(19) SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 703 663 A1

(51) Int. Cl.: G01D 5/347 (2006.01)
G01B 11/00 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 01342/10

(22) Anmeldedatum: 19.08.2010

(43) Anmeldung veröffentlicht: 29.02.2012

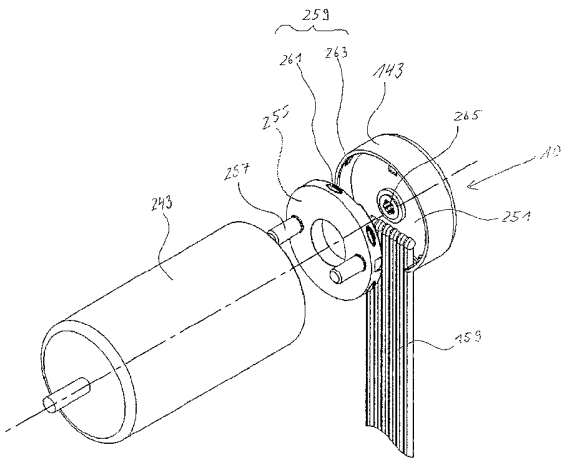
(71) Anmelder:
Elesta relays GmbH, Heuteilstrasse 18
7310 Bad Ragaz (CH)

(72) Erfinder:
Jean-Jacques Wagner, 9493 Mauren (LI)

(74) Vertreter:
Riederer Hasler & Partner Patentanwälte AG,
Elestastrasse 8
7310 Bad Ragaz (CH)

(54) Positionsmessvorrichtung, insbesondere Encoder.

(57) Die Erfindung betrifft einen Encoder mit einem Gehäuse, einem im Gehäuse angeordneten Sensorkopf sowie einer rotierbaren Codescheibe. Letztere ist an einer Welle eines Motors montierbar und weist eine reflektive Massverkörperung mit optischen Elementen auf, welche im Abstand zum Sensorkopf angeordnet sind. Der Sensorkopf ist mit einer Lichtquelle und einem Lichtempfängerelement ausgestattet und wirkt mit der Massverkörperung zur Erzeugung eines Signals zusammen. Eine besonders platzsparende Ausgestaltung wird erreicht, indem die Massverkörperung auf derjenigen Seite der Codescheibe angeordnet wird, welche vom Gehäuse abgewandt ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Positionsmessvorrichtung gemäss Oberbegriff von Anspruch 1.

Stand der Technik

[0002] Aus der US Patentanmeldung Nr. 2006/0 007 541 ist ein Sensorkopf eines mit reflektierendem Licht arbeitenden Sensorkopfes bekannt. Dieser Sensorkopf besitzt eine Lichtquelle, welche einen Lichtstrahl auf eine Massverkörperung projiziert, und zwei Halbleitersubstrate. Die Halbleitersubstrate umfassen jeweils Photodetektoren, um Licht zu detektieren, welches durch eine Massverkörperung {kommisch: oder Massteilung} reflektiert wird. Lichtquelle und Halbleitersubstrate sind in einem schachtelartigen Gehäuse angeordnet, wobei die Lichtquelle am Boden des Gehäuses und die Halbleitersubstrate am Deckel, mit welchem das Gehäuse verschliessbar ist, angeordnet und befestigt sind. Die Halbleitersubstrate sind mittels Wende-Montage am Deckel festgemacht.

[0003] Die Halbleitersubstrate mit den Photodetektoren sind einander gegenüberliegend auf beiden Seiten der Lichtquelle in einer Richtung angeordnet, welche senkrecht zur Bewegungsrichtung der Massverkörperung steht. Jedes Halbleitersubstrat besitzt eine elektrische Schaltung, und die elektrischen Schaltungen beider Halbleitersubstrate sind miteinander durch elektrische Leitungen verbunden, welche auf der Unterseite des Deckels ausgebildet sind. Strom-Spannungswandler sind direkt auf den Halbleitersubstraten ausgebildet, um Störeinflüsse möglichst gering zu halten.

[0004] Ein Nachteil des vorbekannten Sensorkopfes ist dessen aufwendige Herstellung. Dabei müssen zuerst die Halbleitersubstrate hergestellt und danach am Gehäusedeckel befestigt werden. Dann wird die Lichtquelle am Boden des Gehäuses angeordnet und befestigt. Zuletzt wird der Deckel auf dem Gehäuse so angebracht, dass die Lichtquelle zum Halbleitersubstrat korrekt ausgerichtet ist. Dies muss mit der erforderlichen Präzision erfolgen, damit die Signale in der gewünschten Qualität ausgewertet werden können und letztendlich der Encoder einwandfrei funktioniert. Auch ist die Herstellung der elektrischen Verbindungen zu den beiden Halbleitersubstraten kompliziert und aufwendig.

Aufgabe der Erfindung

[0005] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine besonders platzsparende Positionsmessvorrichtung bereitzustellen, welche einfach zu montieren ist. Weitere Vorteile und Ziele der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung.

[0006] Beispielsweise ermöglichen bestimmte bevorzugte Merkmale dass eine Positionsmessvorrichtung kostengünstig in der gewünschten nötigen Präzision hergestellt werden kann. Weiterhin ist es möglich, eine Positionsmessvorrichtung mit kleinsten Abmessungen, mit hoher Genauigkeit sowie Zuverlässigkeit zu bauen. Darüber wird eine Positionsmessvorrichtung vorgeschlagen, deren Konstruktion gegen Umwelteinflüsse unempfindlich ist. Ausserdem soll eine Positionsmessvorrichtung bereitgestellt werden, welche eine bestimmte Einbautoleranz toleriert und trotzdem eine zuverlässige Funktion gewährleisten kann.

Beschreibung

[0007] Die oben genannte Aufgabe wird erfindungsgemäss gelöst durch eine Positionsmessvorrichtung nach Anspruch 1. Insbesondere handelt es sich dabei um eine Positionsmessvorrichtung, insbesondere Encoder, aufweisend

- ein Gehäuse,
- einen im Gehäuse angeordneten Sensorkopf mit einer Lichtquelle und einem Lichtempfängerelement,
- eine rotierbare Codescheibe, die an einer Welle einer Vorrichtung, vorzugsweise eines Motors, montierbar ist,
- eine im Abstand vom Sensorkopf vorgesehene, reflektive Massverkörperung mit optischen Elementen, welche Massverkörperung auf der Codescheibe angeordnet ist,
- welche sich dadurch auszeichnet, dass die Massverkörperung auf derjenigen Seite der Codescheibe angeordnet ist, welche vom Gehäuse abgewandt ist.

[0008] Nachfolgend werden Ausgestaltungsformen der Positionsmessvorrichtung beschrieben, wobei die genannten bevorzugten Merkmale - soweit sie sich nicht ausschliessen - in beliebiger Kombination verwirklicht sein können.

[0009] Die beschriebenen Verfahren können darüber hinaus als Verfahrensschritte die Verwendung einer oder mehrerer der genannten bevorzugten Merkmale der erfindungsgemässen Vorrichtung (oder die durch diese Merkmale ermöglichten Funktionen) umfassen.

[0010] Dank der kompakten Konstruktion des Sensorkopfes ist es möglich, Drehgeber mit weiteren Eigenschaften zu fertigen, wie zum Beispiel Positionssensoren mit mehreren Sensorköpfen für die redundante Erfassung von Positionswerten. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, sehr kompakte Absolutencoder zu bauen, die in der Massverkörperung einen Manchester-Code oder ähnliche serielle Codes eingebaut haben und die Ermittlung eines absoluten Positionswertes durch eine relative Bewegung zwischen Sensorkopf und Massverkörperung möglich machen.

[0011] Diese vorteilhaften Eigenschaften werden am besten erreicht, wenn die Massverkörperung aus halbkreiszylindrischen Reflektoren gebildet ist und die Lichtquelle bestimmte Abmessungen hat. Dies setzt wiederum eine genaue Stellung der Lichtquelle über dem Lichtsensor voraus, um stabile und zuverlässige Signale zu erhalten. Die Bündelung der gesam-

ten auf eine Teilung fallende Lichtmenge zusammen mit dem kompakten Sensorkopf macht es möglich, Positionsermittlungseinheiten zu bauen, die eine hohe Lichtausbeute haben und die Funktion mit weniger Lichtleistung gewährleisten. Damit sind die erfindungsgemässen Positionsmessvorrichtungen für Batteriegeräte bestens einsetzbar.

[0012] Die Verwendung eines Dünnschichtaufbaus mit einer intrinsischen Schicht hat den Vorteil, dass zuverlässige Lichtempfänger mit einfachen Mitteln hergestellt werden können wegen der Anwesenheit einer an sich isolierenden Zwischenschicht. Diese Schichten weisen niedrige Dunkelströme und sind besonders geeignet für den Bau eines Sensorkopfes für einen Encoder.

[0013] Vorteilhafte Ausführungsformen der Positionsmessvorrichtung gehen aus den Merkmalen der abhängigen Ansprüche hervor.

[0014] Die Erfindung wird anhand der Zeichnung und eines Ausführungsbeispiels näher im Detail erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 Schematisch und in perspektivischer Ansicht den Prinzipaufbau eines Encoders bestehend aus einem erfindungsgemässen Sensorkopf und einer im Abstand vom Sensorkopf vorhandenen Massverkörperung;

Fig. 2 schematisch der Aufbau des Sensorkopfes bestehend aus Glassubstrat mit darauf ausgebildeten Sensorbereichen, einer Trägerplatte und einer Auswerteeinheit, welche jeweils im Flip-Chip-Montageverfahren miteinander verbunden sind;

Fig. 3 die einzelnen Verfahrensschritte zur Herstellung der Sensorbereiche und Kontaktierung derselben;,

Fig. 4 die einzelnen Verfahrensschritte zur Auslegung der Lichtquelle;

Fig. 5 Schematisch die Montage der Komponenten auf einem Wafersubstrat;

Fig. 6 Im Schnitt ein praktisches Ausführungsbeispiels eines in einem Gehäuse angeordneten Encoders für Kleinmotoren;

Fig. 7 Schematisch, wie bei einer Relativbewegung von Empfängerelement und Massverkörperung die vom Empfängerelement registrierten Lichtintensitäten in ein Analogsignal und nachfolgend in ein Digitalsignal für die Positionsbestimmung umgewandelt werden;

Fig. 8 Schematisch die Erzeugung eines Indexsignals mit Hilfe eines einzelnen optischen Elements und zwei Empfängerelementen;

Fig. 9 Schematisch die Erzeugung eines Positionssignal mit Hilfe zweier unterschiedlicher, optischer Elemente, die nach einem Manschester-Code aneinandergereiht sind, und zwei Empfängerelementen;

Fig. 10 eine Draufsicht auf ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemässen Sensorkopfes mit einer Mehrzahl von Empfängerelementen mit einer Inkremental- und einer Indexspur.

Fig. 11 eine Draufsicht auf ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemässen Sensorkopfes, bei welchem die Empfängerelemente mittels einer separaten Leiterbahn elektrisch verbunden sind;

Fig. 12 Eine Ausführungsform der Erfindung mit einer Lichtquelle mit einer LED, die hinter einer Blende angeordnet ist, wobei die Blende die Abmessungen der Lichtquelle im Wesentlichen bestimmt;

Fig. 13 Eine Schaltung für eine optimale Zuordnung des durch die Massverkörperung ausgebildeten Indexsignals Zg;

Fig. 14 Ein Ausführungsbeispiel eines Absolutencoders mit Kaltstart Positionsermittlung.

Fig. 15 eine perspektivische Ansicht eines Kit Encoders mit Motor;

Fig. 16 eine Rück- und Seitenansicht des Gehäuses mit horizontalem Kabel;

Fig. 17 eine Schnittdarstellung des Gehäuses des Kit Encoders

Fig. 18 eine bevorzugte Ausbildung der Wellenaufnahme.

