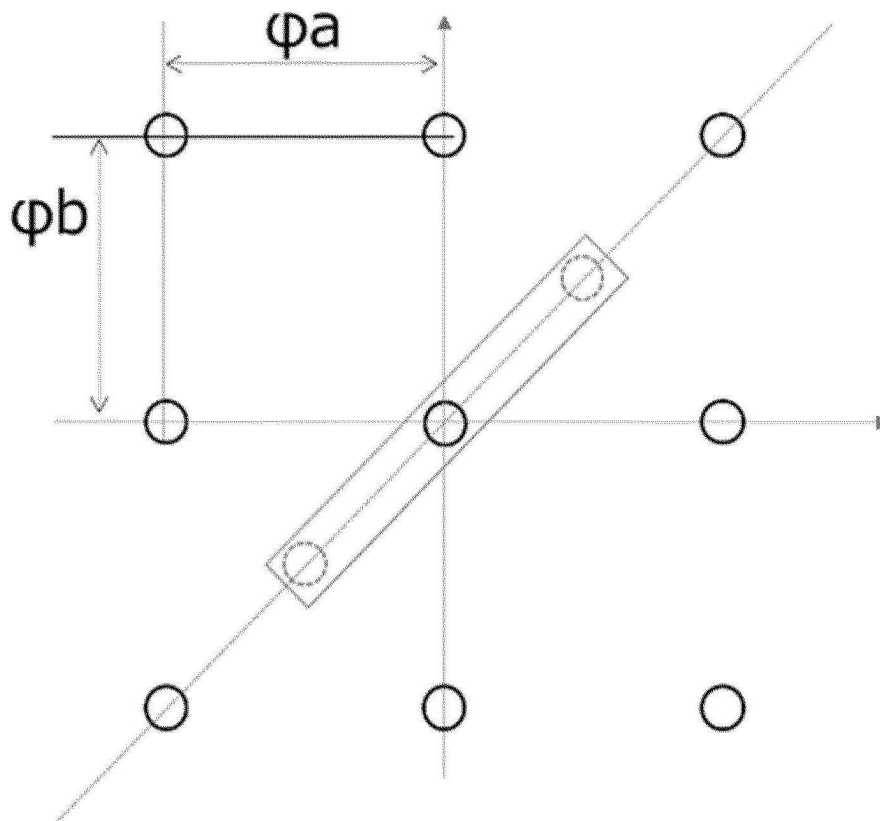


FIG. 45

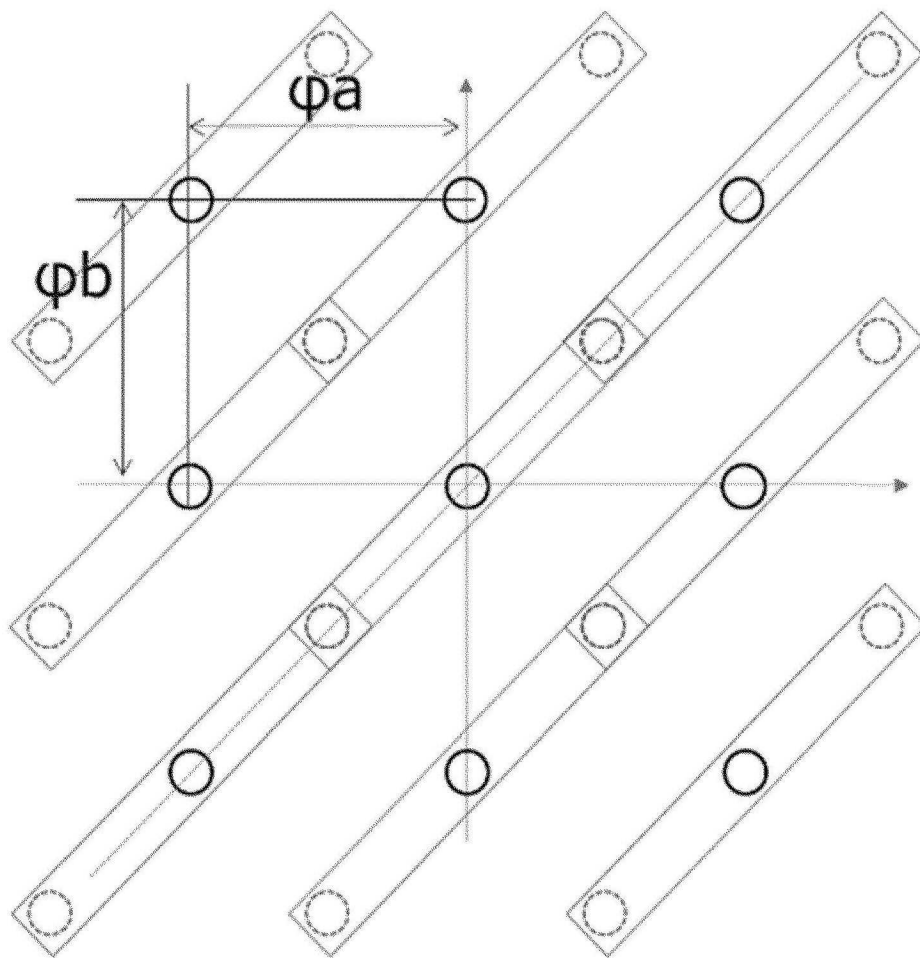


FIG. 46

