



(10) **DE 10 2015 111 379 A1** 2017.01.19

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 111 379.1**  
(22) Anmeldetag: **14.07.2015**  
(43) Offenlegungstag: **19.01.2017**

(51) Int Cl.: **G01V 8/12 (2006.01)**  
**G01B 11/14 (2006.01)**  
**H01L 31/12 (2006.01)**  
**H01L 33/08 (2010.01)**  
**G01J 3/46 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**SICK AG, 79183 Waldkirch, DE**

(74) Vertreter:  
**Manitz, Finsterwald & Partner GbR, 80336  
München, DE**

(72) Erfinder:  
**Hörsch, Ingolf, 79102 Freiburg, DE; Merettig,  
Gerhard, 79350 Sexau, DE; Bergbach, Roland,  
79367 Weisweil, DE; Lang, Felix, 79418  
Schliengen, DE; Leuker, Günter, 79183 Waldkirch,  
DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

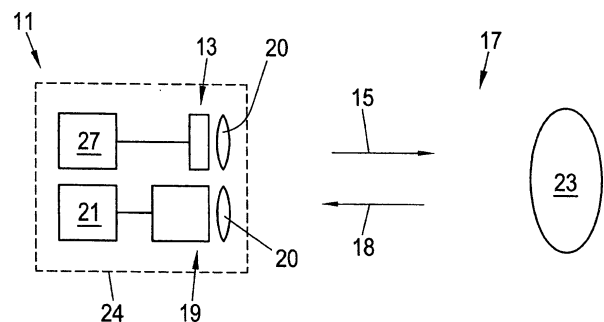
|    |                  |    |
|----|------------------|----|
| DE | 102 45 558       | A1 |
| DE | 10 2004 004 765  | A1 |
| DE | 20 2009 012 589  | U1 |
| DE | 689 06 874       | T2 |
| US | 2008 / 0 211 400 | A1 |
| US | 2014 / 0 307 252 | A1 |
| EP | 0 329 083        | A2 |
| WO | 99/ 57 788       | A2 |

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Optoelektronischer Sensor**

(57) Zusammenfassung: Ein optoelektronischer Sensor zur Erkennung von Objekten oder Objekteigenschaften umfasst einen Lichtsender zum Aussenden von Sendelicht in einen Erfassungsbereich, einen Lichtempfänger zum Empfangen von Empfangslicht und eine Auswerteeinheit, die dazu ausgebildet ist, anhand des von dem Lichtempfänger empfangenen Empfangslichts ein in dem Erfassungsbereich befindliches oder in diesen hineinragendes Objekt zu erfassen und/oder eine Eigenschaft des solchen Objekts zu ermitteln. Der Lichtsender umfasst ein monolithisches Halbleiter-Bauelement mit einer ersten lichtemittierenden Schicht und einer zweiten lichtemittierenden Schicht, wobei die erste lichtemittierende Schicht zum Emittieren von rotem Licht ausgebildet ist und die zweite lichtemittierende Schicht zum Emittieren von infrarotem Licht ausgebildet ist.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen optoelektronischen Sensor zur Erkennung von Objekten oder Objekteigenschaften umfassend einen Lichtsender zum Aussenden von Sendelicht in einen Erfassungsbereich, einen Lichtempfänger zum Empfangen von Empfangslicht und eine Auswerteeinheit, die dazu ausgebildet ist, anhand des von dem Lichtempfänger empfangenen Empfangslichts ein in dem Erfassungsbereich befindliches oder in diesen hineinragendes Objekt zu erfassen und/oder eine Eigenschaft des solchen Objekts zu ermitteln.

**[0002]** Derartige Sensoren werden in vielfältiger Weise zum berührungslosen Detektieren von im Sichtbereich des Sensors vorhandenen Objekten eingesetzt. Beispielsweise dienen Lichttaster dazu, den Abstand einer Objektoberfläche von einer Bezugsebene des Sensors zu ermitteln. Mittels Lichtschranken oder Lichtgittern können zum Beispiel in einen abgesicherten Bereich eindringende Personen erkannt werden. Ein weiteres Einsatzgebiet von optoelektronischen Sensoren ist die Ermittlung bestimmter Eigenschaften von Objekten, beispielsweise in Form einer Farberkennung oder des Identifizierens von objektseitigen Markierungen oder Kennzeichen.

**[0003]** Üblicherweise umfasst der Lichtsender eines optoelektronischen Sensors eine Leuchtdiode oder einen Halbleiterlaser mit vergleichsweise geringer spektraler Linienbreite. Mit Lichtsendern, die infrarotes Licht emittieren, kann im Allgemeinen eine große Reichweite sowie eine hohe Empfindlichkeit des zugehörigen Sensors erzielt werden. Bei bestimmten Anwendungen wie zum Beispiel bei der Zugangskontrolle in öffentlichen Bereichen ist es außerdem erwünscht, dass der Messlichtstrahl unsichtbar ist. Allerdings ist bei fehlender Sichtbarkeit des Messlichtstrahls eine Ausrichtung des betreffenden Sensors im Rahmen der Montage erschwert. Dieses Problem kann im Prinzip durch einen zweiten, sichtbaren Licht emittierenden Lichtsender gelöst werden, dessen Licht mit Hilfe von Strahlteilern, Lichtleitfasern oder dergleichen in den Strahlengang des Messlichts eingekoppelt wird. Dies ist jedoch mit einem beträchtlichen Aufwand und dementsprechenden Kosten verbunden. Außerdem beanspruchen der zusätzliche Lichtsender sowie die erforderlichen optischen Komponenten einen beträchtlichen Bauraum. Weiterhin reduzieren die optischen Komponenten die maximale Leistungsdichte sowie die Abbildungsschärfe.

**[0004]** Es ist eine Aufgabe der Erfindung, einen optoelektronischen Sensor bereitzustellen, der leicht auszurichten ist, eine hohe Empfindlichkeit aufweist, wenig Bauraum beansprucht und kostengünstig herstellbar ist.

**[0005]** Die Lösung der Aufgabe erfolgt durch einen optoelektronischen Sensor mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

**[0006]** Erfindungsgemäß umfasst der Lichtsender ein monolithisches Halbleiter-Bauelement mit einer ersten lichtemittierenden Schicht und einer zweiten lichtemittierenden Schicht, wobei die erste lichtemittierende Schicht zum Emittieren von rotem Licht ausgebildet ist und die zweite lichtemittierende Schicht zum Emittieren von infrarotem Licht ausgebildet ist. Die beiden lichtemittierenden Schichten können nebeneinander und/oder übereinander als vorzugsweise epitaktisch gewachsene Halbleiterkristallschichten auf ein Substrat aufgebracht sein. Das epitaktische Wachsen der beiden lichtemittierenden Schichten kann in separaten Prozessen erfolgen, wobei die beiden separat gewachsenen lichtemittierenden Schichten durch einen nachfolgenden verbindenden Prozess, z. B. einen Wafer-Bonding-Prozess, zu einem monolithischen Bauelement kombiniert werden.

