



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 00 224 A1** 2004.07.22

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 00 224.3**

(22) Anmeldetag: **03.01.2003**

(43) Offenlegungstag: **22.07.2004**

(51) Int Cl.7: **G01D 5/26**

(71) Anmelder:
Reime, Gerd, 75328 Schömberg, DE

(72) Erfinder:
gleich Anmelder

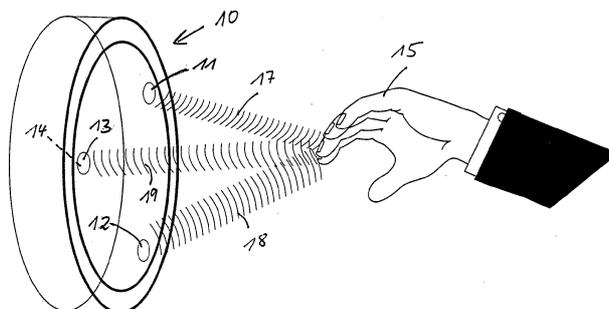
(74) Vertreter:
**Patentanwälte Reinhardt & Pohlmann
Partnerschaft, 75172 Pforzheim**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Optoelektronische Messanordnung sowie damit versehener Drehknopf**

(57) Zusammenfassung: Eine optoelektronische Messanordnung (10) weist wenigstens drei Lichtquellen (11, 12, 13) auf, die Licht getaktet, zeitsequentiell aussenden, und wenigstens ein Empfänger (14) zum Empfang des von wenigstens zwei (11, 12) der drei Lichtquellen in wenigstens zwei unterschiedliche Lichtstrecken (17, 19; 18, 19) ausgesandten und an einem Objekt (15) reflektierten Lichts. Ferner ist eine Vorrichtung zur Regelung der Intensität der Lichtquellen (11, 12) in Abhängigkeit des Empfangssignals am Empfänger (14) in Folge des aus den beiden Lichtstrecken am Empfänger ankommenden Lichts vorgesehen, so dass der Empfänger die zwei der drei Lichtquellen mit gleicher Intensität wahrnimmt. Dadurch, dass zur Erkennung einer Drehbewegung des Objekts (15) die Lichtquellen (11, 12, 13) reihum auf einer gedachten, geschlossenen Linie angeordnet sind und reihum unter Bildung von wenigstens drei verschiedenen Gruppen (11, 12; 12, 13; 13, 11) von Licht aussendenden Lichtquellen betrieben werden, wird eine Messanordnung und ein Drehknopf geschaffen, die möglichst günstig zur Erfassung von Dreh- und Rotationsbewegungen eingesetzt werden können.



Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft eine optoelektronische Messanordnung nach dem Oberbegriff des Anspruches 1 sowie einen Drehknopf nach dem Oberbegriff des Anspruches 15.

Stand der Technik

[0002] Aus der EP 0 706 648 B1 ist ein optisches Messsystem bekannt, bei dem wenigstens zwei Leuchtdioden als Lichtquellen Licht wechselseitig so aussenden, dass an einem Empfänger ein Gleichlichtsignal ohne takt synchrone Wechsellichtanteile anliegt. Das dortige System wird zur Erkennung von Regentropfen auf einer Windschutzscheibe eingesetzt, kann jedoch auch allgemein zur Positions- und Abstandsmessung eingesetzt werden. Sind z.B. zwei Lichtquellen, z.B. in Form von LEDs, und ein Empfänger vorgesehen, so reflektiert ein über den optoelektronischen Elementen befindlicher Gegenstand Licht von den LEDs zum Empfänger. Die Schaltung ist dabei so aufgebaut, dass Fremdlicht keinen Einfluss hat und Lichtsignale deutlich wahrgenommen werden können, die z.B. aus den zwischen Lichtquelle und Empfänger bestehenden Lichtstrecken stammen. Die optische Übertragung von jeder Lichtquelle zum Empfänger ist von der Position und Beschaffenheit des das Licht rückstrahlenden Gegenstands grundsätzlich abhängig. Bei dem dortigen Prinzip werden nun jedoch beide Lichtquellen in ihrer Intensität so geregelt, dass der Empfänger sie mit gleicher Intensität sieht. Das Verhältnis der hierzu notwendigen LED-Ströme entspricht dem Verhältnis der optischen Übertragung der beiden Strecken. Die Regelung steuert die Betriebsströme der beiden LEDs stets gegensinnig, so dass eine Ausregelung der Empfangssignale zu Null erfolgt. Damit ist das Regelsignal proportional zum Verhältnis eines der beiden optischen Übertragungsfaktoren zur Gesamtübertragung. Insbesondere ist es ohne Kenntnis der Übertragungsfaktoren möglich, deren Gleichheit zu erkennen und damit die Mittelposition des Gegenstandes. Das bedeutet insbesondere, dass unabhängig von der Art des Gegenstandes eine Position, die gleiche Abstände von den LEDs aufweist, sicher erkannt werden kann. Die optische Übertragung hängt damit monoton von der Entfernung des Gegenstands ab.

Zusammenfassung der Erfindung

[0003] Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Messanordnung und einen Drehknopf zu schaffen, die möglichst günstig zur Erfassung von Dreh- und Rotationsbewegungen eingesetzt werden können.

[0004] Diese Aufgabe wird durch eine Messanord-

nung mit den Merkmalen des Anspruches 1 und durch einen Drehknopf mit den Merkmalen des Anspruches 15 gelöst.

[0005] Hierzu werden wenigstens drei Lichtquellen reihum auf einer gedachten geschlossenen Linie so angeordnet, dass sie reihum unter Bildung von wenigstens drei verschiedenen Gruppen von Lichtquellen betrieben werden können. Bei vorgegebener Anordnung ergeben sich somit Signalverläufe, die eine eindeutige Erkennung der Bewegung eines vor der Anordnung kreisenden Objekts ermöglicht, so dass ein virtueller Drehknopf gebildet werden kann, der mit wenigen Bauelementen auskommt.