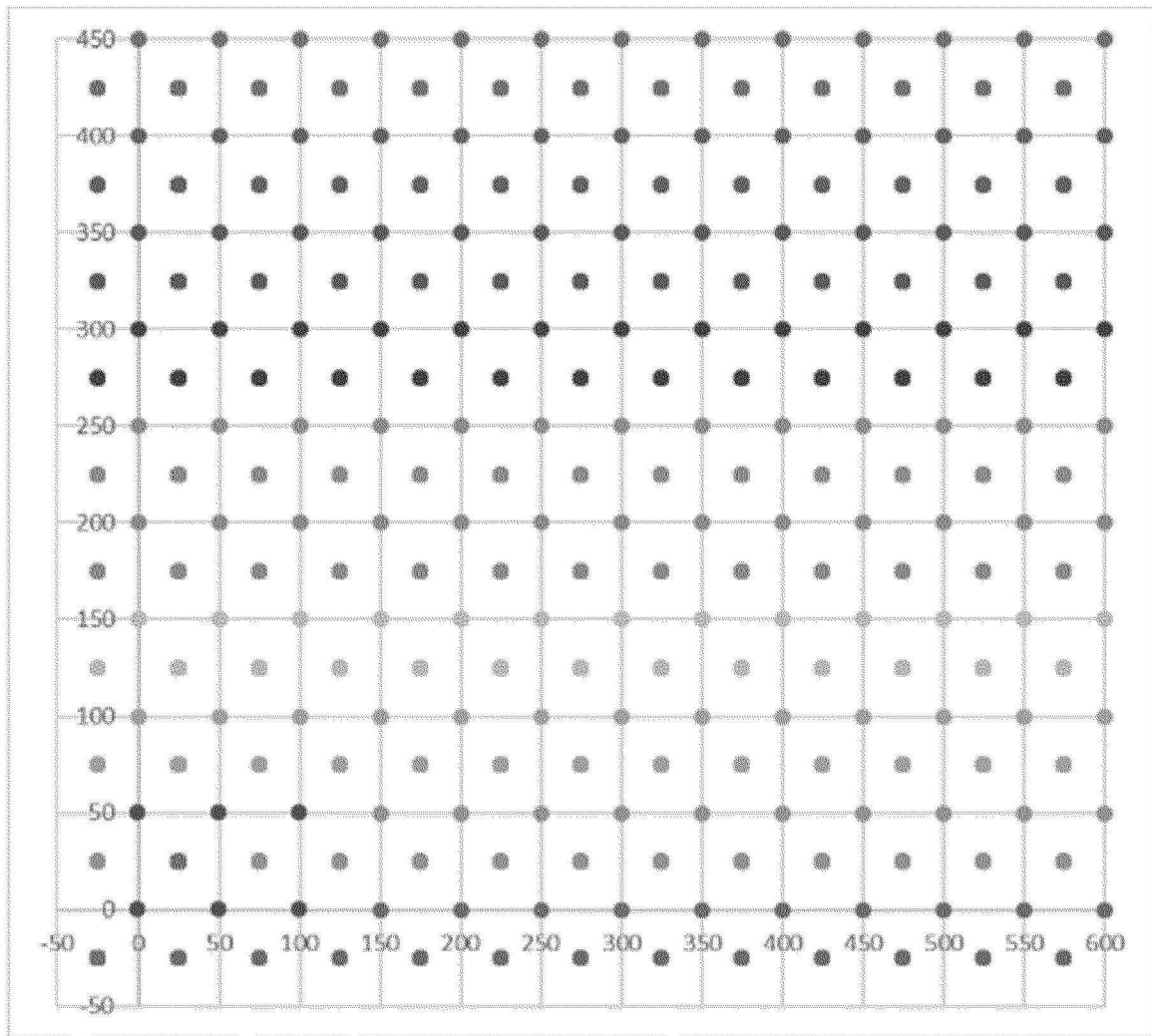


FIG. 47

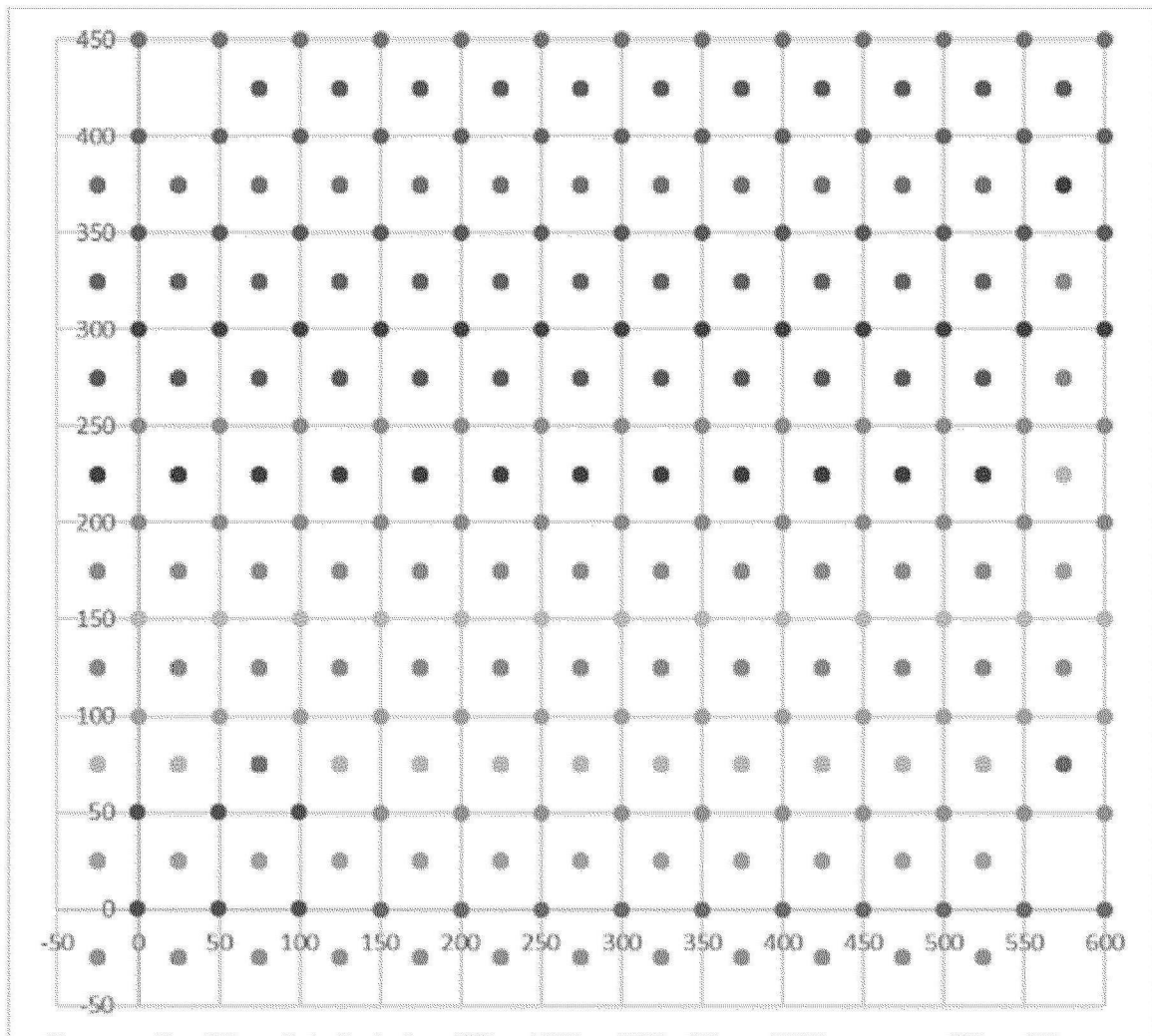


FIG. 48

