



(10) **DE 10 2012 018 303 A1** 2014.03.20

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 018 303.8**

(22) Anmeldetag: **14.09.2012**

(43) Offenlegungstag: **20.03.2014**

(51) Int Cl.: **G01N 21/64** (2006.01)

G01N 33/543 (2006.01)

(71) Anmelder:

**Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung e.V., 80686, München,
DE**

(74) Vertreter:

v. Bezold & Partner, 80799, München, DE

(72) Erfinder:

**Kozma, Peter, 14471, Potsdam, DE; Ehrentreich-
Förster, Eva, Dr., 14558, Nuthetal, DE;
Schumacher, Soeren, 12205, Berlin, DE**

(56) Ermittelte(r) Stand der Technik:

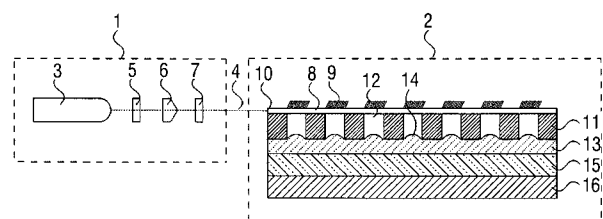
DE	196 53 413	A1
DE	197 28 966	A1
DE	197 48 211	A1
DE	10 2011 114 500	A1
DE	601 22 735	T2
US	7 782 454	B2
US	2003 / 0 235 905	A1
US	5 827 748	A
WO	2003/ 093 892	A1
WO	2005/ 068 976	A2
JP	H10- 311 950	A

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Messgerät zur Lumineszenzmessung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Messgerät zur Lumineszenzmessung mit einem Probenträger (8) zur Aufnahme einer lumineszenten Probe (9), einem ersten Linsen-Array (13) mit zahlreichen rasterförmig angeordneten Linsen (14) zur Fokussierung von Lumineszenzstrahlung, die von der lumineszenten Probe (9) ausgeht, sowie mit einem Lichtsensor (16) zur Erfassung der von der lumineszenten Probe (9) emittierten Lumineszenzstrahlung, wobei der Lichtsensor (16) im Strahlengang der Lumineszenzstrahlung hinter dem ersten Linsen-Array (13) angeordnet ist. Es wird vorgeschlagen, dass das erste Linsen-Array (13) ein erstes Mikrolinsen-Array (13) mit zahlreichen Mikrolinsen (14) ist, wobei im Strahlengang der Lumineszenzstrahlung zwischen dem Probenträger (8) und dem ersten Mikrolinsen-Array (13) eine erste Lochmaske (11) mit zahlreichen Löchern (12) angeordnet ist, wobei die einzelnen Mikrolinsen (14) und die Löcher (12) einander zugeordnet sind und übereinstimmende Achsen aufweisen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Messgerät zur Lumineszenzmessung.

[0002] Ein derartiges Messgerät ist beispielsweise aus US 5 827 748 bekannt und ermöglicht beispielsweise die Messung von Photolumineszenz bei Proben. Die zu vermessenden Proben werden hierbei auf einem als Probenträger dienenden transparenten Substrat angeordnet und von einer Beleuchtungseinheit optisch angeregt, um Photolumineszenz hervorzurufen. Unterhalb des als Probenträger dienenden transparenten Substrat befinden sich hierbei im Strahlengang der Lumineszenzstrahlung hintereinander ein Linsen-Array, ein optisches Filter und schließlich ein Lichtsensor, der die von der Probe ausgehende Lumineszenzstrahlung misst.

[0003] Nachteilig an diesem bekannten Messgerät ist die fehlende Möglichkeit einer weitgehenden Miniaturisierung, da das Linsen-Array als GRIN-Linsen-Array (GRIN: graded index of refraction) ausgebildet ist, das generell eine viel größere Dicke (typischerweise mehr als 5 mm) aufweist als die Höhe einer Mikrolinse in dem Mikrolinsen-Array (typischerweise wenige 10 µm).

[0004] Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein entsprechend verbessertes Messgerät zu schaffen.

[0005] Diese Aufgabe wird durch ein erfindungsgemäßes Messgerät gemäß dem Hauptanspruch gelöst.

[0006] In dieser Beschreibung wird es festgestellt, dass mit einer Kombination aus einer Lochmaske und einem Mikrolinsen-Array ein Messgerät gebaut werden kann, dessen Dicke wesentlich kleiner ist als bei einem GRIN-Linsen-Array.

[0007] Die Erfindung umfasst also die allgemeine technische Lehre, das GRIN-Linsen-Array bei dem herkömmlichen, vorstehend beschriebenen Messgerät durch ein Mikrolinsen-Array zu ersetzen, was wesentlich dünner ist und deshalb eine Miniaturisierung ermöglicht.

[0008] Darüber hinaus sieht die Erfindung vor, dass im Strahlengang der Lumineszenzstrahlung zwischen dem Probenträger und dem Mikrolinsen-Array eine Lochmaske mit zahlreichen Löchern angeordnet ist, wobei die einzelnen Mikrolinsen und die Löcher einander zugeordnet sind und übereinstimmende Achsen aufweisen. Diese Lochmaske erhöht aber nicht die Dicke des Systems, da die Gegenstandsebene des Mikrolinsen-Arrays sich oberhalb der Lochmaske befindet.

[0009] Hierbei ist zu erwähnen, dass die Löcher in der Lochmaske vorzugsweise rasterförmig angeordnet sind, wie auch die einzelnen Mikrolinsen in dem Mikrolinsen-Array vorzugsweise rasterförmig angeordnet sind. Es ist jedoch alternativ auch möglich, dass die einzelnen Löcher in der Lochmaske und die Mikrolinsen in dem Mikrolinsen-Array willkürlich angeordnet sind, d. h. ohne eine rasterförmige oder sonstige geometrische Ordnung. Entscheidend ist lediglich, dass die optischen Achsen der Löcher der Lochmaske einerseits und der einzelnen Mikrolinsen des Mikrolinsen-Arrays andererseits zusammenfallen.

[0010] Die erfindungsgemäß verwendeten Mikrolinsen-Arrays sind an sich aus dem Stand der Technik bekannt und müssen deshalb nicht näher beschrieben werden. An dieser Stelle ist lediglich zu erwähnen, dass das Mikrolinsen-Array gemäß der Erfindung sehr dünn ist und eine Dicke aufweist, die vorzugsweise kleiner ist als 2 mm, 1 mm, 500 µm, 200 µm, 100 µm oder sogar kleiner als 50 µm. Dadurch ermöglicht das Mikrolinsen-Array eine Miniaturisierung des erfindungsgemäßen Messgerätes.

[0011] Da das Messgerät nur kleine und leichte Elemente hat, kann es tragbar sein oder sogar als handgeführtes Gerät ausgeführt sein.

[0012] Darüber hinaus sind im Strahlengang der von der Probe ausgehenden Lumineszenzstrahlung zwischen dem Probenträger und dem Lichtsensor vorzugsweise weitere Komponenten angeordnet, die nachfolgend kurz beschrieben werden.

