

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
22. Juli 2010 (22.07.2010)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/081652 A1

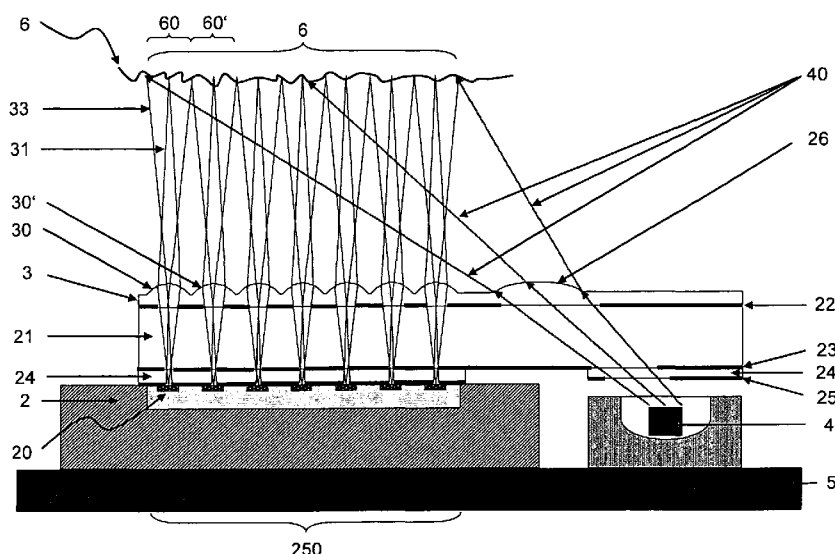
- (51) Internationale Patentklassifikation:
G06F 3/042 (2006.01) *G06F 3/033* (2006.01)
- (74) Anwalt: PFENNING, MEINIG & PARTNER; Theresienhöhe 13, 80339 München (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/000045
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (22) Internationales Anmeldedatum:
7. Januar 2010 (07.01.2010)
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2009 005 092.2
19. Januar 2009 (19.01.2009) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. [DE/DE]; Hansastraße 27c, 80686 München (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): DUPARRÉ, Jacques [DE/DE]; B.-Brecht-Str. 29, 07745 Jena (DE). BRÜCKNER, Andreas [DE/DE]; Dornburger Str. 83, 07743 Jena (DE). WIPPERMANN, Frank [DE/DE]; Am Planetarium 17, 07743 Jena (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: OPTICAL NAVIGATION DEVICE

(54) Bezeichnung : VORRICHTUNG ZUR OPTISCHEN NAVIGATION

Fig. 1



(57) Abstract: The invention relates to an optical navigation device on the basis of a production in a wafer scale, wherein both the illumination path and the imaging lens are integrated on a common carrier structure. The optical navigation devices according to the invention are used for controlling a cursor on an image output device or in the area of finger navigation.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur optischen Navigation auf Basis einer Herstellung im Wafermaßstab, bei der sowohl der Beleuchtungspfad

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2010/081652 A1



Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

VORRICHTUNG ZUR OPTISCHEN NAVIGATION

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur optischen
5 Navigation auf Basis einer Herstellung im Wafermaß-
stab, bei der sowohl der Beleuchtungspfad als auch
die Abbildungsoptik auf einer gemeinsamen Träger-
struktur integriert sind. Verwendung finden die er-
findungsgemäßen Vorrichtungen zur optischen Navigati-
10 on zur Steuerung eines Cursors auf einem Bildausgabe-
gerät oder im Bereich der Fingernavigation.

Bei optischen Navigationssensoren wird ein Flächenbe-
reich der sog. Tracking-Surface durch eine Quelle für
15 elektromagnetische Strahlung, z.B. eine LED oder eine
Laserdiode, und entsprechender Strahlformungsoptik
möglichst homogen beleuchtet. Anschließend wird mit-
tels einer Objektivlinse entweder die beleuchtete
Tracking-Surface direkt (im Falle der LED) oder das
20 durch die Reflexion an der Tracking-Surface entste-

hende Specklemuster (im Falle der Laserdiode) auf einen digitalen Bildsensor abgebildet. Die Bildaufnahme geschieht in sehr schneller Abfolge (1500-6000 Bilder pro Sekunde) hintereinander. Nacheinander aufgenommene Bilder werden miteinander korreliert und die Verschiebung der Bilder untereinander wird anhand repräsentativer Strukturen von an der Tracking-Surface gestreuter oder gebeugter Strahlung als Maß für die Größe und Geschwindigkeit der Verschiebung des Eingabegerätes gegenüber der Tracking-Surface bzw. eines Referenzobjektes gegenüber dem Eingabegerät herangezogen. Dies wird wiederum in die Bewegung des Mauszeigers auf einem Display umgesetzt.

Eine Miniaturisierung eines solchen optischen Navigationssensors kann schrittweise in eine Miniaturisierung der Abbildungsoptik und eine Miniaturisierung der Beleuchtungsoptik unterteilt werden. Konsequenterweise müssen beide Optiken gemeinsam miniaturisiert werden, um eine größtmögliche Gesamtverkleinerung zu erreichen.

Für die alleinige Miniaturisierung der Abbildungsoptik sei die in der DE 10 2007 042 984 beschriebene mehrkanalige Anordnung angeführt.

Weiterhin sind einkanalige optische Anordnungen zur Beleuchtung wie auch zur Abbildung der Tracking-Surface bekannt. Diese erleiden jedoch durch die fortschreitende Miniaturisierung und die daraus resultierenden kurzen Schnittweiten entsprechende prinzipielle Nachteile.

Probleme entstehen nun bei gegebener Diagonale des Bildsensors bei der Miniaturisierung des optischen Aufbaus, da eine Verkürzung der Baulänge für die

äußeren Bildbereiche sehr große Winkel relativ zur optischen Achse der Optik nach sich zieht (umgekehrte Abbildung) und dadurch die Auflösung der Abbildung aufgrund von off-axis Aberrationen und die Helligkeit aufgrund der natürlichen Vignettierung am Bildrand stark verringert wird.

Im gleichen Maße stellt die Verkürzung des bestehenden Aufbaus eine Herausforderung für den Beleuchtungspfad dar, da eine Verkürzung des Gesamtaufbaus nicht nur eine Verkürzung der die Tracking-Surface abbildenden Optik bedeutet, sondern auch des Objektabstandes. Durch einen geringeren Objektabstand würde bei momentaner Konfiguration die Beleuchtungsstrahlung in einem sehr flachen Winkel auf die Tracking-Surface einstrahlen, was zu einer inhomogenen Ausleuchtung und verringerter Effizienz (nutzbare Strahlung/emittierte Strahlung) führt. Des Weiteren ist eine große Anzahl von Reflexionen der Beleuchtungsstrahlung nötig, was zu erhöhter Streuung und Falschlicht führt und somit den Bildkontrast verringert. Ferner begrenzt die Trennung der Abbildungs- und Beleuchtungsoptik eine weitere Miniaturisierung.

Ausgehend hiervon war es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung zur optischen Navigation bereitzustellen, die die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile beseitigt und eine miniaturisierte Vorrichtung darstellt, die zum einen eine homogene Beleuchtung des abzubildenden Objekts und eine effiziente Abbildung auf den Bildsensor ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch die Vorrichtung zur optischen Navigation mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und das Eingabegerät mit den Merkmalen des Anspruchs 23 gelöst. In Anspruch 25 werden erfindungsgemäße

Verwendungen angegeben. Die weiteren abhängigen Ansprüche zeigen vorteilhafte Weiterbildungen auf.

5 Erfindungsgemäß wird eine Vorrichtung zur optischen Navigation bereitgestellt, die in Wafer-Technologie hergestellt ist und folgende Komponenten aufweist:

- 10 a) ein Bildsensorarray mit einer Vielzahl von arrayartig angeordneten Bildsensoreinheiten mit jeweils mindestens einer lichtempfindlichen Fläche,
- 15 b) mindestens ein dem Bildsensorarray zugeordnetes und zwischen einem abzubildenden Objekt und dem Bildsensorarray angeordnetes Mikrolinsenarray, wobei jeder Bildsensoreinheit mindestens eine Mikrolinse zugeordnet ist sowie
- 20 c) mindestens eine Strahlungsquelle mit mindestens einer zugehörigen Strahlformungsoptik.

25 Wesentliches Merkmal dieser Vorrichtung ist es, dass das Bildsensorarray und die mindestens eine Strahlungsquelle gemeinsam auf derselben Trägerstruktur sowie mindestens ein Mikrolinsenarray und mindestens eine Strahlformungsoptik gemeinsam auf demselben optisch transparenten Substrat angeordnet sind.

30 Die erfindungsgemäße Vorrichtung zeichnet sich im Wesentlichen dadurch aus, dass

- 35 • die mikrooptische Beleuchtungs- und Abbildungsoptik auf einer gemeinsamen Trägerstruktur angeordnet sind,
- eine ein- oder mehrkanalige Optik-Anordnung für den Beleuchtungsstrang in die Vorrichtung integ-

riert ist,

- eine mehrkanalige Optik-Anordnung im Abbildungsstrang vorliegt und
- eine Integration der mindestens einen Strahlungsquelle auf derselben elektronischen Leiterplatte oder sogar auf demselben Halbleitersubstratausschnitt wie das Bildsensorarray.

5

Das Ergebnis dieser Maßnahme ist eine größtmögliche
10 Miniaturisierung des optischen Navigationssensors.
Miniaturisierung bedeutet hier die Verkleinerung des
Gesamtvolumens aber vor allem die Realisierung eines
sehr dünnen Aufbaus (Aufbauhöhe kleiner 2 mm). Des
Weiteren kann durch die Verwendung von mikrooptischen
15 Herstellungsmethoden im Wafermaßstab, u.a. die paral-
lele Erzeugung von abbildenden Mikrolinsenarrays und
strahlformender Optik auf demselben Substratträger,
bei entsprechender Stückzahl eine Reduktion der Her-
stellungskosten erreicht werden. Ein durch die Minia-
20 turisierung erreichter kürzerer Beleuchtungsabstand
und der u.U. zusätzlich größere Einfallswinkel sorgen
für eine höhere Beleuchtungseffizienz, was somit zu
einem größeren Signal-Rausch-Verhältnis oder, bei ge-
dimmter Lichtquelle, zu geringerem Stromverbrauch
25 führt. Letzteres ist vor allem in Bezug auf den Ein-
satz in tragbaren Endgeräten relevant.

20

25

Durch die Anordnung von Strahlungsquelle(n) und De-
tektoren auf einer gemeinsamen Trägerstruktur wird
30 von vornherein eine kleine Grundfläche des optischen
Navigationssensors erreicht und es wird völlig neuen
substratbasierten Assemblieremethoden der Weg berei-
tet, u.a. durch eine deutlich erhöhte Präzision der
relativen Positionen von Beleuchtungsquelle und Bild-
35 sensorarray sowie deren Anordnung mehr oder weniger
in einer Ebene. Ein mikrooptisches Modul, d.h. Mikro-

30

35

linsenarray(s) mit einer oder mehreren zusätzlichen Komponenten, die sich in mindestens einer Eigenschaft, wie z.B. Krümmungsradius, lateralem Durchmesser, Pfeilhöhe, Brennweite, Oberflächenprofil, von den Mikrolinsen unterscheiden, wird auf diese gemeinsame Trägerstruktur aufgesetzt, um einerseits die Beleuchtung der Tracking-Surface und andererseits die Abbildung des an dieser gestreuten oder gebeugten Beleuchtungslichtes zu gewährleisten.

Abbildungsseitig werden die zur Bildsensorkoordinate korrespondierenden Objektteile nicht schief bzw. diagonal durch die Optik übertragen, wie es bei herkömmlichen optischen Navigationssensoren der Fall ist, sondern senkrecht. Korrespondierende Objekt- und Bildteile liegen sich direkt gegenüber, so dass keine umgekehrte, sondern eine aufrechte Abbildung erzeugt wird. Hier wird jeder Objektteil im Wesentlichen „on-axis“, also mit kleinem Einfallswinkel zur jeweiligen optischen Achse, übertragen. Dazu ist eine arrayhafte Abbildung notwendig, bei der jedem mindestens einen Bildpixel seine mindestens eine eigene Mikrolinse zugeordnet wird.

Der Beleuchtungsstrang zeichnet sich vorzugsweise durch folgende Merkmale aus:

- Der Beleuchtungsstrang befindet sich mit der abbildenden Optik auf derselben optisch transparenten Trägerstruktur, z.B. einem Ausschnitt aus Glassubstrat oder Kunststoffabstandsschicht, und besteht aus dem gleichen Material, insbesondere Kunststoff, ORMOCER = anorganisch-organisches Copolymer, Glas oder deren Verbunde.
- Der Beleuchtungsstrang wirkt refraktiv und/oder reflektiv und/oder diffraktiv, um die elektromag-

netische Strahlung der Strahlungsquelle(n) möglichst homogen auf die von der abbildenden Optik beobachteten Bereiche der Tracking-Surface zu verteilen.