[0006] Im günstigsten Fall sind bei der Ausgestaltung nach Anspruch 7 lediglich drei LEDs erforderlich, die reihum so geschaltet werden, dass stets eine LED als Empfänger und die andern beiden LEDs als Lichtquellen verwendbar sind. Wird zudem eine Anordnung gemäß Anspruch 4 gewählt, ergeben sich einfach auswertbare Signalverläufe zur Bestimmung der Drehbewegung. Dabei ist es nicht erforderlich, dass der Benutzer die Oberfläche berührt, sondern er kann im Raum vor der Messanordnung die Bewegung durchführen. Dennoch ist wie bisher auch ein mechanischer Knopf abbildbar, indem vor der Messanordnung ein rotierendes Element vorgesehen wird, das auf seiner Unterseite optisch erkennbare Unterschiede, wie z.B. nur einen weißen oder schwarzen Punkt aufweist (Anspruch 9, 15).

[0007] Weitere Vorteile ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Kurzbeschreibung der Figuren

[0008] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

[0009] **Fig. 1** eine schematische Darstellung der Messanordnung,

[0010] **Fig. 2** ein Blockschaltbild für eine Ausführungsform ohne gesondertes Empfangselement,

[0011] **Fig. 3** ein Blockschaltbild für eine Ausführungsform mit einer Photodiode als Empfänger,

[0012] **Fig. 4** typische Signalverläufe bei einer Drehbewegung eines Objekts vor der Messanordnung,

[0013] **Fig. 5, 6, 7** schematische Darstellungen von Ausgestaltung eines Drehknopfes bei einer Beschaltung gemäß **Fig. 2**,

[0014] **Fig. 8, 9** schematische Darstellungen des Aufbaus einer Vorrichtung mit einer Schaltung gemäß **Fig. 3**

Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele

[0015] Die Figuren zeigen eine optoelektronische Messanordnung **10** mit wenigstens drei Lichtquellen **11, 12, 13**, die Licht getaktet, zeitsequentiell aussenden, und wenigstens einem Empfänger **14; 16** zum Empfang des von wenigstens zwei der drei Lichtquel-

len ausgesandten und an einem Objekt **15** z.B. einer Hand in **Fig. 1** reflektierten Licht. Mit dieser Messanordnung sollen insbesondere Dreh- oder Rotationsbewegungen erkannt werden, die vor der Messanordnung **10** erfolgen. Es ergibt sich damit nachgebildet ein Drehknopf **38** oder ein virtueller Drehknopf, bei dem lediglich die Drehbewegung des Objekts wie z.B. eines Fingers oder einer Hand **15** vor der Messanordnung **10** erfolgt, ohne dass diese sich selbst drehen muss. Es sind allerdings auch Gestaltungen z.B. gemäß den **Fig. 5–9** möglich, bei denen tatsächlich noch eine Rotation eines drehbaren Betätigungselements vor der Messanordnung erfolgt.

[0016] Die Messanordnung weist ferner eine Vorrichtung zur Regelung der Intensität der Lichtquellen **11, 12** in Abhängigkeit des Empfangssignals am Empfänger **14, 16** auf, wobei das Empfangssignal durch das aus den beiden Lichtstrecken am Empfänger ankommenden Licht gebildet wird. Die Regelung bewirkt, dass der Empfänger das Licht von wenigstens zwei Licht aussendenden Lichtquellen **11, 12** der insgesamt wenigstens drei Lichtquellen **11, 12, 13** mit gleicher Intensität wahrnimmt. Dieses Prinzip wird weiter unten im Hinblick auf die **Fig. 2** und **3** näher erläutert.

[0017] Gemäß **Fig. 1** sind die Lichtquellen **11, 12, 13** reihum auf einer gedachten geschlossenen Linie angeordnet, wobei als gedachte geschlossene Linie vorzugsweise ein Kreis oder eine Ellipse in Frage kommt. In **Fig. 1** senden die Lichtquellen **11, 12** Licht aus, dass von der Hand als Objekt **15** reflektiert und vom Empfänger **14** empfangen wird. Das Licht gelangt also über die Lichtstrecken **17, 19** und **18, 19** von den Lichtquellen **11, 12** zum Empfänger **14**. Um nun die Drehbewegung zu erfassen, werden die Lichtquellen reihum unter Bildung von wenigstens drei verschiedenen Gruppen, im Ausführungsbeispiel drei Paaren, von Licht aussendenden Lichtquellen betrieben. Dabei senden z.B. nacheinander zunächst die Lichtquellen **11, 12**, dann die Lichtquellen **12, 13** und schließlich die Lichtquellen **13, 11**.

[0018] Im Ausführungsbeispiel der **Fig. 1** handelt es sich bei den Lichtquellen **11, 12, 13** um LEDs. Da grundsätzlich jede LED auch als Empfänger betrieben werden kann, werden somit reihum Empfänger- und Senderfunktion weitergeschaltet. Während also in **Fig. 1** eine LED **13** der drei LEDs als Empfänger **14** beschaltet ist, während die anderen beiden LEDs als Lichtquellen **11, 12** beschaltet sind, würden im nächsten Takt z.B. die Lichtquellen **12** und **13** Licht aussenden und die LED **11** wäre dann als Empfänger beschaltet. Somit werden also reihum nicht nur die Gruppen von Lichtquellen weitergeschaltet, sondern auch die Funktion der Lichtquelle als Empfänger oder als Sendeelement zu dienen. Gleichzeitig bilden sich die verschiedenen Gruppen im Ausführungsbeispiel von jeweils zwei LEDs.

[0019] Dies wird dadurch möglich, dass das verwendete Halbleitermaterial einer LED für die ausgesandte Wellenlänge durchsichtig sein muss. Die be-

deutet, dass die Bandlücke in dem verwendeten Halbleiter größer sein muss als die ausgesandte Wellenlänge.

[0020] Andererseits kann ein Halbleiter nur Strahlung erzeugen, dessen Wellenlänge zur Bandlücke passt. Damit liegt, vereinfacht gesagt, die Bandlücke des Halbleitermaterial in der Nähe der dominierenden Wellenlänge. Durch geeignete Dotierung und Schichtaufbau kann dieses Verhalten in Grenzen beeinflusst werden. Insbesondere verändert sich die Größe der Bandlücke im Halbleiter in Abhängigkeit vom Betriebsstrom. Dadurch überlappen sich bei bestimmten Technologien Sende- und Empfangsspektrum der LED, d.h. eine LED gleichen Typs kann sowohl als Sender, als auch als Empfänger in einem System verwendet werden. Diese Ausführungsform hat den Vorteil, dass im Wesentlichen nur drei optoelektronische Bauelemente für die Messanordnung erforderlich sind. Zudem bleibt die Mitte zwischen den Bauelementen frei. Dies ermöglicht eine größere Anzahl von Aufbauvarianten, wie sie weiter unten im Hinblick auf die **Fig. 5–7** näher erläutert werden.