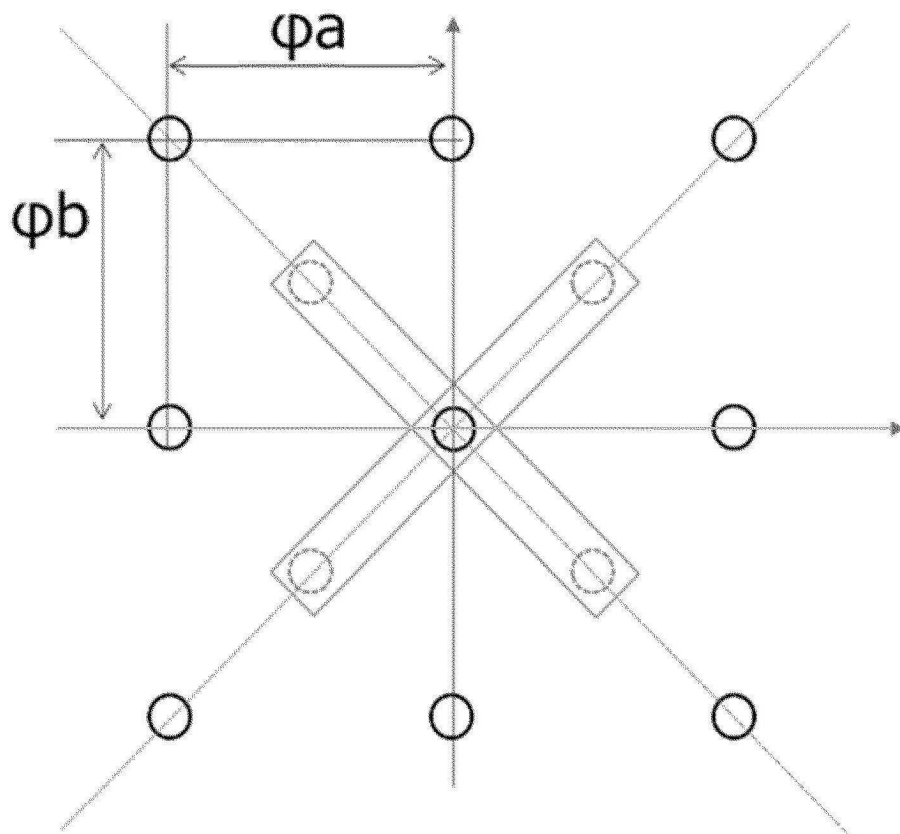


FIG. 49

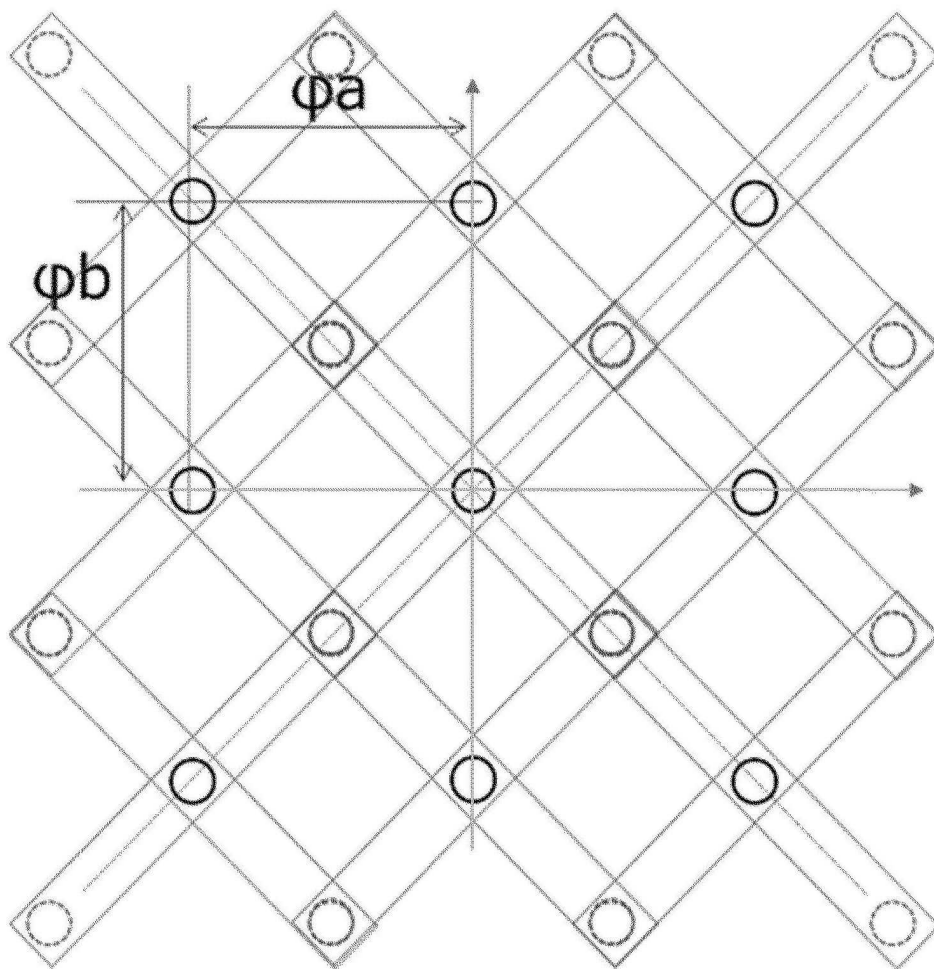


FIG. 50