[0013] Beispielsweise kann im Strahlengang der von der Probe ausgehenden Lumineszenzstrahlung zwischen dem Probenträger und dem Lichtsensor ein optisches Filter (z. B. ein Interferenzfilter) angeordnet sein, wobei das optische Filter eine Anregungsstrahlung für die photolumineszente Probe im Wesentlichen reflektiert oder absorbiert, während das optische Filter die von der Probe ausgehende Lumineszenzstrahlung im Wesentlichen durchlässt. Das optische Filter soll also verhindern, dass die zur optischen Anregung der photolumineszenten Probe dienende Anregungsstrahlung von dem Lichtsensor fehlerdetektiert wird, da dies zu einer Verfälschung der Lumineszenzmessung führen würde. Falls die Anregungsstrahlung und die resultierende Lumineszenzstrahlung in verschiedenen Wellenlängenbereichen liegen, so lässt sich dies erreichen, indem das optische Filter eine entsprechende Spektralcharakteristik aufweist, welche die Anregungsstrahlung blockiert, wohingegen die Lumineszenzstrahlung durchgelassen wird.

[0014] Darüber hinaus kann im Strahlengang der von der Probe ausgehenden Lumineszenzstrahlung zwischen dem Probenträger und dem Lichtsensor

auch eine weitere Lochmaske mit zahlreichen rasterförmig angeordneten Löchern angeordnet sein. Diese weitere Lochmaske stimmt mit der ersten Lochmaske vorzugsweise hinsichtlich der Anordnung der Löcher überein, so dass die Löcher der beiden Lochmasken in Deckung übereinander liegen. Allerdings können sich die beiden Lochmasken hinsichtlich ihrer Dicke und bezüglich des Durchmessers ihrer Löcher unterscheiden. Diese weitere Lochmaske hat die Funktion, die Überlappung der Messregionen weiter zu minimieren und die Hintergrundintensität zu reduzieren.

[0015] Weiterhin besteht im Rahmen der Erfindung die Möglichkeit, dass im Strahlengang der von der Probe ausgehenden Lumineszenzstrahlung zwischen dem Probenträger und dem Lichtsensor ein weiteres Mikrolinsen-Array mit zahlreichen Mikrolinsen angeordnet ist. Die optischen Achsen der einzelnen Mikrolinsen dieses weiteren Mikrolinsen-Arrays fallen vorzugsweise mit den optischen Achsen des anderen Mikrolinsen-Arrays und den Löchern der Lochmasken zusammen.

[0016] Schließlich besteht im Rahmen der Erfindung die Möglichkeit, dass im Strahlengang der von der Probe ausgehenden Lumineszenzstrahlung zwischen dem Probenträger und dem Lichtsensor eine dritte Lochmaske mit zahlreichen Löchern angeordnet ist, wobei die Löcher vorzugsweise wieder rasterförmig verteilt sind. Wichtig ist hierbei jedoch lediglich, dass die Löcher der dritten Lochmaske mit den Löchern der anderen Lochmasken und den Mikrolinsen der Mikrolinsen-Arrays zusammenfallen.

[0017] Hinsichtlich der Anordnung der vorstehend beschriebenen Komponenten im Strahlengang der von der Probe ausgehenden Lumineszenzstrahlung zwischen dem Probenträger und dem Lichtsensor bestehen im Rahmen der Erfindung verschiedene Möglichkeiten, von denen nachfolgend drei Varianten beschrieben werden.

[0018] In einer ersten Variante sind im Strahlengang der von der Probe ausgehenden Lumineszenzstrahlung zwischen dem Probenträger und dem Lichtsensor hintereinander die erste Lochmaske, das erste Mikrolinsen-Array und das optische Filter angeordnet.

[0019] In einer zweiten Variante der Erfindung sind dagegen im Strahlengang der Lumineszenzstrahlung hintereinander die erste Lochmaske, das erste Mikrolinsen-Array, das optische Filter und die zweite Lochmaske angeordnet.

[0020] In einer dritten Variante der Erfindung befinden sich im Strahlengang der von der Probe ausgehenden Lumineszenzstrahlung hintereinander die erste Lochmaske, das erste Mikrolinsen-Array, die

zweite Lochmaske, das zweite Mikrolinsen-Array, die dritte Lochmaske und das optische Filter.

[0021] Die Erfindung ist jedoch nicht auf die drei vorstehend beschriebenen Varianten beschränkt, sondern grundsätzlich auch mit anderen Abfolgen von Komponenten im Strahlengang der von der Probe ausgehenden Lumineszenzstrahlung realisierbar, wobei auch weitere Komponenten hinzugefügt werden können.

[0022] Bei der vorstehend beschriebenen Variante mit zwei Mikrolinsen-Arrays haben die beiden Mikrolinsen-Arrays vorzugsweise eine gemeinsame Bild- und Gegenstandssebene, die in der Ebene dritten Lochmaske, d. h. der im Strahlengang folgenden zweiten Lochmaske, liegt. Diese quasi-konfokale Einstellung der Mikrolinsen der beiden Mikrolinsen-Arrays ermöglicht zusammen mit der dazwischen liegenden dünnen Lochmaske die Messung lediglich der Fluoreszenzsignale, die von der Bild- und Gegenstandsebene der Mikrolinsen des ersten Mikrolinsen-Arrays kommen. Vorzugsweise stimmt diese Ebene mit der Oberfläche des Probenträgers (z. B. Wellenleiter) überein, auf der das fluoreszierende Material liegt.

[0023] Es wurde bereits vorstehend erwähnt, dass die Lochmasken und die Mikrolinsen-Arrays vorzugsweise übereinstimmende Rastermaße aufweisen. Dies bedeutet, dass die Löcher bzw. Mikrolinsen in einem vorgegebenen Abstand zueinander und an vorgegebenen Positionen rasterförmig angeordnet sind.

[0024] Es besteht jedoch im Rahmen der Erfindung, dass die Löcher bei den verschiedenen Lochmasken eine unterschiedliche Größe aufweisen, wie bereits vorstehend kurz erwähnt wurde.

[0025] Darüber hinaus können die verschiedenen Lochmasken auch unterschiedliche Dicken aufweisen, wie ebenfalls bereits vorstehend erwähnt worden ist.

[0026] Ferner ist zu erwähnen, dass die Löcher bei den einzelnen Lochmasken mit einem transparenten Füllmaterial ausgefüllt sein können und im Falle der dritten Lochmaske soll dieses transparente Füllmaterial vorzugsweise denselben Brechungsindex aufweisen wie das Material der Mikrolinsen der Mikrolinsen-Arrays. Die Auffüllung der Löcher kann wahlweise bei einer, mehreren oder allen Lochmasken erfolgen.

[0027] Weiterhin ist zu erwähnen, dass die optischen Achsen der einzelnen Mikrolinsen der Mikrolinsen-Arrays vorzugsweise jeweils koaxial verlaufen zu den Löchern der im Strahlengang benachbarten Lochmasken.