[0015] Fig. 1 zeigt einen erfindungsgemässen Encoder 10 umfassend einen Sensorkopf 11 und eine Massverkörperung 13, die relativ zum Sensorkopf 11 in einer Richtung 15 bewegbar ist. Unter Massverkörperung wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung eine Masseinteilung oder Skala verstanden, welche auf einem Support oder Träger aufgebracht und geeignet ist, einen Lichtstrahl zu reflektieren und modulieren, wenn die Mass Verkörperung relativ zum Sensorkopf bewegt wird. Eine solche Massverkörperung kann die Gestalt einer kreisrunden Codescheibe oder eines länglichen Balkens besitzen. Die Massverkörperung selbst besitzt eine Teilung, wobei jede Teilung per Definition geeignet ist, einen Licht-

strahl zu modulieren, wenn die Teilung durch den Lichtstrahl bewegt wird. Bekannt sind beispielsweise Strukturen, bei denen beispielsweise eine Hälfte der Teilung durchsichtig und die andere Hälfte opak ist. Vorteilhafterweise ist jede Teilung durch ein reflektives optisches Element repräsentiert, welches geeignet ist, einen Lichtstrahl zu bündeln (z.B. Hohlzylinder, Hohlspiegel). Denkbar ist jedoch auch der Einsatz von Gitterstrukturen, wobei deren Effizienz in der Lichtverarbeitung allerdings kleiner wäre als die von Spiegeln, durch welche der Lichtstrahl gebeugt wird.

[0016] Der gezeigte Sensorkopf 11 besteht im Wesentlichen aus einer Trägerplatte 17 und einem transparenten Substrat 19, auf dessen Rückseite, d.h. jener Seite, welche der Trägerplatte 17 zugewandt ist, eine Lichtquelle 21 und Lichtempfängerelemente 23 angeordnet sind. Die Lichtquelle 21 sendet einen Lichtstrahl aus, dessen Hauptachse mit der Bezugsziffer 22 bezeichnet ist. Vorzugsweise wird eine Lichtquelle verwendet, welche Licht im sichtbaren Bereich ausstrahlt. Für ein besseres Lichtsignal mit einer kleineren Beugung ist Licht mit einer Wellenlänge unterhalb von 460 nm vorteilhaft. Die Massverkörperung 13 enthält mindestens eine erste Spur 25 mit ersten optischen Elementen 27, welche mit einem ersten Sensorbereich 29 der Massverkörperung 13 zusammenwirkt. Neben der ersten Spur 25 ist gemäss dem gezeigten Ausführungsbeispiel eine zweite Spur 31 mit wenigstens einem einzelnen optischen Element 33 vorgesehen. Diese zweite Spur 31 wirkt mit einem zweiten Sensorbereich 35 des Sensorkopfes 11 zusammen. Wie aus Fig. 1 ersichtlich, sind die optischen Elemente 27 der Massverkörperung in einer Ebene angeordnet, welche im Wesentlichen parallel zu den Flachseiten 37 des Substrats ist. Dabei ist die Massverkörperung 13 so relativ zum Substrat 19 angeordnet, dass die Spuren 25, 31 jeweils in einer zur Achse 22 des Lichtstrahls parallelen Richtung mit den Sensorbereichen 29, 35 übereinstimmen.

[0017] Die optischen Elemente 27, 33 sind als fokussierende Linsen oder Spiegel ausgebildet, welche auftreffendes Licht jeweils gebündelt auf den Sensorkopf 11 zurückwerfen. Gemäss dem gezeigten Ausführungsbeispiel besitzen die optischen Elemente 27, 33 die Gestalt eines kreisförmigen Halbzylinders. Dabei dient die erste Spur 25 der Erzeugung eines inkrementalen Positionssignals, und die zweite Spur 31 der Erzeugung eines Index-Signals, wie dies weiter unten noch näher beschrieben wird (Beschreibung zu den Figuren 7 und 8).

[0018] Die Stellung der Massverkörperung relativ zum Sensorkopf ist üblicherweise mit einer Montagetoleranz behaftet, welche die Güte und Zuverlässigkeit des Messsignals direkt beeinflusst. Bei Montagetoleranz null sind die Flachseiten 37 des Substrats 19 parallel zu einer durch die Massverkörperung 13 gehenden Ebene, und die Bewegungsrichtung 15 (= Tangente an eine Kreisbahn im Falle einer auf einer Kreisscheibe vorgesehenen Massverkörperung) verläuft rechtwinklig zu einer Längsmittelachse 39, welche die Sensorbereiche 29, 35 und die Lichtquelle 21 jeweils in zwei Abschnitte teilt. Abweichungen von der genauen relativen Ausrichtung von Massverkörperung 13 und Substrat 19, welche in Figur 1 durch Pfeil 41 angedeutet sind, können die Positionssignale aus den beiden Spuren 25 und 31 gegeneinander verschieben (siehe weiter unten Beschreibung zu Fig. 10). Bei null Toleranz wird die Mittellinie 43 der Massverkörperung im Wesentlichen parallel zu einer durch das Zentrum der Lichtquelle 21 gehenden Achse 45 verlaufen, sofern die Sensorbereiche 29,35 symmetrisch zum Zentrum der Lichtquelle angeordnet sind. Bei null Toleranz des Abstands zwischen Massverkörperung 13 und Sensorkopf 11 ist der Nennabstand vor allem durch die Ausführung der optischen Elemente 27,33 der Massverkörperung 13 bestimmt. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung sind fokussierende optische Elemente und insbesondere dreidimensionale (3D-)Reflektoren besonders bevorzugt, weil diese bezüglich einer Variation des Achsabstandes zwischen Massverkörperung 13 und Substrat 19 besonders tolerant sind.

[0019] Der erfindungsgemässe Sensorkopf 11 gemäss Fig. 2 umfasst das Substrat 19 mit den ersten und zweiten Sensorbereichen 29,35, die Trägerplatte 17 und eine auf der Trägerplatte 17 aufgebrachte Auswerteeinheit 47. Substrat 19, Trägerplatte 17 und Auswerteeinheit 47 sind mittels Klebstoff und Underfill mechanisch fest miteinander verbunden und gegenüber der Umgebung abgedichtet. Die Lichtquelle 21 ist vorzugsweise eine LED, die hinter einer Blende angeordnet ist, welche die Abmessung der Lichtquelle definiert. Von Bedeutung für die vorliegende Erfindung ist, dass die Sensorbereiche 29,35 in einem mehrstufigen Dünnschichtprozess direkt auf dem Substrat abgeschieden sind, durch welchen die Sensoren und die Blende in einem mehrstufigen Ätzverfahren 49 ausgebildet werden. Dieses Herstellverfahren hat den Vorteil, dass die Relation zwischen Blende 49 und Sensorbereichen 29,35 sehr präzis festgelegt werden kann, so dass diese in einer Ätzstufe gemäss Fig. 3b und Fig. 4b ausgebildet werden können.

[0020] Die elektrische Verbindung zwischen den ersten und zweiten Sensorbereichen 29,35 und der Trägerplatte 17 geschieht vorzugsweise mittels Flip-Chip-Montage. Damit die wärmeempfindlichen Sensorbereiche 29,35 während des Herstellungsprozesses nicht beschädigt werden können - was der Fall sein könnte, wenn «bumps» aus Lot eingesetzt würden - werden für die elektrische Kontaktierung sogenannte «stud bumps» oder mit Ultraschall angebrachte Goldkugeln 53 auf dem aus Aluminium gebildeten obersten Sensorbereich 51 (Fig. 3a) aufgebracht. Auf der Trägerplatte 17 wiederum sind Leiterbahnen 55 vorgesehen. Oberhalb dieser Leiterbahnen 55 wird ein Film 57 angebracht, welcher an der Stelle der geplanten elektrischen Verbindung Aussparungen 59 aufweist, die vor der Montage mit Leitklebstoff 54 gefüllt werden (Fig. 3e). Mittels Flip-Chip-Montage können nun Substrat 19 und Trägerplatte 17 miteinander verbunden werden. In der nicht-leitenden Schicht 57 sind an den vorgesehenen Kontaktstellen Aussparungen 59 vorhanden. Als Filmbildner eignen sich unterschiedliche Kunststoffe wie z.B. Epoxyharze. Nach dem Verbinden wird dann der Zwischenraum zwischen Trägerplatte 17 und Glassubstrat 19 mit einem sogenannten «Underfill» 61 ausgefüllt.

[0021] Auf der Rückseite 63 der Trägerplatte 17 ist die Auswerteschaltung 47, z.B. ein ASIC, angeordnet. Die Verbindung der Auswerteschaltung 47 mit der Trägerplatte 17 kann ebenfalls durch Flip-Chip-Montage analog der Verbindung zwischen dem Glassubstrat 19 und der Trägerplatte 17 erfolgen. Zu diesem Zweck sind auf der Rückseite 63 Leiterbahnen 64 und eine nicht-leitende Schicht 65 mit Aussparungen 67 aufgebracht. Die Aussparungen 67 stimmen dabei mit den zu

kontaktierenden Punkten der Auswerteschaltung 47 überein. In diese wird vor dem Zusammenfügen der Trägerplatte 17 mit der Auswerteschaltung 47 ein elektrisch leitender Kleber eingefüllt. Die Durchkontaktierung von der Vorder- zur Rückseite erfolgt mittels Durchbrüchen 69 in der Trägerplatte 17, welche mit einem leitenden Material, z.B. einem Lot oder einem elektrisch leitenden Kleber, gefüllt sind.

[0022] Wie aus der Fig. 2 hervorgeht, ist in einer Ausnehmung 71 der Trägerplatte 17 die Lichtquelle 21, z.B. eine LED, aufgenommen. Ein Distanzelement 75 hält die Lichtquelle 21 in Abstand vom Glassubstrat 19, sodass zwischen der Blende 49 ein Luftspalt 77 vorgesehen ist. Der Luftspalt dient dazu, die im Substrat 19 vorhandene innere Reflexion zu reduzieren, und damit eine bessere Nutzung der Lichtenergie zu erreichen. Die Rückseite der LED Lichtquelle 21 kann mittels eines elektrisch leitenden Klebers 79 kontaktiert sein.

[0023] Von Bedeutung für die Anwendung der vorliegenden Erfindung ist insbesondere die Art der Herstellung der Sensorbereich und der Blende 49 in Dünnschichttechnologie. Dabei werden in einem ersten Schritt alle Schichten, die für den Aufbau der Sensorbereiche nötig sind, grossflächig auf ein transparentes Substrat, vorzugsweise ein Glassubstrat, abgeschieden (Fig. 3a). Die Glassubstratgrösse wird so gewählt, dass eine Vielzahl von > 200, vorzugsweise > 2000 und besonders bevorzugt > 10 000 Sensoranordnungen gleichzeitig hergestellt werden können. Die Auswahl der Substratgrösse erfolgt dabei in Abhängigkeit der vorhandenen Beschichtungsvorrichtung.

[0024] Bei der Herstellung der Lichtempfänger werden auf dem Glassubstrat 13 vorzugsweise folgende Schichten nacheinander aufgebracht (Fig. 3a), was vorzugsweise den Aufbau einer PIN-Diode ergibt:

1. eine leitende transparente Schicht 81, vorzugsweise eine TCO (= Transparent Conducting Oxide) Schicht, mit einer Schichtdicke zwischen 10 und 100 nm, vorzugsweise 20 und 70 nm und besonders bevorzugt zwischen 25 und 50 nm.
2. eine erste n- oder p+ dotierte Schicht 83 mit einer Schichtdicke zwischen 10 und 80 nm, vorzugsweise 20 und 70 nm und besonders bevorzugt zwischen 25 und 50 nm.
3. eine intrinsische (intrisic) Schicht 85 mit einer Schichtdicke zwischen 100 und 1500 nm, vorzugsweise 200 und 1000 nm und besonders bevorzugt zwischen 400 und 800 nm.
4. eine zweite p+ oder n- dotierte Schicht 87 mit einer Schichtdicke zwischen 10 und 80 nm, vorzugsweise 20 und 70 nm und besonders bevorzugt zwischen 25 und 50 nm und
5. eine leitende Oberschicht 51 mit einer Schichtdicke zwischen 200 und 2000 nm, vorzugsweise 500 und 1500 nm und besonders bevorzugt zwischen 700 und 1200 nm.

[0025] Die Abscheidung der verschiedenen Schichten erfolgt vorzugsweise mittels eines CVD (chemical vapor deposition), PECVD (plasma enhanced chemical vapor deposition) oder weiterer ähnlicher, abgewandelter Prozesse wie VHFCVD oder HWCWD statt, d.h. einer plasmaunterstützten chemische Gasphasenabscheidung von vorzugsweise Silan, um eine aSi:h (amorphes Silizium) intrisische Schicht zu erzeugen. Für die Dotierung der Schichten werden dem Silan weitere Gase zugemischt, die die Metalle Germanium (GeH) und/oder Bor (B,H) enthalten.