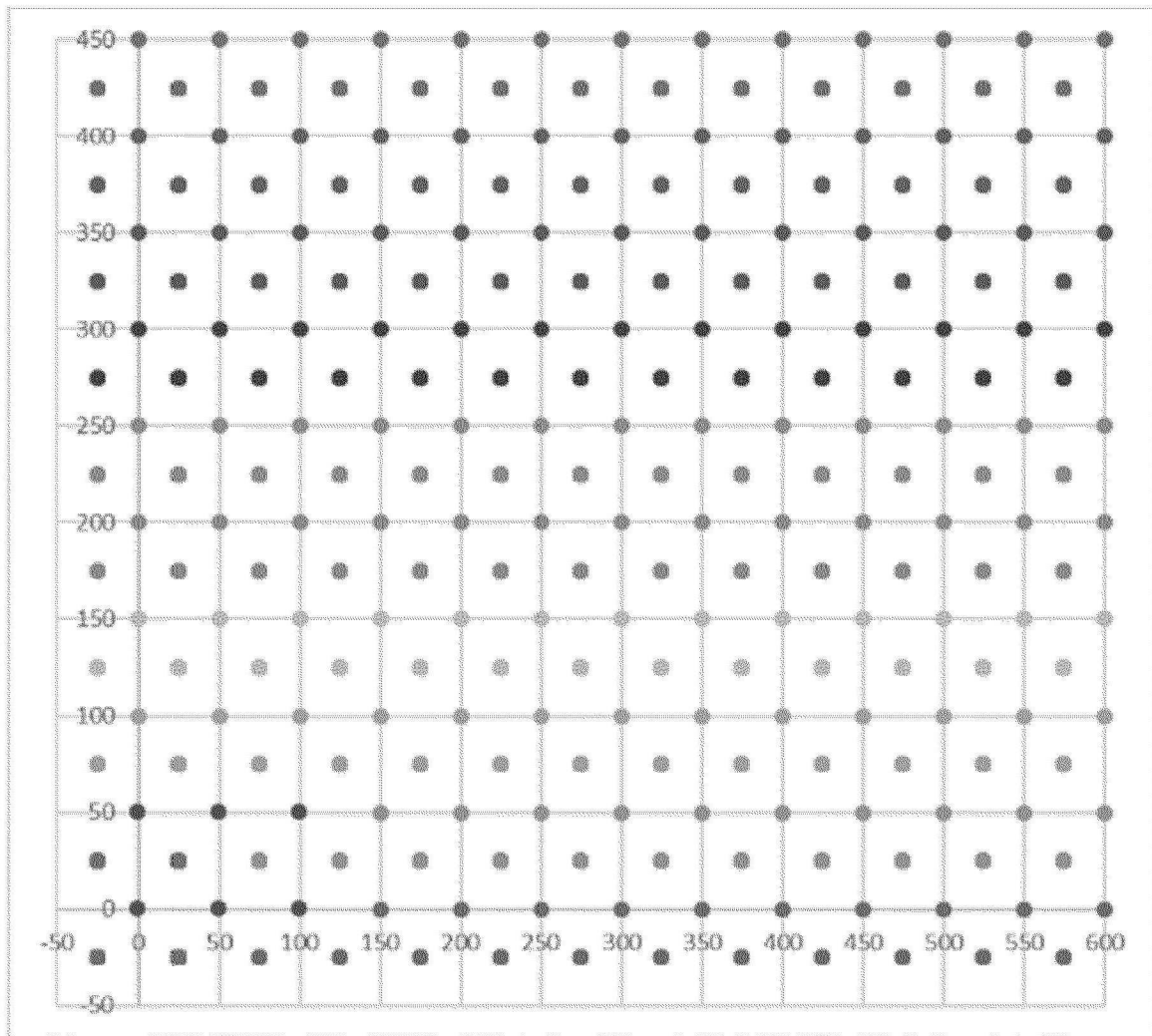


FIG. 51

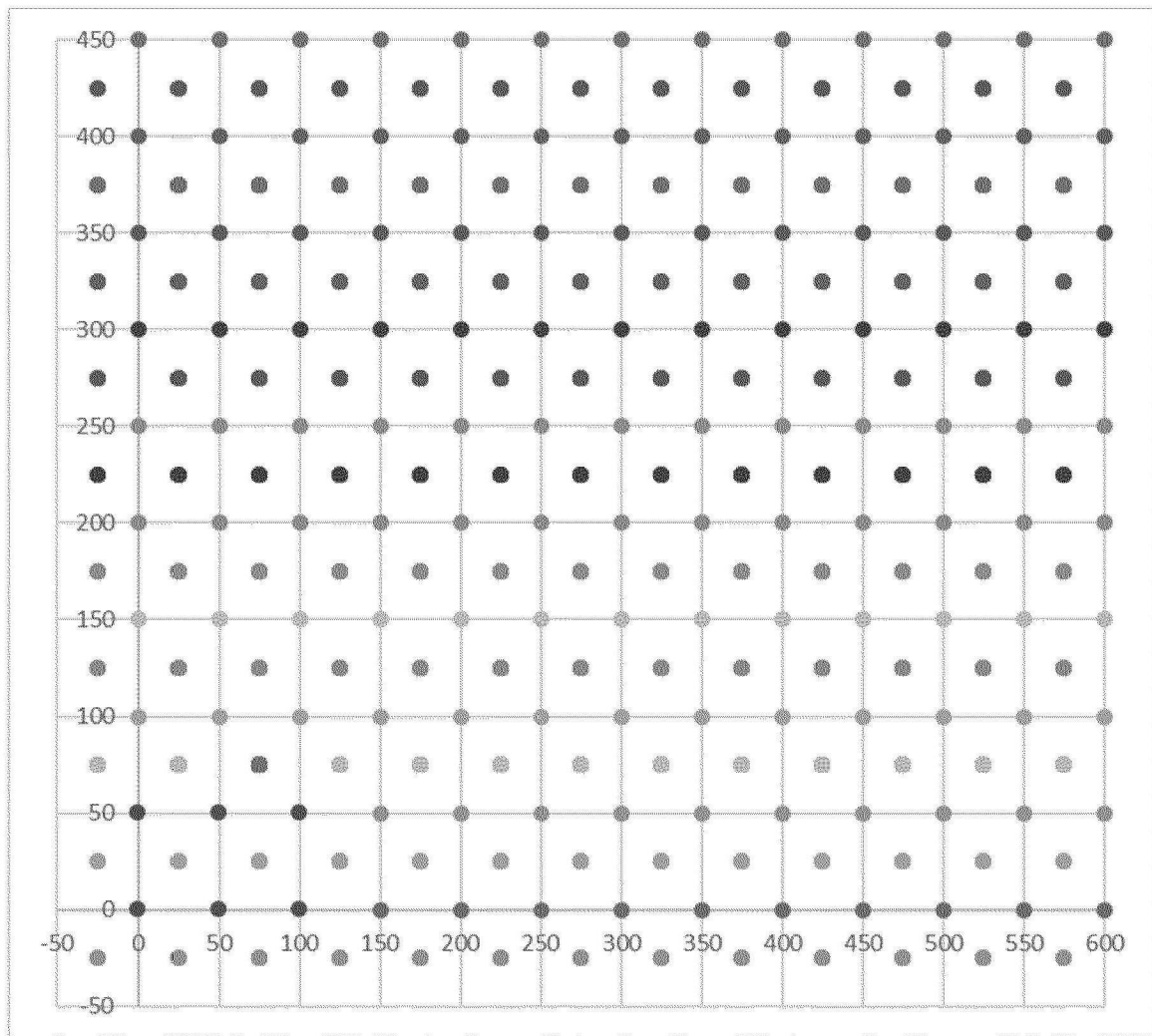


FIG. 52