**[0007]** Es wird also ein monolithisches Halbleiterbauelement – im Folgenden auch einfach "Chip" genannt – als Lichtsender bereitgestellt, das sowohl rotes als auch infrarotes Licht emittieren kann. Dadurch dass die Emission des roten Lichts und des infraroten Lichts von ein und demselben Chip aus erfolgt, also gewissermaßen von der gleichen Lichtquelle aus, ist der durch den Lichtsender beanspruchte Bauraum besonders gering. Zudem sind keine Strahlteiler oder dergleichen zum Zusammenführen der roten und der infraroten Lichtstrahlen erforderlich. Dies ist insbesondere deshalb vorteilhaft, da Strahlführungsoptiken nicht nur relativ viel Platz beanspruchen, sondern vor allem aufgrund ihrer Absorption die maximal erzielbare Leistungsdichte herabsetzen. Auch die Abbildungsqualität, also zum Beispiel die minimale Spotgröße, wird durch Strahlteiler und ähnliche optische Komponenten reduziert. Durch die Ausführung der beiden lichtemittierenden Bereiche als Schichten auf ein und demselben Halbleiter-Bauelement können die genannten Nachteile vermieden werden.

**[0008]** Vorzugsweise weist das monolithische Bauelement eine Kantenlänge von höchstens 1 mm auf. Der Lichtsender ist dann im Prinzip wie eine einzelne Leuchtdiode verwendbar.

**[0009]** Bei Bedarf kann zusätzlich zu der rot emittierenden Schicht wenigstens eine weitere rot emittierende Schicht vorgesehen sein. Ebenso kann zusätzlich zu der infrarot emittierenden Schicht wenigstens eine weitere infrarot emittierende Schicht vorgesehen sein. Außerdem kann es anwendungsbedingt erwünscht sein, außer einer rot emittierenden Schicht und einer infrarot emittierenden Schicht wenigstens eine weitere Schicht vorzusehen, die in einem von Rotlicht und Infrarotlicht separaten Wellenlängenbereich – beispielsweise im grünen Bereich – emittiert.

**[0010]** Eine Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die erste lichtemittierende Schicht zum Emittieren von quasi-monochromatischem Licht im Wellenlängenbereich von 600 nm bis 780 nm ausgebildet ist und/oder dass die zweite lichtemittierende Schicht zum Emittieren von quasi-monochromatischem Licht im Wellenlängenbereich von mehr als 780 nm bis 2000 nm ausgebildet ist. Insbesondere können die lichtemittierenden Schichten jeweils für sich genommen wie die lichtemittierende Schicht einer herkömmlichen Leuchtdiode ausgestaltet sein.

**[0011]** Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die erste lichtemittierende Schicht und die zweite lichtemittierende Schicht gestapelt, vorzugsweise direkt aufeinanderfolgend, auf ein gemeinsames Substrat des monolithischen Halbleiter-Bauelements aufgebracht sind. Aufgrund der gestapelten Anordnung ist es möglich, bei einem optoelektronischen Sensor eine koaxiale Anordnung von für die Messung verwendeten Erfassungslichts (infrarot) und zum Beispiel zum Ausrichten des Sensors verwendeten Pilotlichts (rot) vorzusehen, ohne hierfür Strahlteiler oder dergleichen zu benötigen.

**[0012]** Es ist bevorzugt, dass die dem Substrat nähere, untere lichtemittierende Schicht eine geringere Bandlücke aufweist als die vom Substrat weiter entfernte, obere lichtemittierende Schicht und/oder dass die zweite lichtemittierende Schicht die dem Substrat nähere, untere Schicht ist. Unabhängig von der Ausrichtung des Halbleiter-Bauelements wird hier diejenige lichtemittierende Schicht als unterste lichtemittierende Schicht bezeichnet, die sich zwischen dem Substrat und der anderen lichtemittierenden Schicht befindet. Die andere lichtemittierende Schicht ist dementsprechend als obere lichtemittierende Schicht anzusehen. Das von der unteren lichtemittierenden Schicht emittierte Licht muss wenigstens bereichsweise die obere lichtemittierende Schicht durchdringen und könnte daher in dieser absorbiert werden. Dadurch, dass die rot emittierende Schicht über der infrarot emittierenden Schicht angeordnet ist, können solche Absorptionsverluste weitgehend vermieden werden. Unter der Bandlücke wird allgemein die Energiedifferenz zwischen dem Valenzband und dem Leitungsband eines Halbleiters verstanden. Bei einer Leuchtdiode entspricht die Energie der emittierten Photonen gerade der Bandlücke. Wenn also die untere lichtemittierende Schicht eine geringere Bandlücke aufweist als die obere lichtemittierende Schicht, können die von der unteren Schicht emittierten Photonen beim Durchgang durch die obere Schicht nicht absorbiert werden.

**[0013]** Eine spezielle Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die vom Substrat weiter entfernte, obere lichtemittierende Schicht die dem Substrat nähere, untere lichtemittierende Schicht lediglich teilweise abdeckt, wobei in einem nicht abgedeckten

Bereich der unteren lichtemittierenden Schicht wenigstens ein Mittenkontakt zur Kontaktierung der dem Substrat näheren, unteren lichtemittierenden Schicht angeordnet ist. Der Begriff "Mittenkontakt" wird hier für einen Anschlusskontakt einer Schicht verwendet, die keine äußere Schicht des Halbleiter-Bauelements ist. Aufgrund des Mittenkontakts ist eine selektive Ansteuerung der ersten lichtemittierenden Schicht und der zweiten lichtemittierenden Schicht möglich. Mit anderen Worten sind die rot emittierende Schicht und die infrarot emittierende Schicht individuell ansteuerbar. Der Mittenkontakt kann im Vergleich zur lichtemittierenden Gesamtfläche relativ klein ausgeführt sein, so dass trotz der individuellen Ansteuerbarkeit ein weitgehend gleich großer Lichtfleck für das rote Licht und für das infrarote Licht erzielbar ist.

**[0014]** Zwischen dem Substrat und der dem Substrat näheren, unteren lichtemittierenden Schicht kann wenigstens eine Spiegelschicht angeordnet sein, um das in Richtung des Substrats emittierte Licht zu reflektieren und somit zu nutzen.