[0026] Nachdem das Glassubstrat mit den oben genannten Schichten beschichtet ist, wird die Form und Ausdehnung der Lichtempfängerelemente und der Lichtquelle definiert, indem ein Photoresist auf die oberste Schicht 51 aufgebracht, mit einer Maske mit UV belichtet wird und entweder die unbelichtete oder die belichtete Bereichen abgelöst werden. Danach kann in einem ersten Ätzschritt, vorzugsweise mittels Ionenstrahlätzen (Jon beam etching») an jenen Stellen, wo der Resist abgelöst ist, die leitende Deckschicht 51, die zweite dotierte Schicht 87 und vorzugsweise ein Teil der amorphen Siliziumschicht 85 entfernt. Dadurch ist die Struktur der Lichtempfänger bereits gebildet (Fig. 3b). Anstelle des amorphen Siliziums könnten auch ähnliche Materialen eingesetzt werden, die vorzugsweise für die Bildung einer PIN-diode einsetzbar sind.

[0027] Danach wird in einem weiteren Schritt an bestimmten Stellen die TCO-Schicht freigelegt, indem die amorphe Siliziumschicht 85 und die erste dotierte Schicht 83 im Wesentlichen in einem zweiten Ätzschritt (Ionenstrahlätzen und/oder «reactive Ion Beam Etching» (RIE), oder abgewandelte Verfahren) vollständig weggeätzt werden (Fig. 3c). Die Vorgehensweise kann analog dem ersten Ätzprozess sein, d.h. die nicht zu bearbeitenden Stellen werden zuerst maskiert und dann die nicht-maskierten Stellen bearbeitet werden. Diese Verfahrensschritte sind dem Fachmann bestens bekannt, sodass an dieser Stelle nicht näher darauf eingegangen zu werden braucht. Die freigelegten Stellen bilden nach dem Entfernen der amorphen Siliziumschicht die eine elektrische Kontaktstelle 89 des Lichtempfängers. Die andere Kontaktstelle 91 ist durch die leitende Deckschicht 51 gebildet.

[0028] Anschliessend wird der Sensorbereich vorzugsweise mit einer Schutzschicht 93, vorzugsweise einer SiO_2 - Schicht beschichtet (Fig. 3d). Dabei werden die Kontaktstellen 89,91 jeweils durch Ätzen oder im Lift-Off - Verfahren ausgespart. Es sei noch darauf hingewiesen, dass die Figuren 3 und 4 ausschliesslich der Veranschaulichung des Herstellungsprozesses dienen und dass die gezeigten Schichtdicken nicht mit den tatsächlichen Schichtdicken übereinstimmen.

[0029] Wie aus der Fig. 4 hervorgeht, kann die in diesem Ausführungsbeispiel zur Ausbildung der Lichtquelle eingesetzte Blende mittels den gleichen Verfahrensschritten, wie sie für die Herstellung der Lichtempfängerstrukturen und der Kontakte verwendet werden, hergestellt werden. Dabei wird im zweiten Ätzschritt (Fig. 4c) die Blende 49 ausgebildet, indem eine bereits im ersten Ätzprozess angeätzte Stelle noch einmal geätzt wird.

[0030] Die LED kann auf die oberste Schicht 51 aufgeklebt werden, indem sie auf einen Abstandshalter 75 aufgelegt wird (s.a. Fig. 12). Der Distanzhalter 75 sorgt für einen definierten Spalt zwischen dem Substrat 19 und der Lichtquelle 21. Damit wird (in zuverlässiger Weise) eine Kavität für den Klebstoff 79 definiert.

[0031] Zuletzt werden die Sensorbereiche mit der Trägerplatte 17 mittels Flip-Chip-Montage miteinander elektrisch verbunden. Im gleichen Verfahrensschritt wird auch die Vorderseite der Lichtquelle mit der Metallschicht 51, in welcher nicht näher gezeigte Leiterbahnen ausgebildet sind, kontaktiert (Kontaktstelle 95).

[0032] Fig. 5 zeigt eine Anordnung einer Vielzahl von nebeneinander angeordneten Sensorköpfen auf einer grossen Trägerplatte 4,97 in Form eines Wafers. Die Abbildung zeigt die Sensorköpfe 11, die mittels Flip-Chip-Montage auf dem Trägermaterial 97 befestigt sind. Das Trägermaterial ist eine Platte aus elektrisch nicht leitendem Material, auf welcher in einem vorgängigen Beschichtungsprozess sowohl auf der Vorder- wie auch Rückseite Leiterbalmen für die Kontaktierung einer Vielzahl von Lichtempfängern 11 und Auswerteschaltungen 47 aufgebracht sind. Dabei können die Lichtquellen 21 vorgängig entweder direkt auf das Glassubstrat 19 aufgebracht, z.B. durch Kleben, oder in einer Ausnehmung des Trägermaterials 97 integriert werden. Anschliessend kann die Rückseite des Trägermaterials 97 mit den Auswerteschaltungen 47 bestückt werden. Die Montage der Auswerteschaltung 47 kann ebenfalls im Flip-Chip-Verfahren erfolgen. Dabei können das Substrat 19 mit den Lichtempfängerelementen 23 und die Auswerteschaltung 47 gleichzeitig mit der Trägerplatte 17 verbunden werden. Wenn die Sensorköpfe 11 mit den Auswerteschaltungen 47 kontaktiert sind, kann die Encoderfunktion bereits getestet werden. Dies kann in einem automatisierten Prozess erfolgen. Erst danach wird das Trägermaterial zersägt.

[0033] An einer Seitenkante des Trägermaterials 97 sind zwei Einbuchtungen 99 vorgesehen, in welche Stifte 101 eines Werkzeuges eingreifen können. Mit Hilfe der Einbuchtungen 99 und entsprechenden Werkzeugen kann das Trägermaterial 97 während den diversen Prozessschritten genau ausgerichtet werden. Dies erlaubt eine kostengünstige Fertigung.

[0034] In Fig. 6 ist ein Beispiel für einen Miniaturmotor gezeigt, wo dank der kompakten Ausführung des Sensorkopfes ein hochwertiger Sensor angebaut ist. Sollte die Massverkörperung einer Absolutspur gemäss Fig. 8 und eine Inkrementalspur gemäss Fig. 6 vorhanden sein, lässt sich in gleichen Bauvolumen und gleicher Konstruktion ein Absolutgeber bauen. In diesem Fall braucht es eine Bewegung von weniger als etwa 2°, damit die absolute Position ermittelt oder auf der Massverkörperung mittels des Sensorkopfes abgelesen werden kann. Mit Encodern des aktuellen Stands der Technik (mit einer Index-Marke) ist eine Winkelbewegung von bis zu 360° erforderlich, damit ein absoluter Referenzpunkt gefunden werden kann.

[0035] Fig. 6 zeigt einen Encoder 10 mit einem Sensorkopf 11 sowie einer Codescheibe 155, auf deren Oberfläche eine Massverkörperung (nicht gezeigt) angeordnet ist. Die Codescheibe 155 ist mit einer Welle 157 verbunden und dadurch drehbar. Der Sensorkopf 11 und die aus optischen Elementen (nicht gezeigt) gebildete Massverkörperung wirken zur Erzeugung eines Signals zusammen. Dazu weist der Sensorkopf 11 in dieser Ausgestaltungsform eine Lichtquelle 21 auf, welche Licht in Richtung der Massverkörperung aussendet. Die optischen Elemente der Massverkörperung sind auf der dem Sensorkopf 11 zugewandten Seite der Codescheibe 155 angeordnet. Sie werfen das von der Lichtquelle 21 kommende Licht in gebündelter Form zurück auf den Sensorkopf 11, wo es von den Lichtempfängerelementen (nicht gezeigt) registriert wird. Natürlich kann die Lichtquelle auch auf der anderen Seite der Codescheibe 155 angeordnet sein und das Licht durch die optischen Elemente zum Sensorkopf 11 senden. Die gezeigte Lösung, bei der der Sensorkopf 11 sowohl eine oder mehrere Lichtquellen als auch ein oder mehrere Lichtempfängerelemente aufweist, ist jedoch bevorzugt. Für eine korrekte Ausbildung der Positionssignale müssen die Lichtempfängerelemente in einer definierten Position relativ zu den optischen Elementen angeordnet sein. Anstatt, wie aus dem Stand der Technik bekannt, durch ein Werkzeug und/oder eine optische Vorrichtung direkt die Position der Lichtempfängerelemente relativ zur Massverkörperung oder zum Gehäuse anzupassen, wird dies beim gezeigten Encoder 10 indirekt durch eine Abstimmung der Abmessungen der einzelnen Vorrichtungsteile aufeinander erreicht. Der Sensorkopfhalter 141 weist ein erstes Strukturelement in Form einer Öffnung 149 auf, in welche ein Teil des Sensorkopfs 11 passgenau eingesetzt werden kann, wodurch sich eine formschlüssige Verbindung ergibt. Bei diesem Teil des Sensorkopfs 11 handelt es sich mit Vorteil um ein transparentes Substrat 19, auf welches die Lichtempfängerelemente vorzugsweise per Dünnschichtverfahren aufgebracht sind. Bei solchen Verfahren wird eine Vielzahl von Lichtempfängerelementen auf eine Substratplatte aufgebracht, welche anschliessend in (kleinere) Substrate 19 zerschnitten wird. Eine solche Bauform des Sensorkopfs 11 ermöglicht es, dass die Lage der Lichtempfängerelemente relativ zu den Rändern der Substrate durch das genaue Schneiden der Substratplatte bestimmt wird. Der Rand 151 des Substrats 19 kann formschlüssig mit der genannten Öffnung 149 im Sensorkopfhalter 141 zusammenwirken. Die Öffnung 149 ist relativ zu einem zweiten Strukturelement, bei welchem es sich hier um den Rand 153 des Sensorkopfhalters 141 handelt, genau positioniert. Der Rand 153 des Sensorkopfhalters 141 wirkt formschlüssig mit der Innenwand des Gehäuses 143 zusammen, wobei das Gehäuse 143 wiederum in einer definierten Position relativ zur Massverkörperung angeordnet ist. Das heisst, die Position des Sensorkopfs 11 bzw. des Substrats 19 und somit auch die Position der Lichtempfängerelemente relativ zu den optischen Elementen auf der Massverkörperung wird indirekt über mehrere, in ihren

Abmessungen aufeinander abgestimmte Vorrichtungsteile festgelegt. Der Vorteil besteht darin, dass eine mechanische Justierung beim Zusammenbau entfällt. Der Sensorkopfhalter 141 wirkt also gleichsam als Adapter. In Bezug auf die genannten Abmessungen bzw. die definierten Positionen sind mit Vorteil Abweichungen von weniger als 0.2 mm, vorzugsweise weniger als 0.05 mm gewährleistet, was für eine korrekte Funktion der Messvorrichtung im Allgemeinen ausreicht. Das Gehäuse 143 ist durch einen Deckel 145 verschlossen, welcher gegen den Sensorkopfhalter 141 drückt und diesen so im Gehäuse 143 fixiert. Das Gehäuse 143 weist vorzugsweise zwischen Deckel 145 und Gehäuse 143 eine Öffnung auf, durch welche eine Kontaktierung des Sensorkopfs 11 z.B. mittels Kabel 159, vorzugsweise mittels eines Flexkabels, erfolgen kann. Durch diese Anordnung wird eine einfache Montage des Sensorkopfes gewährleistet.

[0036] Die Codescheibe 155 wird auf die Welle 157 vorzugsweise aufgeklebt. Das Durchgangsloch der Codescheibe ist mit Vorteil so gestaltet, dass sich ein oder mehrere Kanäle zwischen der Codescheibe 155 und der Welle 157 ergeben, in denen der Klebstoff Platz findet. Mit Vorteil werden die Codescheibe 155 und die Massverkörperung aus Kunststoff, vorzugsweise aus schwarz gefülltem Kunststoff, ausgebildet. Die Massverkörperung wird dann mit einem Metall beschichtet. Ein Schichtaufbau mit Gold oder mit Aluminium, welches mit Kunstharz beschichtet ist, wird bevorzugt. Bei einer alternativen Ausführungsform wird die Massverkörperung mittels Heissprägen ausgebildet, wobei die verwendete Folie mit Vorteil den folgenden Aufbau aufweist: Ein Trägermaterial aus Kunststoff, eine Aluminiumschicht und eine Kunststofffolie zum Schutz der Aluminiumschicht vor Oxidation.

[0037] Durch diese Anordnung wird eine einfache Montage des Sensorkopfes gewährleistet.