- 5 • Einer einzelnen Strahlungsquelle kann eine mehrkanalige Beleuchtungsoptik zugeordnet sein, d.h. die Beleuchtungsoptik kann auch als Array bzw. Anordnung von gleichförmigen oder unterschiedlichen optischen Bauelementen ausgeprägt sein.
- 10 • Im Falle mehrerer Strahlungsquellen kann einer der Quellen oder auch einer Anzahl von Strahlungsquellen eine mehrkanalige Beleuchtungsoptik zugeordnet sein.
- Im Falle mehrerer Strahlungsquellen können die von
15 den einzelnen Kanälen der Beleuchtungsoptik beleuchteten Bereiche der Tracking-Surface disjunkt sein oder einander zumindest teilweise überlappen.
- Zwischen der Beleuchtungsoptik und der optisch
20 transparenten Trägerstruktur kann sich eine Aperturblende bzw. eine Aperturblendenanordnung in geringem axialem Abstand zur Beleuchtungsoptik befinden. Es handelt sich dabei um dieselbe Schicht, die auch für die abbildende Optik eine Aperturblendenanordnung enthalten kann.
- 25 • Die Aperturblendenanordnung besteht aus einem absorbierenden Material, z.B. Black-Matrix-Polymer, und/oder einem zumindest einseitig reflektierenden Material, z.B. einem Metall, wie Titan, Chrom oder Schwarzchrom oder nanostrukturiertes Silizium
30 (Black Silicon).
- Zwischen der Beleuchtungsoptik mit zugeordneter Aperturblendenanordnung auf der optisch transparenten Trägerstruktur und dem Halbleitersubstratausschnitt kann sich mindestens eine Blende bzw.
35 Blendenanordnung befinden. Es handelt sich um dieselbe Schicht, in der auch im Abbildungsstrang ei-

ne Blendenanordnung ausgeprägt sein kann. Hier dient die Blende bzw. Blendenanordnung zur Einschränkung des Winkelspektrums der elektromagnetischen Strahlung der Strahlungsquelle und insbesondere verhindert diese, dass Beleuchtungsstrahlung direkt auf das Bildsensorarray gelangt.

- Die Blendenanordnung besteht aus einem absorbierenden Material, z.B. einem Black-Matrix-Polymer, und/oder einem zumindest einseitig reflektierenden Material, z.B. einem Metall, wie Titan, Chrom oder Schwarzchrom oder nanostrukturiertes Silizium (Black Silicon).
- Zwischen dem optisch transparenten Träger mit mindestens einer Blendenanordnung kann sich eine zweite Strahlformungsoptik, z.B. eine Mikrolinse, aus einem optisch transparenten Material, insbesondere Kunststoff, ORMOCER = anorganisch-organisches Co-Polymer und/oder Glas, befinden.
- Diese zweite Strahlformungsoptik kann refraktiv und/oder reflektiv und/oder diffraktiv wirken, um die elektromagnetische Strahlung der Strahlungsquelle(n) zu kollimieren und/oder abzulenken, so dass sie im Zusammenwirken mit der Beleuchtungsoptik möglichst homogen auf der Tracking-Surface verteilt wird.
- Einer einzelnen Strahlungsquelle kann eine mehrkanalige, zweite Strahlformungsoptik zugeordnet sein, d.h. die zweite Strahlformungsoptik kann auch als Array oder Anordnung von gleichförmigen oder unterschiedlichen optischen Bauelementen, z.B. als Mikrolinsenarray, ausgeprägt sein.
- Speziell kann aus dem Zusammenwirken einer als Array ausgebildeten Beleuchtungsoptik mit einer als Array ausgebildeten zweiten Strahlformungsoptik mit angepasstem axialem Abstand und evtl. lateralem Versatz der Zentren von der Beleuchtungsoptik

und der zweiten Strahlformungsoptik ein Aufbau zur Homogenisierung der Beleuchtungsstrahlung ähnlich dem Prinzip des Wabenkondensors realisiert werden.

- Im Falle mehrerer Strahlungsquellen kann einer der Strahlungsquellen oder auch einer Anzahl von Strahlungsquellen eine mehrkanalige, zweite Strahlformungsoptik zugeordnet sein.

- Die zweite Strahlformungsoptik kann auch durch eine Abstandshalterschicht aus optisch transparentem Material, insbesondere Kunststoff, ORMOCER = anorganisch-organischem Co-Polymer oder Glas, ersetzt sein. Im Falle einer elektrischen Kontaktierung des Bildsensors und/oder der Strahlungsquelle(n) durch Bonddrähte ist diese Abstandshalterschicht von der Abstandshalterschicht des Abbildungsstranges lateral getrennt, befindet sich aber in derselben axialen Lage. Falls eine elektrische Rückseitenkontaktierung (z.B. „through-Silicon VI-As“) des Bildsensors und/oder der Quelle(n) vorhanden ist, kann es sich um dieselbe, lateral verbundene Abstandshalterschicht handeln bzw. es kann auf eine laterale Strukturierung der Abstandshalterschicht verzichtet werden.

- Auf der Rückseite (bild- oder quellenseitig) der zweiten Strahlformungsoptik bzw. Abstandshalterschicht kann sich eine der jeweiligen Strahlungsquelle zugeordnete Blende bzw. Blendenanordnung befinden. Diese dient der weiteren Einschränkung des Winkelspektrums der elektromagnetischen Strahlung der Strahlungsquelle und speziell zur Verhinderung, dass Strahlung direkt von den Strahlungsquellen auf den Bildsensor fällt. Diese Blende besteht aus einem absorbierenden Material, z.B. einem Black-Matrix-Polymer, und/oder einem zumindest einseitig reflektierenden Material, z.B. einem Metall, wie Titan, Chrom oder Schwarzchrom

oder nanostrukturiertes Silizium (Black Silicon).

- Die Abstandshalterschicht der abbildenden Optik kann sich in ihrer lateralen Ausdehnung und Form der Berandung und des Oberflächenprofils von der zugeordneten Schicht der Beleuchtungsoptik unterscheiden, indem diese z.B. als eine weitere Strahlformungsoptik ausgeprägt ist.
- Die von der Strahlungsquelle emittierte elektromagnetische Strahlung wird durch die Beleuchtungsoptik evtl. im Zusammenspiel mit der zweiten Strahlformungsoptik auf die von der Abbildungsoptik beobachteten Bereiche der Tracking-Surface verteilt.
- Das Beleuchtungsschema wird bevorzugt so gestaltet, dass die Bereiche der Tracking-Surface möglichst homogen beleuchtet werden, d.h. die Strahlungsintensität der Beleuchtung sollte über die Fläche der Tracking-Surface möglichst wenig variieren.

Alle erwähnten Beleuchtungsoptiken, Blendenlagen und Träger- bzw. Abstandshalterschichten haben die Eigenschaft, dass sie mit den jeweiligen Optiken, Blendenanordnungen, Träger- bzw. Abstandshalterschichten der mehrkanaligen Abbildungsoptik lateral in einer Schicht liegen bzw. als gemeinsame Schicht in der abbildenden und beleuchtenden Optik ausgeprägt sind. Das bedeutet, dass die Blendenanordnungen der abbildenden Optik aus demselben Material beschaffen sind, sich aber in ihrer lateralen Struktur bzw. Eigenschaften, wie z.B. Mittenabstand, Öffnungsdurchmesser, Form der Berandung, unterscheiden können.

Die Abbildungsoptik zeichnet sich vorzugsweise durch die folgenden Merkmale aus:

- Jeder Mikrolinse des Mikrolinsenarrays ist mindestens ein Detektor (Pixel) zugeordnet.
- Jede Mikrolinse bildet einen Bereich der Tracking-Surface auf diese mindestens eine Bildsensoreinheit ab, die mindestens so groß ist wie der laterale Abstand der Mikrolinsen. Dies sorgt für eine lückenlose Abtastung der Tracking-Surface, woraus eine 1:1-Abbildung resultiert, während innerhalb eines Kanals der Objektbereich verkleinert auf einen Pixel abgebildet wird.
- Die mehrkanalige Abbildungsoptik kann geneigte (zum Rande hin wachsende) optische Achsen besitzen. Global liegt dann keine 1:1-Abbildung mehr vor, da das abgebildete Objektfeld größer als der Bildsensor ist. In diesem Fall muss sichergestellt werden, dass in gewünschtem Arbeitsabstand die den einzelnen optischen Kanäle zugeordneten Objektbereiche gerade aneinander anschließen, d.h. die Kantenlänge des jedem optischen Kanal zugeordneten Objektbereiches ist dann größer als der Abstand der Mikrolinsen.
- Der Objektabstand beträgt für die Anwendung als optische Maus von 0,1 bis 1 mm und allgemein als optischer Navigationssensor von 0,1 mm bis einige Meter.
- Die Abbildungsoptik besteht aus mindestens einem Mikrolinsenarray mit zugeordneter Aperturblendenanordnung in geringem axialen Abstand zur optischen Linsenfläche.
- Die Aperturblendenanordnung besitzt analoge Eigenschaften wie die Aperturblendenanordnung des Beleuchtungsstranges, da es sich um dieselbe Schicht handelt, jedoch ist im Allgemeinen mindestens eine der lateralen Eigenschaften, wie z.B. Öffnungsdurchmesser, Form der Berandung, zwischen den Aperturblenden, die der Beleuchtungsoptik und je-

nen, die der abbildenden Optik zugeordnet sind, verschieden.

- 5 • Zwischen dem mindestens einen Mikrolinsenarray mit dessen zugeordneter Aperturblendenanordnung und dem Bildsensorarray auf einem Halbleitersubstratausschnitt befindet sich mindestens eine optisch transparente Trägerstruktur, z.B. ein Ausschnitt aus Glas-Substrat oder Kunststoff-Abstandsschicht.
- 10 • Zwischen Trägerstruktur und Detektorenarray kann sich mindestens eine Blendenanordnung zur Unterdrückung von Störlicht sowie optischem Übersprechen, d.h. vom Objekt gestreute und in einem optischen Kanal erfasste Strahlung, die unerwünscht auf einen Detektor eines anderen Abbildungskanals abgebildet wird, befinden. Optional befindet sich 15 auf dieser Blendenanordnung bildseitig eine Abstandshalterschicht aus einem optisch transparenten Material, z.B. Kunststoff, ORMOCER= anorganisch-organischem Co-Polymer oder Glas. Die bildseitige Abstandshalterschicht kann, z.B. im Falle von elektrischer Kontaktierung des Bildsensors und/oder der Strahlungsquelle(n), lateral strukturiert ausgeprägt sein.
- 20 • Auf der Rückseite der Abstandshalterschicht kann sich eine Blendenanordnung direkt vor den Detektoren befinden, die zur Einschränkung der photoaktiven Fläche der Detektorelemente und somit der Erhöhung der Auflösung dient. Die Blendenanordnung besteht aus einem absorbierenden Material, z.B. 30 einem Black-Matrix-Polymer, und/oder einem zumindest einseitig reflektierenden Material, z.B. einem Metall, wie Titan, Chrom, Schwarzchrom oder nanostrukturiertes Silizium (Black Silicon).
- 35 • Die Abbildungsoptik ist bildseitig zur Bildaufnahme direkt mit einem Detektorenarray (Bildsensor Halbleitersubstratausschnitt) verbunden.

- Strahlungsquelle und Bildsensor befinden sich mindestens auf derselben Leiterplatte (PCB) bzw. sogar auf demselben Halbleiterschnitt.

5 Obwohl die Aperturblenden- und andere Blendenanordnungen der Beleuchtungs- bzw. Abbildungsoptik in derselben Schicht liegen, können sie in beiden oder auch nur in dem einen oder dem anderen Strang bzw. in keinem von beiden ausgebildet sein.

10 Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung bildet die einzelne Mikrolinse ein umgekehrtes Bild vom ihr gegenüberliegenden Objektbereich ab. Da die Mikrolinse aber nur auf einen Pixel abbildet, entspricht jeder einer
15 Linse zugeordneter Objektteilbereich genau einem Bildpunkt. Die aufgenommenen Pixelwerte liefern durch einfaches Aneinanderreihen das entsprechend der Zahl der Linsen im Linsenarray aufgelöste Bild der Tracking-Surface.

20 Am Objektrand übertragen nun jeweils andere Kanäle den Objektpunkt, als in der Objektmitte, es findet sich durch die arrayhafte Fortsetzung aber stets ein Kanal, der den Objektpunkt unter nahezu senkrechtem
25 Einfall überträgt.

 Durch eine entsprechend gewählte Zahl und axiale Anordnung von Blendenarrays und entsprechend gewählte Schichtdicken transparenter Zwischenschichten wird
30 ein Übersprechen benachbarter Kanäle, was ansonsten zu Falschlicht und damit zur Reduktion des Signal-Rausch-Verhältnisses führte, weitestgehend unterdrückt. Gleichzeitig soll die Größe und Position der Öffnung allerdings so sein, dass die Vignettierung
35 des gewünschten Nutzlichtes des einzelnen Kanals minimal ist.

Bei dem Einsatz von Blendenarrays ist eine genaue laterale Justierung des optischen Kanals (der Mikrolinse) relativ zu dem oder den korrespondierenden Detektorpixeln notwendig. Das bedeutet auch, dass die Anordnung der Linsen quadratisch bzw. rechteckig sein muss, wenn die Anordnung der Detektorpixel dementsprechend ist. In dieser Variante sollten die Detektorpixel deutlich kleiner sein, als der Kanalabstand, um eine sinnvolle Auflösung zu erzielen, was zu einem reduzierten Füllfaktor der Detektorpixel in der Bildsensormatrix und einer vergleichsweise reduzierten Lichtstärke führt. Sinnvollerweise sollten dafür nicht dicht gepackte große Photodioden mit kleinen Blenden abgedeckt werden, sondern die Photodioden sollten von vornherein entsprechend klein sein, was auch für das Signal-Rausch-Verhältnis vorteilhaft ist, und der Platz zwischen den Photodioden sollte für elektronische Schaltkreise zur Bildauslese, Signalverstärkung, Erhöhung der Empfindlichkeit, Verbesserung des Signal-Rausch-Verhältnis („correlated double sampling“) oder insbesondere Bildvorverarbeitung (Kontrastberechnung, Messung der Kontrastrichtung, Bestimmung der Bildverschiebung (Korrelation), Detektion von optischem Fluss etc.) genutzt werden.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung lässt sich in Wafer-Technologie herstellen. Dies umfasst die Verbindung mit Bildsensor (Verkleben), UV-Replikation von Polymer auf Glas, Heißprägen, schichtweiser lithographischer Aufbau auf Bildsensor, Vereinzelnung mittels Wafersäge, vorteilhafterweise erst nach Fertigstellung des kompletten Schichtaufbaus. Nach Vereinzelnung der Module (nur Optik oder gemeinsam mit Bildsensor) müssen die Seiten (mit absorbierendem Polymer) geschwärzt werden, um die seitliche Einkopplung von

Falschlicht durch die Substratstirnflächen zu vermeiden. Bei Waferscaleverbindung mit dem Bildsensor ist Rückseitenkontaktierung (z.B. through silicon – Vias) vorteilhaft, da man ansonsten die Optikbereiche kleiner aussägen muss, als die Bereiche des Bildsensors, um die Bondingpads noch zur Kontaktierung frei zu halten. Durch podestartige Strukturierung der Spacer-
5 schicht auf den aktiven Bereich des Bildsensors kann man dann aber verhindern, dass beim Sägen der Optik
10 der Bildsensorwafer vorderseitig verletzt wird.