[0021] Die drei Lichtquellen **11, 12, 13** sind vorzugsweise in den Ecken eines gleichseitigen Dreiecks angeordnet, so dass sich bei einer Bewegung, eines Objekts um eine durch den Schwerpunkt des Dreiecks gehende Rotationsachse **50** ein Signalverlauf gemäß **Fig. 4** ergibt, der die Bestimmung der Drehbewegung ermöglicht. Da die Leuchtdioden zudem auch zur Abstandsdetektion eingesetzt werden können, ist es z.B. möglich bei Annäherung eines Objekts die gesamte Anordnung wirksam zu schalten oder auch durch Zuschalten einer Beleuchtung für den Benutzer erkennbar zu machen oder bei Entfernung des Objekts **15** die Anordnung wieder abzuschalten. Alternativ kann als Empfänger **16** eine Photodiode eingesetzt werden, die dann vorzugsweise im Schwerpunkte des gleichseitigen Dreiecks angeordnet wird.

[0022] Eine Anordnung der LEDs exakt in den Ecken eines gleichseitigen Dreiecks ist nicht zwingend erforderlich, erlaubt jedoch ohne größeren Rechenaufwand eine genaue Bestimmung des Objekts. Ohne diese Anordnung, also auch z.B. bei einer Anordnung der Lichtquellen nicht auf einem Kreis müssen zusätzliche Rechenoperationen durchgeführt werden, um zum gleichen Ergebnis zu kommen.

[0023] Durch die gewählte Anordnung erhält man einen Aufbau, mit dem sich die Winkelposition eines Objekts **15** bei Drehung um den Schwerpunkt des Dreiecks oder um einen Mittelpunkt der Anordnung messen lässt. Der Benutzer lässt um den Schwerpunkt dieses Dreiecks einen reflektierenden Gegenstand beliebiger Form kreisen. Dies kann z.B. der Finger des Benutzers sein, oder ein mechanisches Rad oder ein anderes drehbares Element, welches unterschiedliche Reflektionseigenschaften oder andere differenzierbare optische Eigenschaften auf seiner Unterseite aufweist, z.B. einen weißen Punkt besitzt, oder zur Hälfte weiß und zur Hälfte schwarz

ausgebildet ist.

[0024] **Fig. 2** zeigt ein Blockschaltbild der Elektronik bei Verwendung von Leuchtdioden als Empfängern, also dann, wenn keine Photodiode vorgesehen ist. Ausgehend vom Taktgenerator **28** werden über einen Digital-Analogwandler **29** zunächst die LEDs **11**, **12** als Lichtquellen angesteuert, wobei die eine Lichtquelle invertiert zur anderen angesteuert wird, d.h. die beiden LEDs werden wechselweise getaktet. Die den beiden Lichtquellen **11**, **12** zugeführte Leistung wird über Leistungsregler **21**, **22** – und wenn die Lichtquelle **13** als Lichtquelle betrieben wird über den Leistungsregler **23** – hinsichtlich ihrer Intensität beeinflusst. Das von den Lichtquellen **11**, **12** ausgesandte Licht wird von der Leuchtdiode **13** als Empfänger **14** empfangen. Aus diesem Grund erhält die Leuchtdiode **13** auch kein Signal vom Invertierer **30**. Sie ist jedoch über den Multiplexer **24** an die Signalerfassung gekoppelt, die aus einem Vorverstärker **25** einem Bandfilter **26** und einem Taktdemodulator **27** besteht. Im Taktdemodulator **27** wird das Empfangssignal wieder den beiden Lichtstrecken, also kommend von der Lichtquelle **11** einerseits und der Lichtquelle **12** andererseits, zugeordnet, um hieraus ein entsprechendes Bewegungssignal zu erhalten. Das so ermittelte Signal wird erfasst und in der Regeleinheit **31** zur Bestimmung von Richtung und Anzahl der Umdrehung ausgewertet. Das so gewonnene Empfangssignal wird aber auch wiederum den Regeleinheiten **21**, **22** zur Nachregelung der Lichtintensität der Lichtquellen **11** und **12** zugeführt.

[0025] Im nächsten Takt würden dann z.B. die Lichtquellen durch die LEDs **11**, **13** gebildet und die Lichtquelle **12** wäre der Empfänger. Es befindet sich also stets eine LED im ausgeschalteten Zustand bzw. arbeitet als Empfänger und die beiden anderen LEDs werden 180° phasenverschoben getaktet, wobei ihre Amplitude über den Digital-Analogwandler **29** bestimmt wird.

[0026] Werden gemäß der **Fig. 3** drei LEDs und eine Photodiode als Empfänger **16** verwendet, so entfällt der Multiplexer für den Empfänger und die Photodiode ist stets direkt mit dem Empfänger verbunden. Die übrige Schaltung bleibt gleich.

[0027] Bei der Aufbauvariante der **Fig. 1** ist kein zusätzliches mechanisches Element erforderlich. Die drei Lichtquellen können insofern unter einem ringförmigen Fenster sitzen, dass unter Umständen leicht gewölbt ist, um dem Benutzer eine taktile Rückmeldung zu geben. Insbesondere bei dieser Lösung ist es von Vorteil, wenn eine Fremdlichtkompensation vorgesehen ist, das dieses Fenster ja z.B. auch unmittelbar dem Sonnenlicht ausgesetzt sein kann. Diese optische Fenster kann auch selbst wiederum gelagert sein, so dass bei einem Antippen eine zusätzlich Funktion wie z.B. eine Schaltfunktion ausgelöst wird.