[0038] Die Codescheibe wird auf die Welle vorzugsweise aufgeklebt. Das Durchgangsloch der Codescheibe wird so ausgebildet, dass eine Order mehrere Kanäle zwischen der Codescheibe und der Welle ausgebildet werden, in denen der Klebstoff Platz findet.

[0039] Die Codescheibe und die Massverkörperung werden aus Kunststoff, vorzugsweise schwarz gefülltem Kunststoff, ausgebildet. Die Massverkörperung wird dann mit vorzugsweise gold- oder aluminiumbeschichtet. Auf der Aluminium-Schicht kann allerdings eine zusätzliche Schutzschicht, wie z.B. SiO_2, aufgetragen werden.

[0040] Eine alternative Ausführung einer sieht einen Folienaufbau der Codescheibe vor. Als Trägermaterial kann ein Kunststoff dienen, auf welchem eine Aluminiumschicht und eine Kunststofffolie als Oxydationsschutz der Aluminiumschicht vorgesehen ist. Die Massverkörperung kann mittels Heissprägen auf der Seite der Aluminiumschicht ausgebildet werden.

[0041] Die Fig. 7, 8 und 9 zeigen verschiedene Ausführungsformen von Massverkörperungen 23 und Lichtempfängerelementen 23, die zur Ausbildung mindestens eines Analogsignals 103 dienen. Die Analogsignale 103a und 103b werden in einer Auswerteschaltung verarbeitet und gegebenenfalls in ein weiterverarbeitbares Digitalsignal umgewandelt. Die von der Auswerteschaltung herausgegebenen Signale dienen zur Bestimmung der Position der Massverkörperung relativ zum Sensorkopf. Die Auswertung der Positionsdaten kann mit Hilfe eines Analog- oder Digitalsignals erfolgen.

[0042] Fig. 7 zeigt eine inkrementelle Spur, Fig. 8 die Spur für die Bildung eines Indexes, der zumindest einmal pro Umdrehung ausgewertet wird, Fig. 9 zeigt einen weiteren Spuraufbau, der nach dem Manchester-Code kodiert ist, welcher zusammen mit dem inkrementalen Signal eine Absolutposition definieren kann. Die drei erwähnten Spuren können allein oder in Kombination die Massverkörperung bilden, die auf einem Träger, wie zum Beispiel einer Codescheibe, integriert sein kann und vorzugsweise im gleichen Arbeitsgang wie der Träger gefertigt wird. Die Massverkörperung wird vorzugsweise mit zwei Spuren ausgebildet, wobei die optischen Elemente beider Spuren im Wesentlichen die gleiche Brennweite aufweisen.

[0043] Die in Fig. 7 dargestellte Spur 25 der Mass Verkörperung besteht aus in regelmässigen Abständen voneinander angeordneten identischen optischen Elementen, die in Bewegungsrichtung 15 in regelmässigen Abständen angeordnet sind. In der Figur 7 sind die optischen Elemente halbkreiszylindrische Reflektoren, welche die bevorzugte Ausführungsform im Rahmen der vorliegenden Erfindung darstellen. Das von der Lichtquelle ausgesandte Licht wird durch ein optisches Element der Massverkörperung gebündelt und auf die Sensorebene 100 fokussiert. Dort trifft das Licht in einem Punkt 108 auf. Der benachbarte Bereiche 107 der Sensorebene wird hingegen nicht oder nur mit wenig Licht beaufschlagt. Die Verteilung der Lichtintensität auf der Sensorebene wird durch die Kurve 101 dargestellt. Der Punkt 101h der Kurve entspricht einer hohen Energiedichte, der Punkt 101t einer niedrigen Energiedichte. Die elektrische Umwandlung der Lichtintensität in ein elektrisches Signal erfolgt mit zumindest zwei Lichtempfängerelementen 23, welche vorzugsweise um ungefähr 180° versetzt zueinander angeordnet sind. Dies bedeutet, dass immer dann, wenn das eine Lichtempfängerelement ein Maximum registriert, das andere Lichtempfängerelement ein Minimum registriert, und umgekehrt. Mit den beiden Lichtempfängerelementen werden zwei Analogsignale 103A+ und 103A- erzeugt, welche an die Auswerteschaltung zur Weiterverarbeitung weitergeleitet werden. Die Auswerteschaltung kann aus den Analogsignalen 103 sodann ein Digitalsignal 104 bilden.

[0044] Fig. 8 zeigt die Indexspur 31 einer Massverkörperung bestehend aus einem einzelnen, im Schnitt ungefähr halbkreiszylindrischen Reflektor, der um die Achsen 105 zentriert ist. Die Breite dieses Reflektors wird zwischen 100% und 300% der Breite eines Reflektors der Inkrementalspur sein. Auf der Sensorebene 100 wird das Licht im Wesentlichen in einem Punkt 108 gebündelt, wobei der angrenzende Bereich 107 nur mit wenig Licht beaufschlagt wird. Der restliche Bereich 109 wird mit einer im Wesentlichen konstanten und unmodulierten Lichtmenge beaufschlagt. Die Verteilung der Lichtintensität auf der Sensorebene 100 ist durch die Kurve 101 dargestellt, wobei der Punkt 101h einer hohen Energie-

dichte und der Punkt 101t einer niedrigen Energiedichte entspricht. Die Umwandlung der Lichtintensität in ein elektrisches Signal erfolgt vorzugsweise mit einer speziellen Anordnung von Lichtempfängerelementen 23. Gemäss einer bevorzugten Ausführungsform bestehen die Lichtempfängerelemente 23 aus einem Hauptempfänger 23Z+ und zwei Empfängern 23Z-, welche symmetrisch zum Hauptempfänger 23Z+ angeordnet und elektrisch miteinander verbunden sind. Vorteilhafterweise ist die Gesamtfläche der Empfänger 23Z- um wenigstens 10%, vorzugsweise wenigstens 20% und besonders bevorzugt wenigstens 30% grösser als die Gesamtfläche des Hauptempfängers 23Z+. Dies ist von Bedeutung im Zusammenhang mit der Auswertung der Signale. Dadurch, dass die Flächeninhalte der beiden Lichtempfängerelemente Z+/Z- sich unterscheiden, kann sichergestellt werden, dass das Signal 103a vom Signal 103b deutlich beabstandet ist, sodass diese sich im restlichen Bereich 109 keinesfalls kreuzen können. Mit dieser Lichtempfängeranordnung werden zwei Analogsignale 103a und 103b erzeugt, die in der Auswerteschaltung weiterverarbeitet werden. Dabei können die Signale z.B. in einer Komparatorschaltung verglichen werden, wobei ein Kreuzungspunkt der beiden Signale jeweils eine Veränderung des Digitalpegels, d.h. eine der Flanken des Impulses 104 erzeugt.

[0045] Für die Bildung eines stabilen digitalen Pulses 104 ist es von Bedeutung, dass die beiden Signale 103a und 103b sich mit einer grossen Steigung kreuzen. Dies wird durch die spezielle Anordnung der Lichtempfängerelemente 23 erreicht: In der zentralen Stellung gemäss Fig. 8 trifft der gebündelte Lichtstrahl hauptsächlich auf das mittlere Empfängerelement 23Z+, wodurch der Signalpeak 103aa gebildet wird. Damit der Signalpegel 103ba so tief wie möglich ist, sollen die beiden Lichtempfänger 110Z- beispielsweise im Punkt 107 weniger Licht als normal, d.h. wenn der Lichtstrahl nicht moduliert ist, empfangen. Dies wird dadurch erreicht, dass die schräg liegenden Lichtempfängerelemente am oberen Teil, d.h. am proximalen Ende, etwas breiter als am distalen Ende ausgebildet sind. Die gezeigte Ausgestaltung der Empfänger 23Z+,23Z- mit einem ersten länglichen Lichtempfängerelement 23Z+ und zwei zweiten länglichen Lichtempfängerelementen 23Z-, die im Wesentlichen spiegelbildsymmetrisch und in einem Winkel zur Längsachse des ersten Empfängerelements 23Z+ angeordnet sind, kann als optimal angesehen werden. Mit dieser Gestalt der Lichtempfängerelemente können Signale 103a und 103b gebildet werden, die in den gegenseitigen Kreuzungspunkten eine grosse Steigung aufweisen, sodass ein zuverlässiges Grundsignal Zb für das Indexsignal gebildet werden kann.

[0046] Vorzugsweise fällt der geometrische Schwerpunkt 102b der beiden Lichtempfängerelemente 23Z+ und 23Z- möglichst im gleichen Punkt zusammen. Fallen die Schwerpunkte nicht zusammen, d.h. sind diese voneinander beabstandet, dann verändert sich das Pegelverhältnis zwischen den beiden Signalen 103a und 103b, wenn der Abstand zwischen der Massverkörperung 13 und dem Substrat 19 sich verändert (s. Fig. 1). Dank der beschriebenen, vorteilhaften geometrischen Ausbildung der Empfängerelemente 23 kann der Abstand zwischen Massverkörperung und Sensorkopf in einem relativ grossen Bereich variieren, ohne dass die Signalqualität darunter leiden würde, wodurch die eher grosse Toleranz bei der axialen Lage von Wellen bei Kleinmotoren problemlos aufgenommen werden kann. Dies hat auch den Vorteil, dass aufwändige Justierarbeiten nicht erforderlich sind.

[0047] Fig. 9 zeigt eine Spur 31 der Massverkörperung. Die Spur enthält wie die in Fig. 7 gezeigte inkrementalspur eine Vielzahl von optischen Elementen, wobei die optischen Elemente hier aber nicht alle gleich ausgerichtet sind. Jedes der optischen Elemente ist so ausgestaltet und/oder angeordnet, dass es das Licht entweder auf einen ersten oder einen zweiten Punkt auf der Sensorebene fokussiert. Die beiden Punkte repräsentieren die 0 (Null) bzw. die 1 (Eins) eines Binärcodes. Die Abfolge der Nullen und Einsen (Binärziffern) definiert einen Code, z.B. einen 8-Bit-Code, bei dem 8 aufeinander folgende Binärziffern einen charakteristischen Positionswert definieren, der nur ein einziges Mal vorkommt. Im vorliegenden Beispiel liegt der eine Punkt links von der Achse 105 und der andere rechts davon. Es ist aber auch möglich drei oder mehr verschiedene Punkte vorzusehen, d.h. die optischen Elemente entsprechend anzuordnen und/oder auszugestalten, dass durch die Abfolge der unterschiedlich positionierten Auftreffpunkte 108 auf der Sensorebene 100 z.B. ein ternärer Code entsteht. Bevorzugt ist jedoch ein binärer Code, insbesondere ein sogenannter Manchester-Code. Auf der Sensorebene 100 wird das Licht in einem Punkt 108 gebündelt, der jeweils asymmetrisch zur Achse 105 angeordnet ist. Nur wenig Licht fällt dabei auf den Bereich 107. Die Verteilung der Lichtintensität auf der Sensorebene ist durch die Kurve 101 dargestellt, Die elektrische Umwandlung der Lichtintensität in ein elektrisches Signal erfolgt mit zumindest zwei um 180o zueinander versetzt angeordneten Lichtsensoren 23. Mit den Lichtempfängerelementen 23 werden zwei Analogsignale 103A+ und 103A- erzeugt, die zusammen mit einem Inkrementalsignal an eine Auswerteschaltung geliefert werden. Die Auswerteschaltung wird mit Hilfe des Inkrementalsignals die Signale 103 so auswerten, dass der Bitwert der Teilung bestimmt wird und in einem Digitalsignal ausgegeben wird. Das Lesen des Bitwerts erfolgt bei jeder vierten abfallenden Flanke des Indexsignals, indem in diesem Zeitpunkt der Unterschied zwischen Signal 103A+ und 103A- abgelesen wird.

[0048] Die Reihenfolge der Bitwerte der Massverkörperung wird so gewählt, dass bei einer bestimmten Anzahl von nacheinander folgenden Bits eine gleichwertige Reihenfolge nur einmal zu finden ist. Die Reihenfolge wird vorzugsweise gemäss Manchester-Code gebildet.