Anhand der nachfolgenden Figuren soll der erfindungsgemäße Gegenstand näher erläutert werden, ohne diesen auf die hier gezeigten speziellen Ausführungsformen
15 einschränken zu wollen.

Fig. 1 zeigt die Optik einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit lateral abgesetzter Lichtquelle auf einer gemeinsamen Leiterplatte.
20

Fig. 2 zeigt die Optik einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur optischen Fingernavigation mit lateral abgesetzter Lichtquelle auf einer gemeinsamen Leiterplatte.
25

Fig. 3 zeigt die Optik einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit multiplen lateral abgesetzten Lichtquellen auf einer gemeinsamen Leiterplatte.

Fig. 4 zeigt die Optik einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur optischen Fingernavigation mit lateral abgesetzter Lichtquelle auf einer gemeinsamen Leiterplatte und mit einem zusätzlich für den Beleuchtungsstrang genutzten Deckglas.
30

Fig. 5 zeigt eine kombinierte Beleuchtungs- und Ab-
35

bildungsoptik der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit lateral abgesetzter Lichtquelle auf einer gemeinsamen Leiterplatte.

5 Fig. 6 zeigt die Optik einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit auf dem Halbleitersubstrat des Bildsensors integrierter Lichtquelle.

10 Fig. 7 zeigt die Optik einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit auf dem Halbleitersubstrat des Bildsensors integrierter, flächig- ausgeprägter Lichtquelle.

15 Fig. 8a zeigt eine schematische Aufsicht auf eine flächige Ausprägung der Beleuchtungsquellen und Beleuchtungsoptik und Fig. 8b zeigt den gleichen schematischen Aufbau mit mikro-strukturiert, d.h. pixelierter, elektrisch einzeln ansteuerbarer Beleuchtungsquelle.

20 Fig. 9 zeigt die Optik einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit auf dem Halbleitersubstrat des Bildsensors in Zwischenpositionen zwischen den Abbildungskanälen integrierten multiplen, mikro-strukturierten Lichtquellen.

25 Fig. 10 zeigt die Optik einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit zueinander geneigten optischen Achsen und auf dem Halbleitersubstrat des Bildsensors in Zwischenpositionen zwischen den Abbildungskanälen integrierten multiplen, mikro-strukturierten Lichtquellen.
30

35 Fig. 11 zeigt die Optik einer erfindungsgemäßen Vorrichtung unter Verwendung einer arrayartigen Anordnung von Mikroteleskopen, d.h. drei hintereinander liegenden Mikrolinsen in einem Kanal mit zweistufiger

Abbildung inkl. Zwischenbild, für den Abbildungsstrang und einer einzelnen Strahlformungsoptik im Beleuchtungsstrang.

5 Fig. 12 zeigt die Optik einer erfindungsgemäßen Vorrichtung unter Verwendung einer arrayartigen Anordnung von Mikroteleskopen, d.h. drei hintereinander liegende Mikrolinsen in einem Kanal mit zweistufiger
10 Abbildung inkl. Zwischenbild, für den Abbildungsstrang und einer mehrkanaligen Strahlformungsoptik mit bis zu drei hintereinander liegenden Mikrolinsenarrays im Beleuchtungsstrang.

15 Fig. 13 zeigt eine Aufsicht der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß den Figuren 7 bis 9 anhand von Höhenprofilen der einzelnen Mikrolinsen.

Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Variante, bei der sich der Halbleiter Bildsensor 2 mit Detektorpixeln
20 und Lichtquelle 4 (evtl. inklusive Reflektor) auf einem gemeinsamen elektronischen Träger (PCB) 5 befindet, über den die Stromversorgung und der Datentransfer abläuft. Darauf wird die Optik, bestehend aus dem Mikrolinsenarray 3 und der peripher befindlichen
25 Strahlformungsoptik 26 auf dem gemeinsamen transparenten Träger 21 positioniert. Die Oberfläche des Bildsensors 2 dient dabei als mechanische Referenz (Optik befindet sich in direktem Kontakt mit diesem). Das Licht der Strahlungsquelle 4 wird durch
30 die Beleuchtungsoptik 26 (optional im Zusammenspiel mit der Strahlformungsoptik 24' und/oder evtl. dem Reflektor der gehäusten Lichtquelle) auf einem definierten Bereich der Tracking-Surface 6 verteilt. Das Licht (gezeigt sind Randstrahlen 40) wird dabei mög-
35 lichst homogen auf dem Bereich der Tracking-Surface verteilt. Durch den Versatz der Beleuchtungsoptik 26,

24' zur Mitte der Quelle 4 kann eine Strahlablenkung in Richtung des beobachteten Bereiches der Tracking-Surface 6 erreicht werden. Der dadurch entstehende flache Einstrahlwinkel erzeugt auch bei inkohärenter Beleuchtung, z.B. LED, ausreichend Kontrast bei der Streuung des Lichts an der Mikrostruktur der Oberfläche.

Abbildungsseitig ist jedem Pixel der Detektorenanordnung 20 des Bildsensors 2 eine eigene Mikrolinse aus dem Mikrolinsenarray 3 zugeordnet, die einen Objektbereich 60 auf ihn abbildet, dessen Kantenlänge genauso groß ist, wie der Abstand der Mikrolinsen (wichtig für Objektfeldanschluss und somit für eine vollständige Abtastung der Tracking-Surface). Daraus resultiert global eine 1:1-Abbildung, während innerhalb eines Kanals der Objektbereich verkleinert auf einen Pixel abgebildet wird. Der beobachtete Bereich der Tracking-Surface 6 besitzt also mindestens die gleiche Ausdehnung wie die Detektorenanordnung 20. Die jeweiligen Randstrahlen 33, die vom Rand des einer Mikrolinse 30 (bzw. 30' für die Nachbarlinse) zugeordneten Bereiches 60 (bzw. 60') der Tracking-Surface reflektiert werden, werden auf den Rand des zugeordneten Pixels abgebildet. Während die Mitte des Bereiches (ersichtlich in Rot 31) auf die Mitte des Pixels abgebildet wird. Der optisch transparente Träger 21 dient einerseits als mechanischer Träger für die mikrooptischen Bauelemente 3, 26 und stellt andererseits sicher, dass sich die Detektoren 20 in einem entsprechenden axialen Abstand zu dem Mikrolinsenarray 3 befinden, so dass diese eine scharf fokussierte Abbildung des jeweiligen Objektbereiches 60 bzw. 60' auf den jeweils zugeordneten Detektor erzielen.

Die Aperturblendenanordnung 22 verhindert abbildungs-

seitig das Eindringen von Licht in den Bereichen zwischen den einzelnen Linsen (30, 30' usw.) des Mikrolinsenarrays 3. In ähnlichem Maße verhindert die Aperturblende im Beleuchtungsstrang, dass Licht von der Quelle 4 in eine ungewollte Richtung (z.B. direkt auf die Detektoren des Bildsensors oder von hinten auf das Mikrolinsenarray) abgestrahlt wird (Einschränkung des Abstrahlwinkels).

Die mindestens eine weitere Blendenanordnung 23 dient abbildungsseitig zur Unterdrückung von Falsch- und Störlicht, wie es z.B. durch optisches Übersprechen verursacht wird. Beleuchtungsseitig dient diese zur Verhinderung, dass Licht direkt von der Quelle 4 auf die Detektoren des Bildsensors gelangt. Optional kann der Blendenanordnung 23 eine Abstandshalterschicht 24 folgen, welche für die Aufbau- und Verbindungstechnik bei der Waferscale-Montage bedeutend ist. Durch sie werden Hohlräume zwischen Sensorwafer und Optikwafer erzeugt, unter denen sich die elektrischen Kontaktpads des Sensors (und evtl. auch der Beleuchtungsquellen) befinden. Es kann dann zunächst der Optikwafer gesägt werden, um die Hohlräume und die darunter liegenden Pads von vorne zugänglich zu machen, ohne den Sensorwafer zu beschädigen. Liegt jedoch eine Rückseitenkontaktierung (z.B. „through-Silicon VIAs“) des Bildsensors und/oder der Lichtquelle(n) vor, werden diese Kavitäten nicht benötigt, und die Abstandshalterschichten 24 und 24' können dieselbe, lateral verbundene Abstandshalterschicht darstellen bzw. eine laterale Strukturierung der Abstandshalterschicht ist nicht notwendig.

Auf der Rückseite der Abstandshalterschicht 24 kann abbildungsseitig eine Blendenanordnung 25 dazu verwendet werden, die photoaktive Fläche der einzelnen

Detektoren 20 weiter einzuschränken, um damit das Auflösungsvermögen zu erhöhen. Die Blendenanordnung 25 ist nicht nötig, wenn die Detektorpixel klein sind. Beleuchtungsseitig kann die Blende bzw. Blendenanordnung 25 evtl. ebenfalls notwendig sein, um das Winkelspektrum der elektromagnetischen Strahlung der Quelle 4 einzuschränken, insbesondere speziell um zu verhindern, dass Licht von der Quelle direkt auf die Detektoren des Bildsensors gelangt.

Alternativ (s. Fig. 2) kann der menschliche Finger als Tracking-Surface 6 dienen, so dass durch den optischen Navigationssensor die Bewegung des Fingers in eine Bewegung des Cursors umgewandelt wird. Hier ist ein dünnes, optisch transparentes Schutzglas 600 als Auflage für den Finger und zum Schutz des optischen Navigationssensors vor Verunreinigungen notwendig. Dieses wird zwischen Mikrolinsenarray 3 und deren Fokusebene auf der Tracking-Surface 6 positioniert.

Zur Erhöhung der Beleuchtungsstärke und der Ausleuchtungshomogenität sind auch Ausführungsformen mit multiplen Quellen verwendbar, wie sie z.B. in Fig. 3 dargestellt sind. Diese können auch in einer zweidimensionalen Anordnung auf dem Träger PCB 5 verteilt sein.

In der Ausführungsform nach Fig. 4 dient das optisch, transparente Schutzglas 600 gleichzeitig als Lichtleiter. Dabei wird das Beleuchtungslicht aus der(den) Quelle(n) 4 durch die Strahlformungsoptik 26, evtl. im Zusammenspiel mit der zweiten Strahlformungsoptik 24', auf die angeschliffene und verspiegelte Frontseite des Schutzglases 600 gelenkt. Dort werden die Lichtstrahlen 40 in eine Richtung senkrecht zu den optischen Achsen der Abbildungskanäle auf die Tra-

cking-Surface 6 (hier der menschliche Finger) hin umgelenkt. Das Licht wird innerhalb des Schutzglases 600 durch Totalreflexion an der Ober- und Unterseite desselben geführt, bis diese durch den Kontakt des menschlichen Fingers oder des Trackingobjekts mit dem Schutzglas am Punkt 400 gestört wird. An der Stelle der gestörten Totalreflexion 400 tritt im Objektfeld ein Helligkeitsunterschied im Gegensatz zum beleuchteten, lateralen Umfeld ein, der im Bild durch den mehrkanaligen Abbildungsstrang erfasst wird. Die laterale Verschiebung dieses Helligkeitsunterschiedes zwischen den nacheinander aufgenommenen Bildern liefert die Verschiebung des Fingers bzw. des Trackingobjekts und kann in die Bewegung eines Cursors (u.a.) umgewandelt werden.

Die Ausführungsform nach Fig. 5 benutzt dasselbe Mikrolinsenarray 3 als Beleuchtungs- und Abbildungsoptik, d.h. das Element 3 und das Element 26 fallen zusammen). Hierfür sind die Aperturblendenanordnung 22 sowie die Blendenanordnung 23 zumindest einseitig für das Beleuchtungslicht 40 reflektierend ausgebildet, d.h. sie bestehen bevorzugt aus Metall, insbesondere Chrom oder Titan.

Das Licht der Beleuchtungsquelle 4 wird über den Abstandshalter oder eine dort befindliche Strahlformungsoptik 24', z.B. refraktive oder diffraktive Linse(n) in den optisch transparenten Träger 21 eingekoppelt. Die im schrägen Winkel zur Normalen auf dem Träger 5 verlaufende, metallisierte Schicht 22' lenkt das Beleuchtungslicht um, so dass es zwischen den reflektierenden Schichten 22 und 23 sowie der metallisierten Berandung des optisch transparenten Trägers 21 hin und her reflektiert wird. Die Reflexion des

Beleuchtungslichtes 40 kann durch direkte Spiegelung an der metallisierten Blendenseite der reflektierenden Schichten 22, 23 und/oder durch Totalreflexion zumindest an der reflektierenden Schicht 22 (oder 22' wenn diese Schicht nicht metallisiert ist) geschehen. Die Blendenschichten 22, 23 besitzen trotz ihrer lokal reflektierenden Eigenschaften transparente Öffnungen innerhalb des Blendenrandes, z.B. unter einer Mikrolinse 30, 30'. Ferner kann die Schicht der Aperturblendenanordnung 22 auch objektseitig (oben) absorbierend, z.B. aus einem Black-Matrix-Polymer, und bildseitig (unten) reflektierend, z.B. aus einem Metall, ausgeprägt sein. Umgekehrt kann die Blendenanordnung 23 objektseitig (oben) reflektierend, z.B. aus einem Metall, und bildseitig (unten) absorbierend, z.B. aus einem Black-Matrix-Polymer, ausgeprägt sein. Beides dient dem Zweck einerseits Störlicht zu absorbieren, bevor es die Detektoren erreicht, aber andererseits nutzbares Beleuchtungslicht zu reflektieren, damit es auf die Tracking-Surface 6 gelangt.