[0028] Die einzelnen Lochmasken weisen vorzugsweise eine Dicke von weniger als 3 mm, 1 mm oder 0.5 mm auf, um eine Miniaturisierung des erfindungsgemäßen Messgeräts zu ermöglichen.

[0029] Weiterhin ist zu erwähnen, dass mindestens die Mikrolinsen-Arrays, das optische Filter und der Lichtsensor zusammengeklebt sein können, beispielsweise mittels eines optischen Feinkitts (z. B. Norland-Flüssigkeit), dessen Brechungsindex vorzugsweise mit dem Materialbrechungsindex der Mikrolinsen-Arrays gleichmäßig ist, wodurch sich praktisch wenigstens eine optische Grenzfläche einsparen lässt.

[0030] Ferner besteht im Rahmen der Erfindung auch die Möglichkeit, dass das optische Filter als Schicht mindestens auf eine Oberfläche eines Mikrolinsen-Arrays des Lichtsensor aufgedampft ist.

[0031] In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel dient als Probenträger ein Wellenleiter, in dem sich die Anregungsstrahlung zur Anregung der photolumineszenten Probe ausbreiten kann. Das erfindungsgemäße Messgerät umfasst deshalb vorzugsweise auch eine Beleuchtungseinheit, um die Anregungsstrahlung zur Anregung der photolumineszenten Probe zu erzeugen, wobei die Anregungsstrahlung von der Beleuchtungseinheit in den Wellenleiter eingekoppelt wird.

[0032] In dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist der Wellenleiter im Wesentlichen planar und weist eine Wellenleiterkante auf, wobei die Anregungsstrahlung der Beleuchtungseinheit durch die Wellenleiterkante des Wellenleiters eingekoppelt wird.

[0033] Die Einkopplung der Anregungsstrahlung in den Wellenleiter kann jedoch auch bei einem planaren Wellenleiter in anderer Weise erfolgen, beispielsweise mittels Gittern oder Prismen.

[0034] Hierbei ist es vorteilhaft, wenn die Beleuchtungseinheit eine bestimmte Fokusebene aufweist, wobei die Wellenleiterkante des Wellenleiters in der Fokusebene der Beleuchtungseinheit liegt.

[0035] Darüber hinaus ist es vorteilhaft, wenn die Beleuchtungseinheit eine Lichtlinie erzeugt, die entlang der Wellenleiterkante verläuft, so dass die Anregungsstrahlung sogar über die gesamte Länge der Wellenleiterkante in den Wellenleiter eingekoppelt wird.

[0036] Hierbei besteht die Möglichkeit, dass im Strahlengang der Anregungsstrahlung vor der Wellenleiterkante eine Blende angeordnet ist, welche die Anregungsstrahlung zu der Wellenleiterkante durchlässt, während die Blende die Anregungsstrahlung

ansonsten abschirmt. Dies ist vorteilhaft, weil dadurch das Risiko einer Fehldetektion der Anregungsstrahlung durch den Lichtsensor geringer ist.

[0037] Die Erfindung ist hinsichtlich des konstruktiven Aufbaus der Beleuchtungseinheit nicht auf einen bestimmten Aufbau beschränkt. Allerdings kann die Beleuchtungseinheit verschiedene Komponenten umfassen, die nachfolgend kurz beschrieben werden.

[0038] So weist die Beleuchtungseinheit zunächst eine Lichtquelle auf, um die Anregungsstrahlung zur Anregung der photolumineszenten Probe zu erzeugen. Bei der Lichtquelle handelt es sich vorzugsweise um eine Laserdiode, jedoch sind im Rahmen der Erfindung auch andere Typen von Lichtquellen einsetzbar.

[0039] Darüber hinaus weist die Beleuchtungseinheit vorzugsweise ein optisches Filter auf, das nur ein schmalbandiges Wellenlängenspektrum durchlässt, wobei das optische Filter im Strahlengang der Lichtquelle angeordnet ist. Die spektrale Filtercharakteristik des optischen Filters ist beispielsweise so ausgelegt, dass die zur optischen Anregung der Photolumineszenz erforderlichen Wellenlängen durchgelassen werden, wohingegen das Wellenlängenspektrum der Lumineszenzstrahlung blockiert wird. Dies ist vorteilhaft, weil durch diese Wellenlängentrennung das Risiko einer Fehldetektion der Anregungsstrahlung durch den Lichtsensor geringer ist. Beispielsweise kann es sich bei dem optischen Filter um ein Interferenz-Filter handeln, jedoch ist die Erfindung auch mit anderen Filtertypen realisierbar.

[0040] Darüber hinaus umfasst die erfindungsgemäße Beleuchtungseinheit vorzugsweise eine Linienlinse, die den von der Lichtquelle ausgehenden Lichtstrahl zu einer Lichtlinie aufweitet, um die Wellenleiterkante über einen Großteil ihrer Länge auszuleuchten. Die Linienlinse ist vorzugsweise im Strahlengang der Lichtquelle hinter dem optischen Filter angeordnet.

[0041] Schließlich umfasst die Beleuchtungseinheit vorzugsweise eine Zylinderlinse zur Verringerung der Divergenz der von der Beleuchtungseinheit emittierten Anregungsstrahlung, wobei die Zylinderlinse im Strahlengang der Lichtquelle vorzugsweise hinter der Linienlinse angeordnet ist.

[0042] Es wurde bereits vorstehend kurz erwähnt, dass der Probenträger vorzugsweise als Wellenleiter ausgebildet ist. Hinsichtlich der Anordnung der Probe auf dem Wellenleiter bestehen hierbei verschiedene Möglichkeiten. So können die Probe und der Lichtsensor auf gegenüberliegenden Seiten des Wellenleiters angeordnet sein. Es besteht jedoch grundsätzlich auch die Möglichkeit, dass die Probe und der

Lichtsensoren auf derselben Seite des Wellenleiters angeordnet sind, was jedoch weniger bevorzugt ist. Ferner besteht auch die Möglichkeit, dass die Probe in dem Wellenleiter selbst angeordnet ist.

[0043] Der Wellenleiter ist vorzugsweise mindestens für die zur Anregung der photolumineszenten Probe dienende Anregungsstrahlung transparent, und zwar vorzugsweise vollständig oder zumindest in einer Schicht. Darüber hinaus weist der Wellenleiter in der transparenten Schicht vorzugsweise einen Brechungsindex auf, der größer ist als der Brechungsindex der Umgebung, insbesondere auf der Seite der Probe und auf der Seite des Lichtsensors.

[0044] Schließlich ist noch zu erwähnen, dass der Lichtsensor vorzugsweise eine planare Detektorfläche aufweist, die parallel zu dem planaren Probenträger (z. B. Wellenleiter) angeordnet ist. Bei dem Lichtsensor kann es sich beispielsweise um einen CCD-Sensor (CCD: Charge-Coupled Device) oder um einen CMOS-Sensor (CMOS: Complementary Metal Oxide Semiconductor) handeln, jedoch ist die Erfindung grundsätzlich auch mit anderen Typen von Lichtsensoren realisierbar.