[0049] Fig. 10 zeigt eine Anordnung der Lichtempfängerelemente 23 für einen 3-Kanal Encoder, wobei die durch das Zentrum der Lichtquelle verlaufende Hauptachse des ausgesandten Lichtstrahls sich mit der Mittellinie 43 der Massverkörperung (Fig. 1, 2) kreuzt (s. Fig. 1). Im Bereich 25 (erste Spur der Massverkörperung) werden die Lichtempfängerelemente für das Inkrementalsignal und im Bereich 31 (zweite Spur der Massverkörperung) diejenige für das Indexsignal angeordnet. Der gleiche Sensorkopf könnte ebenfalls für einen Absolut-Encoder mit Manchchester-Code eingesetzt werden, wobei dann der Bereich 25 unverändert bleibt und im Bereich 31 zumindest zwei Empfängerelemente Typ wie in Fig. 9 gezeigt angeordnet sind.

[0050] Damit der Encoder unempfindlich gegenüber Montagetoleranzen ist, d.h. in Bezug auf die Zentrierung der Lichtquelle und Winkelstellung des Sensorkopfes bezüglich der Hauptachse 43 (vgl. Fig. 1) der Massverkörperung, wird vorzugsweise in Bezug auf die Bewegungsrichtung 15 folgende Reihenfolge der Lichtempfängerelemente gewählt: A+/B-/A-/B+ oder A-/B+/A+/B-, d.h. eine in Bezug auf die beiden Kanäle A und B symmetrische Anordnung der Lichtempfängerelemente bezüglich der Achse 39 (s. Fig. 1). Dabei sind die Lichtempfängerelemente A+,A- und B-,B+ jeweils um ungefähr 180° versetzt zueinander angeordnet. Auf diese Weise werden sowohl für den Kanal A als auch für den Kanal B zwei um 180 Grad versetzt zueinander angeordnete, ungefähr sinusförmige Kurven erhalten, die in einer Komparatorschaltung in einer Digitalsignal umgewandelt. In dieser Anordnung werden die Kontaktstellen und die Verknüpfung zwischen den Lichtempfängerelementen 23 im gleichen Material wie die Lichtempfängerelemente gebildet, d.h. dass diese Bereiche ebenfalls optoelektronisch aktiv sind. Es ist dann darauf zu achten, dass der Schwerpunkt jedes der 4 Lichtempfängerelemente im Bereich 25 im Wesentlichen den gleichen Abstand von der Lichtquelle 21 hat (siehe Linie 102). Hier markieren die Punkte 102b jeweils den Schwerpunkt eines U-förmigen Empfängerelements. In Richtung 15 sollen dabei die Abstände zwischen den Schwerpunkten 102b mit der Teilung der Massverkörperung im Wesentlichen übereinstimmen. Die normale Breite eines Lichtempfängers im Bereich 25 wird vorzugsweise zwischen 40 und 80% der Breite einer Teilung der Massverkörperung gewählt. Unter Breite soll in diesem Zusammenhang jene Dimension der Lichtquelle verstanden werden, welche parallel zur Hauptachse 43 verläuft. Um den Schwerpunkt eines Arrays von Lichtempfängerelementen am richtigen Ort zu erhalten, ist es meist notwendig, die Breite der Empfängerelemente an gewissen Stellen 106 breiter zu machen. Die Bezugsziffer 110 zeigt die Kontakte zur TCO-Schicht.

[0051] Vorteilhafterweise wird die Breite der Lichtquelle 21 resp. der Blende 49 zwischen 60 und 150 % vorzugsweise 100% bis 120% der Breite einer Teilung gewählt. Ist die Breite der Blende 49 zu klein, wird zu wenig Lichtenergie durchgelassen. Ist die Breite der Blende 49 zu gross, dann wird die Breite des Lichtspots zu gross, sodass die Signale zu flach werden, um zuverlässig ausgewertet zu werden.

[0052] Eine gleiche Anordnung der Lichtquelle und der optischen Empfängerelemente könnte mit anderen Technologien verwirklich werden, wenn z.B. die Lichtquelle 21 als eine Licht emittierende OLED direkt auf das Substrat 19 aufgebaut würde, und die Lichtempfängerbereiche 35, 25 einen ähnlichen Schichtaufbau wie die OLED hätten. Sowohl OLED wie auch die Lichtempfängerelemente bestehen aus dünnen Schichten, wie gezeigt in Fig. 3a, wobei jedoch unterschiedliche Ausgangsmaterialen zum Einsatz kommen können.

[0053] Fig. 11 zeigt eine andere Anordnung von Lichtempfängerelementen, wobei die einzelnen Empfängerelemente über Vias durch die SiO_2-Schicht mit auf der SiO_2 Schicht angelegten leitenden Bahnen, vorzugsweise aus Aluminium, elektrisch verbunden sind. Der Vorteil dieser Anordnung liegt darin, dass die Lichtempfängerelemente 23 optimal gestaltet werden, ohne dass die Übergangsleitungen und/oder Kontaktstellen die Bildung der Analogsignale beeinflussen können. Insofern wird so eine Lösung mehr kosten, da zusätzliche Schichten und Vorkehrungen getroffen werden müssen Eine Anordnung der Empfängerelemente 23 in der Bewegungsrichtung 15 hat die gleichen Vorteile, wie sie schon bei der Beschreibung der Fig. 10 angegeben wurden.

[0054] In Fig. 12 ist eine bevorzugte Ausbildung der Lichtquelle bestehend aus Blende und LED gezeigt (s. a. Fig. 2). Die LED wird wie in Fig. 4c beschrieben auf das Glassubstrat 19 aufgeklebt und strahlt durch die Öffnung, die in dem Dünnschichtaufbau ausgespart ist. Die LED 21 ist in der Ausnehmung 71 der Trägerplatte 17 aufgenommen. Es sind verschiedene Varianten gezeigt, wie die Lichtquelle am Glassubstrat 19 montiert werden kann. Fig. 12a zeigt die Lichtquelle mit einer Emissionsschicht 161 und einer Kontaktschicht 163. Zwischen der Lichtquelle 21 und dem beschichteten Glassubstrat 19 ist ein Abstandhalter 75 vorgesehen, welcher die die Lichtquelle in Abstand zum Substrat 19 hält. Es ist erkennbar, dass bei dieser Konstruktion die Gefahr besteht, dass seitlich austretendes Licht 165 auf den Lichtempfänger fällt. Die Bezugsziffer 170 zeigt den von der Lichtquelle ausgesandte Lichtkegel in Richtung zur Massverkörperung.

[0055] Diese Anordnung ist nachteilig, weil das erzeugte Streulicht in dem Lichtsensorbereich eindringen kann, was zu Signalstörungen führen kann.

[0056] Fig. 12b zeigt eine isolierte Lichtquelle, bei welcher die Emissionsschicht 161 am Rand mit einer nicht transparenten Deckschicht 167 beschichtet ist. Damit kann verhindert werden, dass Streulicht auf den Lichtempfänger fällt. Gemäss Fig. 12c ist die nicht transparente Deckschicht 167 nicht auf die Lichtquelle 21 sondern auf dem Lichtempfänger aufgebracht. Weitere Vorkehrungen können darin bestehen, dass als «Underfill» ein Material gewählt wird, welches lichtundurchlässig ist oder eine geringe Transmission für Licht hat.

[0057] Fig. 13 zeigt eine Schaltung, mit welcher Montagefehler bezüglich der Winkelstellung 41 von Sensorkopf in Bezug auf die Hauptachse der Massverkörperung kompensiert werden kann, damit das Indexsignal unabhängig von so einem Winkelfehler zuverlässig funktionieren kann.

[0058] Fig. 13a zeigt die Signale A, B, Zb und Z. Signal Z wird aus der Kombination der Signale A und B und Zb gebildet. Das in dieser Fig. 13a abgebildete Signal Z besteht aus zwei Impulsen, was grundsätzlich nicht erwünscht ist. Durch eine Rekombination der ursprünglichen Signale A und B werden in Fig. 13b andere Signalzustände erzeugt, wobei das Signal Zb beinahe zentrisch zum Bereich der Signale A und B im Plus ist. Das resultierende Signal besteht folglich aus einem einzigen Puls. Um dies zu erreichen, werden die Eingangssignale A und B invertiert und/oder umgetauscht nach der

Wahrheitstabelle Fig. 13c, welche Kombination durch zwei Signal X1 und X2 angesteuert werden i, was einer Verschiebung des Signals Zb gegenüber den Signalen A und B gleich kommt.

[0059] Die beiden Kanäle A und B der Fig. 13b bestehen für den Kanal A aus dem invertierten Eingangskanal B und für den Kanal B aus dem Eingangskanal A. Somit bildet die Kombination der Signale aus Kanal A und Kanal B und Kanal Zb ein Indexsignal mit einem einzigen Puls.

[0060] Die Signalverarbeitung nach der Wahrheitstabelle kann durch die abgebildete Schaltung (Fig. 13d) erfolgen. Die Schaltung wird durch zwei Steuersignale XI und X2 angesteuert. Die Signale Ain 200 und Bin 201 werden durch zwei Inverter 206, 207 invertiert. Die Schaltung enthält zusätzlich 4 Mutliplexer 208, die je nach Zustand der Steuersignale X1, X2 das eine der zwei Signale im Eingang an den jeweiligen Ausgang weiterleiten. Die in Fig. 13a und 13b angeführten Beispiele sind die Steuersignale X1=0 und X2=1 gestellt, wobei die Schaltwege mit dickeren Linie in der Fig. 13d eingetragen sind.

[0061] In Fig. 14 wird ein spezieller Aufbau eines Absolutencoders schematisch dargestellt, der auch bei still liegendem Substrat oder still liegender Welle, bzw. im Kaltstart, ein absolutes Positionssignal ermitteln kann. Dies wird durch eine spezielle Vorrichtung ermöglicht, welche eine relative Bewegung zwischen Massverkörperung und Sensorkopf erlaubt. Die Vorrichtung besitzt einen Schwenkarm (oder eine äquivalente Einrichtung), auf welchem der zumindest eine Sensorkopf befestigt ist. Der Schwenkarm wird mit einem Motor angetrieben, und erzeugt eine Relativbewegung zwischen Massverkörperung und Sensorkopf, die einem Bruchteil, vorzugsweise weniger als 5 Grad, einer ganzen Umdrehung entspricht. Durch Auswertung der aus dem Sensorkopf kommenden Signale kann die absolute Position ermittelt werden. Dies wird wiederum dank der kompakten Bauweise des Sensorkopfes und der toleranzfreundlichen Bauweise dieser Anordnung möglich.

[0062] Fig. 14 zeigt den schematischen Aufbau des Absolutencoders mit einem Gehäuse 1, einer gelagerten Welle 2, einer Codescheibe 3 mit einer Massverkörperung 4 mit vorzugsweise einer Absolutspur nach Fig. 8 und einer Inkrementalspur nach Fig. 6, einem fixen oder um einen kleinen Winkel schwenkbaren Träger 10, auf welchem zumindest ein Sensorkopf 3,4 angebracht ist. Die Codescheibe ist auf einer Welle 201 zentrisch befestigt, welche in einem Gehäuse 202 mit zumindest einem Lager 208 formschlüssig ist.

[0063] Bei einer kleinen Bewegung der Achse von weniger als 3° wird eine Positionszahl, womit ein Positionswert der Codescheibe ermittelt. Danach werden die Positionswerte durch ab/auf Zählung der Pulse aus der Inkrementalspur bestimmt. Darüber hinaus kann mit so einem Absolutgeber eine redundante Bestimmung der Positionswerte während der Bewegung der Massverkörperung durchgeführt werden, indem die aus dem Inkrementalzähler ermittelten Positionswerte mit den aus der Absolutspur ermittelten Positionswerten verglichen werden.

[0064] Somit ergibt sich eine zusätzliche Sicherheit bei der Ermittlung der Positionswerte des Positionsmessvorrichtung.

[0065] Vorzugsweise wird der Manchester-Code mit einem oder mehreren Paaren von Empfängerelementen gelesen (s. Fig. 8). Eine Positionszahl wird zwischen 1 und einer maximalen Anzahl von Positionswerten durch eine Bewegung der Massverkörperung in Relation zum Sensorkopf ermittelt. Die Länge der Positionszahl, in binärer Form ausgedrückt, ist die Anzahl von Bits, welche durch die Länge der Massverkörperung bestimmt ist. Die Positionszahl wird durch Lesen einer Anzahl von aufeinanderfolgenden Bits ermittelt. Eine Positionszahl ist durch die nach dem Manchestercode ausgebildete Massverkörperung definiert. Auf die ganze Länge der Massverkörperung sind die Positionszahlen singulär, d.h. bestimmen jeweils die Lage der Massverkörperung relativ zu den Lichtempfängern. Die Umwandlung der gelesenen Positionszahl in einen Positionswert erfolgt mit der Auswerteschaltung.