**[0015]** Eine alternative Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die erste lichtemittierende Schicht und die zweite lichtemittierende Schicht lateral räumlich voneinander getrennt sind. Bei dieser Ausgestaltung können beide lichtemittierenden Schichten direkt auf das Substrat aufgebracht sein, beispielsweise als epitaktische Schichten. Sie können für eine individuelle Ansteuerung einzeln kontaktiert sein.

**[0016]** Alternativ können die erste lichtemittierende Schicht und die zweite lichtemittierende Schicht in lateraler Richtung deckungsgleich sein. Diese Ausgestaltung eignet sich insbesondere für solche Anwendungen, bei denen eine einzelne Kontaktierung der beiden Schichten nicht erforderlich ist. Aufgrund der deckungsgleichen Schichten sind der rote Lichtstrahl und der infrarote Lichtstrahl des Sensors exakt koaxial und gleich groß. Ein Benutzer kann beim Ausrichten des betreffenden optoelektronischen Sensors anhand des roten Lichtstrahls exakt die Lage und die Größe des unsichtbaren infraroten Lichtstrahls erkennen.

**[0017]** Vorzugsweise sind die erste lichtemittierende Schicht und die zweite lichtemittierende Schicht konzentrisch auf einem gemeinsamen Substrat des monolithischen Halbleiter-Bauelements angeordnet. Hierdurch ist gewährleistet, dass die Position des infraroten Lichtstrahls relativ exakt anhand der Position des roten Lichtstrahls erkennbar ist.

**[0018]** Die konzentrische Anordnung kann dadurch realisiert sein, dass die zweite lichtemittierende Schicht eine zentrale Leuchtfläche und die erste lichtemittierende Schicht eine die zentrale Leuchtfläche umschließende, äußere Lichtfläche definiert. Im All-

gemeinen ist es günstig, wenn der infrarote Erfassungslichtstrahl als zentraler Strahl vorgesehen ist. Bei bestimmten Anwendungen könnte es dennoch bevorzugt sein, die erste lichtemittierende Schicht als zentrale Leuchtfläche und die zweite lichtemittierende Schicht als äußere Leuchtfläche auszubilden.

**[0019]** Es kann vorgesehen sein, dass die zentrale Leuchtfläche kreisförmig oder oval ist und/oder dass die äußere Leuchtfläche geschlossen kreisringförmig oder segmentiert kreisringförmig ist. Speziell kann die äußere Leuchtfläche einen "Zielring" bilden, der von einem Benutzer unmittelbar als Ausrichthilfe verwendet wird.

**[0020]** Dem Lichtsender kann eine Steuereinrichtung zugeordnet sein, welche dazu ausgebildet ist, die erste lichtemittierende Schicht und die zweite lichtemittierende Schicht individuell anzusteuern. Die Steuereinrichtung kann hierfür über entsprechende elektrische Leitungen und mit den Schichten verbundene Kontakte an die lichtemittierenden Schichten angeschlossen sein. Durch die separaten Ansteuerungsmöglichkeiten der beiden lichtemittierenden Schichten ist die Flexibilität des Sensors erhöht.

**[0021]** Die Steuereinrichtung kann dazu ausgebildet sein, die erste lichtemittierende Schicht während des Betriebs des optoelektronischen Sensors lediglich zeitweise zu aktivieren. Unter einem "Aktivieren" einer lichtemittierenden Schicht ist hierbei sowohl ein Einschalten im Sinne eines Anregens zu dauerhaftem Leuchten als auch ein Versetzen in einen blinkenden oder aufblitzenden Zustand zu verstehen. Bei bestimmten Anwendungen ist es wünschenswert, das sichtbare rote Licht nicht ständig auszusenden.

**[0022]** Die Steuereinrichtung kann insbesondere dazu ausgebildet sein, die erste lichtemittierende Schicht lediglich dann zu aktivieren, wenn sich der optoelektronische Sensor in einem Ausrichtmodus befindet und/oder wenn ein Schaltkriterium des optoelektronischen Sensors erfüllt ist und/oder wenn sich der optoelektronische Sensor in einem vorgegebenen Schaltzustand befindet. Unter einem Ausrichtmodus ist ein spezieller Betriebszustand eines optoelektronischen Sensors zu verstehen, welcher zum Ausrichten oder Justieren des Sensors in einer konkreten Anwendungssituation vorgesehen ist. Der rote Lichtstrahl dient in diesem Betriebszustand als Pilotlichtstrahl, der dem Benutzer die Position des Messlichtstrahls anzeigt. Als "Schaltkriterium" ist beispielsweise die Schaltschwelle eines Lichttasters anzusehen. Anhand des durch das Rotlicht kenntlich gemachten Schaltzustands kann ein Benutzer erkennen, ob der Sensor eingeschaltet oder abgeschaltet ist. Beispielsweise könnte beim Einschalten des Sensors ein einmaliges kurzes Aufleuchten der roten lichtemittierenden Schicht veranlasst werden. Der Be-

nutzer weiß dann, dass der Einschaltvorgang erfolgreich war.

**[0023]** Die Steuereinrichtung kann auch dazu ausgebildet sein, die erste lichtemittierende Schicht zu aktivieren, wenn eine Störung des Normalbetriebs vorliegt. Das rote Licht kann insofern als Warnsignal verwendet werden, um einen Benutzer auf beliebige Störungen, Fehler oder Gefahren hinzuweisen.

**[0024]** Es ist bevorzugt, dass das monolithische Halbleiter-Bauelement die einzige Lichtquelle des Lichtsenders bildet. Hierdurch können Herstellungskosten, Gewicht und Bauraum gespart werden.

**[0025]** Der Lichtsender kann eine farbkorrigierte Sendeoptik umfassen, insbesondere wobei die farbkorrigierte Sendeoptik für das von der ersten lichtemittierenden Schicht emittierte rote Licht und für das von der zweiten lichtemittierenden Schicht emittierte infrarote Licht zumindest im Wesentlichen die gleiche Brennweite aufweist. Dadurch wird erreicht, dass die Strahlformung für beide Wellenlängen im Wesentlichen von gleicher Qualität ist.

**[0026]** Der Lichtsender kann als Achromat ausgeführt sein, im einfachsten Fall z. B. als zweilinsiges Objektiv.

**[0027]** Eine besonders kostengünstige Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Achromat eine Kombination aus einer refraktiven optischen Struktur und einer diffraktiven optischen Struktur umfasst und/oder aus Kunststoff gefertigt ist. Beispielsweise kann der Achromat eine Kunststofflinse mit einer diffraktiven Kompensationsfläche umfassen und insbesondere ausschließlich durch eine solche Kunststofflinse gebildet sein.