[0045] Andere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet oder werden nachstehend zusammen mit der Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen:

[0046] Fig. 1A eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Messgeräts mit einer Beleuchtungseinheit und einem Auslesesystem,

[0047] Fig. 1B eine vereinfachte Explosionsdarstellung des Auslesesystems gemäß Fig. 1A,

[0048] Fig. 2A eine Abwandlung des Auslesesystems aus Fig. 1A mit mehreren Mikrolinsen-Arrays und mehreren Lochmasken,

[0049] Fig. 2B eine vereinfachte Explosionsdarstellung des Auslesesystems aus Fig. 2A,

[0050] Fig. 3A eine Abwandlung von Fig. 2A,

[0051] Fig. 3B eine Abwandlung von Fig. 2B, und

[0052] Fig. 4 eine Explosionsdarstellung eines erfindungsgemäßen Messgeräts gemäß einem anderen Ausführungsbeispiel.

[0053] Die Fig. 1A und Fig. 1B zeigen ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Messgeräts zur Messung von Photolumineszenz, wobei das Messgerät im Wesentlichen aus der Be-

leuchtungseinheit **1** und einem Auslesesystem **2** besteht.

[0054] Die Beleuchtungseinheit **1** weist als Lichtquelle eine Laserdiode **3** auf, die einen Lichtstrahl **4** zur Photolumineszenzanregung abgibt.

[0055] Im Strahlengang des Lichtstrahls **4** ist hinter der Laserdiode **3** zunächst ein Interferenzfilter **5** angeordnet, das nur ein enges Wellenlängenintervall des Lichtstrahls **4** durchlässt. Die spektrale Charakteristik des Interferenzfilters **5** ist hierbei so abgestimmt, dass das Interferenzfilter **5** die zur Photolumineszenzanregung erforderliche Anregungsstrahlung durchlässt, wohingegen das Interferenzfilter **5** die resultierende Lumineszenzstrahlung blockiert. Diese spektrale Trennung der Anregungsstrahlung von der Lumineszenzstrahlung bietet die Möglichkeit, ein Übersprechen der Laserdiode **3** auf das Auslesesystem **2** zu verhindern, wodurch das Risiko einer Fehldetektion der Anregungsstrahlung geringer ist.

[0056] Weiterhin ist im Strahlengang des Lichtstrahls **4** hinter dem Interferenzfilter **5** eine Linienlinse **6** angeordnet, die den Lichtstrahl **4** rechtwinklig zur Zeichenebene auffächert und eine Lichtlinie erzeugt, was zur Einkopplung der Anregungsstrahlung in das Auslesesystem **2** vorteilhaft ist, wie noch detailliert beschrieben wird.

[0057] Schließlich umfasst die Beleuchtungseinheit **1** noch eine Zylinderlinse **7**, die im Strahlengang des Lichtstrahls **4** hinter der Linienlinse angeordnet ist, wobei die Zylinderlinse **7** die Divergenz des Lichtstrahls **4** minimiert.

[0058] Das Auslesesystem **2** weist als Probenträger einen planaren Wellenleiter **8** auf, wobei der Wellenleiter **8** mit Hilfe eines hier nicht dargestellten Fixierrahmens immer an der gleichen Position an einer Sensoroberfläche des Auslesesystems **2** positioniert werden kann.

[0059] Auf der in der Zeichnung oberen Oberfläche des Wellenleiters **8** befinden sich die zu vermessenden Proben **9**, wobei es sich um photolumineszente Proben handelt, die durch die Anregungsstrahlung von der Beleuchtungseinheit **1** zur Photolumineszenz angeregt werden.

[0060] Die Einkopplung der Anregungsstrahlung in das Auslesesystem **2** erfolgt über eine Wellenleiterkante **10** des Wellenleiters **8**. Die von der Beleuchtungseinheit **1** erzeugte Lichtlinie fällt hierbei mit der Wellenleiterkante **10** zusammen, was eine effiziente Ankopplung der Anregungsstrahlung in dem Wellenleiter **8** ermöglicht.

[0061] Die in den Wellenleiter **8** eingekoppelte Anregungsstrahlung von der Beleuchtungseinheit **1** pro-

pagiert in dem Wellenleiter **8**. Der Wellenleiter **8** ist deshalb vollständig oder zumindest in einer Schicht für die Wellenlänge der von der Beleuchtungseinheit **1** herrührenden Anregungsstrahlung transparent, damit die Anregungsstrahlung zu den Proben **9** gelangen kann. Darüber hinaus ist der Brechungsindex des Wellenleiters **8** in dem transparenten Bereich größer als der Brechungsindex der Umgebung. Damit ist gewährleistet, dass sich die von der Beleuchtungseinheit **1** ausgehende Anregungsstrahlung innerhalb des Wellenleiters **8** ausbreiten und die photolumineszenten Proben **9** anregen kann. Hierbei werden die photolumineszenten Proben **9** auf der Oberfläche des Wellenleiters **8** durch das evaneszente Feld der propagierenden Lichtmodi angeregt.

[0062] Darüber hinaus weist das Auslesesystem **2** unterhalb des Wellenleiters **8** eine Lochmaske **11** mit zahlreichen rasterförmig angeordneten Löchern **12**, ein Mikrolinsen-Array **13** mit zahlreichen rasterförmig angeordneten Mikrolinsen **14**, ein optisches Filter **15** und schließlich einen CCD-Sensor **16** auf.

[0063] Die Lochmaske **11** und das Mikrolinsen-Array **13** weisen hierbei übereinstimmende Rastermaße auf, so dass die optischen Achsen der einzelnen Mikrolinsen **14** des Mikrolinsen-Arrays **13** mit den Löchern **12** der Lochmaske **11** zusammenfallen.

[0064] Zum einen dient die Lochmaske **11** als Einfallstrahlungsfilter, der die Überlappung verschiedener Messregionen verhindert.

[0065] Zum anderen dient die Lochmaske **11** aber auch als Abstandshalter zwischen der Oberfläche des Wellenleiters **8** und dem Mikrolinsen-Array **13**.

[0066] Bei dem optischen Filter **15** handelt es sich vorzugsweise um ein Interferenzfilter, das die Wellenlänge der von der Beleuchtungseinheit **1** herrührenden Anregungsstrahlung reflektiert oder blockiert, wohingegen das optische Filter **15** die Wellenlänge der von den Proben **9** herrührenden Lumineszenzstrahlung durchlässt. Damit verhindert das optische Filter **15** ein Übersprechen der von der Beleuchtungseinheit **1** herrührenden Anregungsstrahlung auf den CCD-Sensor **16**.