[0066] Eine redundante Ermittlung der Positionswerte kann gegen Lesefehler absichern, indem mehrere aufeinander folgende Positionszahlen registriert werden. Dies bedeutet, dass eigentlich eine «verlängerte» Positionszahl aufgenommen wird. Die verlängerte Positionszahl wird in mehrere Positionswerte umgewandelt. Sollten die Positionswerte nicht in einer Reihe anordenbar sein, dann würde dies auf einen Lesefehler des Manschestercodes schliessen lassen.

[0067] In der Fig. 14 ist eine Anordnung gezeigt, wo die Auswerteschaltung ausserhalb des Sensors angeordnet ist. Die Auswerteschaltung ist mit 3 Leitungen 186 mit dem Encoder verbunden (schematische Darstellung). Zwei Leitungen übertragen die Impulse aus den Kanälen A und B, 104 und die dritte Leitung ein Digitalsignal, das die Positionszahlen der Absolutspur abbildet. Somit werden Positionsinformation in redundanter Weise zwischen Encoder 10 und Auswerteschaltung 187 übertragen. Damit wird eine sichere Übertragung der Positionszahlen, und Ermittlung der Positionswerte gewährleistet. Die Auswerteschaltung übergibt mittels eines herkömmlichen Datenbusses, wie z.B. SPI, I2C, Profibus etc., die Daten beispielsweise weiter zu einer SPS Steuerung. Die Auswerteschaltung umfasst vorzugsweise einen Mikroprozessor 188, der die Übersetzung der Positionszahlen in Positionswerte vornimmt und vorzugsweise sogleich an eine externe SPS - Steuerung weitergibt.

[0068] Ein Nachteil eines Encodersystems mit Manchester-Code liegt darin, dass für die Bestimmung der Absolutposition eine relative Bewegung der Mass Verkörperung, und damit eine Bewegung der zu messenden Maschinenteile notwendig ist, um die absoluten Positionswerte zu ermitteln. Dies wird vom Maschinenbauer nicht geschätzt.

[0069] Es ist erwünscht, dass ein Positionswert beim Einschalten der Maschinen noch bevor irgendwelche Bewegungen stattfinden, ermittelbar ist. Dies wird dadurch gelöst, dass die Codescheibe einer grosse Anzahl von Spuren aufweist, die

min. je einem Empfängerelement pro Spur zugeordnet ist. Diese Gattung von Positionsmessvorrichtung passen nicht in kleine Gehäuse.

[0070] Eine weitere Ausführungsform der Erfindung besteht deshalb darin, dass Mittel vorgesehen sind, die eine Bewegung des Sensorkopfes relativ zur Massverkörperung intern im Sensor ermöglichen, so dass auf Knopfdruck eine Ermittlung der Positionswertes möglich wird, ohne dass die Maschine in Bewegung gesetzt werden muss. Dies wird erreicht, indem der Träger, z.B. eine Codescheibe, um ca. 3° verdreht wird. Dies kann beispielsweise mit einem Motor 185 und einem Exzenter 184, der vorzugsweise formschlüssig in einen Schlitz 183 des Schwenkarms eingreift. Die durch diese Bewegung erzeugten Signale (Kanal A, Kanal B und M-Code) können dann zur Ermittlung der Positionswerte verwendet werden.

[0071] Fig. 14. zeigt einen kompakten Kit Encoder, bestehend aus einem Gehäuse 1, einem Sensorkopf 2, einer Codescheibe 3 und einem am Motor anzubringenden Flansch 4. Die Codescheibe wird auf einem provisorischen Lager zentrisch gehalten. Das Lager hat die Funktion, die Codescheibe während dem Montagevorgang zentrisch zum Gehäuse zu halten. Das Lager selbst kann ein Kugellager oder ein vorzugsweise aus Teflon hergestelltes Lager sein. Der Flansch 4 wird am Motorteil zentrisch in Bezug auf eine Welle montiert und vorzugsweise mit Schrauben befestigt. Nachträglich wird das Gehäuse auf dem Flansch vorzugsweise eingeschnappt und gleichzeitig die Codescheibe an der Welle angebracht. Die Codescheibe enthält Kanäle, in welche Klebstoff eingebracht werden kann. Fig. 15a zeigt einen Kanal mit Schlitzen und Fig. 15b Kanäle, die werkzeugseitig einfacher herstellbar sind. Dabei kann ein Anzahl von Räumen gebildet werden, wo Klebstoff Platz finden kann.

[0072] Der Sensorkopf wird auf einer Leiterplatte montiert, die mit einem Flachkabel verbunden ist. Vorzugsweise wird diese Leiterplatte im Gehäuse eingeschnappt. An der Leiterplatte oder an einem zusätzlichen Träger wird ein Lager angebaut. Das Lager hat eine Montagefunktion zu erfüllen, so dass zum Beispiel ein Gleitlager aus Teflon von Vorteil ist, damit die Rotation der Motorwelle durch dieses provisorische Lager nicht belastet wird. Die Kabelausgänge sind so angeordnet, dass das Kabel radial oder tangential innerhalb des Gehäusedurchmessers weitergeführt werden kann, was durch entsprechende Ausbildung des Gehäuses realisiert wird.

[0073] Die Fig. 15 bis 17 zeigen eine Positionsmessvorrichtung. Es handelt sich hierum einen Encoder 10, welcher eine besonders kompakte Bauform aufweist. Diese Bauform ist charakterisiert durch eine bestimmte Anordnung der Codescheibe 155, der darauf angebrachten Masserverkörperung 13, des Gehäuses 143 und des Sensorkopfs 11, welcher mit der Massverkörperung 13 zur Erzeugung eines Signals zusammenwirkt. Die Massverkörperung 13 befindet sich hier auf derjenigen Seite 249 der Codescheibe 155, welche vom Gehäuse 143 abgewandt ist. Gemeint ist hier bevorzugt ein neben, entlang oder im Wesentlichen parallel zu der flachen Seite der Codescheibe 155 verlaufender Teil des Gehäuses 143 und/oder der obere Teil des Gehäuses 143. Vorzugsweise ist also die Codescheibe 155 zwischen der Innenseite des Gehäuses 143 (oder der Innenseite des genannten Teils des Gehäuses) und dem Sensorkopf 11 oder der Leiterplatte 251 angeordnet. Aus der Tatsache, dass die Aufnahme 267 für die Welle (oder zumindest der grössere Teil, insbesondere mindestens 70 oder 90% der Länge der Wellenaufnahme) auf derselben Seite der Codescheibe 155 angeordnet ist, wie die Massverkörperung 13, ergibt sich eine wesentliche Platzersparnis. Der Grund dafür ist, dass der Ort der Messung, also der Bereich zwischen Massverkörperung 13 und Sensorkopf 11 neben der Welle bzw. der Wellenaufnahme 267 angeordnet ist. Mit Vorteil ist der Sensorkopf 11 auf eine Leiterplatte 251 montiert, welche formschlüssig mit dem Gehäuse 143 zusammenwirkt. Besonders bevorzugt geschieht dies über eine Schnappverbindung 153. Eine sehr einfache Montage des Encoders 10 kann durch den Einsatz eines Adapterteils 255 bewerkstelligt werden, welches ein erstes Verbindungsmittel 257 und ein zweites Verbindungsmittel 259 aufweist. Bei Letzterem handelt es sich dann mit Vorteil um eine Schnappverbindung 259, welche z.B. durch ein oder mehrere Vorsprünge 261 und ein oder mehrere Vertiefungen 263 gebildet wird. Vorsprünge 261 und Vertiefungen 263 können am Gehäuse (insbesondere an der Gehäuseinnenwand) und/oder am Adapterteil 255 angeordnet sein. Vorzugsweise handelt es sich um eine lösbare Verbindung. Vorteilhafterweise besitzt das Gehäuse 143 ein Montagelager 265, in welches die Codescheibe 155 und/oder eine mit der Codescheibe 155 verbundene Aufnahme 267 für eine Welle aufgenommen sein. Letzteres deshalb, weil die Codescheibe 155 und die Wellenaufnahme 267 entweder einstückig ausgebildet sein können, was bevorzugt ist, oder eben miteinander verbundene Einzelteile darstellen können. Beim erfindungsgemässen Encoder 10 sind vorzugsweise das Gehäuse 143 und/oder die Leiterplatte 251 und/oder die Codescheibe 155 und/oder die Verbindungsmittel 253 und/oder 259 aus Kunststoff gefertigt. Eine besonders kompakte Bauform wird darüber hinaus erreicht, wenn die Kontaktierung des Sensorkopfs 11 über eine seitliche Öffnung 269 im Gehäuse 143 erfolgt. Diese Öffnung 269 ist mit Vorteil auf der von der Codescheibe 155 abgewandten Seite des Sensorkopfs 11 und/oder der Leiterplatte 251 angeordnet. Die Kontaktierung kann so auf der Unterseite des Sensorkopfs 11 oder - wenn der Sensorkopf 11 über die Leiterplatte 251 kontaktiert ist - auf der Unterseite der Leiterplatte 251 erfolgen. Die genannte Kontaktierung kann über ein oder mehrere Kabel 159 bewerkstelligt werden, welche durch die Öffnung 269 ins Gehäuse 143 gelangen. Dabei handelt es sich mit Vorzug um flache Kabel 159 wie sie in den Figuren gezeigt werden, wobei Flexkabel besonders bevorzugt sind. Die Öffnung 269 weist deshalb mit Vorteil eine längliche Form auf und ist bevorzugt im Wesentlichen parallel zur Codescheibe 155 und/oder zur Leiterplatte 251 angeordnet. Das flache Kabel 159 ist ebenfalls entsprechend ausgerichtet. Wenn das Gehäuse 143 auf einer Seite 245 eine Einbuchtung 273 aufweist, welche sich an die Öffnung anschliesst, ist dies besonders vorteilhaft. Insbesondere dann, wenn die Einbuchtung von der Öffnung entlang der Seite 245 des Gehäuses 143 bis zu einer anderen Seite 247 oder bis zu einem Rand des Gehäuses 143 oder bis zu einer Kante des Gehäuses 143 verläuft. Die Einbuchtung 273 kann von der Öffnung 269 z.B. bis zur Oberseite 245 des Gehäuses 143 verlaufen. Das Kabel 159 kann so in der Einbuchtung 273 positioniert sein. Wenn

das Gehäuse 143 - was bevorzugt ist - eine zylindrische Form aufweist, liegt das Kabel 159 so bevorzugt innerhalb des Zylinderradius. Weiterhin ist es von Vorteil, wenn die Positionsmessvorrichtung, bzw. der Encoder 10 eines oder mehrere der Merkmale aufweist, wie sie in anderen Teilen dieses Dokuments beschrieben sind. Insbesondere die Ausgestaltung des Sensorkopfs 11 und der Massverkörperung seien genannt. Die Massverkörperung weist beispielsweise bevorzugt mindestens zwei Spuren auf, wobei es sich bei einer Spur um eine Inkrementalspur handelt und wobei es sich bei einer zweiten Spur vorzugsweise entweder um eine Indexspur oder eine codierte Spur handelt, wie sie in diesem Dokument beschrieben werden.