**[0028]** Der optoelektronische Sensor kann z. B. als optischer Taster, beispielsweise als Wechsellicht-Taster, Triangulationstaster, Lumineszenztaster oder Kontrasttaster ausgebildet sein. Unter einem optischen Taster ist insbesondere ein Lichttaster zu verstehen, der anhand des von einem Objekt reflektierten Lichts dessen Vorhandensein und gegebenenfalls dessen Abstand erkennt.

**[0029]** Alternativ kann ein erfindungsgemäßer optoelektronischer Sensor als Einweg-Lichtschranke oder als Reflexionslichtschranke ausgebildet sein.

**[0030]** Ein erfindungsgemäßer optoelektronischer Sensor kann auch als Farbsensor ausgebildet sein.

**[0031]** Weiterbildungen der Erfindung sind auch in den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung sowie der beigefügten Zeichnung angegeben.

**[0032]** Die Erfindung wird nachfolgend beispielhaft anhand der Zeichnung beschrieben.

**[0033]** Fig. 1 ist eine Prinzipdarstellung einer Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen optoelektronischen Sensors.

**[0034]** Fig. 2 zeigt schematisch den Lichtsender eines optoelektronischen Sensors gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung.

**[0035]** Fig. 3 zeigt den Lichtsender eines optoelektronischen Sensors gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung.

**[0036]** Fig. 4 zeigt den Lichtsender eines optoelektronischen Sensors gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung.

**[0037]** Fig. 5 ist eine Draufsicht auf den Lichtsender gemäß Fig. 4.

**[0038]** Fig. 6 ist eine Draufsicht auf den Lichtsender gemäß Fig. 4, wobei das Aspektverhältnis der zentralen lichtemittierenden Schicht gegenüber Fig. 5 abgewandelt ist.

**[0039]** Der in Fig. 1 lediglich schematisch dargestellte optoelektronische Sensor **11**, hier in der Ausgestaltung als Lichttaster, umfasst einen Lichtsender **13**, welcher dazu ausgebildet ist, Sendelichtstrahlen **15** in einen Erfassungsbereich **17** auszusenden. Ein in dem Erfassungsbereich **17** vorhandenes Objekt **23** reflektiert oder remittiert die Sendelichtstrahlen **15**, welche dann als Empfangslichtstrahlen **18** auf einem Lichtempfänger **19** des optoelektronischen Sensors **11** gelangen. Bei dem Lichtempfänger **19** kann es sich um eine Fotodiode oder um einen ortsauflösenden Detektor wie eine Diodenzeile oder ein CCD-Array handeln. Dem Lichtsender **13** und dem Lichtempfänger **19** sind jeweilige Strahlformungsoptiken **20** zugeordnet, welche jedoch nicht für jede Sensoranwendung zwingend sind.

**[0040]** Eine elektronische Auswerteeinheit **21** steht mit dem Lichtempfänger **19** in Verbindung und ist in der Lage, anhand der von dem Lichtempfänger **19** empfangenen Empfangslichtstrahlen **18** in an sich bekannter Weise das Objekt **23** zu detektieren und/oder eine Eigenschaft des Objekts **23** wie dessen Farbe zu ermitteln. Der Lichtsender **13** und der Lichtempfänger **19** können wie in Fig. 1 dargestellt in ein gemeinsames Sensorgehäuse **24** integriert sein. Grundsätzlich können der Lichtsender **13** und der Lichtempfänger **19** jedoch auch in getrennten Komponenten untergebracht sein, wenn beispielsweise eine Einweg-Lichtschranke bereitgestellt werden soll.

**[0041]** Der Lichtsender **13** steht mit einer elektronischen Steuereinrichtung **27** in Verbindung und ist durch diese selektiv aktivierbar.

**[0042]** Wie in Fig. 2 vereinfacht dargestellt umfasst der Lichtsender **13** ein monolithisches Halbleiter-Bauelement **26** mit einem Substrat **30**, einer ersten lichtemittierenden Schicht **31** sowie einer zweiten lichtemittierenden Schicht **32**. Bei den beiden lichtemittierenden Schichten **31**, **32** handelt es sich um epitaktisch auf das Substrat **30** aufgebrachte Halbleiterschichten, welche jeweils zum Emittieren von quasi-monochromatischem Licht ausgebildet sind. Während jedoch die dem Substrat **30** nähere, in Fig. 2 untere lichtemittierende Schicht **32** zum Emittieren von infrarotem Licht ausgebildet ist, ist die vom Substrat **30** weiter entfernte, in Fig. 2 obere lichtemittierende Schicht **31** zum Emittieren von rotem Licht ausgebildet. Die obere lichtemittierende Schicht **31** weist somit eine größere Bandlücke auf als die untere lichtemittierende Schicht **32**, so dass die von der unteren lichtemittierenden Schicht **32** emittierten Photonen beim Durchgang durch die obere lichtemittierende Schicht **31** nicht absorbiert werden. Die beiden lichtemittierenden Schichten **31**, **32** sind in grundsätzlich bekannter Weise über einen elektrischen Kontakt **35** mit der elektronischen Steuereinrichtung **27** (Fig. 1) verbunden. Als Masse dient z. B. in an sich bekannter Weise das Substrat **30**. Zur Erläuterung ist im linken Bereich von Fig. 2 das dem Lichtsender **13** entsprechende Schaltsymbol angegeben.

**[0043]** Bei der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform der Erfindung sind die beiden lichtemittierenden Schichten **31**, **32** direkt aufeinanderfolgend gestapelt auf dem Substrat **30** angeordnet. Grundsätzlich könnten sich jedoch auch eine oder mehrere zusätzliche lichtemittierende Schichten zwischen den beiden lichtemittierenden Schichten **31**, **32** befinden. Um die Lichtausbeute zu erhöhen, könnte zwischen dem Substrat **30** und der unteren lichtemittierenden Schicht **32** eine Spiegelschicht angeordnet sein, was in Fig. 2 jedoch nicht dargestellt ist. Da beide lichtemittierende Schichten **31**, **32** gleichermaßen durch den gemeinsamen elektrischen Kontakt **35** ansteuerbar sind, können sie gleich groß und in lateraler Richtung deckungsgleich ausgeführt sein. Für den Lichtsender **13** ergibt sich somit eine exakt koaxiale Abstrahlung von rotem Licht und infrarotem Licht.