[0067] Der CCD-Sensor **16** misst die von den Proben **9** herrührende Lumineszenzstrahlung unter jedem Rasterpunkt unabhängig und leitet entsprechende Messwerte mit seiner Ausleseelektronik zu einem Computer weiter, wo später die Bildverarbeitung stattfindet. Das Auslesesystem **2** ermöglicht also die Photolumineszenzmessung an der Stelle, wo das Fluoreszenzsignal der Probe **9** durch den Wellenleiter **8** durchtritt und dann durch das entsprechende Loch **12** der Lochmaske **11** und mit Hilfe des Mikrolinsen-Arrays **13** auf die Oberfläche des CCD-Sensors **16** abgebildet wird.

[0068] Die **Fig. 2A** und **Fig. 2B** zeigen eine Abwandlung des Ausführungsbeispiels gemäß den **Fig. 1A** und **Fig. 1B**, so dass zur Vermeidung von Wiederholungen auf die vorstehende Beschreibung verwiesen wird, wobei für entsprechende Einzelheiten dieselben Bezugszeichen verwendet werden.

[0069] Eine Besonderheit dieses Ausführungsbeispiels besteht darin, dass in dem Auslesesystem **2** im Strahlengang der Lumineszenzstrahlung zwischen dem optischen Filter **15** und dem CCD-Sensor **16** eine weitere Lochmaske **17** mit zahlreichen rasterförmig angeordneten Löchern **18** angeordnet ist. Die Lochmaske **17** stimmt hinsichtlich des Rastermaßes der Löcher **18** mit der Lochmaske **11** überein. Allerdings unterscheiden sich die beiden Lochmasken **11**, **17** hinsichtlich ihrer Dicke und hinsichtlich des Durchmessers der Löcher **12**, **18**. Die zusätzliche Lochmaske **17** hat die Aufgabe, die Überlappungen der Messregionen weiter zu minimieren und die Hintergrundintensität zu reduzieren.

[0070] Die **Fig. 3A** und **Fig. 3B** zeigen eine weitere Abwandlung des Ausführungsbeispiels gemäß den **Fig. 1A** und **Fig. 1B** bzw. **Fig. 2A** und **Fig. 2B**, so dass zur Vermeidung von Wiederholungen auf die vorstehende Beschreibung verwiesen wird, wobei für entsprechende Einzelheiten dieselben Bezugszeichen verwendet werden.

[0071] Eine Besonderheit dieses Ausführungsbeispiels besteht darin, dass die zweite Lochmaske **17** im Strahlengang der Lumineszenzstrahlung vor dem optischen Filter **15** und hinter dem Mikrolinsen-Array **13** angeordnet ist.

[0072] Darüber hinaus weist das Auslesesystem **2** in diesem Ausführungsbeispiel ein weiteres Mikrolinsen-Array **19** mit zahlreichen Mikrolinsen **20** und eine weitere Lochmaske **21** mit zahlreichen Löchern **22** auf, wobei die Mikrolinsen-Arrays **13**, **19** und die Lochmasken **11**, **17**, **21** übereinstimmende Rastermaße aufweisen, so dass die Löcher **12**, **18**, **22** der Lochmasken **11**, **17**, **21** mit den optischen Achsen der Mikrolinsen **14**, **20** der Mikrolinsen-Arrays **13**, **19** zusammenfallen.

[0073] Die beiden Mikrolinsen-Arrays **13**, **19** haben hierbei gemeinsame Bild- und Gegenstandsebenen, die in der Ebene der Lochmaske **21** liegen.

[0074] Weiterhin ist zu erwähnen, dass die Löcher **22** der Lochmaske **21** mit einem transparenten Füllmaterial gefüllt sind, wobei der Brechungsindex des Füllmaterials mit dem Brechungsindex des Materials der Mikrolinsen-Arrays **13**, **19** übereinstimmt.

[0075] Diese quasi-konfokale Einstellung der Mikrolinsen der Mikrolinsen-Arrays **13**, **19** ermöglicht zusammen mit der dazwischen liegenden Lochmaske

17 die Messung lediglich der Fluoreszenzsignale, die von der ersten Gegenstandsebene der Mikrolinsen **14** des Mikrolinsen-Arrays **13** kommen.

21 Lochmaske
22 Löcher in der Lochmaske **21**
23 Abdeckung
24 Abstandshalter

[0076] Fig. 4 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Messgeräts zur Lumineszenzmessung. Dieses Ausführungsbeispiel stimmt weitgehend mit den vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen überein, so dass zur Vermeidung von Wiederholungen auf die vorstehende Beschreibung verwiesen wird, wobei für entsprechende Einzelheiten dieselben Bezugszeichen verwendet werden.

[0077] Darüber hinaus zeigt diese Zeichnung noch eine Abdeckung **23** und einen Abstandshalter **24**.

[0078] Die vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele eines erfindungsgemäßen Messgeräts ermöglichen vorteilhaft eine Miniaturisierung, die einen Einsatz in der sogenannten Point-of-Care-Diagnostik erlaubt. Darüber hinaus kann das erfindungsgemäße Messgerät aufgrund seiner Miniaturisierung auch in Mobillaboren eingesetzt werden, beispielsweise in Krankenwagen.

[0079] Die Erfindung ist nicht auf die vorstehend beschriebenen bevorzugten Ausführungsbeispiele beschränkt. Vielmehr ist eine Vielzahl von Varianten und Abwandlungen möglich, die ebenfalls von dem Erfindungsgedanken Gebrauch machen und deshalb in den Schutzbereich fallen. Darüber hinaus beansprucht die Erfindung auch Schutz für den Gegenstand und die Merkmale der Unteransprüche unabhängig von den in Bezug genommenen Ansprüchen.

Bezugszeichenliste

1 Beleuchtungseinheit
2 Auslesesystem
3 Laserdiode
4 Lichtstrahl
5 Interferenzfilter
6 Linienlinse
7 Zylinderlinse
8 Wellenleiter
9 Proben
10 Wellenleiterkante
11 Lochmaske
12 Löcher in der Lochmaske **11**
13 Mikrolinsen-Array
14 Mikrolinsen des Mikrolinsen-Arrays **13**
15 Optisches Filter
16 CCD-Sensor
17 Lochmaske
18 Löcher in der Lochmaske **17**
19 Mikrolinsen-Array
20 Mikrolinse des Mikro-Linsen-Arrays **19**

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- US 5827748 [0002]

Patentansprüche

1. Messgerät zur Lumineszenzmessung mit

- a) einem Probenträger (8) zur Aufnahme einer lumineszenten Probe (9),
- b) einem ersten Linsen-Array (13) mit zahlreichen rasterförmig angeordneten Linsen (14) zur Abbildung von Lumineszenzstrahlung, die von der lumineszenten Probe (9) ausgeht, und
- c) einem Lichtsensor (16) zur Erfassung der von der lumineszenten Probe (9) emittierten Lumineszenzstrahlung, wobei der Lichtsensor (16) im Strahlengang der Lumineszenzstrahlung hinter dem ersten Linsen-Array (13) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet,**
- d) dass das erste Linsen-Array (13) ein erstes Mikrolinsen-Array (13) mit zahlreichen Mikrolinsen (14) ist und
- e) dass im Strahlengang der Lumineszenzstrahlung zwischen dem Probenträger (8) und dem ersten Mikrolinsen-Array (13) eine erste Lochmaske (11) mit zahlreichen Löchern (12) angeordnet ist, wobei die einzelnen Mikrolinsen (14) und die Löcher (12) einander zugeordnet sind und übereinstimmende Achsen aufweisen.

2. Messgerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass im Strahlengang der von der Probe (9) ausgehenden Lumineszenzstrahlung zwischen dem Probenträger (8) und dem Lichtsensor (16) mindestens eine der folgende Komponenten angeordnet ist:

- a) ein optisches Filter (15), insbesondere ein Interferenzfilter, wobei das optische Filter (15) eine Anregungsstrahlung (4) für die lumineszente Probe (9) im Wesentlichen reflektiert oder absorbiert, während das optische Filter (15) die von der Probe (9) ausgehende Lumineszenzstrahlung im Wesentlichen durchlässt,
- b) eine zweite Lochmaske (17) mit zahlreichen rasterförmig angeordneten Löchern (18),
- c) ein zweites Mikrolinsen-Array (19) mit zahlreichen rasterförmig angeordneten Mikrolinsen (20),
- d) eine dritte Lochmaske (21) mit zahlreichen rasterförmig angeordneten Löchern (22).

3. Messgerät nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet,**

- a) dass die erste Lochmaske (11), das erste Mikrolinsen-Array (13) und das optische Filter (15) im Strahlengang der von der Probe (9) ausgehenden Lumineszenzstrahlung zwischen dem Probenträger (8) und dem Lichtsensor (16) vorzugsweise in dieser Reihenfolge hintereinander angeordnet sind, oder
- b) dass die erste Lochmaske (11), das erste Mikrolinsen-Array (13), das optische Filter (15) und die zweite Lochmaske (17) im Strahlengang der von der Probe (9) ausgehenden Lumineszenzstrahlung zwischen dem Probenträger (8) und dem Lichtsensor

(16) vorzugsweise in dieser Reihenfolge hintereinander angeordnet sind, oder

- c) dass die erste Lochmaske (11), das erste Mikrolinsen-Array (13), die zweite Lochmaske (17), das zweite Mikrolinsen-Array (19), die dritte Lochmaske (21) und das optische Filter (15) im Strahlengang zwischen dem Probenträger (8) und dem Lichtsensor (16) vorzugsweise in dieser Reihenfolge hintereinander angeordnet sind.

4. Messgerät nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet,**

- a) dass das erste Mikrolinsen-Array (13) und das zweite Mikrolinsen-Array (19) eine gemeinsame Bild- und Gegenstandsebene haben, und
- b) dass die gemeinsame Bild- und Gegenstandsebene des ersten Mikrolinsen-Arrays (13) und des zweiten Mikrolinsen-Arrays (19) in der Ebene der dritten Lochmaske (21) liegt.

5. Messgerät nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet,**

- a) dass die erste Lochmaske (11), die zweite Lochmaske (17), die dritte Lochmaske (21), das erste Mikrolinsen-Array und/oder das zweite Mikrolinsen-Array übereinstimmende Rastermaße aufweisen, und/oder
- b) dass die erste Lochmaske (11), die zweite Lochmaske (17) und/oder die dritte Lochmaske (21) unterschiedlich große Löcher (12, 18, 22) aufweisen, und/oder
- c) dass die erste Lochmaske (11), die zweite Lochmaske (17) und/oder die dritte Lochmaske (21) unterschiedliche Dicken aufweisen, und/oder
- d) dass bei der ersten Lochmaske (11) und/oder bei der zweiten Lochmaske (17) und/oder bei der dritten Lochmaske (21) die Löcher (12, 18, 22) mit einem transparenten Füllmaterial ausgefüllt sind, wobei das transparente Füllmaterial bei der zweiten Lochmaske (17) vorzugsweise denselben Brechungsindex aufweist wie die Mikrolinsen der Mikrolinsen-Arrays, und/oder
- e) dass die optischen Achsen der einzelnen Mikrolinsen (14, 20) der Mikrolinsen-Arrays (13, 19) jeweils koaxial verlaufen zu den Löchern (12, 18, 22) der benachbarten Lochmasken (11, 17, 21), und/oder
- f) dass das erste Mikrolinsen-Array (13) und/oder das zweite Mikrolinsen-Array (19) eine Dicke von weniger als 2 mm, 1 mm, 500 µm, 200 µm, 100 µm oder 50 µm aufweist, und/oder
- g) dass die erste Lochmaske (11), die zweite Lochmaske (17) und/oder die dritte Lochmaske (21) eine Dicke von weniger als 3 mm, 1 mm oder 0.5 mm aufweist, und/oder
- h) dass mindestens die Mikrolinsen-Arrays (13, 19), das optische Filter (15) und der Lichtsensor (16) zusammengeklebt sind, insbesondere mittels eines optischen Feinkitts, dessen Brechungsindex vorzugsweise mit dem Materialbrechungsindex der Mikrolinsen-Arrays gleichmäßig ist, und/oder

- i) dass das optische Filter (15) als Schicht mindestens auf eine Oberfläche eines Mikrolinsen-Arrays (13, 19) oder des Lichtsensors (16) aufgedampft ist, und/oder
- j) dass das Messgerät tragbar ist, insbesondere als handgeführtes Gerät, und/oder
- k) dass die zweite Lochmaske (17) dünner ist als die erste Lochmaske (11) und/oder als die dritte Lochmaske (21), und/oder
- l) dass die Löcher (18) der zweiten Lochmaske (17) kleiner sind als die Löcher (12) der ersten Lochmaske (11) und/oder als die Löcher (22) der dritten Lochmaske (21).

6. Messgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Probenträger (8) einen Wellenleiter (8) aufweist.

7. Messgerät nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**,

- a) dass die Probe (9) photolumineszent ist,
- b) dass das Messgerät zur Anregung der photolumineszenten Probe (9) mit einer Anregungsstrahlung (4) eine Beleuchtungseinheit (1) aufweist, und
- c) dass die Anregungsstrahlung von der Beleuchtungseinheit (1) in den Wellenleiter (8) einkoppelt wird.

8. Messgerät nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**,

- a) dass der Wellenleiter (8) im Wesentlichen planar ist und eine Wellenleiterkante (10) aufweist, und
- b) dass die Anregungsstrahlung von der Beleuchtungseinheit (1) in die Wellenleiterkante (10) des Wellenleiters (8) einkoppelt wird.