Der Winkel von 22', die optionale Strahlformungsoptik 24', die Dicke des optisch transparenten Trägers 21 sowie die Größe der Öffnungen der Aperturblendenanordnung 22 und der Blendenanordnung 23 sind so beschaffen, dass einerseits möglichst viel Beleuchtungslicht 40 objektseitig durch das Mikrolinsenarray 3 auf die Tracking-Surface 6 abgebildet wird und andererseits möglichst wenig Beleuchtungslicht 40 direkt auf die Detektoren 20 fällt. Um Letzteres zu unterstützen, kann die Abstandshalterschicht 24 als eine Anordnung von multiplen Abstandshaltern, mit einer jeweiligen Grundfläche die zwischen der Größe der Linsenapertur und der Größe der photoaktiven Detektorpixelfläche liegt, ausgeprägt sein. Die Zwischenräume zwischen benachbarten Abstandshaltern können

dann zusätzlich mit einem absorbierenden Polymer, z.B. einem Black-Matrix-Polymer, aufgefüllt sein (senkrechte optische Isolation).

5 Charakteristisch kommt es bei dieser Anordnung zu einer mehrkanaligen Beleuchtung mit großen Einfallswinkeln zur Tracking-Surface, so dass die Anordnung bevorzugt (aber nicht notwendigerweise) in Verbindung mit einer kohärenten Lichtquelle, z.B. einer Laserdiode, verwendet wird.
10

In der Ausführungsform nach Fig. 6 sind die Lichtquelle 4 sowie deren elektrische Stromversorgung und zugehörige Regelschaltkreise direkt auf dem Halbleitermaterial des Bildsensors 2 integriert. Dafür können schon im Bildsensordesign entsprechende elektrische Kontakte und Leiterbahnen eingeplant und im CMOS-Prozess der Bildsensorherstellung integriert werden (entspricht einem anwendungsspezifischen integrierten Schaltkreis, kurz ASIC). Nach der Herstellung des Bildsensors werden dann Vertiefungen in das Halbleitersubstrat, z.B. durch isotropes oder anisotropes Ätzen oder Mikrozerspannung, eingebracht, in denen dann die Quelle positioniert wird. Dadurch entsteht ein auch lateral sehr kompakter Aufbau des gesamten optischen Navigationssensors.
15
20
25

Die in das Halbleitermaterial eingebrachte Vertiefung kann optional, z.B. durch Glättung oder nachträglicher Metallisierung, die Funktion einer Reflektoroptik übernehmen. Durch die Wahl eines geeigneten Bearbeitungsprozesses (gemeint ist die Erzeugung der Vertiefung durch anisotropes und/oder isotropes Ätzen) kann ein spezielles Profil der Reflektorfläche eingestellt werden, welches im Zusammenwirken mit der Beleuchtungsoptik 26 und evtl. 24 eine verbesserte Be-
30
35

leuchtung der Tracking-Surface 6 gestattet.

Die optische Anordnung kann dann z.B. durch Bonden
oder UV-Kleben direkt auf dem Halbleitersubstrataus-
schnitt angebracht werden. Die Funktion des optischen
5 Aufbau ist analog zu der Beschreibung von Fig. 1.

Eine weitere Ausführungsform nach Fig. 7 benutzt di-
rekt auf dem Halbleitermaterial strukturierte Licht-
10 quellen, z.B. anorganische LEDs oder organische LEDs
(kurz OLEDs). Diese Ausführungsform zeigt die Verwen-
dung einer OLED-basierten strukturierten Lichtquelle
mit integrierten Photodetektoren auf einem CMOS-
Trägersubstrat (auch bekannt als: „OLED-on-CMOS“ oder
15 „bidirektionale Mikrodisplays“). Dabei werden Organi-
sche LED(s) als schichtartige Lichtquelle(n), z.B.
durch Aufdampfen, direkt auf dem Halbleitermaterial
integriert und durch elektrische Kontakte aus den
CMOS-Schaltkreisen betrieben. Diese Lösung stellt
20 eine monolithische Verbindung der Detektoreinheiten
mit den Lichtquellen auf einem Halbleitersubstrat
dar.

Vereinfacht beschrieben werden hierfür spezielle
25 elektrische Kontakte mit innerhalb der CMOS-Prozess-
kette (Design und Herstellung) integriert, auf die
dann eine spezielle Metallschicht als oberste Lage
(„top metal“) aufgebracht wird. Diese Schicht dient
als untere Elektrode für die im Folgenden darauf ab-
30 geschiedenen OLED-Materialien und gibt somit die Grö-
ße einer leuchtenden Quellfläche vor. Diese werden
durch eine weitere transparente Elektrodenschicht be-
deckt und schließlich verkapselt.

35 Entsprechende Kompensationsschichten auf dem Bildsen-
sor sorgen dafür, dass keine chemische oder mechani-

sche Mikrobearbeitung des Halbleitermaterials, wie in Fig. 6, notwendig ist.

5 Ein weiterer Vorteil der technischen Realisierung in Verbindung mit organischen LEDs ist die Möglichkeit, die Beleuchtung über eine ausgedehnte Fläche zu gewährleisten. Eine entsprechende Anordnung ist in schräger Aufsicht in Fig. 8 (links) gezeigt. Um möglichst allseitig einen schrägen Einfallswinkel des 10 Beleuchtungslichtes 40 zu gewährleisten (verstärkt Kontrast der Streuung an der Mikrostruktur der Tracking-Surface bei inkohärenter Quelle, ähnlich Dunkelfeldbeleuchtung im Mikroskop), kann die Quelle und somit auch die Strahlformungsoptik 26, wie in Fig. 8 15 gezeigt, rahmen- oder ringförmig ausgebildet sein. Andererseits kann die OLED-Quelle in Fig. 8 (rechts) auch strukturiert sein, z.B. wäre es von Vorteil jede Seite des Beleuchtungsrahmens bzw. einzelne Teile davon einzeln ansteuern zu können. So kann das Objekt 20 u.U. sequentiell nacheinander immer nur von einer Seite beleuchtet werden. Die vier entstehenden Bilder mit Beleuchtung aus vier verschiedenen Richtungen können bezüglich Bildkontrast verglichen bzw. gewichtet werden, um die Genauigkeit der Messung der Relativbewegung zu verbessern. 25

Da ein Beleuchtungsschema mit von allen Seiten gleichzeitig in flachem Winkel einfallendem Licht bei einer inkohärenten Lichtquelle, z.B. Ringbeleuchtung 30 im Dunkelfeldmodus eines Mikroskops, einer lichtempfindlichen Abbildungsoptik mit langer Belichtungszeit und somit geringer Bildwiederholungsrate bedarf, ist dieses Schema für einen sehr schnellen optischen Navigationssensor (z.B. Maussensor) ungeeignet. Aus 35 diesem Grund können die Quellen seitenweise verzögert die Tracking-Surface 6 beleuchten, so dass in zwei

aufeinander folgenden Bildern jeweils nur einseitig beleuchtet wird. Dafür bedarf es einer entsprechend schnellen (elektrischen) Modulation der Lichtquellen. Die mehrfache Erfassung der Relativbewegung mit verschiedenen Beleuchtungsrichtungen erhöht die Detektionsicherheit vor allem im Falle einer richtungsabhängigen Mikrostruktur der Tracking-Surface 6.

Die in Fig. 9 gezeigte Ausführungsform grenzt sich von den übrigen dadurch ab, dass multiple, flächig-
ausgeprägte Lichtquellen (OLEDs) in Zwischenpositionen innerhalb des Detektorenarrays strukturiert sind (Faltung von Detektorenarray des Bildsensors und Lichtquellenanordnung). In jeder Zwischenposition können sich einzelne Quellen und/oder Arrays von
Quellen 4 befinden. Durch einen Versatz der Zentren der einzelnen Lichtquellen 4 zum Zentrum (bzw. den Zentren) der strahlformenden Optik 26 wird ein schräger Beleuchtungswinkel auf die von den Mikrolinsen 3, 30, 30' beobachteten Bereiche der Tracking-Surface 6' realisiert. Durch eine geeignete Beleuchtungsoptik 26 kann z.B. das Licht der jeweils rechten Quelle 40 zur Beleuchtung des jeweils linken und das Licht der jeweils linken Quelle 40' zur Beleuchtung des jeweils rechten Bereiches der Tracking-Surface 6' verwendet werden. Zwar wird die Tracking-Surface in der gezeigten Anordnung nicht lückenlos abgetastet, dennoch wird durch eine geringe Anzahl von Kanälen pro Abtastbereich 6' ein kleines Teilbild erzeugt, so dass die Bewegung relativ zur Tracking-Surface durch die zeitliche Korrelation der Teilbilder oder andere Auswertverfahren, wie z.B. der Extraktion von optischem Fluss, geschehen kann.

Bei der Verwendung der inkohärenten OLED-Lichtquellen ist eine entsprechende Beleuchtung mit schrägem Ein-

fallswinkel zur Tracking-Surface anzustreben, um einen möglichst großen Kontrast des an der Mikrostruktur gestreuten Beleuchtungslichts zu erhalten.

5 Fig. 10 soll die Verwendung von zueinander geneigten optischen Achsen 31' der benachbarten abbildenden Kanäle verdeutlichen. Um dies zu erreichen, nimmt der Mittenabstand der Einzelelemente (Mikrolinse, Aperturblende, Blende usw.) im Array von der Bildebene
10 aus stetig zu. D.h. der Mittenabstand benachbarter Detektorelemente 20 ist kleiner als der Mittenabstand der Blenden des Abbildungsstranges der Blendenanordnung 23. Dieser ist wiederum kleiner als der Mittenabstand der Aperturblenden 22 und dieser ist schließlich kleiner als der Mittenabstand der Mikrolinsen 30
15 und 30'. Die axiale Variation der Mittenabstände ist so ausgeführt, dass die von jedem Array von zusammenhängenden Abbildungskanälen beobachteten Teilstücke der Tracking-Surface 6' aneinander anschließen und
20 somit eine lückenlose Abtastung der Letzten entsteht. Die Verwendung von zueinander geneigten optischen Achsen der Abbildungskanäle kann auch in den Figuren 1 bis 6 Verwendung finden, um einen Bereich der Tracking-Surface 6 abzubilden, der lateral größer ist
25 als der Bildsensor bzw. die Detektorenanordnung 20.

In der Anordnung werden multiple, flächig-ausgeprägte Lichtquellen (OLEDs) in Zwischenpositionen innerhalb des Detektorenarrays strukturiert (Faltung von Detektorenarray des Bildsensors und Lichtquellenanordnung).
30 In jeder Zwischenposition können sich wieder einzelne Quellen und/oder Arrays von Quellen 4 befinden. Die Beleuchtungsoptik 26 ist so beschaffen, dass die von den Lichtquellen 4 mit einem gegebenem Winkelspektrum emittierte Strahlung durch 26 auf einen
35 Bereich, der genauso groß ist wie der von einem Seg-

ment des Mikrolinsenarrays beobachtete Bereich der Tracking-Surface 6', möglichst homogen verteilt wird. Der durch eine Quellenanordnung 4 beleuchtete Bereich der Tracking-Surface kann dabei gegen den von einem Segment des Mikrolinsenarrays beobachteten Bereich der TrackingSurface 6' um den halben Durchmesser lateral verschoben sein. Eine lückenlose Beleuchtung der ausgedehnten Tracking-Surface 6 ist durch das Anknüpfen der Beleuchtungsfelder der benachbarten Quellenanordnungen 4 gewährleistet.

Eine weitere Ausführungsform zeigt Fig. 11. Zur Erhöhung der Lichtempfindlichkeit soll speziell auch die Verwendung mehrerer (dicht gepackter) Detektorpixel innerhalb des Fußabdrucks der Mikrolinsen erlaubt sein. Dafür sind Gruppen von Pixeln mit kleinem Mittenabstand im Fußabdruck der einzelnen Mikrolinsen nötig, wobei die Gruppenzentren einen deutlich größeren Mittenabstand (vergleichbar mit denen der Mikrolinsen) aufweisen.

In dieser Ausführung wird in jedem Einzelkanal nicht nur ein Pixel, sondern ein aus wenigen Pixeln bestehendes, gering-aufgelöstes, seitenverkehrtes und auf dem Kopf stehendes Bild ausgelesen. Um aus den vielen pro Kanal erhaltenen Teilbildern ein Gesamtbild zu machen, muss jedes Teilbild an seinen Hauptachsen (x, y) gespiegelt werden. Dies kann hardwarenah in derselben logischen Schaltung oder einem Signalprozessor (z.B. ASIC, FPGA) geschehen, in dem auch die Berechnung der Relativverschiebung anhand der Korrelation der nacheinander aufgenommenen Gesamtbilder des Sensors stattfindet.

In dieser Ausführungsform ist es vorteilhaft, die Unterdrückung von optischem Übersprechen durch senk-

rechte Trennwände, die zumindest teilweise durch den axialen Zwischenraum zwischen den einzelnen Kanälen verlaufen, zu gewährleisten. Der Grund dafür: Die zuvor beschriebenen horizontalen Blendenlagen müssten bei der Aufnahme eines kleinen Bildes pro Kanal einen größeren Durchmesser für die einzelnen Öffnungen aufweisen, was einer Blockung der Bündel des optischen Übersprechens, die in schrägem Winkel durch das System laufen, entgegen wirkt.

5

10 Axial (zumindest teilweise) senkrecht verlaufende Trennwände werden dadurch erreicht, dass der optisch transparente Träger durch einen deutlich dünneren optisch transparenten Träger ersetzt wird auf dessen Rückseite axial dicke/tiefe Abstandshalterpodeste bzw. -säulen aus Polymer, z.B. SU8, oder Kunststoff abgeformt sind. Die zwischen den Abstandshalterpodeste bzw. -säulen befindlichen Gräben sind mit einem absorbierenden Material, z.B. einem Black-Matrix-Polymer, verfüllt.