**[0044]** Der in Fig. 3 dargestellte, gemäß einer alternativen Ausführungsform der Erfindung gestaltete Lichtsender **13'** ist im Prinzip aufgebaut wie der vorstehend in Bezug auf Fig. 2 beschriebene Lichtsender **13**, weist jedoch anstelle eines gemeinsamen elektrischen Kontaktes **35** zwei separate Kontakte **36**, **37** auf, die den beiden Schichten **31**, **32** zugeordnet sind. Derjenige Kontakt **37**, welcher der unteren lichtemittierenden Schicht **32** zugeordnet ist, ist dabei als Mittenkontakt ausgeführt. Die obere lichtemittierende Schicht **31** ist über den Kontakt **36** angeschlossen.

tierende Schicht **31** deckt hier also die untere lichtemittierende Schicht **32** lediglich teilweise ab, wobei der als Mittenkontakt ausgeführte Kontakt **37** in einem nicht abgedeckten Bereich auf der unteren lichtemittierenden Schicht **32** angeordnet ist. Aufgrund der separaten Kontaktierung sind die beiden lichtemittierenden Schichten **31**, **32** bei der in **Fig. 3** dargestellten Ausführungsform individuell ansteuerbar.

**[0045]** **Fig. 4** zeigt eine weitere Ausführungsform eines Lichtsenders **13''** für einen erfindungsgemäßen optoelektronischen Sensor **11**. Bei dieser Ausführungsform sind die beiden lichtemittierenden Schichten **31**, **32** ebenfalls über separate Kontakte **36**, **37** mit der Steuereinrichtung **27** (**Fig. 1**) verbunden und daher individuell ansteuerbar. Die beiden Schichten **31**, **32** sind hier jedoch nicht gestapelt angeordnet, sondern lateral räumlich voneinander getrennt. Mit anderen Worten ist sowohl die erste lichtemittierende Schicht **31** als auch die zweite lichtemittierende Schicht **32** direkt auf das Substrat **30** aufgebracht. Bei Bedarf könnte aber auch hier eine Spiegelschicht oder andere Schichten zwischen dem Substrat **30** und den lichtemittierenden Schichten **31**, **32** vorgesehen sein. Bei der in **Fig. 4** gezeigten Ausführungsform ist es nicht möglich, den roten Lichtstrahl und den infraroten Lichtstrahl exakt coaxial auszusenden. Es ist jedoch bevorzugt, die erste lichtemittierende Schicht **31** und die zweite lichtemittierende Schicht **32** konzentrisch auf dem Substrat **30** anzuordnen, so dass sich eine weitgehend coaxiale Abstrahlung von rotem Licht und infrarotem Licht ergibt.

**[0046]** Beispielsweise kann die zweite lichtemittierende Schicht **32** wie in **Fig. 5** und **Fig. 6** gezeigt eine zentrale Leuchtfläche **39** definieren, wohingegen die erste lichtemittierende Schicht **31** eine die zentrale Leuchtfläche **39** umschließende äußere Leuchtfläche **40** definiert. Bei der in **Fig. 5** gezeigten Ausführungsform ist die zentrale Leuchtfläche **39** kreisförmig und die äußere Leuchtfläche **40** ist segmentiert kreisringförmig. Demgegenüber ist bei der in **Fig. 6** dargestellten Ausführungsform die zentrale Leuchtfläche **39'** oval. Aufgrund der ovalen Form der zentralen Leuchtfläche **39'** ist es möglich, auf einem linearen Lichtempfangselement eine höhere Energiedichte zu erzielen und somit zum Beispiel die Tastweite eines als Lichttaster ausgeführten optoelektronischen Sensors **11** zu erhöhen. Für die äußere, rote Leuchtfläche **40** ist es ausreichend, dass eine segmentiert kreisförmige Gestalt wie bei der Ausführungsform gemäß **Fig. 5** vorliegt, da die rote Leuchtfläche **40** für den eigentlichen Erfassungsvorgang nicht maßgeblich ist. Vielmehr wird der rote Lichtstrahl bevorzugt lediglich als "Zielring" zum Ausrichten des optischen Sensors **11** herangezogen. Um ein besonders einfaches Ausrichten im Sinne eines Zielens zu ermöglichen, könnte gemäß einem nicht dargestellten Ausführungsbeispiel die erste lichtemittierende Schicht **31** auch z. B. kreuzförmig sein.

**[0047]** Grundsätzlich können die lichtemittierenden Schichten **31**, **32** des in **Fig. 2** gezeigten Lichtsenders **13** ebenso wie die lichtemittierenden Schichten **31**, **32** des in **Fig. 3** gezeigten Lichtsenders **13'** trotz der gestapelten Anordnung eine zentrale Leuchtfläche und eine äußere Leuchtfläche wie in **Fig. 5** und **Fig. 6** dargestellt definieren.

**[0048]** Wie vorstehend erwähnt ist der in **Fig. 3** dargestellte Lichtsender **13'** ebenso wie der in **Fig. 4–Fig. 6** dargestellte Lichtsender **13''** derart betreibbar, dass je nach Betriebszustand ausschließlich rotes Licht, ausschließlich infrarotes Licht oder gleichzeitig rotes Licht und infrarotes Licht ausgesendet wird. Für viele Anwendungen ist es vorteilhaft, dass das rote Licht lediglich zeitweise ausgesendet wird. Zu diesem Zweck kann die erste lichtemittierende Schicht **31** beispielsweise lediglich dann aktiviert werden, wenn sich der optoelektronische Sensor **11** in einem Ausrichtmodus befindet. Der Sensor **11** kann beispielsweise durch einen Benutzer per Knopfdruck in den Ausrichtmodus versetzt werden. Nach Beendigung des Ausrichtens kann der Benutzer – beispielsweise ebenfalls per Knopfdruck – den Sensor **11** in einen Normalbetriebszustand versetzen, in welchem lediglich die zweite lichtemittierende Schicht **32** aktiviert wird und dementsprechend lediglich infrarotes Licht emittiert wird.

**[0049]** Eine alternative Ausführungsform sieht vor, dass beim Einschalten des optoelektronischen Sensors **11** ein kurzer roter Lichtpuls ausgesendet wird, um dem Benutzer die Betriebsbereitschaft des optoelektronischen Sensors **11** anzuzeigen. Es könnte auch ein Deaktivieren der ersten lichtemittierenden Schicht **31** entsprechend einem Abschalten des roten Lichts veranlasst werden, sobald eine Schaltschwelle des Sensors **11** erreicht ist. Dies kann den Einstellvorgang weiter erleichtern. Die erste lichtemittierende Schicht **31** könnte auch bei Vorliegen einer Störung oder bei einem detektierten Gefahrenszenario aktiviert werden, wobei der rote Lichtstrahl als Warnsignal dient. Dazu kann auch zum Beispiel ein pulsierender Betrieb vorgesehen sein, so dass der Eindruck eines Blinklichtes entsteht.

**[0050]** Um die vorstehend angegebenen spezifischen Betriebsmodi zu implementieren, kann ein erfindungsgemäßer optischer Sensor **11** eine übergeordnete, mit der Auswerteeinheit **21** und der Steuereinrichtung **27** in Verbindung stehende Steuereinrichtung umfassen, welche in **Fig. 1** jedoch nicht dargestellt ist.