[0028] Die weiteren Figuren zeigen Aufbauvarianten, die mit einem zusätzlichen drehbaren Element versehen sind, unter dem und insofern auch geschützt die Lichtquellen angeordnet sind. So zeigen

die **Fig. 5–7** Aufbauvarianten bei der Verwendung von Leuchtdioden, die reihum als Lichtquelle und Empfänger beschaltet werden, also mit einer Schaltung gemäß **Fig. 2**. In diesem Fall bleibt der Mittelbereich frei, so dass z.B. ein sich drehender Knopf mittig zwischen den Lichtquellen **11**, **12** hindurchgeführt werden kann. Die Lichtquellen befinden sich auf einer Leiterplatte, die ebenfalls von den um die Rotationsachse **50** drehbaren Drehknopf **38** durchgriffen wird. In **Fig. 6** wird eine Drehscheibe **37** vorgesehen, die dieselbe Aufgabe einer mechanischen Nachbildung eines Drehknopfes entspricht. Drehknopf **38**, Drehscheibe **37** als auch der Drehring **36** der **Fig. 7**, der dort an einer mittigen Lageelement **35** gelagert ist, sind allesamt so gelagert, dass sie gedrückt oder gekippt werden können, um dadurch Zusatzinformation zu erfassen. Es ist auch durchaus möglich, wie in **Fig. 7** dargestellt, sämtliche Elemente auf einer für die Wellenlänge des jeweils zu verwendeten Lichts durchlässigen Scheibe **34** anzuordnen, unter der dann die optoelektronischen Elemente angeordnet sind.

[0029] Bei den Aufbauvarianten der **Fig. 8** und **9** ist mittig ein Empfänger **16** als Photodiode vorgesehen. Ansonsten entsprechend diese Figuren den Ausführungsformen gemäß **Fig. 6** und **7** also mit einer Drehscheibe **37** oder einem Drehring **36**, wobei auch hier zusätzliche Informationen durch Drücken oder Kippen von Drehscheibe **37** oder Drehring **36** übermittelt werden können. Diese zusätzlichen Bewegungen der Drehelemente können z.B. als Tastenfunktionen ausgewertet werden. Die damit in den **Fig. 5–9** dargestellten Ausführungsformen sollten jedoch an der Unterseite der drehbaren Elemente Markierungen aufweisen, die eine optische Erkennung der Stellung dieser Elemente ermöglichen.

[0030] Da die Vorrichtung auch bei abgenommenen Drehknopf arbeitet, besteht auch die Möglichkeit, eine Vorrichtung zu schaffen, die bei gleichem Aufbau einmal analog wie ein Drehknopf und einmal wie ein virtueller Drehknopf betrieben werden kann. Hersteller oder Kunde kann also für eher konservative Kunden den Drehknopf aufsetzen und bei gleichem Aufbau für andere Kunden den Drehknopf einfach abnehmen. Oder durch Einsatz des Drehknopfs können weitere Zusatzfunktionen erst zugänglich gemacht werden.

[0031] **Fig. 4** zeigt einen beispielhaften Verlauf der Regelsignale bei kontinuierlicher Drehung des Objekts **15** oder der anderen Drehelemente wie des Drehknopfs **38**, der Drehscheibe **37** oder des Drehrings **36**.

[0032] Bei der Auswertung gibt es offensichtlich 6 Positionen, die von jeweils zwei LEDs den gleichen Abstand aufweisen. Diese Positionen können zuverlässig als „Null-Durchgänge“ der Regelsignale erkannt werden. Durch Vergleich der Regelsignale können weitere sechs Positionen erkannt werden, da in diesen das Verhältnis der Entfernungen jeweils gleich ist. Somit ist es möglich, zunächst 12 Positio-

nen zu unterscheiden. Wenigstens weitere 12 Positionen sind durch relative Auswertung zu erkennen, so dass die Drehposition recht genau zu erkennen ist. Ist eine Position erkannt worden, bei der zwei Regelsignale gleich waren, so können weitere Zwischenschritte aufgelöst werden, da die einzige Unbekannte, die Skalierung, nun bekannt ist. Wird das detektierte Objekt kreisförmig um den Schwerpunkt des Lichtquellen-Dreiecks bewegt, so ändern sich alle drei Regelsignale zyklisch. Durch Auswertung der statischen oder dynamischer Kantenpositionen können Drehrichtung und Drehgeschwindigkeit erkannt werden. Insbesondere ist es möglich je Umdrehung **12** oder mehr Pulse zuzüglich eines Richtungsbits auszugeben, wie dies bei mechanischen Drehknöpfen mit optischer Auswertung bisher der Fall ist. Die entsprechenden Ausgaben sind in den **Fig. 2** und **3** dargestellt.

[0033] Wie bereits angedeutet, hängt das Regelsignal nicht nur von der Position ab, sondern auch von der Beschaffenheit der reflektierenden Oberfläche, insbesondere deren Abstand. Betrachtet man nun den dynamischen Lauf der Summe der Regelsignale, so kann zusätzlich, wie aus der deutschen Patentanmeldung 100 01 955 A1 bekannt, die Erkennung einer zusätzlichen Tippfunktion erkannt werden.

Bezugszeichenliste

10	Messanordnung
11, 12, 13	Lichtquelle
14	Empfänger
15	Objekt
16	Empfänger (Photodiode)
17, 18	ausgesandter Lichtstrahl
19	rückgestreuter Lichtstrahl
21, 22, 23	Leistungsregler
24	Multiplexer
25	Vorverstärker
26	Filter
27	Taktdemodulator
28	Taktgenerator
29	Digital-Analogwandler
30	Invertierer
31	Steuerung
33	Leiterplatte
35	Lagerelement
36	Drehring
37	Drehscheibe
38	Drehknopf
50	Rotationsachse

Patentansprüche

1. Optoelektronische Messanordnung (**10**) mit wenigstens drei Lichtquellen (**11, 12, 13**), die Licht getaktet, zeitsequentiell aussenden, und wenigstens einem Empfänger (**14; 16**) zum Empfang des von wenigstens zwei (**11, 12**) der drei Lichtquellen in wenigstens zwei unterschiedliche Lichtstrecken (**17, 19; 18,**

19) ausgesandten und an einem Objekt (**15**) reflektierten Lichts, sowie mit einer Vorrichtung zur Regelung der Intensität der Lichtquellen (**11, 12**) in Abhängigkeit des Empfangssignals am Empfänger (**14; 16**) in Folge des aus den beiden Lichtstrecken am Empfänger ankommenden Lichts, so dass der Empfänger die zwei der drei Lichtquellen mit gleicher Intensität wahrnimmt, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Erkennung einer Drehbewegung des Objekts (**15**) die Lichtquellen (**11, 12, 13**) reihum auf einer gedachten, geschlossenen Linie angeordnet sind und reihum unter Bildung von wenigstens drei verschiedenen Gruppen (**11, 12; 12, 13; 13, 11**) von Licht aussendenden Lichtquellen betrieben werden.

2. Messanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die gedachte, geschlossene Linie ein Kreis oder eine Ellipse ist.

3. Messanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Empfänger (**16**) eine Photodiode ist.

4. Messanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die drei Lichtquellen (**11, 12, 13**) in den Ecken eines gleichseitigen Dreiecks angeordnet sind.

5. Messanordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass sich der Empfänger (**16**) im Schwerpunkt des gleichseitigen Dreiecks befindet.

6. Messanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtquellen (**11, 12, 13**) LEDs sind.

7. Messanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine der drei Lichtquellen (**13**) als Empfänger (**14**) beschaltet ist, während die anderen beiden Lichtquellen als Lichtquellen (**11, 12**) beschaltet sind, und dass die Funktion, als Empfänger und als Lichtquelle zu dienen, reihum unter Bildung der verschiedenen Gruppen weitergeschaltet wird.

8. Messanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jede Gruppe aus zwei LEDs besteht.

9. Messanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Objekt ein drehbares Element ist, das an seiner Unterseite optisch differenzierbare Merkmale aufweist.

10. Messanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das drehbare Element ein mittig in der Messanordnung gelagerter Drehknopf (**38**) ist.

11. Messanordnung nach Anspruch 9 oder 10,

dadurch gekennzeichnet, dass das drehbare Element bedarfsweise zur Bedienung ohne Drehknopf abnehmbar ist.

12. Messanordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das drehbare Element zur Übermittlung von Zusatzinformation schwenkbar, kippbar und/oder in Richtung der Rotationsachse (**50**) begrenzt bewegbar ist.

13. Messanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtquellen unter einem optisch durchlässigen Fenster eingebaut sind und die Drehbewegung ohne mechanische Elemente erfassen.

14. Messanordnung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Fenster zur Erfassung von Zusatzfunktionen schwenkbar, kippbar und/oder in Richtung der Rotationsachse (**50**) begrenzt bewegbar ist

15. Drehknopf (**36, 37, 38**) zur Einstellung oder Regelung von Parametern, dadurch gekennzeichnet, dass er an seiner Unterseite optisch differenzierbare Merkmale aufweist, die mit wenigstens drei Lichtquellen (**11, 12, 13**), die Licht getaktet, zeitsequentiell aussenden, und wenigstens einem Empfänger (**14; 16**) zum Empfang des von wenigstens zwei (**11, 12**) der drei Lichtquellen in wenigstens zwei unterschiedliche Lichtstrecken (**17, 19; 18, 19**) ausgesandten und an einem Objekt (**15**) reflektierten Lichts so in Wirkverbindung stehen, dass zur Erkennung einer Drehbewegung des Objekts (**15**) die Lichtquellen (**11, 12, 13**) reihum auf einer gedachten, geschlossenen Linie angeordnet sind und reihum unter Bildung von wenigstens drei verschiedenen Gruppen (**11, 12; 12, 13; 13, 11**) von Licht aussendenden Lichtquellen betrieben werden, und dass eine Vorrichtung zur Regelung der Intensität der Lichtquellen (**11, 12**) in Abhängigkeit des Empfangssignals am Empfänger (**14; 16**) in Folge des aus den beiden Lichtstrecken am Empfänger ankommenden Lichts vorgesehen ist, so dass der Empfänger die zwei der drei Lichtquellen mit gleicher Intensität wahrnimmt.

16. Drehknopf nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass er mittig in der Messanordnung gelagert ist.

17. Drehknopf nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass er bedarfsweise zur Bedienung ohne Drehknopf abnehmbar ist.

18. Drehknopf nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass er zur Übermittlung von Zusatzinformation schwenkbar, kippbar und/oder in Richtung der Rotationsachse (**50**) begrenzt bewegbar ist.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