15

20

Der laterale Teil des Trägers, auf dem sich die Beleuchtungsoptik befindet, kann in diesem Fall ebenso beschaffen sein, wobei hier nur eine äußere senkrechte Trennwand nötig ist, die zur Abschirmung des Abbildungsteils vom direkten eingestrahltten Licht der Quelle dient. Das Podest wird also an dieser Stelle mit einer lateralen Ausdehnung erzeugt, die der maximalen Ausdehnung des Beleuchtungsstrahlengangs entspricht.

25

30

Auf der Rückseite dieses Schichtaufbaus kann sich (zur Erhöhung der Auflösung im Falle relativ großer Detektorpixel) wieder die Blendenanordnung mit den schon genannten Eigenschaften befinden.

35

Weitere Ausführungsformen ergeben sich durch die Verwendung einer zweiten Anordnung für die mehrkanalige Abbildungsoptik, in welcher mindestens zwei, vorteilhafterweise drei Mikrolinsenarrays, axial hintereinander gestellt sind. Vorteil dieser Anordnung ist die erhöhte Lichtempfindlichkeit des Abbildungsstranges, welche durch die gezielte, bildseitige Überlagerung einzelner Lichtbündel aus dem Objektraum 110, 120, 130) (Superposition) erreicht wird. Dadurch erhöht sich die Baulänge des optischen Navigationssensors, so dass das System nicht mehr die axiale Länge kleiner 2 mm, sondern eine axiale Länge < 3 mm, von der Oberkante des Bildsensors 2 bis zur Tracking-Surface 6 aufweist.

In Fig. 11 ist die bereits von Fig. 6 bekannte Anordnung des Abbildungsstranges durch ein mehrkanaliges Mikroobjektiv mit drei hintereinander liegenden Mikrolinsenarrays ersetzt. Eine einzelne einkanalige oder mehrkanalige Beleuchtungsoptik 26 wird verwendet, um das Licht 40 der auf dem Halbleitersubstrat 2 integrierten Lichtquelle 4 auf dem beobachteten Bereich der Tracking-Surface 6 zu verteilen. Die Beleuchtungsoptik 26 kann hier wieder refraktiv und/oder diffraktiv und/oder reflektiv wirken. Optional kann dafür zusätzlich die Vertiefung im Halbleitermaterial 2, in der die Lichtquelle 4 montiert ist, als Reflektor ausgeprägt sein. Somit wird auch in großem Winkel zur Seite abgestrahltes Licht der Quelle 4 für die Beleuchtung der Tracking-Surface 6 nutzbar (siehe Strahlengang von 40'). Letzteres ist vor allem bei der Verwendung von LEDs als Lichtquellen sinnvoll.

Die Aperturblendenanordnung 22 ist in diesem Fall einzig beleuchtungsseitig ausgeprägt, um zu verhin-

dern, dass direktes Beleuchtungslicht schräg in die Abbildungsoptik und dann in Richtung des Bildsensorarrays 20 gelangt.

5 Eine weitere Ausführungsform nach Fig. 12 benutzt auch beleuchtungsseitig mindestens zwei (bzw. drei) hintereinander liegende einzelkanalige bzw. mehrkanalige Strahlformungsoptiken 26, 26' 26". Im Falle von axial gestapelten mehrkanaligen Strahlformungsoptiken, z.B. Mikrolinsenarrays, sind die einzelnen Anordnungen 26, 26' oder 26" mit zunehmendem Abstand von der Lichtquelle 4 gegenüber dieser in Richtung der Mitte der zu beleuchtenden Tracking-Surface 6 versetzt. Dieser Versatz ist notwendig, um eine entsprechende Ablenkung der Beleuchtungsstrahlen 40, 40' zur Tracking-Surface 6 hin zu gewährleisten. Durch die Verwendung einer Mehrzahl von Kanälen wird gleichzeitig eine Homogenisierung der Beleuchtungsstrahlung bei möglichst kompakter Bauform erzielt.

10 Die von jeder Mikrolinse des objektseitigen Arrays 26 ausgehenden, divergenten Bündel überlagern sich auf der Tracking-Surface 6, so dass die Vielzahl der überlappenden Lichtfelder eine homogene Lichtverteilung erzeugt.

25 Die Mikrolinsenarrays 26, 26' und 26" können sich untereinander und auch im Vergleich zu den abbildenden Mikrolinsenarrays 3, 3' und 3" in mindestens einer Eigenschaft unterscheiden.

30 Die lichtundurchlässige Abstandshalterschicht 34 dient im Abbildungsstrang zur Verhinderung von optischem Übersprechen und ist im Beleuchtungsstrang nicht nötig, so dass im Beleuchtungsstrang nur am lateralen Rand der Träger 21' und 21 eine lichtundurchlässige Abstandshaltersäule (340) als mechani-

35

scher Auflagerahmen für den optisch transparenten Träger 21' und die darauf auf Front- und Rückseite befindlichen Mikrolinsen 26, 26' notwendig ist.

5 Die Aperturblendenanordnung 22 ist hier wieder nur beleuchtungsseitig ausgeprägt, um zu verhindern, dass direktes Beleuchtungslicht schräg in die Abbildungs-
optik und dann in Richtung des Bildsensorarrays 20
10 gelangt.

10 Die in Fig. 13 dargestellte Aufsicht betrifft die Ausführungsformen gemäß den Figuren 7 bis 9. Die hier dargestellten Höhenprofile der Mikrolinsen 1 sind jeweils durch konzentrische Kreise dargestellt. Im vor-
15 liegenden Fall sind die Mikrolinsen für die Abbildung auf dem jeweiligen Sensorpixel gleich groß wie jene der Strahlformungsoptik. Weiterhin weist die erfindungsgemäße Vorrichtung Detektorpixel 2 und unabhängig voneinander ansteuerbare Strahlungsquellen 3,
20 z.B. OLED-Pixel auf. Letztere sind ebenfalls auf der Detektorebene unterhalb der Mikrolinsenebene angeordnet. Der Versatz der Zentren der Mikrolinsen der Strahlformungsoptik erzielt einen schrägen Einfallswinkel des Lichts der Quellen durch diese auf die
25 Tracking-Fläche.

Patentansprüche

5

1. Vorrichtung zur optischen Navigation, hergestellt in Wafer-Technologie, mit

10

a) einem Bildsensorarray (2) mit einer Vielzahl von arrayartig angeordneten Bildsensoreinheiten (20, 20') mit jeweils mindestens einer lichtempfindlichen Fläche,

15

b) mindestens einem dem Bildsensorarray (2) zugeordneten und zwischen einem abzubildenden Objekt (6) und dem Bildsensorarray (2) angeordneten Mikrolinsenarray (3, 3', 3''), wobei jeder Bildsensoreinheit (20) mindestens eine Mikrolinse (30) zugeordnet ist sowie

20

c) mindestens eine Strahlungsquelle (4) mit mindestens einer zugehörigen Strahlformungsoptik (26),

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

25

dass das Bildsensorarray (2) und die mindestens eine Strahlungsquelle (4) gemeinsam auf derselben Trägerstruktur (5) sowie mindestens ein Mikrolinsenarray (3, 3', 3'') und mindestens eine Strahlformungsoptik (26) gemeinsam auf demselben optisch transparenten Substrat (21) angeordnet sind.

30

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerstruktur (5) eine Leiterplatte und/oder ein Halbleiter-

substrat ist.

3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
5 dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlungsquelle (4) ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Leuchtdioden, organische Leuchtdioden, Laserdioden oder Kombinationen hiervon.
- 10 4. Vorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlungsquellen unabhängig voneinander elektrisch ansteuerbar sind.
- 15 5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass anorganische oder organische Leuchtdioden als schichtartige Strahlungsquelle(n) auf dem Halbleitersubstrat des Bildsensors integriert ist (sind) und ihre
20 elektrischen Ansteuerungsschaltkreise durch die CMOS-Technologie des Bildsensors bereitgestellt werden.
- 25 6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Strahlformungsoptik (26) eine homogene Verteilung der Strahlung der Strahlungsquelle (4) auf das abzubildende Objekt durch Refraktion, Diffraktion,
30 Reflexion und/oder frustrierte Totalreflexion erfolgt.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlformungs-
optik (26) mehrere optische Kanäle aufweist, die
insbesondere arrayartig aufgebaut sind.

5

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem optisch transparenten Substrat (21) und Mikrolinsenarray (3, 3', 3'') bzw. Strahlformungsoptik (26) mindestens eine Aperturblendenlage (22) angeordnet ist, die im Bereich des Mikrolinsenarrays (3, 3', 3'') das Eindringen von Strahlung zwischen den Mikrolinsen (30, 30') des Mikrolinsenarrays (3, 3', 3'') verhindert und im Bereich der Strahlformungsoptik (26) eine Einschränkung des Abstrahlwinkels der aus der Strahlungsquelle (4) austretenden Strahlung ermöglicht.

10

15

20

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass auf der dem Mikrolinsenarray (3, 3', 3'') abgewandten Seite des optisch transparenten Substrats (21) mindestens eine Blendelage (23) angeordnet ist, die im Bereich des Mikrolinsenarrays (3, 3', 3'') ein optisches Übersprechen zwischen den einzelnen optischen Kanälen des Bildsensorarrays (2) unterdrückt und im Bereich der Strahlformungsoptik (26) verhindert, dass Strahlung der Strahlungsquelle (4) unmittelbar auf die lichtempfindlichen Flächen der Bildsensoreinheiten (20, 20') gelangt.

25

30

35

10. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7,
dadurch gekennzeichnet, dass die Aperturblenden-
lage (22) und/oder die Blendenlage (23) aus
einem absorbierenden oder einem zumindest ein-
seitig reflektierenden Material besteht.

5

11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden An-
sprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrolinsen
(30, 30') derart zur jeweilig zugehörigen Bild-
sensoreinheit ausgerichtet sind, dass die Ver-
bindungslinien zwischen Linsenscheitelpunkt und
der Mitte der jeweilig zugehörigen Bildsensor-
einheit zwischen benachbarten optischen Kanälen
parallel verlaufen.

10

15

12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden An-
sprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrolinsen
(30, 30') derart zur jeweilig zugehörigen Bild-
sensoreinheit ausgerichtet sind, dass die Ver-
bindungslinien zwischen Linsenscheitelpunkt und
der Mitte der jeweilig zugehörigen Bildsensor-
einheit im Zentrum des Bildsensorarrays (2)
senkrecht auf der mindestens einen zugeordneten
lichtempfindlichen Fläche stehen und vom Zentrum
zu einem Rand hin die optischen Achsen der Mik-
rolinsen zunehmend schräg auf der zugeordneten
lichtempfindlichen Fläche stehen.

20

25

30

13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden An-
sprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens
eine Mikrolinse (30, 30') mindestens einen Teil
der Strahlformungsoptik (26) darstellt, wobei

auch die abbildende Funktion der Mikrolinse erhalten bleibt.

- 5 14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrolinsen (30) derart ausgebildet sind, dass ein auf einer ersten Bildsensoreinheit abgebildeter Objektausschnitt (60) von einem auf einer zweiten Bildsensoreinheit abgebildeten Objektausschnitt (60') disjunkt ist.
- 10
- 15 15. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Bildsensoreinheit (20) genau eine lichtempfindliche Fläche aufweist und genau einer Mikrolinse (30) zugeordnet ist, wobei die optische Achse im Wesentlichen senkrecht auf der lichtempfindlichen Fläche steht.
- 20
- 25 16. Vorrichtung zur optischen Navigation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen optischen Kanäle zwischen Bildsensoreinheit und Mikrolinse optisch isoliert sind.
- 30 17. Vorrichtung zur optischen Navigation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Mikrolinsenarray (3, 3', 3'') bzw. die Strahlformungsoptik (26) zumindest bereichsweise über Abstandshalter mit dem Bildsensorarray (2) verbunden sind.

- 5 18. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass auf der vom Bildsensorarray (2) abgewandten Seite des Mikrolinsenarrays (3, 3', 3'') mindestens eine optisch transparente Schutzscheibe angeordnet ist.
- 10 19. Vorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzscheibe aus Glas oder einem optisch transparenten Polymer besteht.
- 15 20. Vorrichtung nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzscheibe durch interne Totalreflexion als Lichtleiter fungiert.
- 20 21. Vorrichtung zur optischen Navigation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Bildsensorarray (2) eine Flächenausdehnung von $0,25 \mu\text{m}^2$ bis 10mm^2 besitzt.
- 25 22. Vorrichtung zur optischen Navigation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Bildsensorarray (2) von 100 bis 10.000, insbesondere von 100 bis 1.000 Bildeinschneidungen aufweist.
- 30 23. Eingabegerät für eine Datenverarbeitungsanlage, insbesondere portable Systeme wie Mobiltelefone, PDA's, Laptop oder Handheld, dadurch gekennzeichnet, dass eine Vorrichtung zur optischen Navigation nach einem der vorher-

gehenden Ansprüche vorhanden ist.

- 5 24. Eingabegerät nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass das Eingabegerät eine Computermaus, eine Fernbedienung oder eine Konsolensteuerungsvorrichtung ist.
- 10 25. Verwendung einer Vorrichtung zur optischen Navigation nach einem der Ansprüche 1 bis 17 zur Steuerung eines Cursors auf einem Bildausgabegerät mittels einer relativen Bewegung zwischen Bildsensor und abzubildendem Objekt oder im Bereich der Fingernavigation.