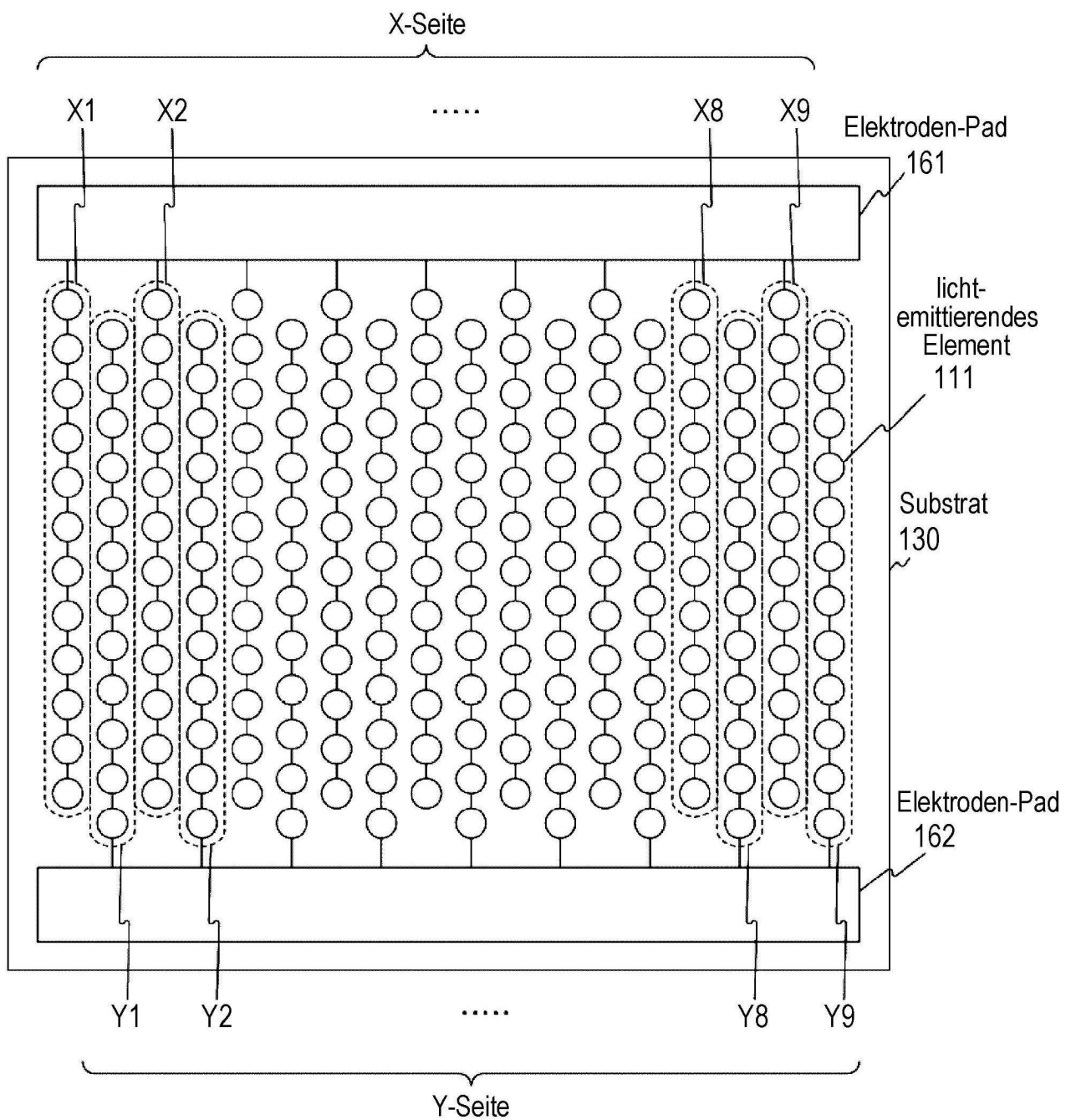


FIG. 53

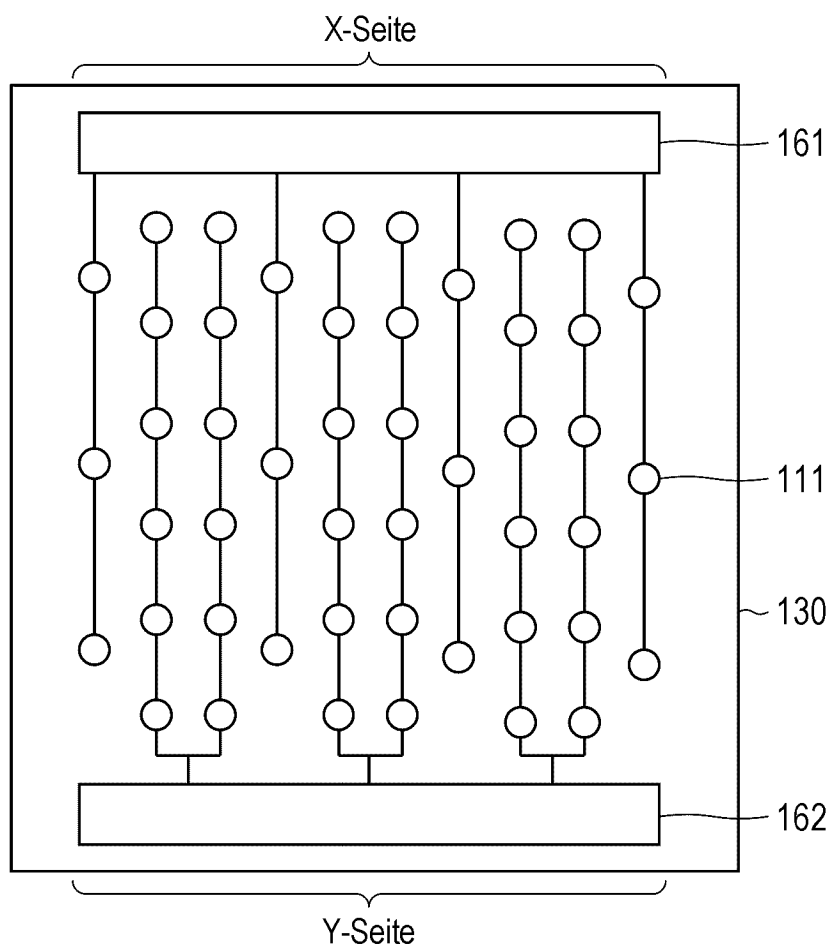