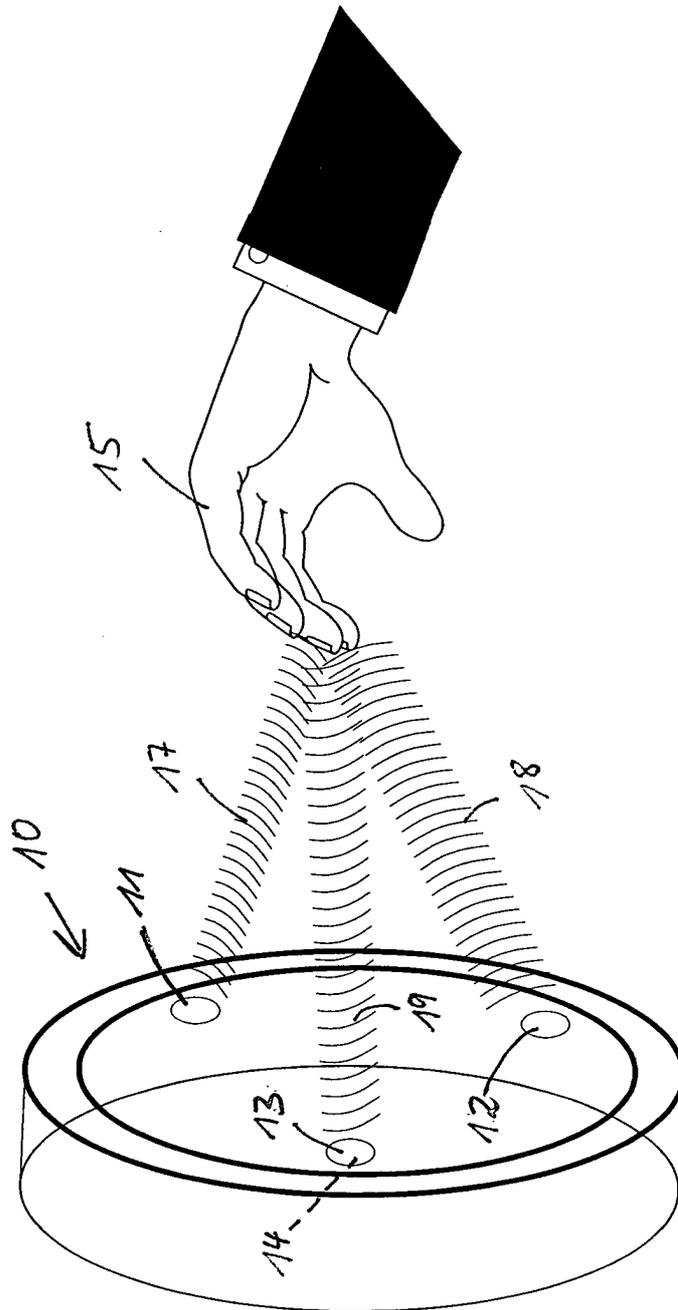


Fig. 1

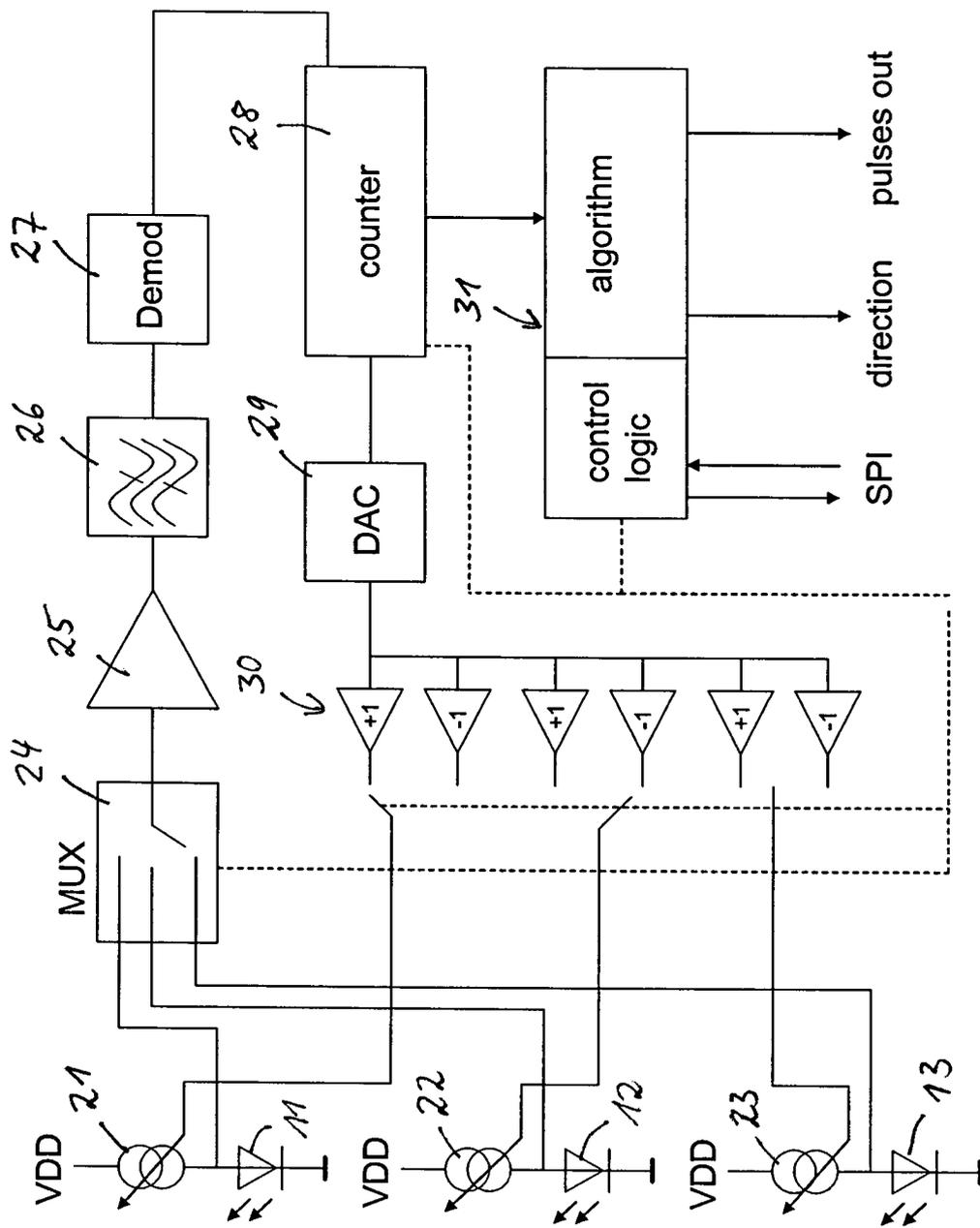


FIG. 2

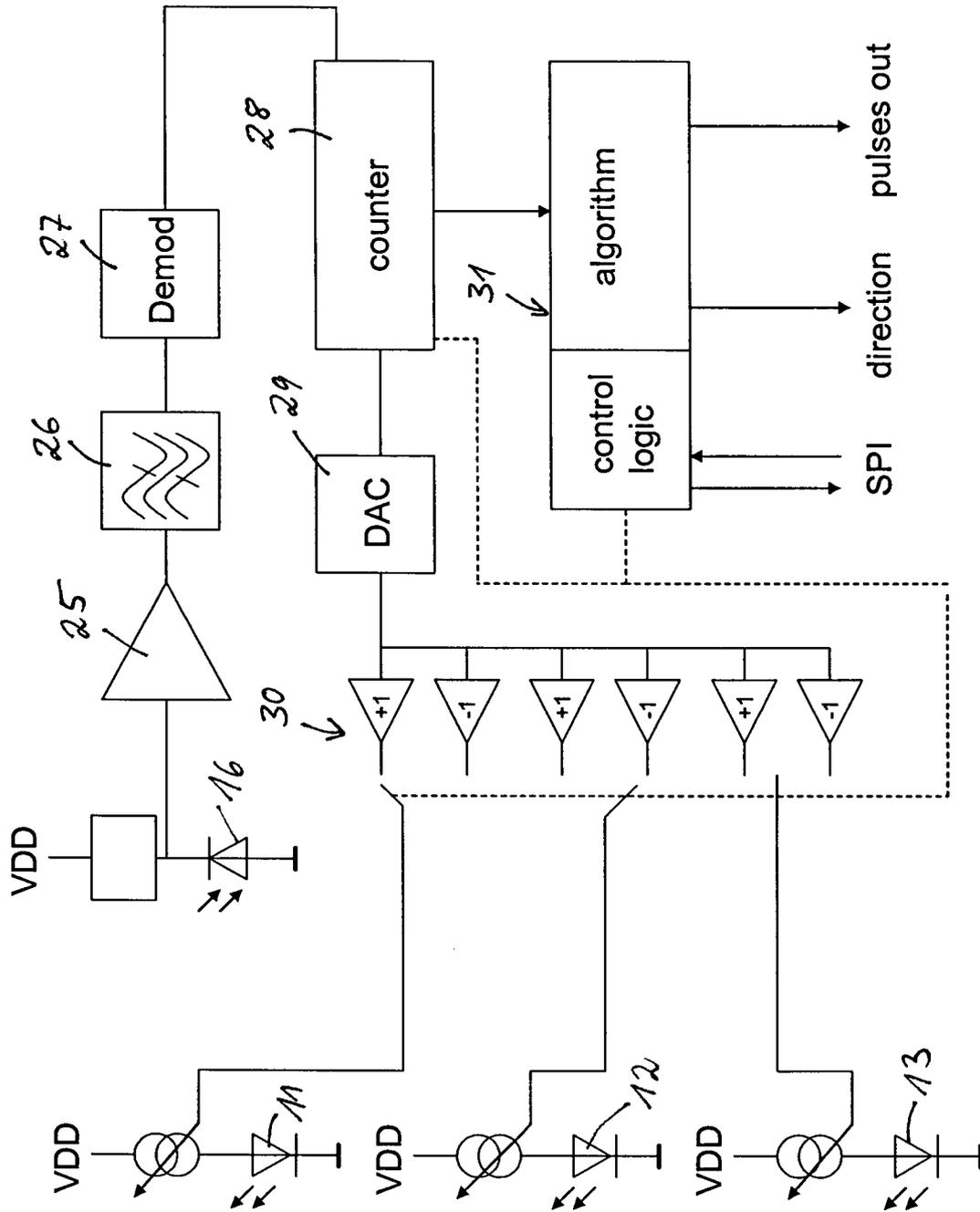


FIG. 3