Fig. 1

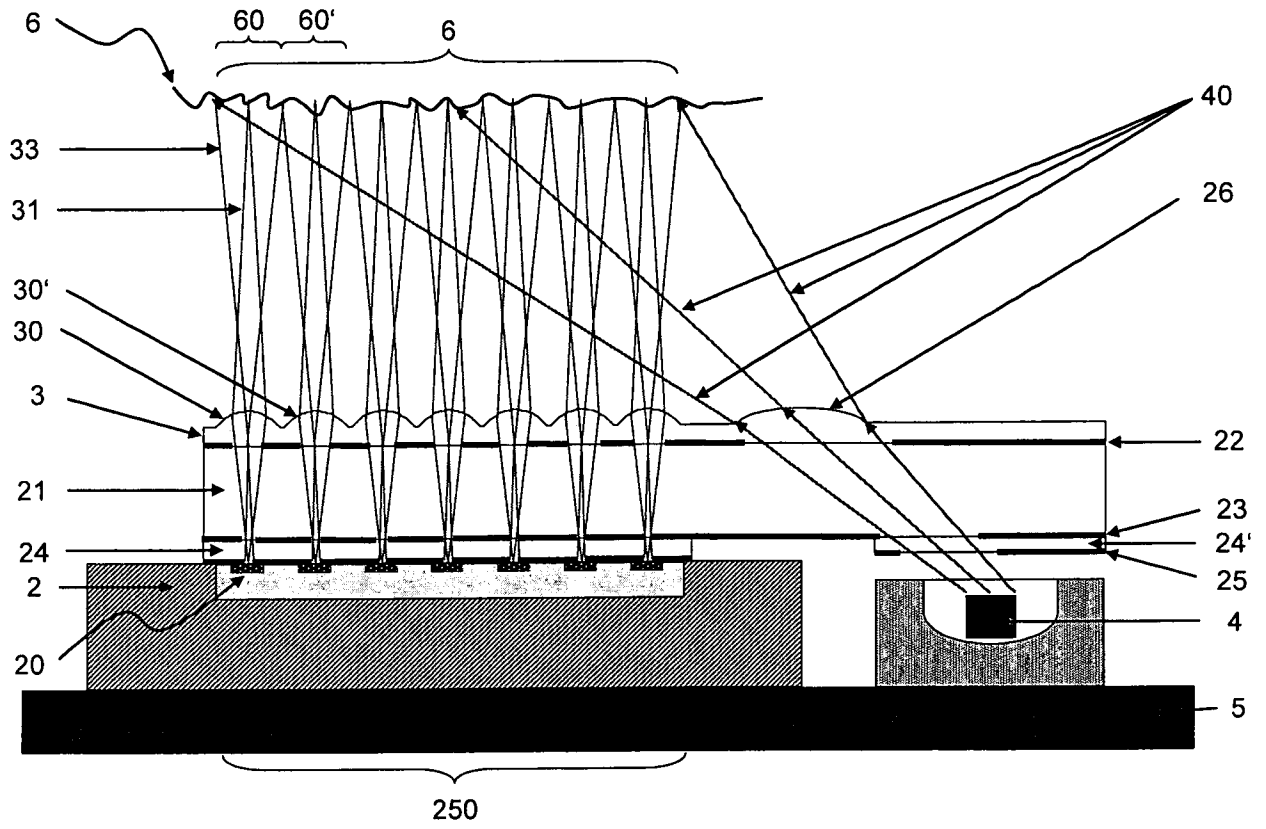


Fig. 2

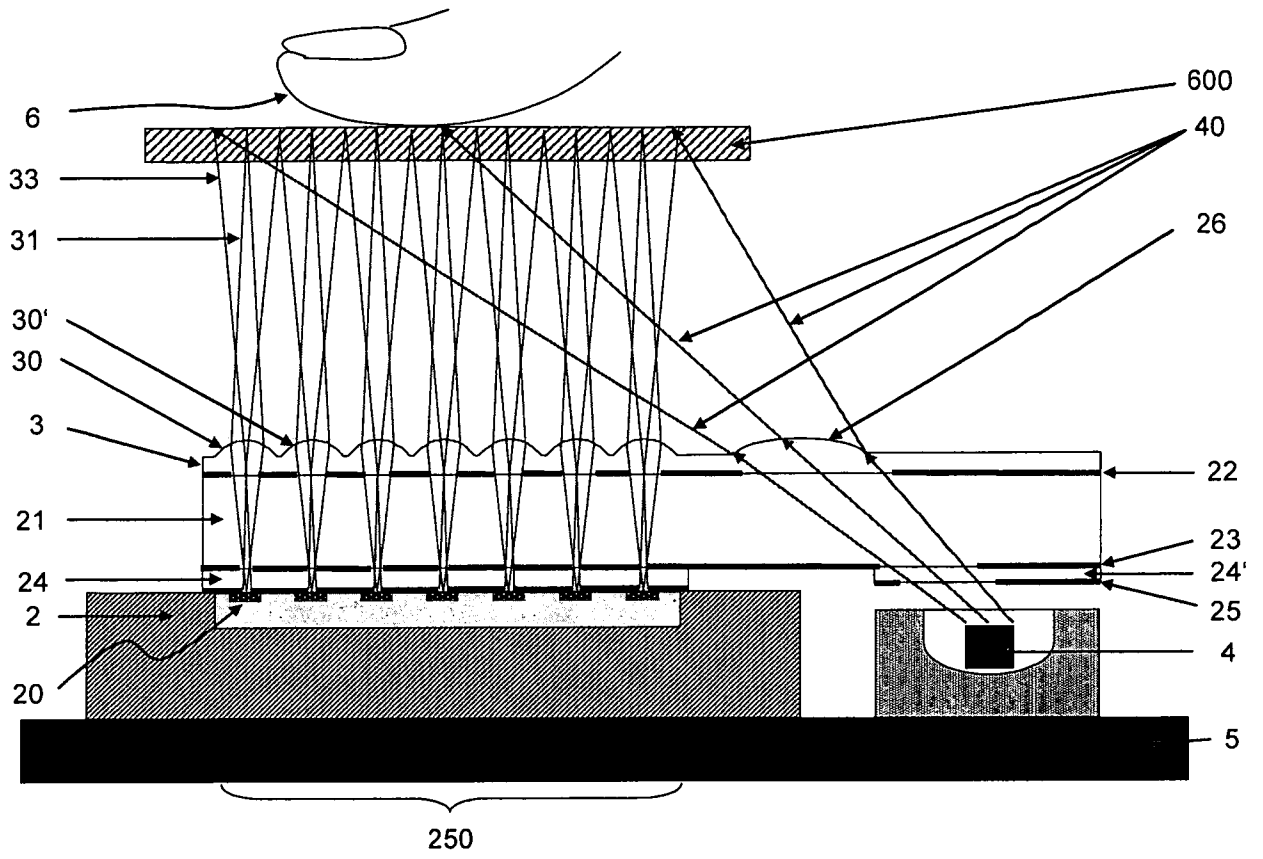


Fig. 3

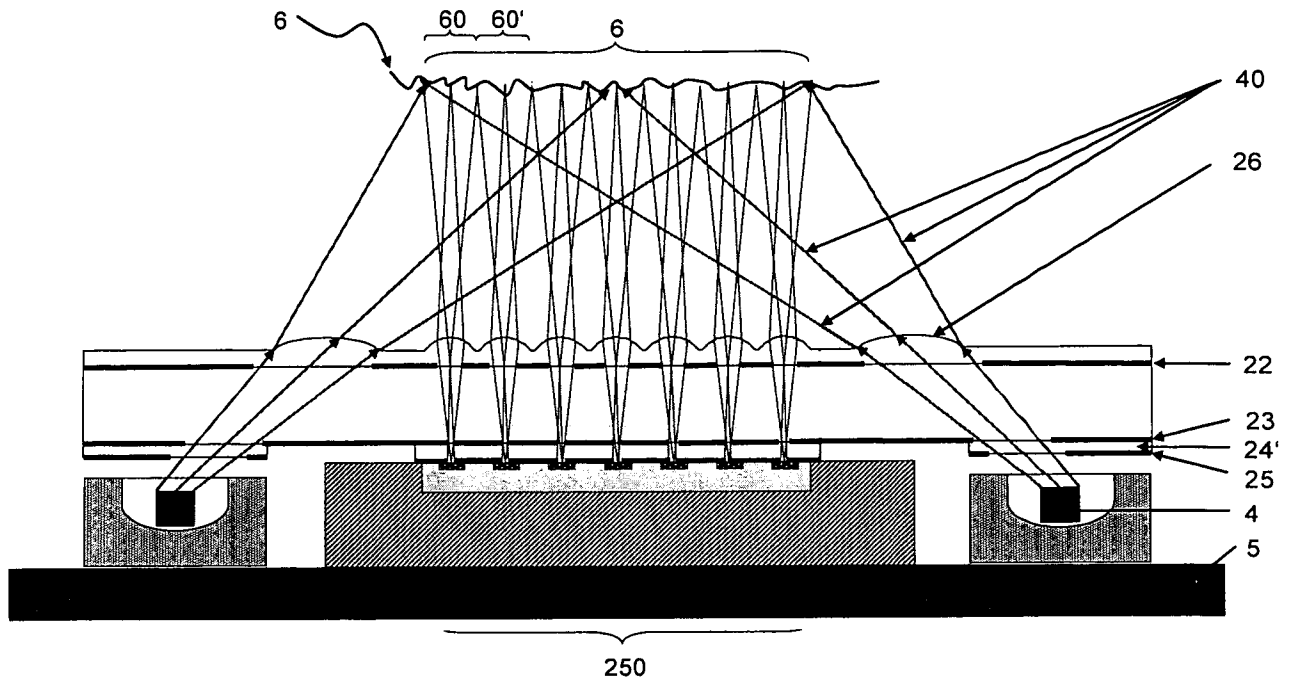


Fig. 4

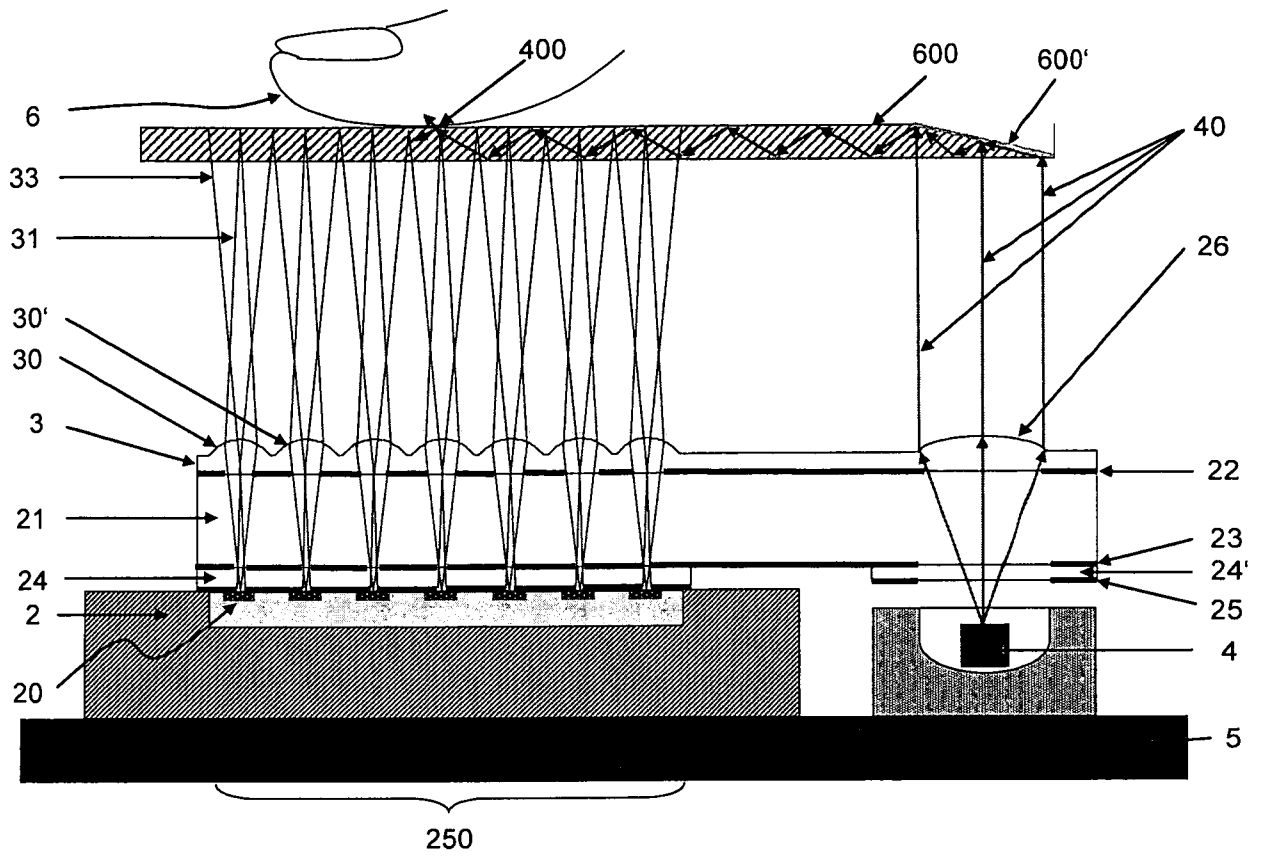


Fig. 5

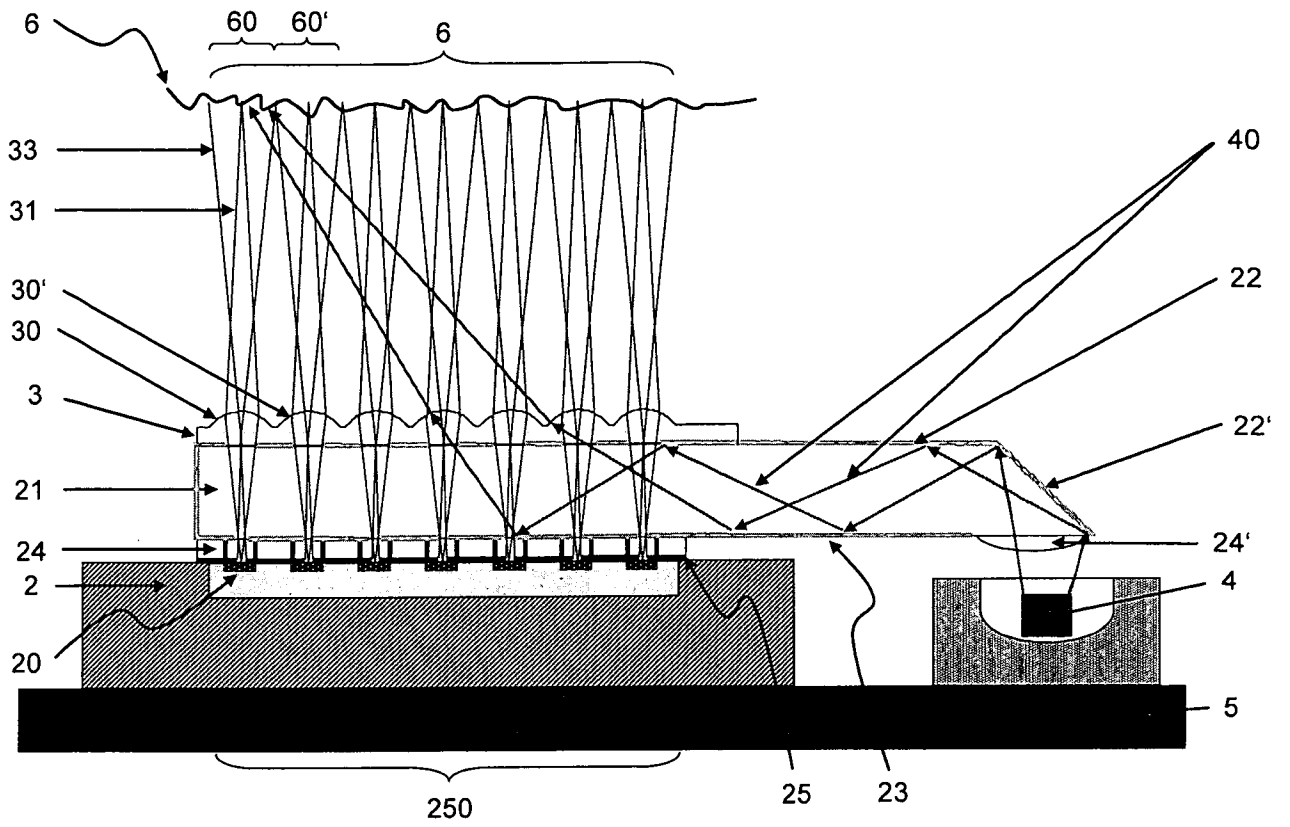


Fig. 6

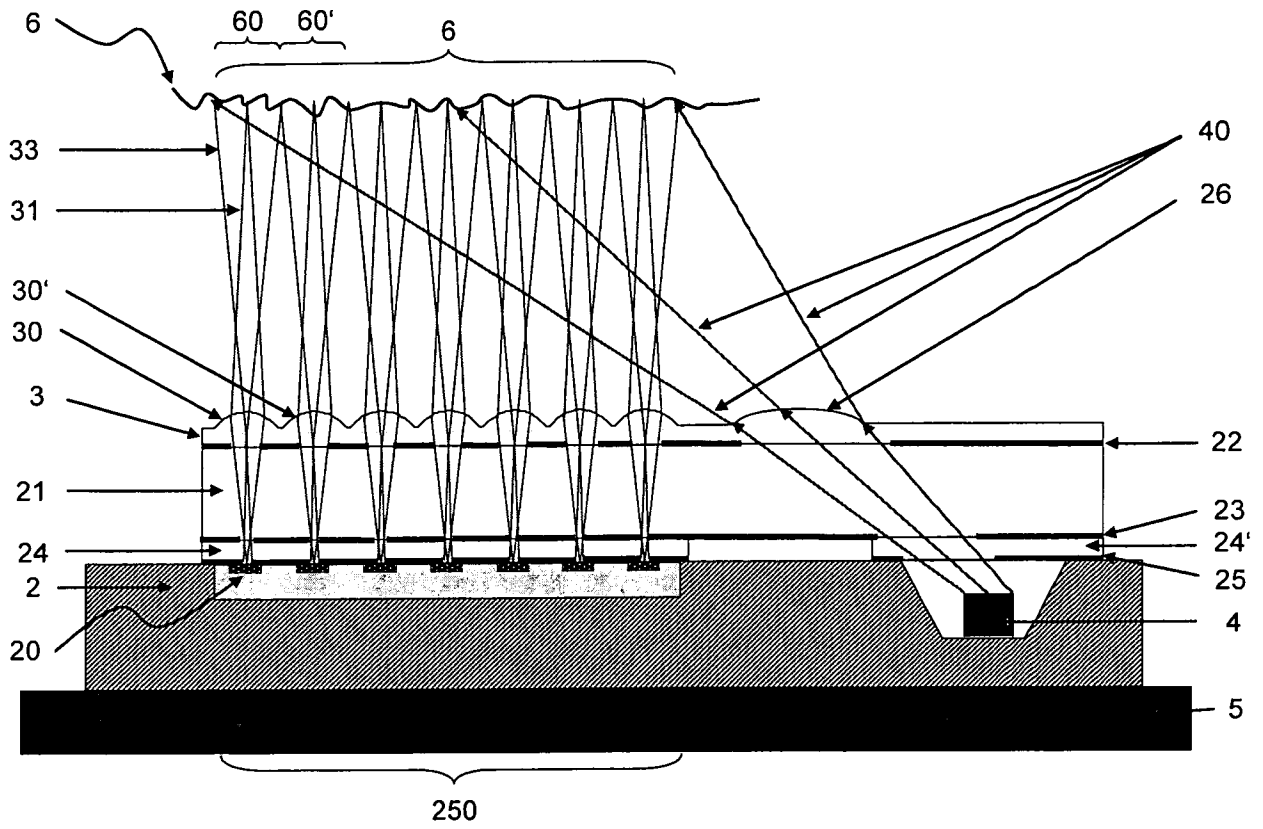


Fig. 7

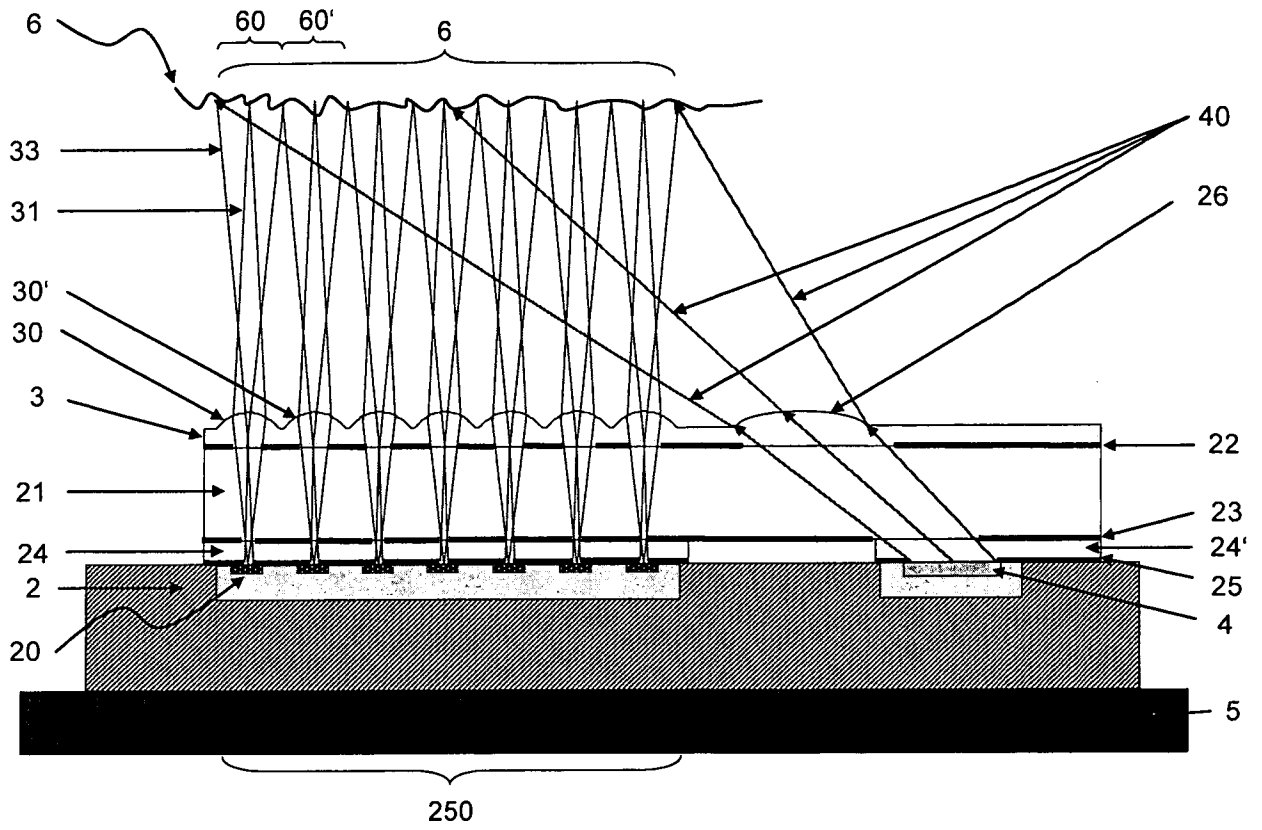


Fig. 8

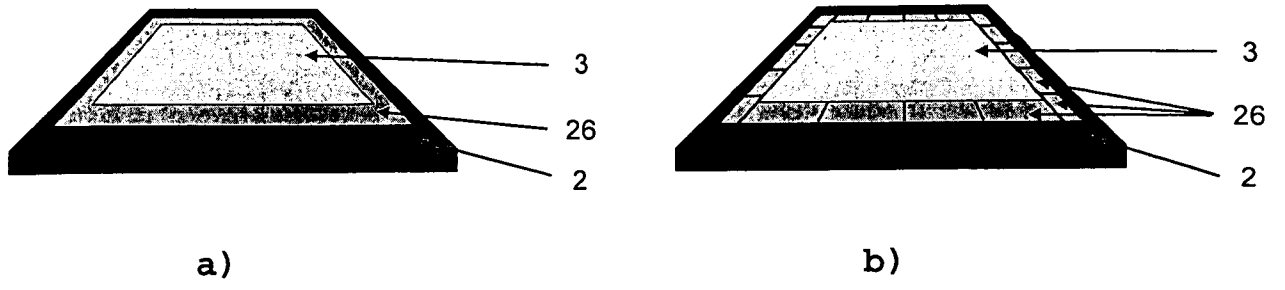


Fig. 9

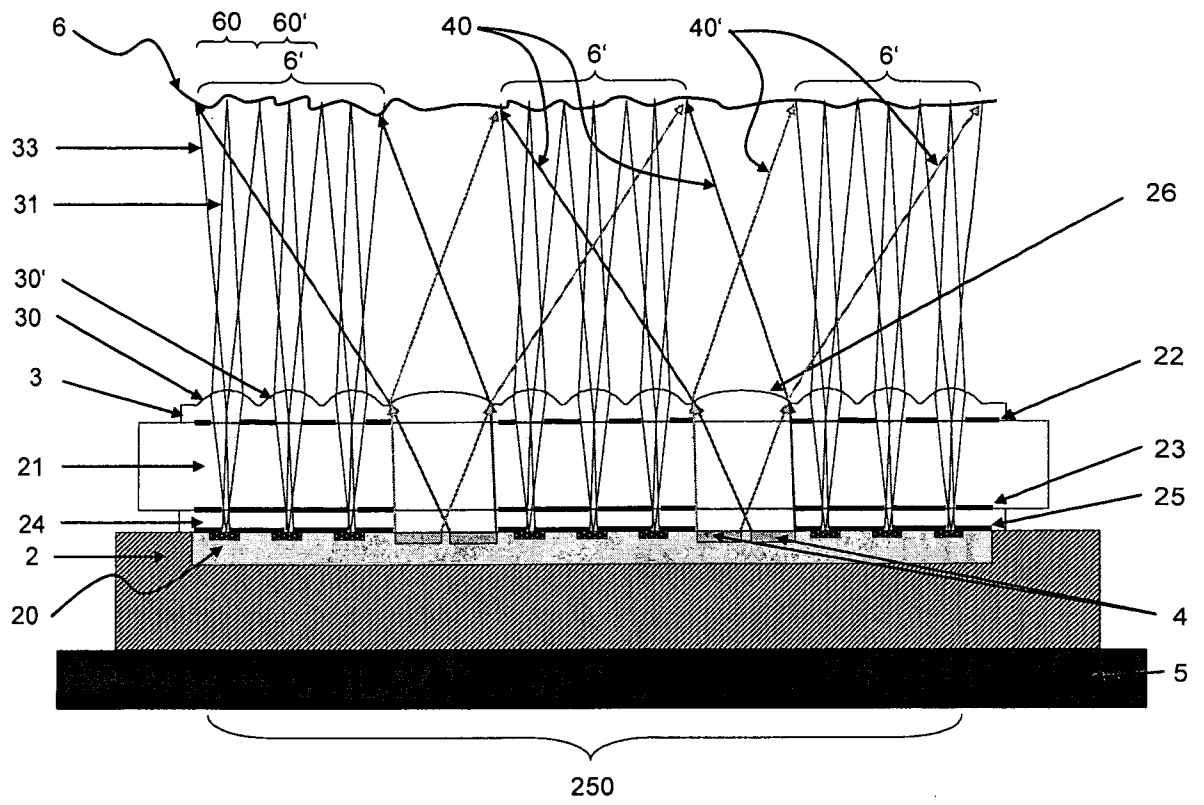


Fig. 10

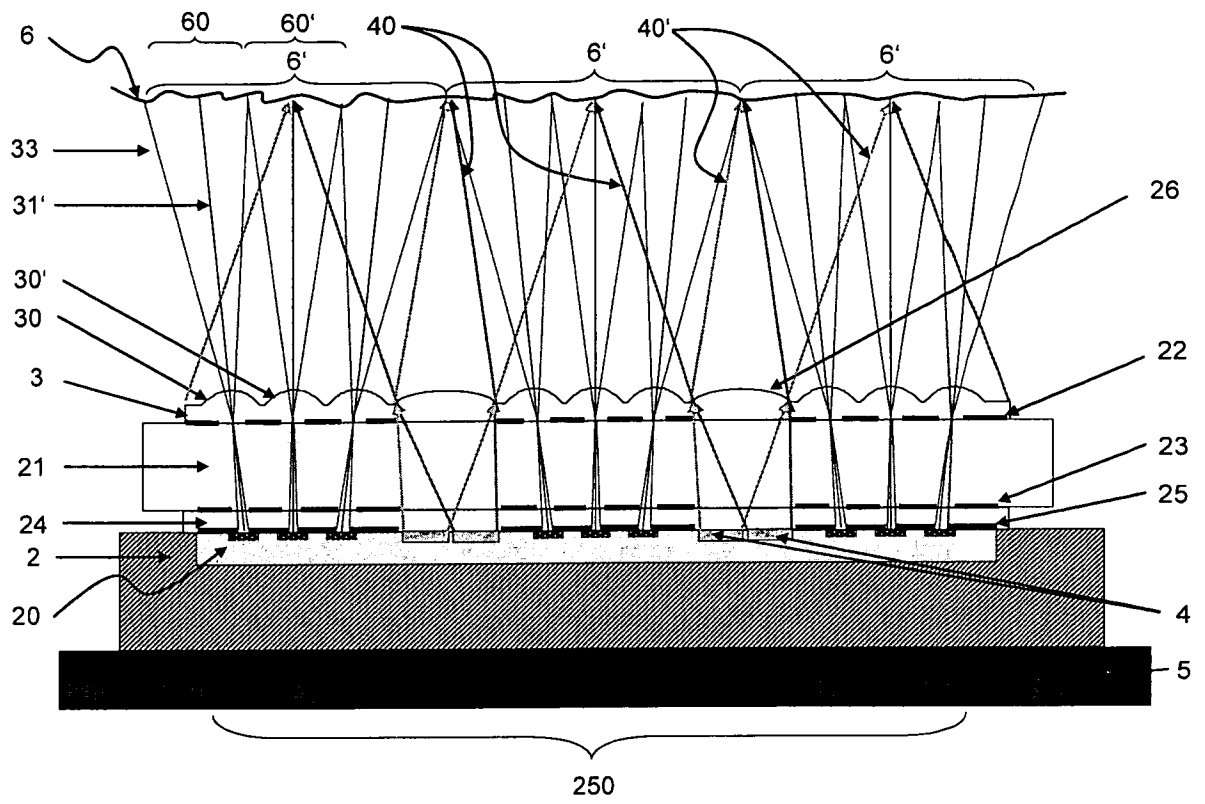


Fig. 11

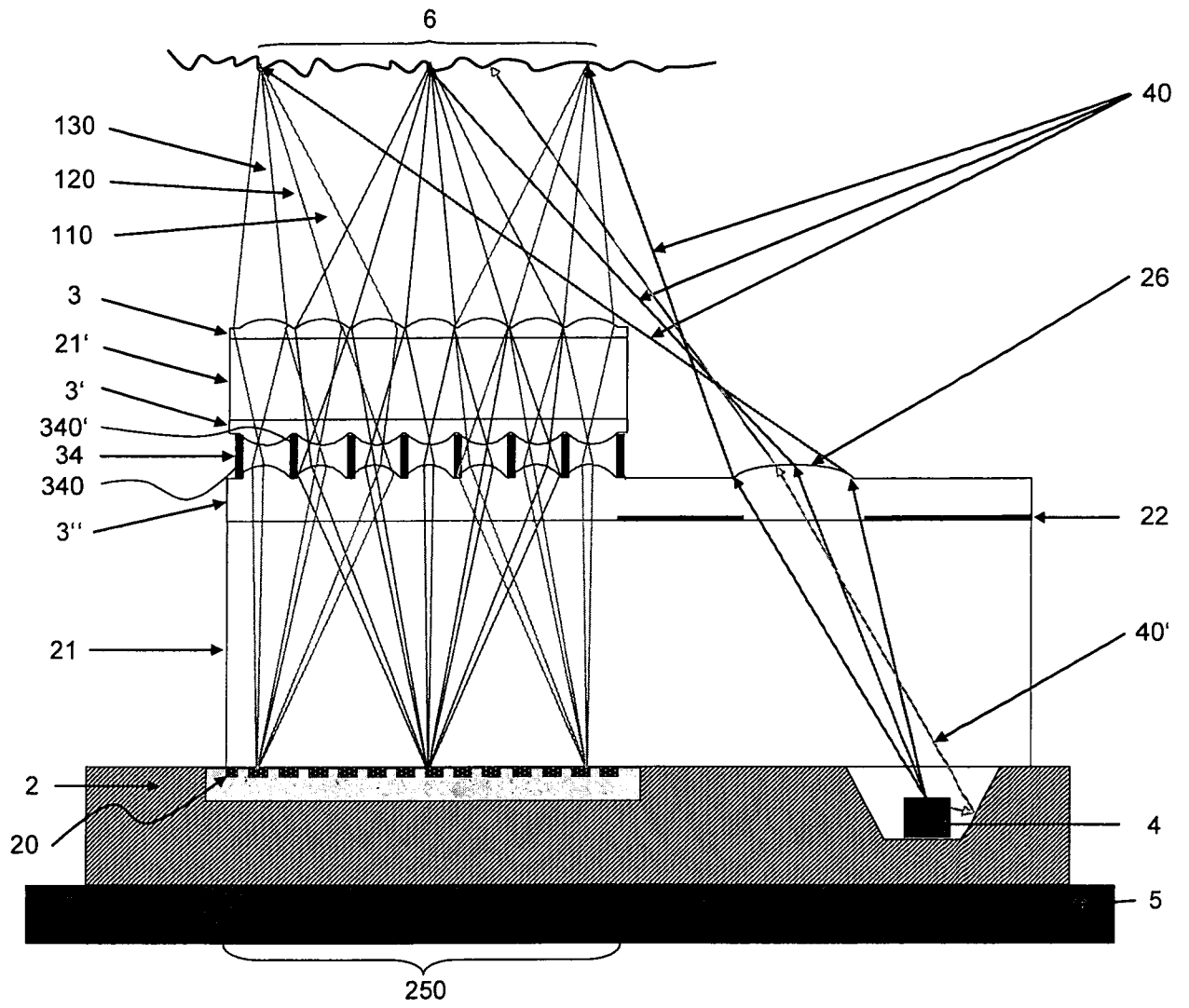
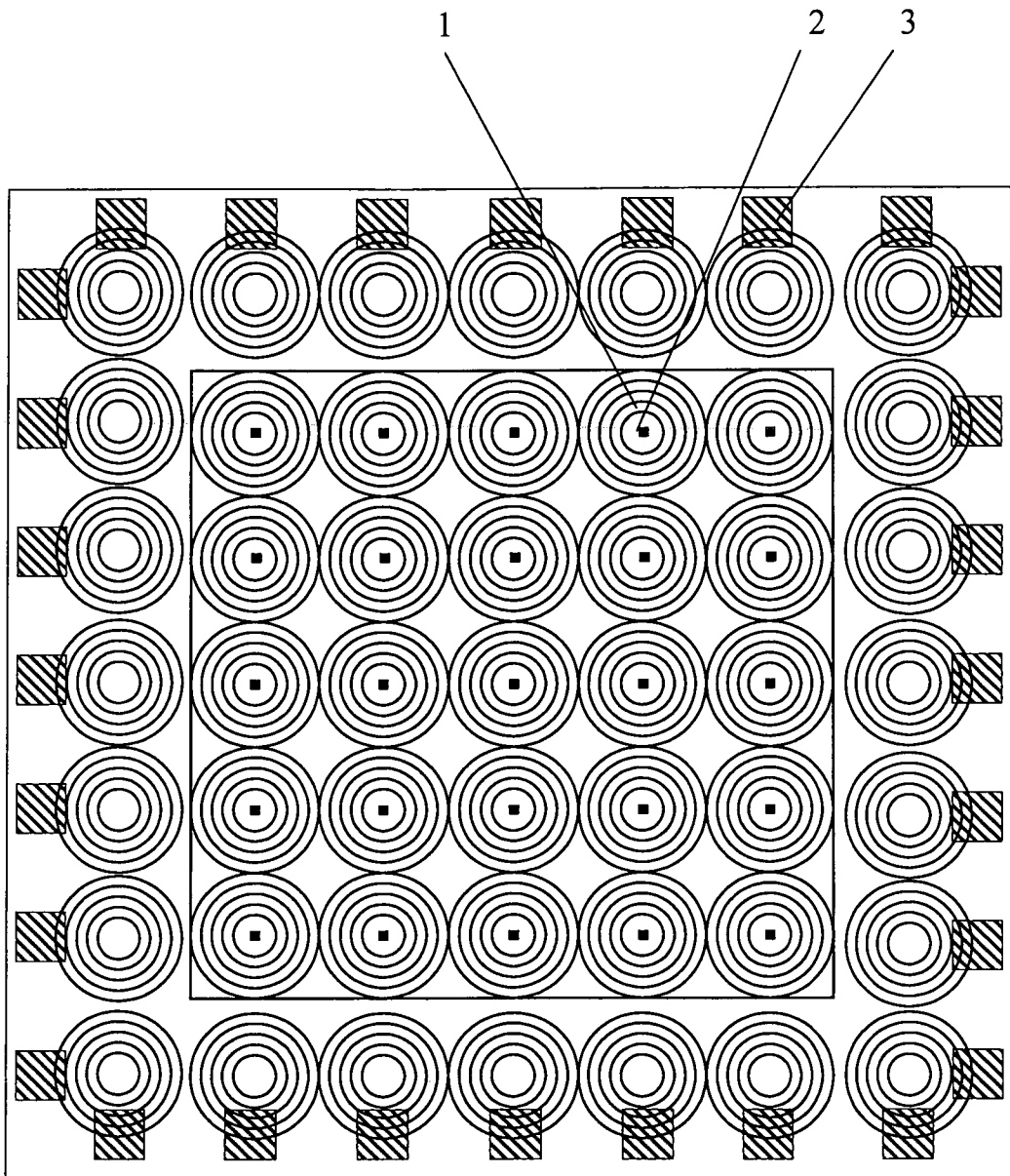


Fig. 13



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2010/000045

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G06F3/042 G06F3/033
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G06F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	GB 2 400 714 A (AGILENT TECHNOLOGIES INC [US] AGILENT TECHNOLOGIES INC [US]; AVAGO TEC) 20 October 2004 (2004-10-20) page 5, line 3 - line 7 page 11, line 8 - page 13, line 13 page 17, line 9 - page 18, line 10; figure 3a	1-25
Y	US 2004/084610 A1 (LEONG AK WING [MY] ET AL) 6 May 2004 (2004-05-06) paragraph [0029] - paragraph [0032]; figure 8	1-25
	----- -/--	

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 June 2010