9. Messgerät nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**,

- a) dass die Beleuchtungseinheit (1) eine bestimmte Fokusebene aufweist, wobei die Wellenleiterkante (10) des Wellenleiters (8) in der Fokusebene der Beleuchtungseinheit (1) liegt, und/oder
- b) dass die Beleuchtungseinheit (1) eine Lichtlinie erzeugt, wobei die Lichtlinie entlang der Wellenleiterkante (10) verläuft, und/oder
- c) dass im Strahlengang der Anregungsstrahlung (4) vor der Wellenleiterkante (10) eine Blende angeordnet ist, wobei die Blende die Anregungsstrahlung (4) zu der Wellenleiterkante (10) durchlässt, während die Blende die Anregungsstrahlung (4) ansonsten abschirmt.

10. Messgerät nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beleuchtungseinheit (1) mindestens eine der folgenden Komponenten aufweist:

- a) eine Lichtquelle (3), insbesondere eine Laserdiode oder einen Laser, zur Erzeugung der Anregungsstrahlung (4) zur Anregung der photolumineszenten Probe (9),

- b) ein optisches Filter (5), insbesondere ein Interferenzfilter, das nur ein schmalbandiges Wellenlängenspektrum durchlässt, wobei das optische Filter (5) im Strahlengang der Lichtquelle (3) angeordnet ist,

- c) eine Linienlinse (6) zur Erzeugung der Lichtlinie, wobei die Linienlinse (6) im Strahlengang der Lichtquelle (3) vorzugsweise hinter dem optischen Filter (5) angeordnet ist,

- d) eine Zylinderlinse (7) zur Verringerung der Divergenz der von der Beleuchtungseinheit (1) emittierten Anregungsstrahlung (4), wobei die Zylinderlinse (7) im Strahlengang der Lichtquelle (3) vorzugsweise hinter der Linienlinse (6) angeordnet ist.

11. Messgerät nach einem der Ansprüche 6 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**,

- a) dass die Probe (9) auf dem Wellenleiter (8) angeordnet ist, wobei die Probe (9) und der Lichtsensor (16) vorzugsweise auf gegenüber liegenden Seiten des Wellenleiters (8) angeordnet sind, oder
- b) dass die Probe (9) in dem Wellenleiter (8) angeordnet ist.

12. Messgerät nach einem der Ansprüche 6 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**,

- a) dass der Wellenleiter (8) für die Anregungsstrahlung (4) zur Anregung der photolumineszenten Probe (9) mindestens in einer Schicht transparent ist, und/oder
- b) dass der Wellenleiter (8) in der transparenten Schicht einen Brechungsindex aufweist, der größer ist als der Brechungsindex der Umgebung, insbesondere auf der Seite der Probe (9) und auf der Seite des Lichtsensors (16).

13. Messgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

- a) dass der Lichtsensor (16) eine planare Detektorfläche aufweist, die parallel zu dem planaren Probenträger (8) angeordnet ist, und/oder
- b) dass der Lichtsensor (16) ein CCD-Sensor oder ein CMOS-Sensor ist.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