Legende:

[0074]

10	Encoder
11	Sensorkopf
13	Massverkörperung
15	Bewegungsrichtung der Massverkörperung relativ zum Sensorkopf
17	Trägerplatte
19	Substrat
21	Lichtquelle
22	Hauptachse des ausgesandten Lichtstrahls
23	Lichtempfängerelemente
25	erste Spur der Massverkörperung
27	erste optische Elemente
29	erster Sensorbereich
31	Zweite Spur der Mass Verkörperung
33	zweites optisches Element
35	zweiter Sensorbereich
37	Flachseiten des Substrats
39	Längsmittelachse
41	Pfeil
43	Mittellinie der Massverkörperung
45	Achse durch die Lichtquelle
47	Auswerteschaltung
49	Blende
51	Metallschicht auf Sensoren
53	Lotkugeln
55	Leiterbahnen auf Trägerplatte
57	nicht leitende Schicht (Permanentresist)
59	Aussparungen
61	Underfill
63	Rückseite der Trägerplatte
64	Leiterbahnen auf der Rückseite der Trägerplatte

65	nicht-leitende Schicht
67	Aussparungen
69	Durchbrüche in der Trägerplatte
71	Ausnehmung für Lichtquelle
73	Halter
75	Distanzhalter
77	Luftspalt
79	Kleber
81	leitende transparente Schicht
83	Erste dotierte Schicht
85	amorphe Siliziumschicht
87	zweite dotierte Schicht
89, 91	Kontaktstellen des Lichtempfängers
93	Schutzschicht
95	Kontaktstelle zw. Lichtquelle und Schicht 51
96	Stift eines Werkzeugs
97	Trägermaterial
99	Einbuchtungen
100	Sensorebene
101	Kurve der Lichtintensität (h /1)
102	Linie, auf der die Schwerpunkte der Lichtempfängerelemente angeordnet sind
102b	Schwerpunkt der Lichtempfängerelemente
103a, 103b	Analogsignale (A+ / A- / a / aa / ab / ac / b / ba / bb)
104	Digitalsignal
105	Achse des optischen Elements
106	Diode
107	Benachbarter Bereich zu 108
108	Auftreffpunkt des Lichts auf 100
109	Restlicher Bereich (d.h. ohne Bereiche 107 und 108)
111	VIAS ?? (elektrisch leitende Verbindungen / Schichten zwischen 23 ??)
141	Sensorkopfhalter
143	Gehäuse
145	Deckel
147	Vertiefung
149	Öffnung
151	Rand des Substrats / Rand des Sensorkopfs

153	Rand des Sensorkopfhalters
155	Codescheibe
157	Welle
159	Kabel
161	Emissionsschicht der Lichtquell
163	Kontaktschicht
165	seitlich austretendes Licht
167	Deckschicht
168	
170	Lichtkegel
180	
181	Positionszahl
182	Schwenkarm
183	Schlitz
184	Exzenter
185	Motor
186	Verbindungslinie
187	Auswerteschaltung
188	Mikroprozessor
241	
261	Vorsprünge
263	Vertiefungen
265	Montagelager
267	Aufnahme für Well
269	Seitliche Öffnung
271	von der Codescheibe abgewandte Seite des Sensorkopfes
273	Einbuchtung

Patentansprüche

1. Positionsmessvorrichtung, insbesondere Encoder, aufweisend
   - ein Gehäuse,
   - einen im Gehäuse angeordneten Sensorkopf mit einer Lichtquelle und einem Lichtempfängerelement,
   - eine rotierbare Codescheibe, die an einer Welle einer Vorrichtung, vorzugsweise eines Motors, montierbar ist,
   - eine im Abstand vom Sensorkopf vorgesehene, reflektive Massverkörperung mit optischen Elementen, welche Mass Verkörperung auf der Codescheibe angeordnet ist,

   dadurch gekennzeichnet, dass die Massverkörperung auf derjenigen Seite der Codescheibe angeordnet ist, welche vom Gehäuse abgewandt ist.
2. Positionsmessvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensorkopf auf einer Leiterplatte montiert ist, welche formschlüssig mit dem Gehäuse verbunden ist, vorzugsweise über eine Schnappverbindung.
3. Positionsmessvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Positionsmessvorrichtung ein Adapterteil aufweist, welches

- ein erstes Verbindungsmittel zum Verbinden mit der Vorrichtung und
- zweites Verbindungsmittel zum formschlüssigen Verbinden mit dem Gehäuse aufweist, wobei es sich beim zweiten Verbindungsmittel um eine Schnappverbindung handelt,
- wobei die Schnappverbindung durch ein oder mehrere Vorsprünge am Adapterteil und ein oder mehrere Vertiefungen am Gehäuse gebildet ist.

4. Positionsmessvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse ein Montagelager aufweist, in welches die Codescheibe und/ oder eine mit der Codescheibe verbundene Aufnahme für eine Welle aufgenommen ist.

5. Positionsmessvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Kontaktierung des Sensorkopfs über eine seitliche Öffnung im Gehäuse erfolgt, wobei die Öffnung auf der der Codescheibe abgewandten Seite des Sensorkopfs angeordnet ist,
- wobei die Kontaktierung vorzugsweise über ein oder mehrere Kabel erfolgt, welche durch die Öffnung verlaufen, wobei es sich dabei vorzugsweise um flache Kabel und insbesondere um ein Flexkabel handelt.

6. Positionsmessvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse auf der Seite eine Einbuchtung aufweist, welche sich an die Öffnung anschliesst,
- wobei sich die Einbuchtung vorzugsweise von der Öffnung entlang der Seite bis zu einer anderen Seite oder einem Rand oder einer Kante des Gehäuses erstreckt und/oder
- wobei sich die Einbuchtung vorzugsweise von der Öffnung bis zur Oberseite des Gehäuses erstreckt.

7. Positionsmessvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Massverkörperung mindestens zwei Spuren aufweist, wobei es sich bei einer Spur um eine Incrementalspur handelt und wobei es sich bei einer zweiten Spur vorzugsweise entweder um eine Indexspur oder eine Codespur handelt.

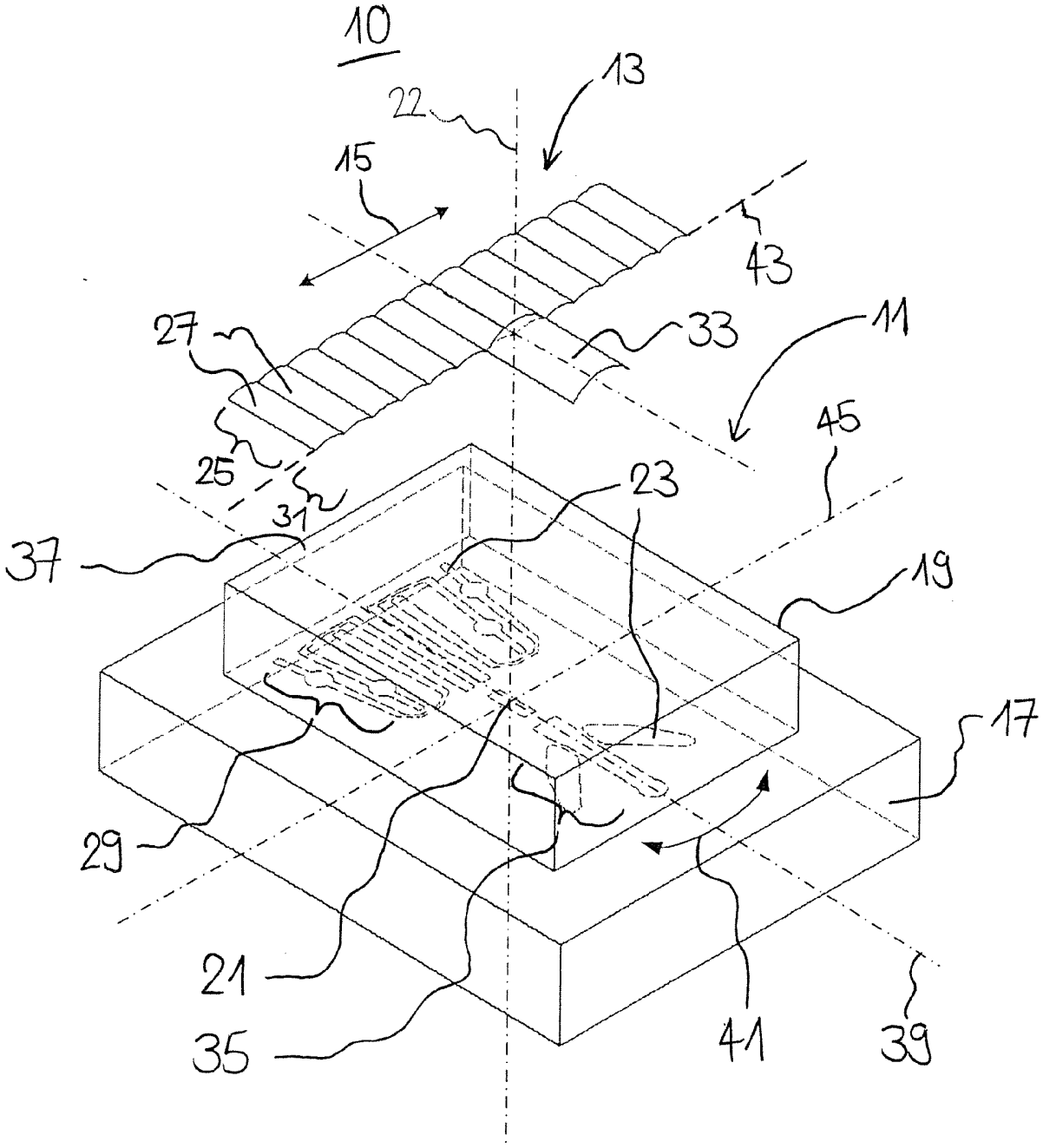


Fig. 1

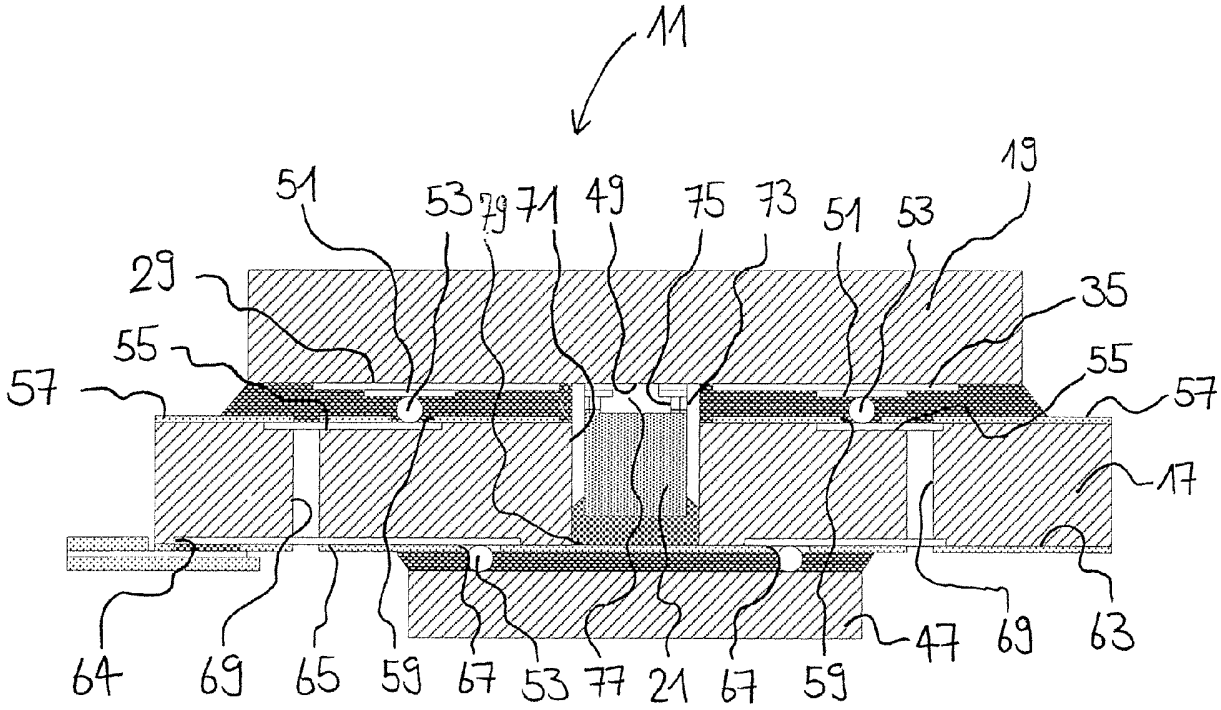

11
51
53
79
71
49
75
73
51
53
19
29
35
55
55
57
57
17
64
69
65
59
67
53
77
21
67
59
47
69
63