**[0051]** Vorzugsweise ist dem Lichtsender **13** ein Achromat als Strahlformungsoptik **20** zugeordnet, welcher für das von der ersten lichtemittierenden Schicht **31** emittierte rote Licht und für das von der zweiten lichtemittierenden Schicht **32** emittierte infrarote Licht die gleiche Brennweite aufweist. Der Ach-

romat kann als Kunststofflinse mit diffraktiver Kompensationsfläche ausgeführt sein.

**[0052]** Allgemein kann ein erfindungsgemäßer optischer Sensor **11** als optischer Taster, beispielsweise als Wechsellichttaster (WT), Lumineszenztaster (LT), Triangulationstaster – vorzugsweise mit Hintergrundausblendung (HGA) – oder als Kontrasttaster (KT) ausgebildet sein. Alternativ könnte ein erfindungsgemäßer optischer Sensor **11** auch als Lichtschranke, Lichtgitter oder als Farbsensor (CS) ausgebildet sein.

**[0053]** Dadurch, dass der Lichtsender **13, 13', 13''** zwei auf ein und demselben Chip aufgebrachte epitaktische Schichten als Lichtquellen aufweist, kann ein Messen im infraroten Spektralbereich und ein Ausrichten im sichtbaren roten Spektralbereich erfolgen, ohne dass hierfür separate Leuchtdioden oder Strahlvereinigungsoptiken bereitgestellt werden müssen. Die Erfindung ermöglicht somit eine besonders zuverlässige und empfindliche Objekterkennung sowie eine einfache Sensorausrichtung bei gleichzeitiger Einsparung von Herstellungskosten, Gewicht und Bauraum.

#### Bezugszeichenliste

|                      |                                  |
|----------------------|----------------------------------|
| <b>11</b>            | optischer Sensor                 |
| <b>13, 13', 13''</b> | Lichtsender                      |
| <b>15</b>            | Sendelichtstrahlen               |
| <b>17</b>            | Erfassungsbereich                |
| <b>18</b>            | Empfangslichtstrahlen            |
| <b>19</b>            | Lichtempfänger                   |
| <b>20</b>            | Strahlformungsoptik              |
| <b>21</b>            | Auswerteeinheit                  |
| <b>23</b>            | Objekt                           |
| <b>24</b>            | Sensorgehäuse                    |
| <b>26</b>            | Halbleiter-Bauelement            |
| <b>27</b>            | Steuereinrichtung                |
| <b>30</b>            | Substrat                         |
| <b>31</b>            | erste lichtemittierende Schicht  |
| <b>32</b>            | zweite lichtemittierende Schicht |
| <b>35</b>            | gemeinsamer elektrischer Kontakt |
| <b>36</b>            | separater elektrischer Kontakt   |
| <b>37</b>            | separater elektrischer Kontakt   |
| <b>39, 39'</b>       | zentrale Leuchtfläche            |
| <b>40</b>            | äußere Leuchtfläche              |

#### Patentansprüche

1. Optoelektronischer Sensor (**11**) zur Erkennung von Objekten (**23**) oder Objekteigenschaften umfassend einen Lichtsender (**13, 13', 13''**) zum Ausenden von Sendelicht in einen Erfassungsbereich (**17**), einen Lichtempfänger (**19**) zum Empfangen von Empfangslicht und eine Auswerteeinheit (**21**), die dazu ausgebildet ist, anhand des von dem Lichtempfänger (**19**) empfangenen Empfangslichts ein in dem Er-

fassungsbereich (**17**) befindliches oder in diesen hineinragendes Objekt (**23**) zu erfassen und/oder eine Eigenschaft eines solchen Objekts zu ermitteln, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Lichtsender (**13, 13', 13''**) ein monolithisches Halbleiter-Bauelement (**26**) mit einer ersten lichtemittierenden Schicht (**31**) und einer zweiten lichtemittierenden Schicht (**32**) umfasst, wobei die erste lichtemittierende Schicht (**31**) zum Emittieren von rotem Licht ausgebildet ist und die zweite lichtemittierende Schicht (**32**) zum Emittieren von infrarotem Licht ausgebildet ist.

2. Optoelektronischer Sensor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste lichtemittierende Schicht (**31**) zum Emittieren von quasi-monochromatischem Licht im Wellenlängenbereich von 600 nm bis 780 nm ausgebildet ist und/oder dass die zweite lichtemittierende Schicht (**32**) zum Emittieren von quasi-monochromatischem Licht im Wellenlängenbereich von mehr als 780 nm bis 2000 nm ausgebildet ist.

3. Optoelektronischer Sensor nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste lichtemittierende Schicht (**31**) und die zweite lichtemittierende Schicht (**32**) gestapelt, vorzugsweise direkt aufeinanderfolgend, auf ein gemeinsames Substrat (**30**) des monolithischen Halbleiter-Bauelements (**26**) aufgebracht sind.

4. Optoelektronischer Sensor nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die dem Substrat (**30**) nähere, untere lichtemittierende Schicht (**32**) eine geringere Bandlücke aufweist als die vom Substrat (**30**) weiter entfernte, obere lichtemittierende Schicht (**31**) und/oder dass die zweite lichtemittierende Schicht (**32**) die dem Substrat (**30**) nähere, untere Schicht ist.

5. Optoelektronischer Sensor nach einem der Ansprüche 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen dem Substrat (**30**) und der dem Substrat (**30**) näheren, unteren lichtemittierenden Schicht (**32**) wenigstens eine Spiegelschicht angeordnet ist.

6. Optoelektronischer Sensor nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die vom Substrat (**30**) weiter entfernte, obere lichtemittierende Schicht (**31**) die dem Substrat (**30**) nähere, untere lichtemittierende Schicht (**32**) lediglich teilweise abdeckt, wobei in einem nicht abgedeckten Bereich der unteren lichtemittierenden Schicht (**32**) wenigstens ein Mittenkontakt (**37**) zur Kontaktierung der dem Substrat (**30**) näheren, unteren lichtemittierenden Schicht (**32**) angeordnet ist.

7. Optoelektronischer Sensor nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste lichtemittierende Schicht (**31**) und die zwei-

te lichtemittierende Schicht (32) lateral räumlich voneinander getrennt sind.

8. Optoelektronischer Sensor nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite lichtemittierende Schicht (32) eine zentrale Leuchtfläche (39, 39') und die erste lichtemittierende Schicht (31) eine die zentrale Leuchtfläche (39, 39') umschließende, äußere Leuchtfläche (40) definiert.

9. Optoelektronischer Sensor nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zentrale Leuchtfläche (39, 39') kreisförmig oder oval ist und/oder dass die äußere Leuchtfläche (40) geschlossen kreisringförmig oder segmentiert kreisringförmig ist.