Date of mailing of the international search report

09/06/2010

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Schofield, Catherine

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2010/000045

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2006/033114 A1 (SCHRANZ PAUL S [CA] SCHRANZ PAUL STEVEN [CA]) 16 February 2006 (2006-02-16) figures 18, 20 column 0010 - column 0013 column 0082 - column 0085 -----	1-25
A	JP 2003 283932 A (JAPAN SCIENCE & TECH CORP) 3 October 2003 (2003-10-03) abstract; figure 5b -----	12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2010/000045

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 2400714 A	20-10-2004	JP 2004318892 A US 2004208347 A1	11-11-2004 21-10-2004
US 2004084610 A1	06-05-2004	JP 2004158855 A US 2005253058 A1	03-06-2004 17-11-2005
US 2006033114 A1	16-02-2006	US 2009166643 A1 US 2008012029 A1	02-07-2009 17-01-2008
JP 2003283932 A	03-10-2003	JP 4012752 B2	21-11-2007

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. G06F3/042 G06F3/033

ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

G06F

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

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	GB 2 400 714 A (AGILENT TECHNOLOGIES INC [US] AGILENT TECHNOLOGIES INC [US]; AVAGO TEC) 20. Oktober 2004 (2004-10-20) Seite 5, Zeile 3 - Zeile 7 Seite 11, Zeile 8 - Seite 13, Zeile 13 Seite 17, Zeile 9 - Seite 18, Zeile 10; Abbildung 3a	1-25
Y	US 2004/084610 A1 (LEONG AK WING [MY] ET AL) 6. Mai 2004 (2004-05-06) Absatz [0029] - Absatz [0032]; Abbildung 8	1-25
A	US 2006/033114 A1 (SCHRANZ PAUL S [CA] SCHRANZ PAUL STEVEN [CA]) 16. Februar 2006 (2006-02-16) Abbildungen 18, 20 Spalte 0010 - Spalte 0013 Spalte 0082 - Spalte 0085	1-25
	-/--	

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

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

1. Juni 2010

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

09/06/2010

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Schofield, Catherine

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	JP 2003 283932 A (JAPAN SCIENCE & TECH CORP) 3. Oktober 2003 (2003-10-03) Zusammenfassung; Abbildung 5b -----	12

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/000045

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 2400714 A	20-10-2004	JP 2004318892 A US 2004208347 A1	11-11-2004 21-10-2004
US 2004084610 A1	06-05-2004	JP 2004158855 A US 2005253058 A1	03-06-2004 17-11-2005
US 2006033114 A1	16-02-2006	US 2009166643 A1 US 2008012029 A1	02-07-2009 17-01-2008
JP 2003283932 A	03-10-2003	JP 4012752 B2	21-11-2007