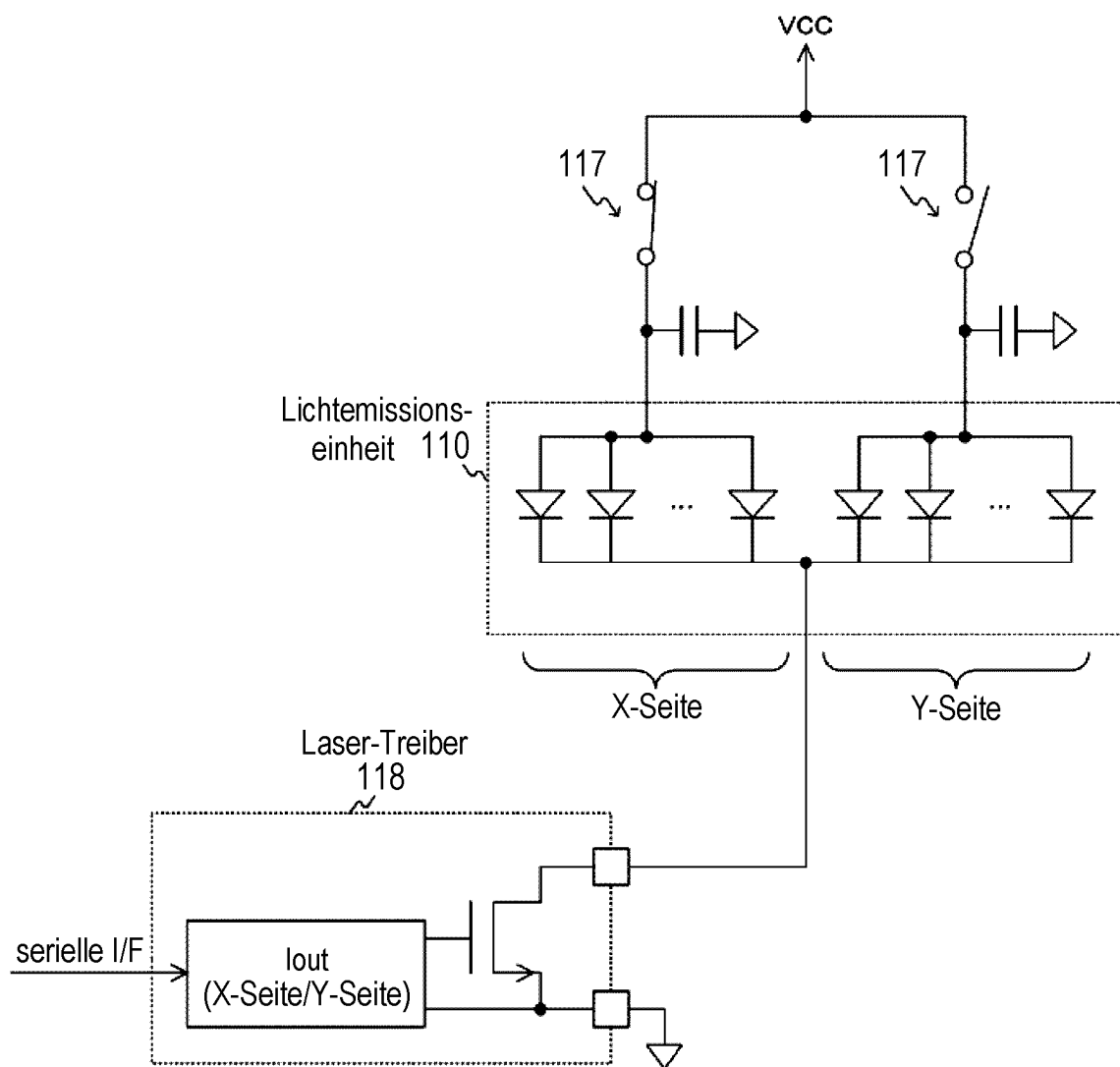
FIG. 54

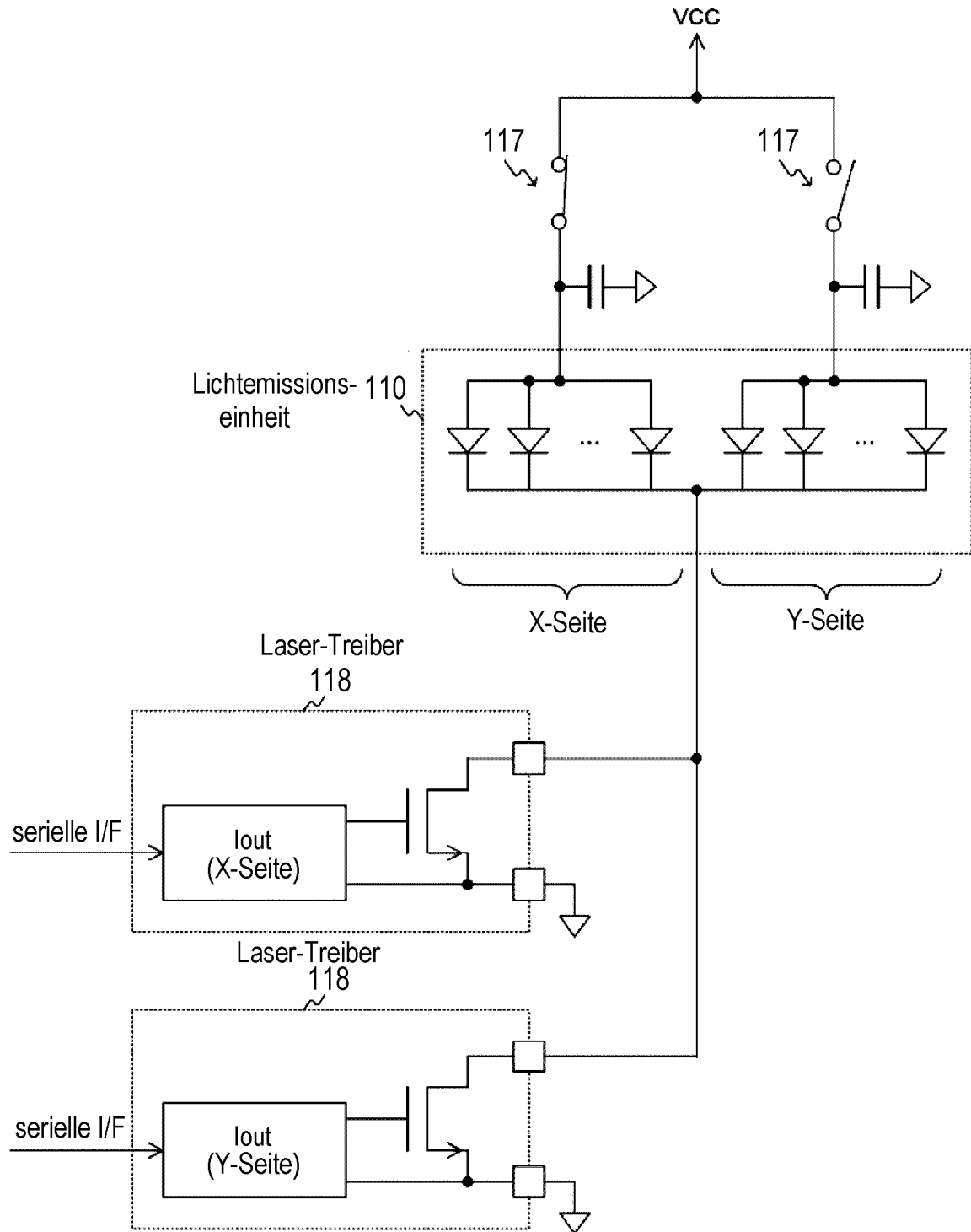
FIG. 55

FIG. 56