10. Optoelektronischer Sensor nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste lichtemittierende Schicht (31) und die zweite lichtemittierende Schicht (32) konzentrisch auf einem gemeinsamen Substrat (30) des monolithischen Halbleiter-Bauelements (26) angeordnet sind.

11. Optoelektronischer Sensor nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste lichtemittierende Schicht (31) und die zweite lichtemittierende Schicht (32) in lateraler Richtung deckungsgleich sind.

12. Optoelektronischer Sensor nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass dem Lichtsender (13) eine Steuereinrichtung (27) zugeordnet ist, welche dazu ausgebildet ist, die erste lichtemittierende Schicht (31) und die zweite lichtemittierende Schicht (32) individuell anzusteuern.

13. Optoelektronischer Sensor nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinrichtung (27) dazu ausgebildet ist, die erste lichtemittierende Schicht (31) während des Betriebs des optoelektronischen Sensors (11) lediglich zeitweise zu aktivieren.

14. Optoelektronischer Sensor nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinrichtung (27) dazu ausgebildet ist, die erste lichtemittierende Schicht (31) lediglich dann zu aktivieren, wenn sich der optoelektronische Sensor (11) in einem Ausrichtmodus befindet und/oder wenn ein Schaltkriterium des optoelektronischen Sensors (11) erfüllt ist und/oder wenn sich der optoelektronische Sensor (11) in einem vorgegebenen Schaltzustand befindet.

15. Optoelektronischer Sensor nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das monolithische Halbleiter-Bauelement (26) die einzige Lichtquelle des Lichtsenders (13) bildet.

16. Optoelektronischer Sensor nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Lichtsender (13) eine farbkorrigierte Sendeoptik (20) umfasst, insbesondere wobei die farbkorrigierte Sendeoptik (20) für das von der ersten lichtemittierenden Schicht (31) emittierte rote Licht und für das von der zweiten lichtemittierenden Schicht (32) emittierte infrarote Licht zumindest im Wesentlichen die gleiche Brennweite aufweist.

17. Optoelektronischer Sensor nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Lichtsender (13) als Achromat ausgeführt ist.

18. Optoelektronischer Sensor nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Achromat eine Kombination aus einer refraktiven optischen Struktur und einer diffraktiven optischen Struktur umfasst und/oder aus Kunststoff gefertigt ist.

19. Optoelektronischer Sensor nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der optoelektronische Sensor (11) als optischer Taster, beispielsweise als Wechsellicht-Taster, Triangulationstaster, Lumineszenztaster oder Kontrasttaster ausgebildet ist.

20. Optoelektronischer Sensor nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der optoelektronische Sensor (11) als Ein-Weg-Lichtschranke oder als Reflexionslichtschranke ausgebildet ist.

21. Optoelektronischer Sensor nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der optoelektronische Sensor (11) als Farbsensor ausgebildet ist.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen



Anhängende Zeichnungen

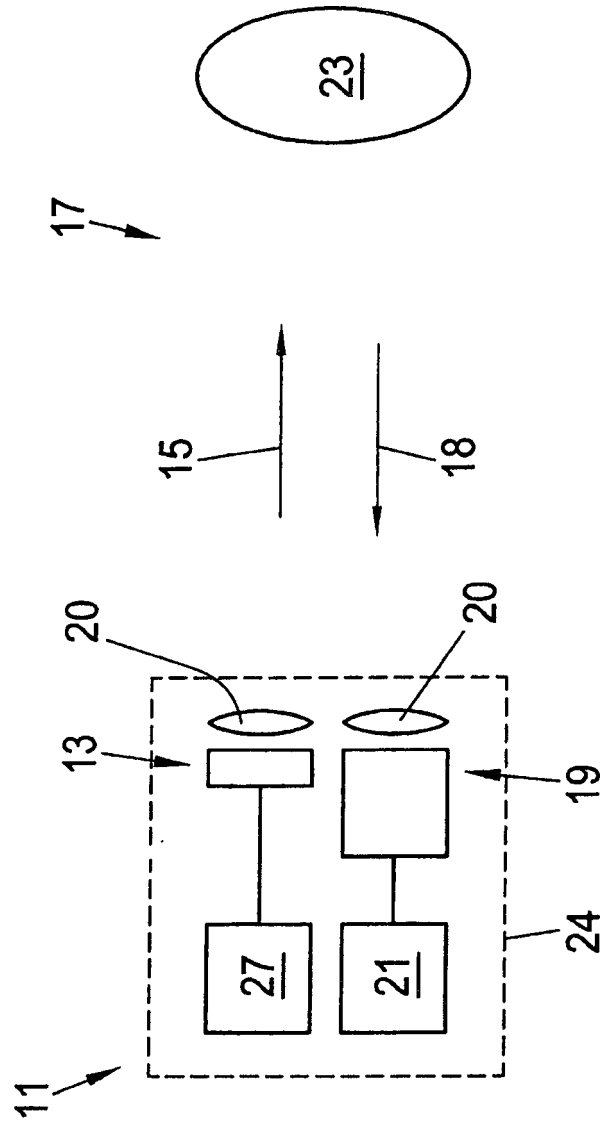


Fig.1

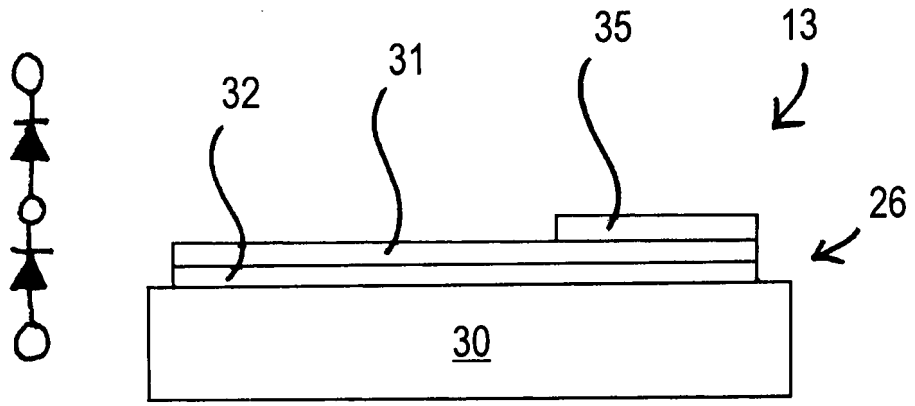


Fig. 2

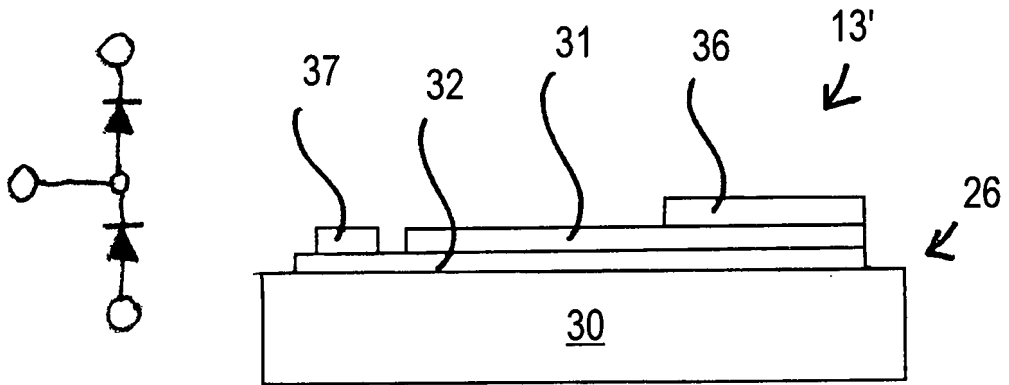


Fig. 3

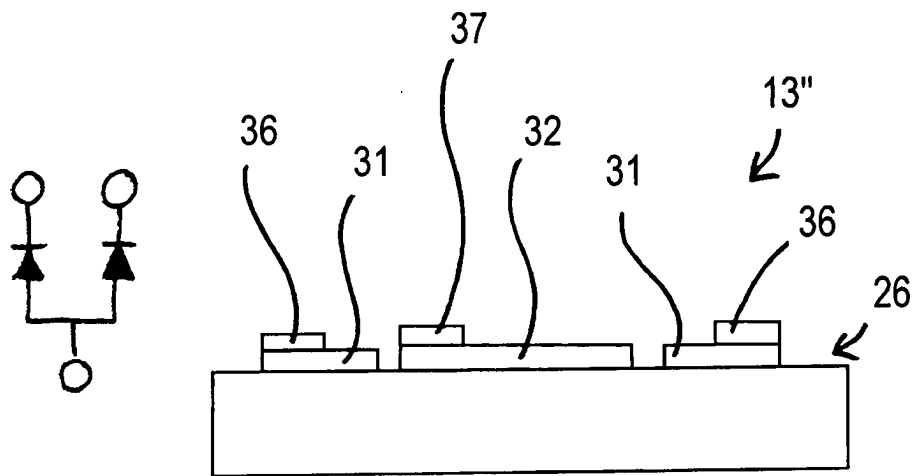


Fig. 4

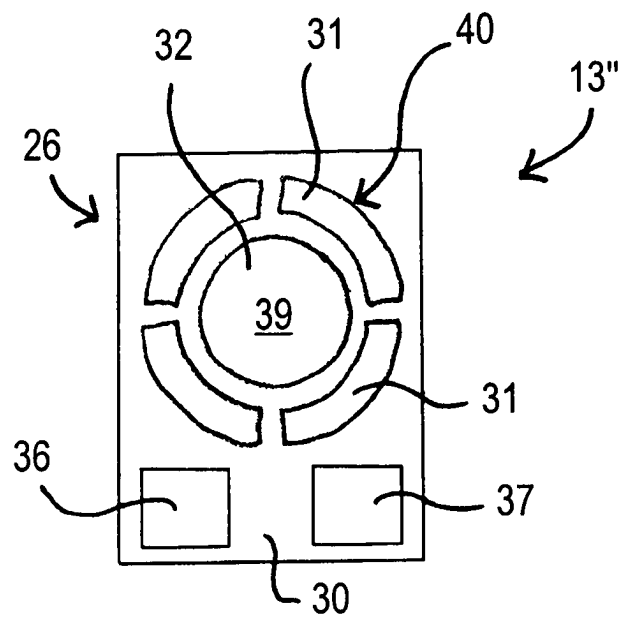


Fig. 5

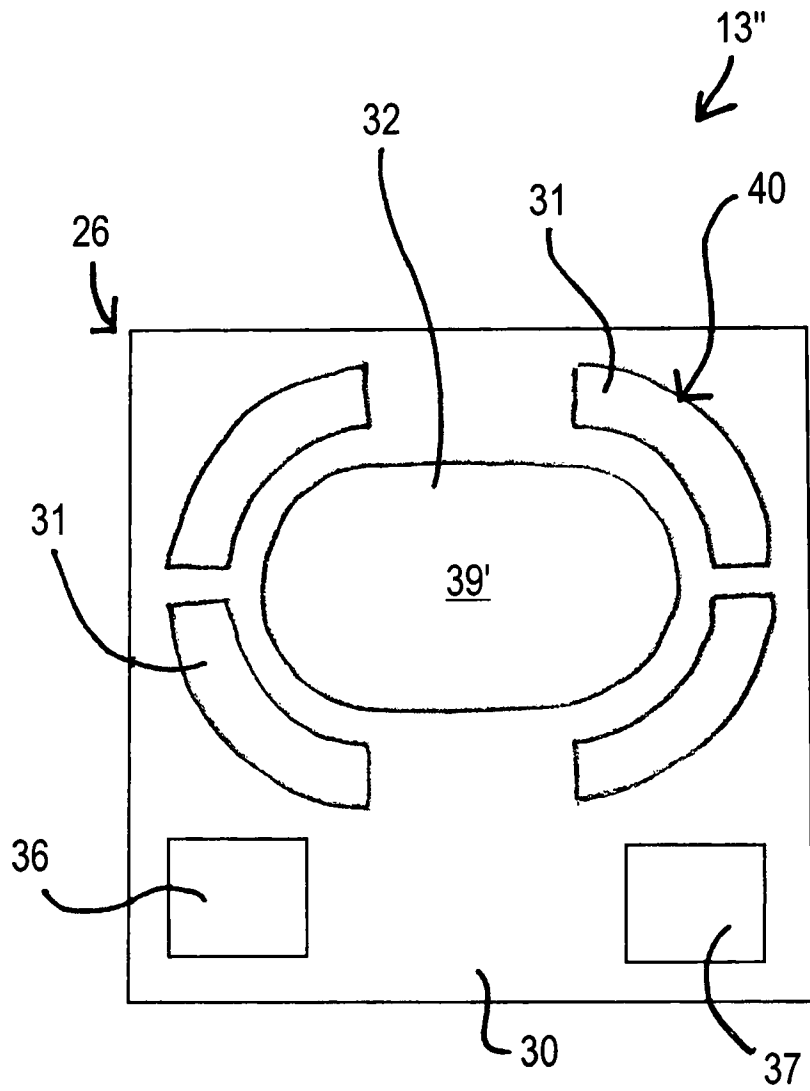


Fig. 6