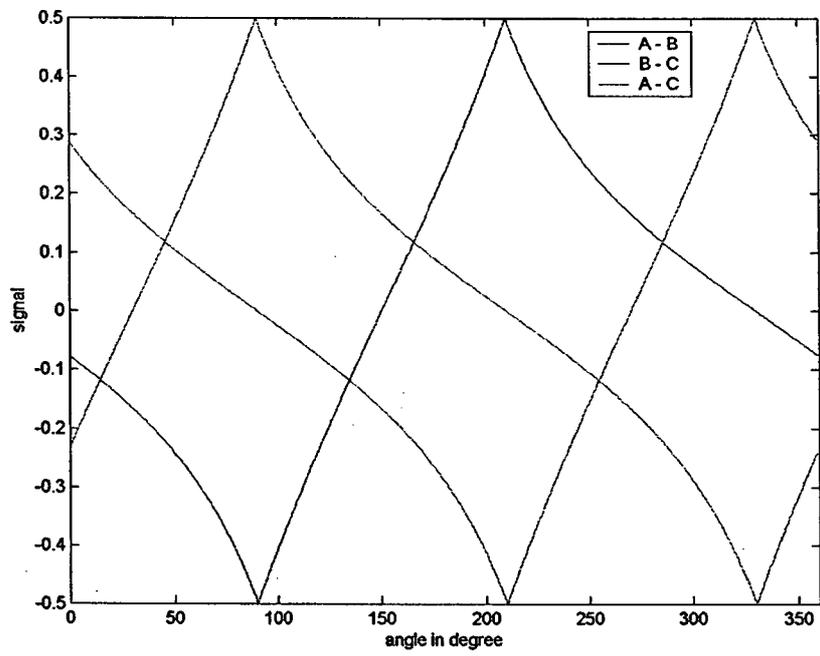


FIG. 4

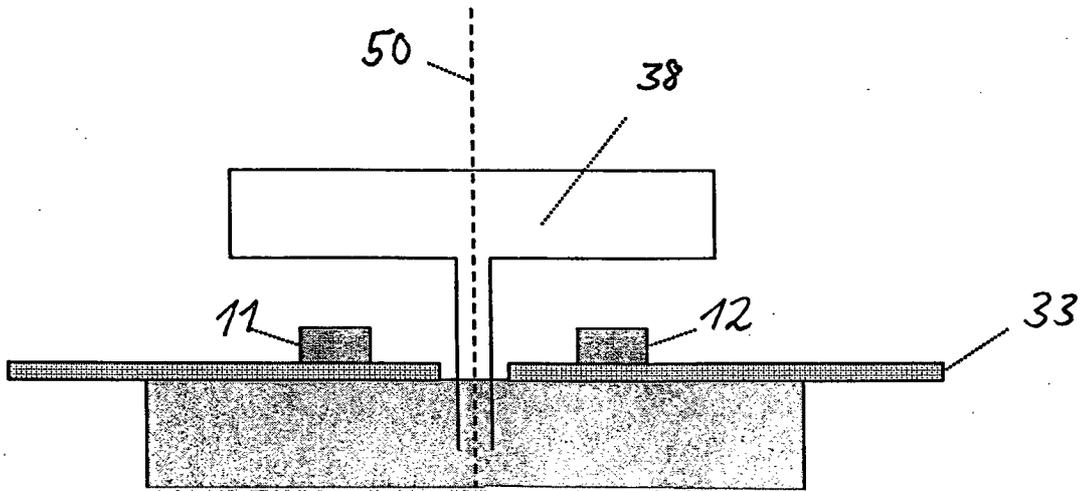


Fig. 5

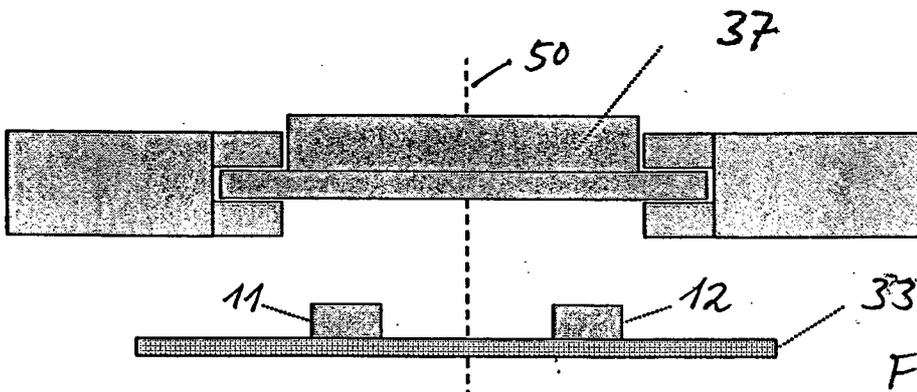


Fig. 6