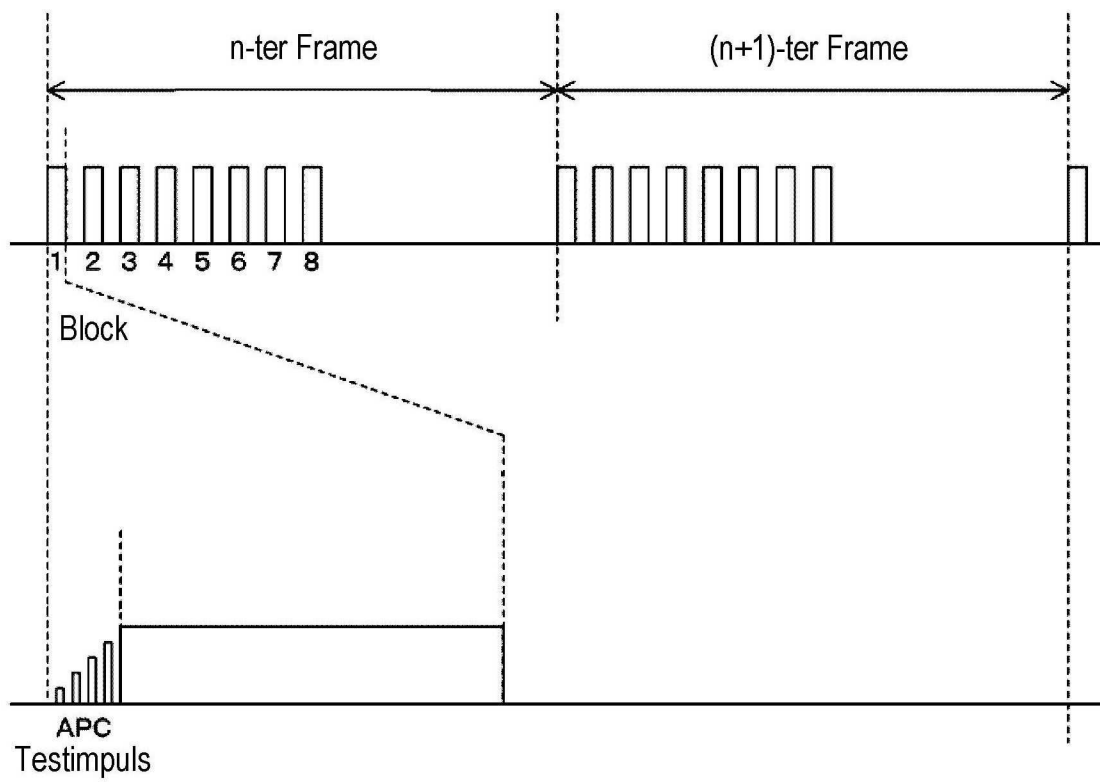


FIG. 57

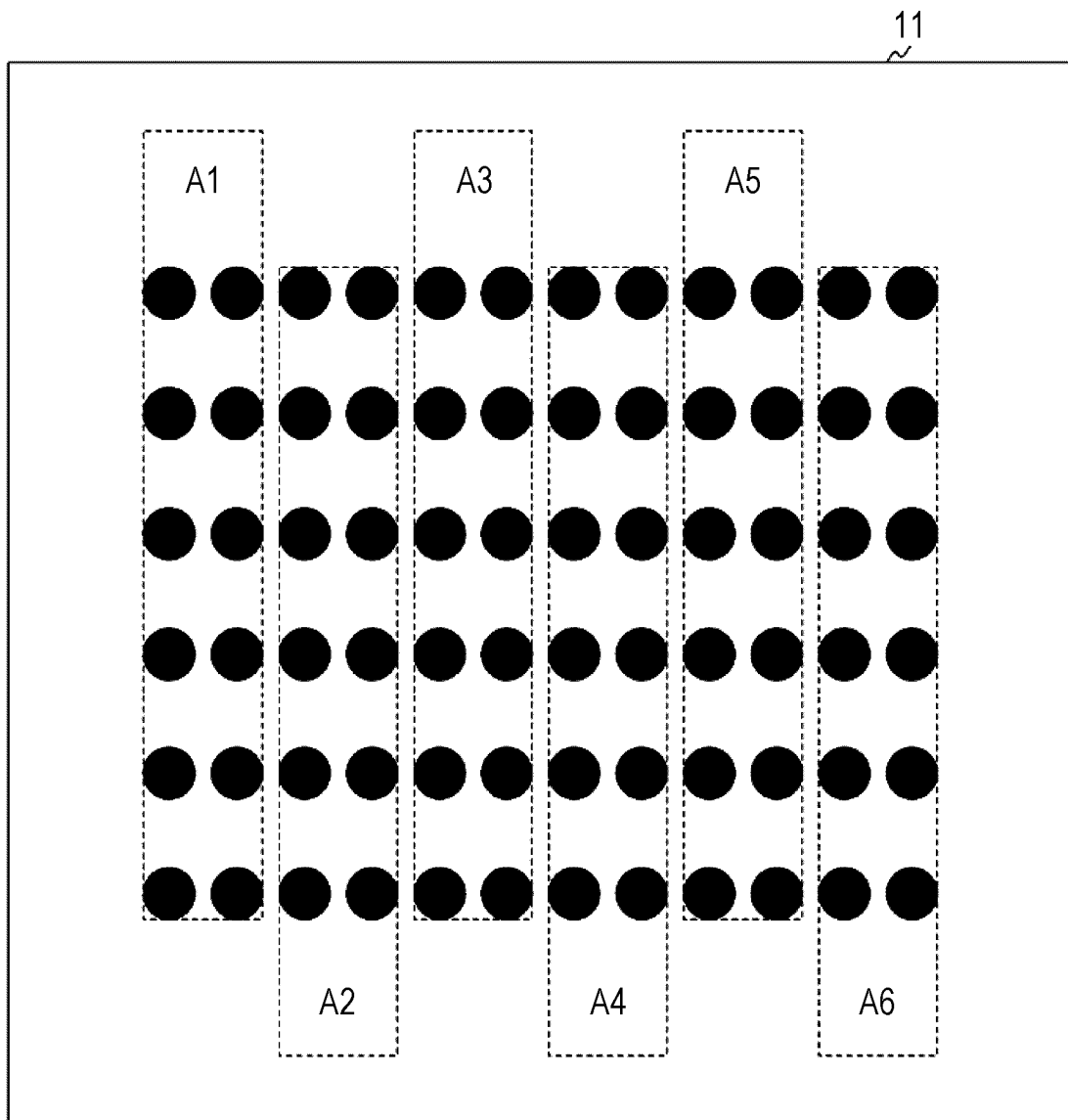


FIG. 58