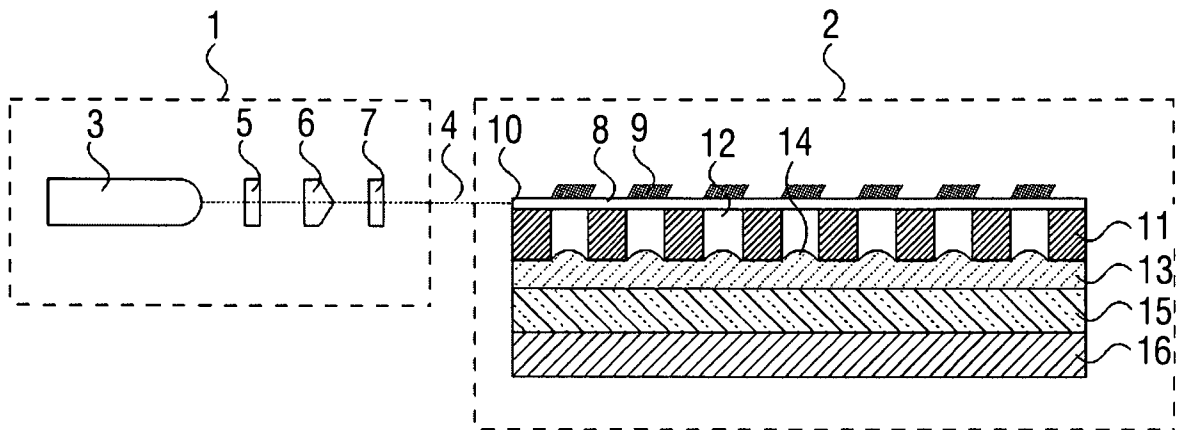


Fig. 1A

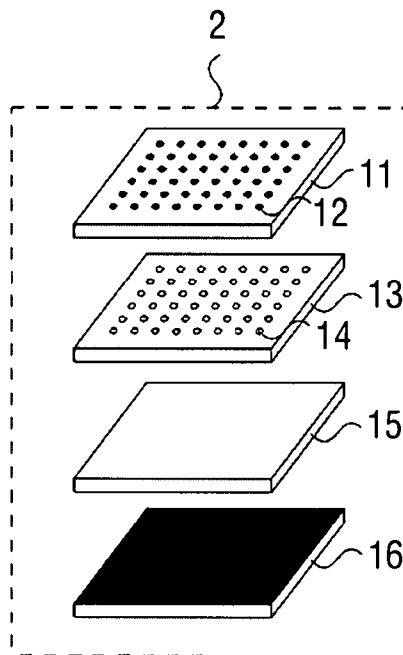


Fig. 1B

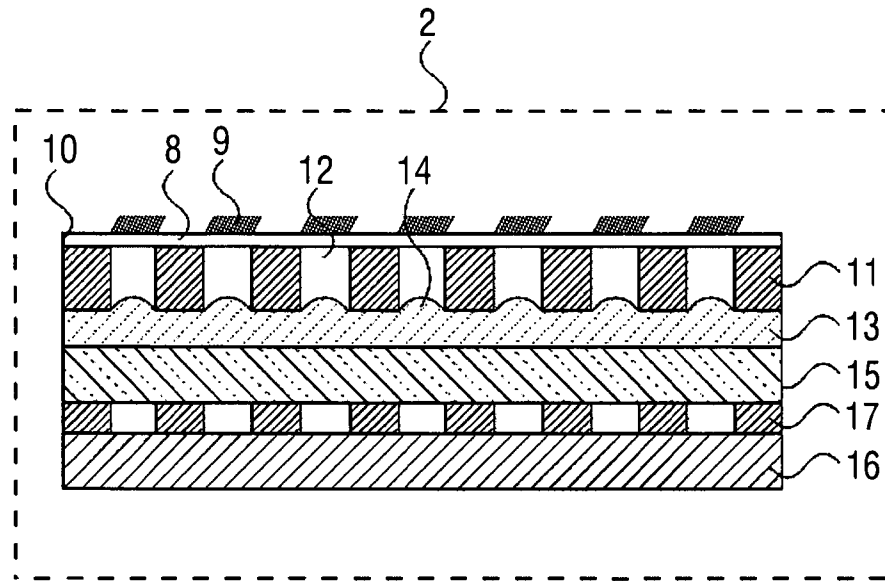


Fig. 2A

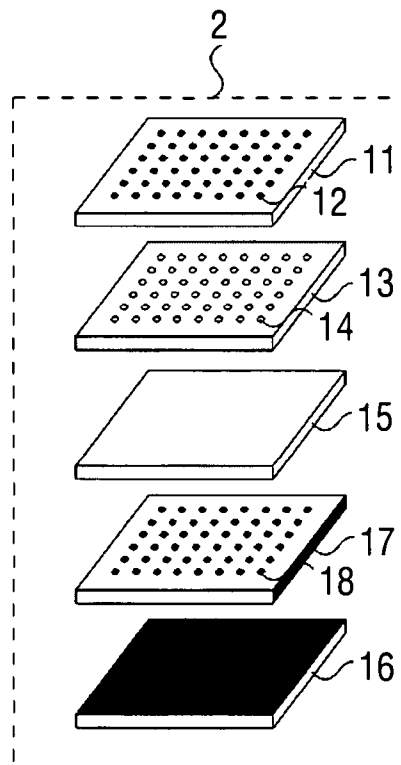


Fig. 2B

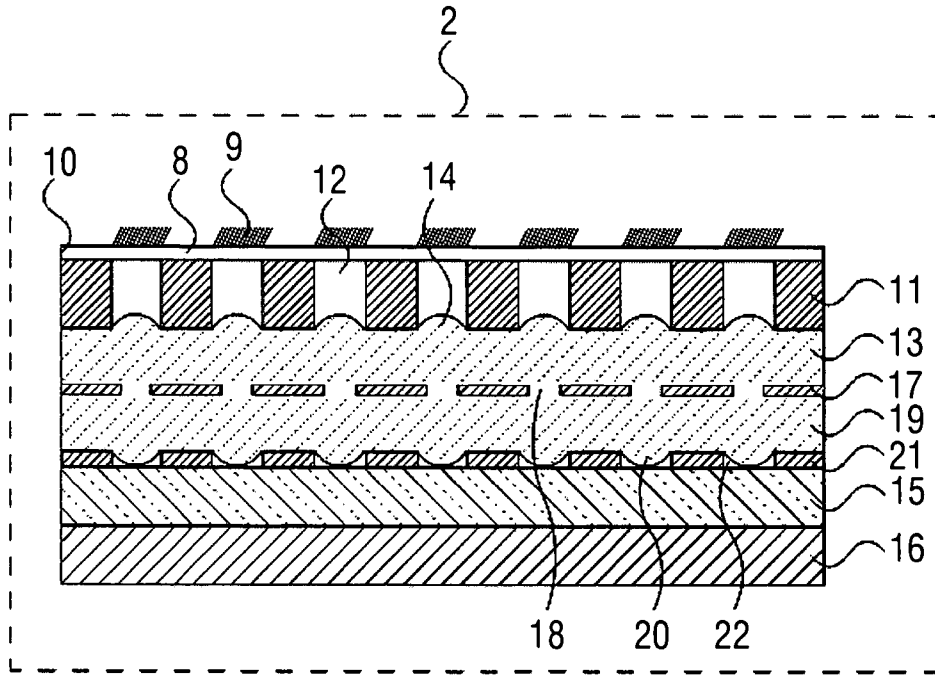


Fig. 3A

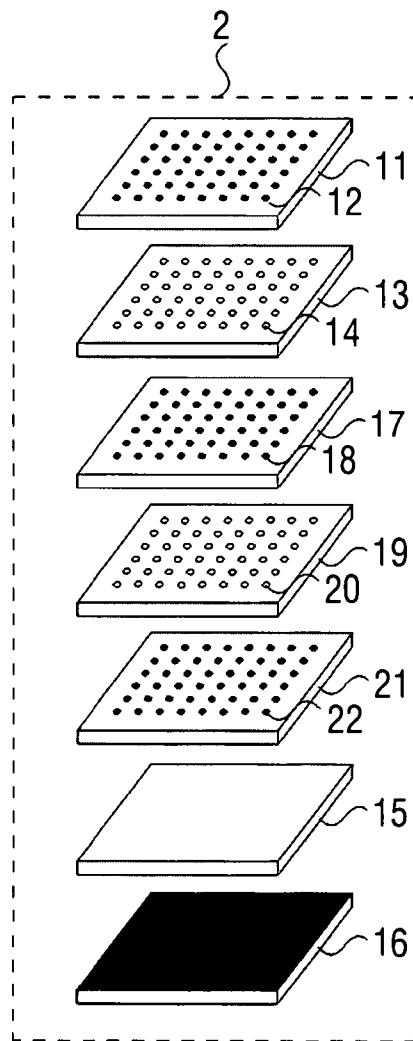


Fig. 3B

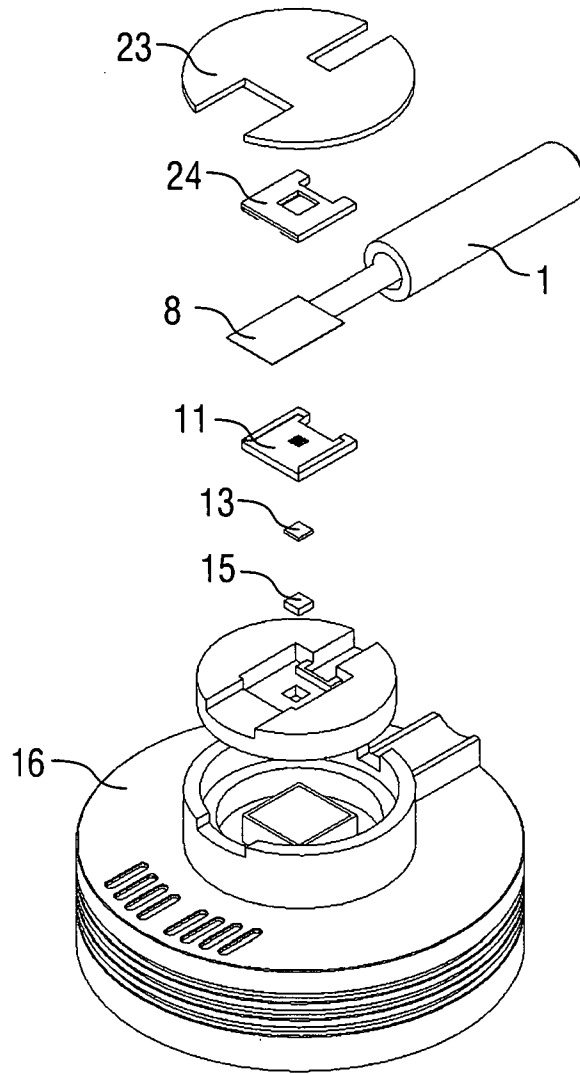


Fig. 4