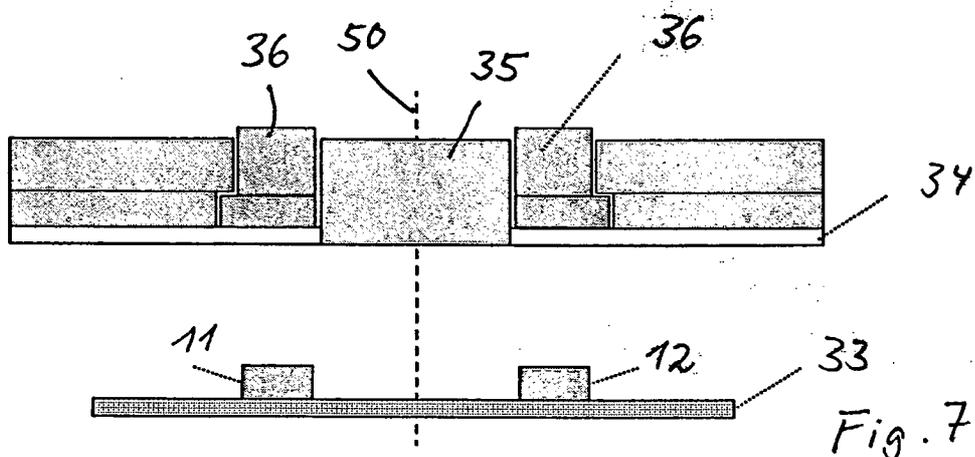


Fig. 7

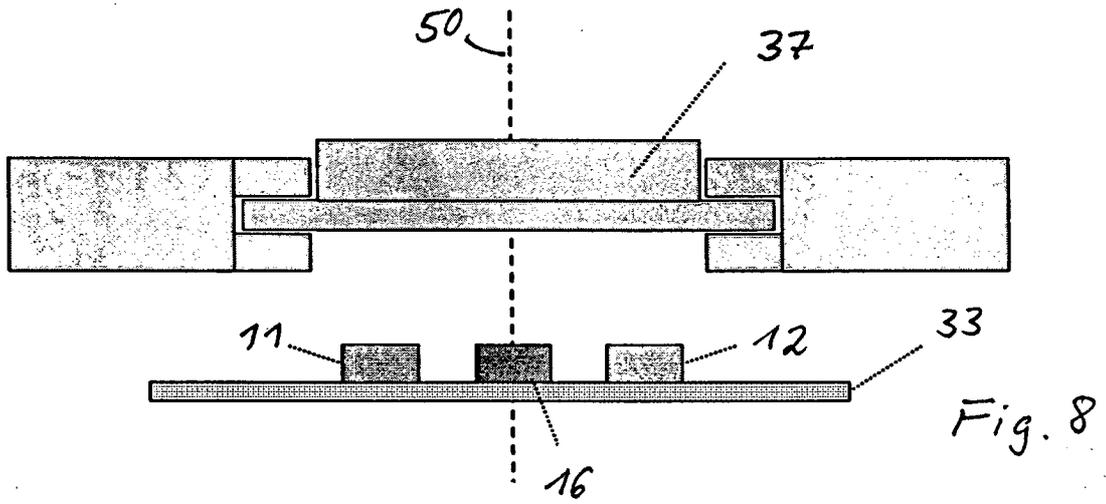


Fig. 8

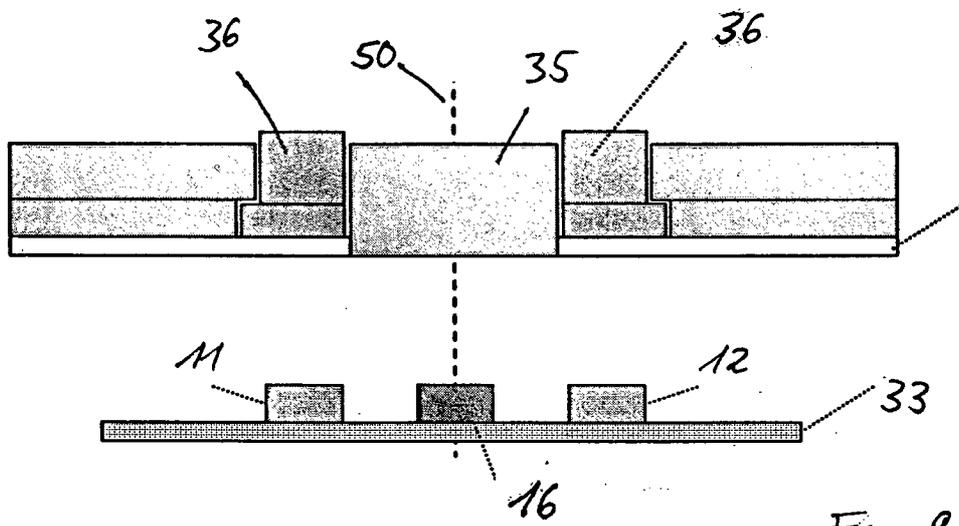


Fig. 9