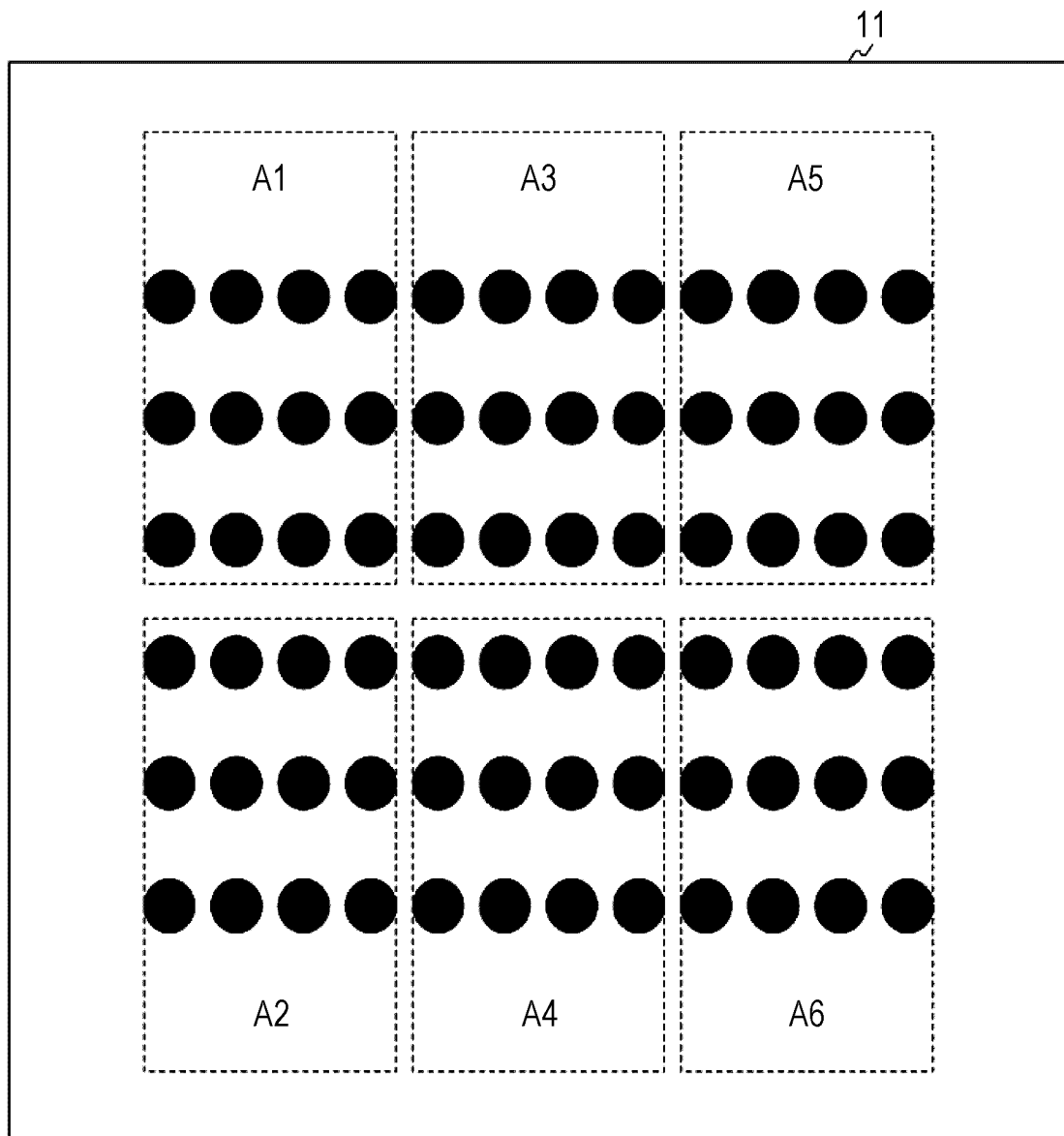


FIG. 59

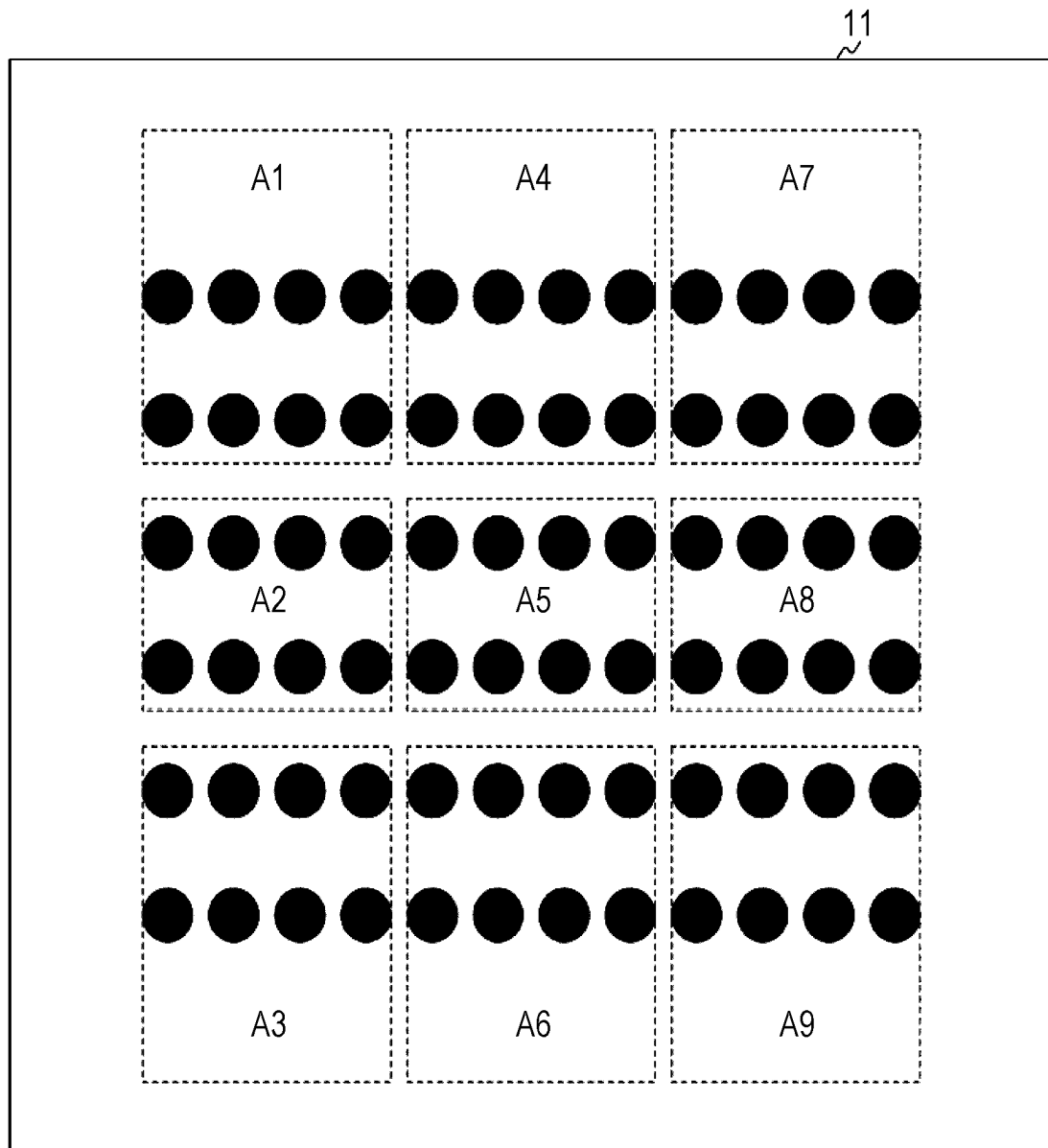


FIG. 60