Fig. 2

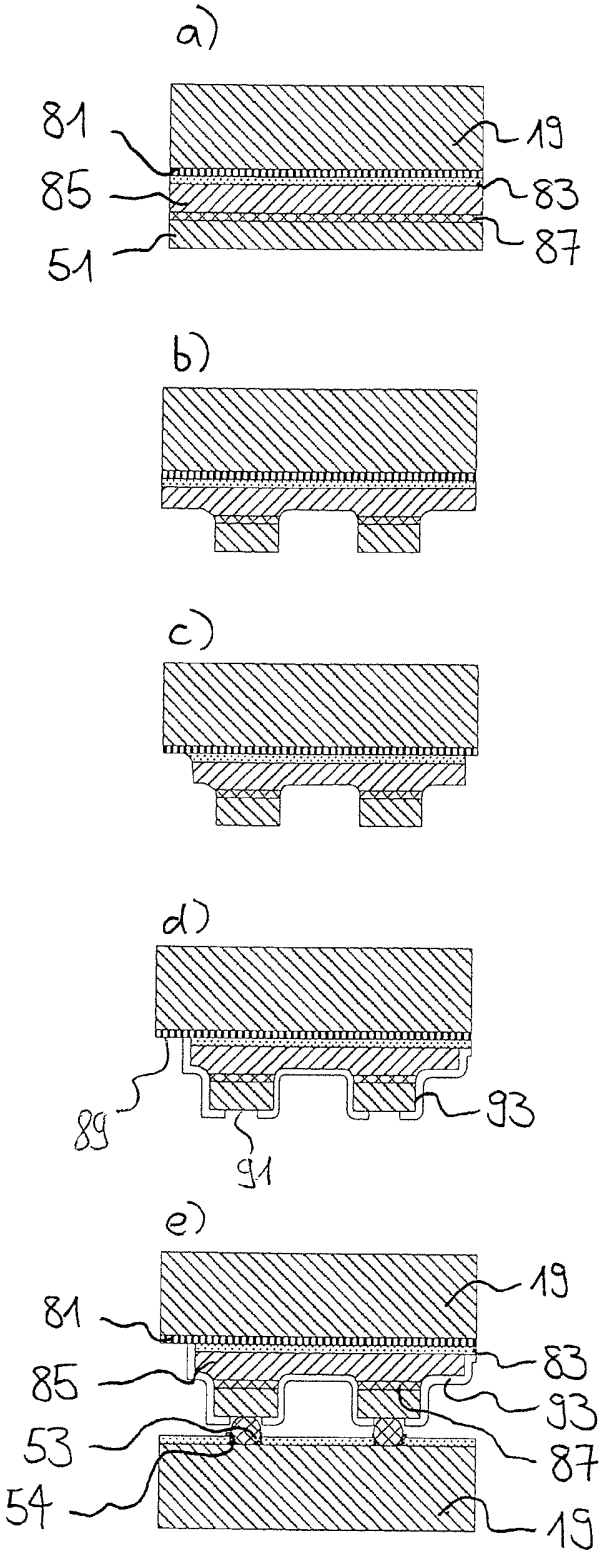

a)
81
85
51
19
83
87
b)
c)
d)
89
91
93
e)
81
85
53
54
19
83
93
87
19

Fig. 3

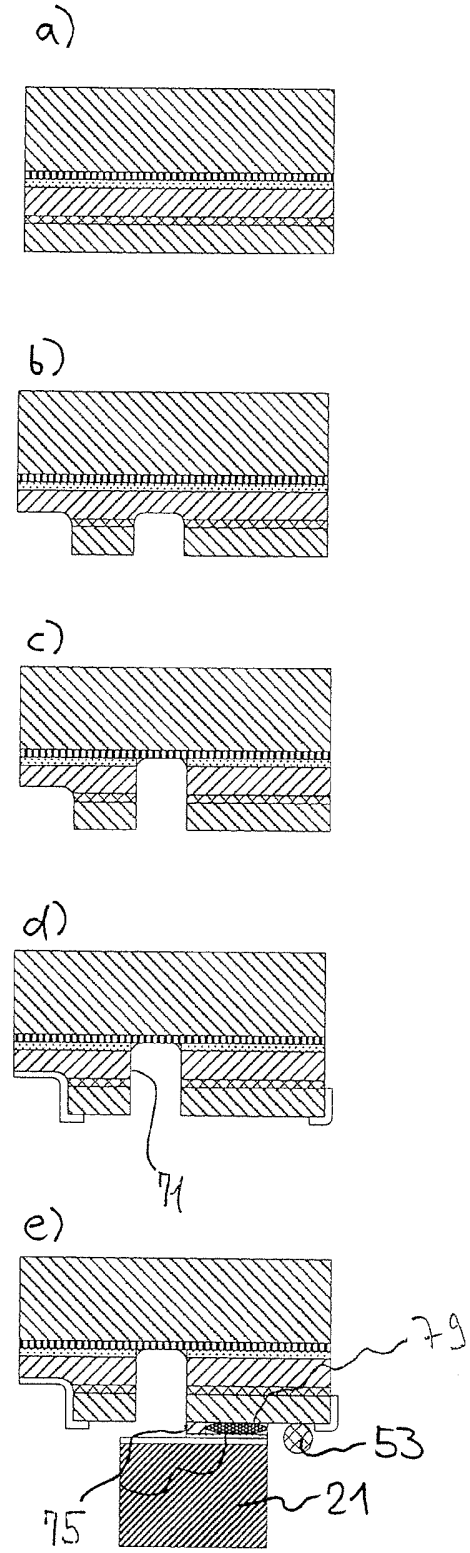

a)
b)
c)
d)
71
e)
79
53
75
21

Fig. 4

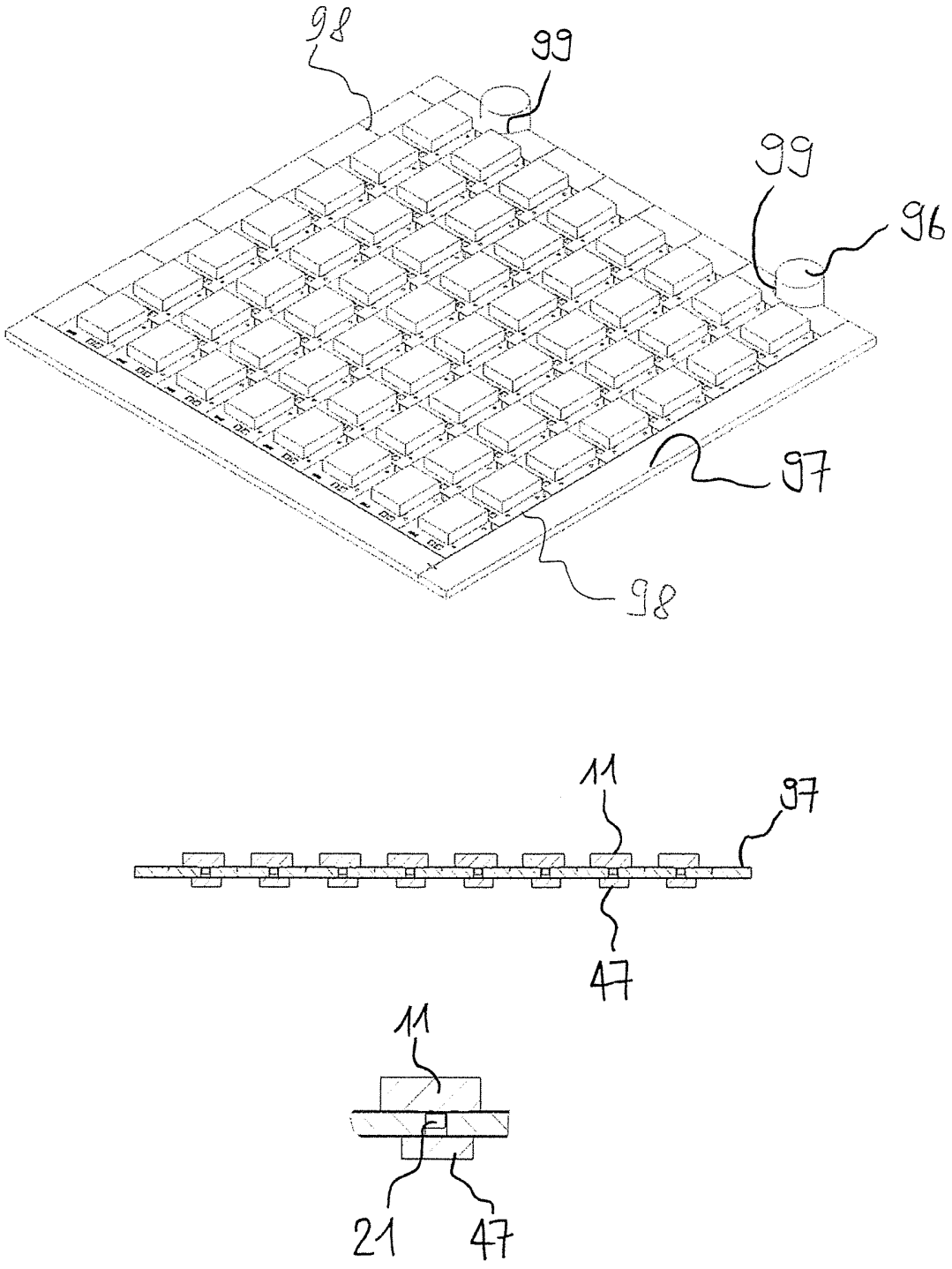


Fig. 5

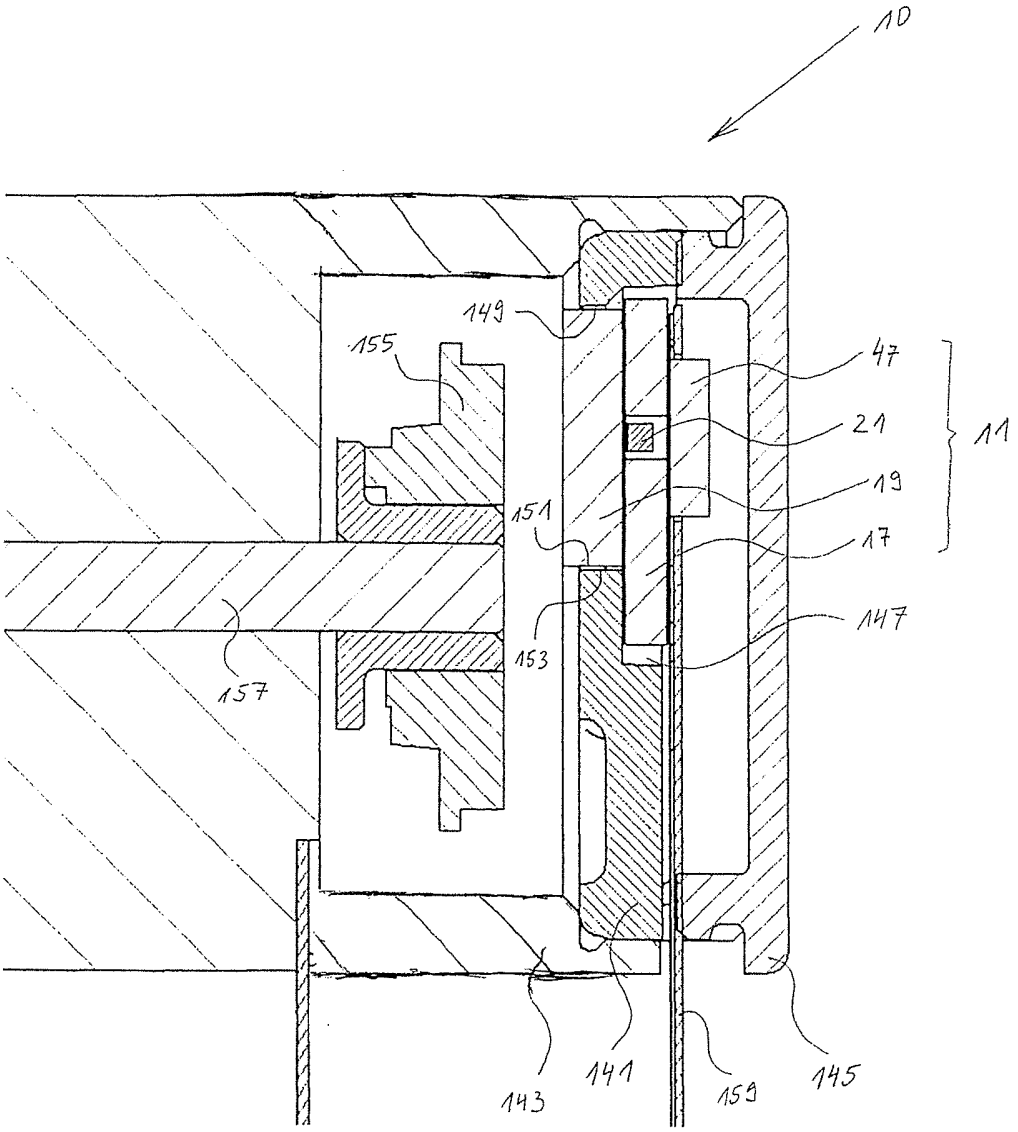


Fig. 6

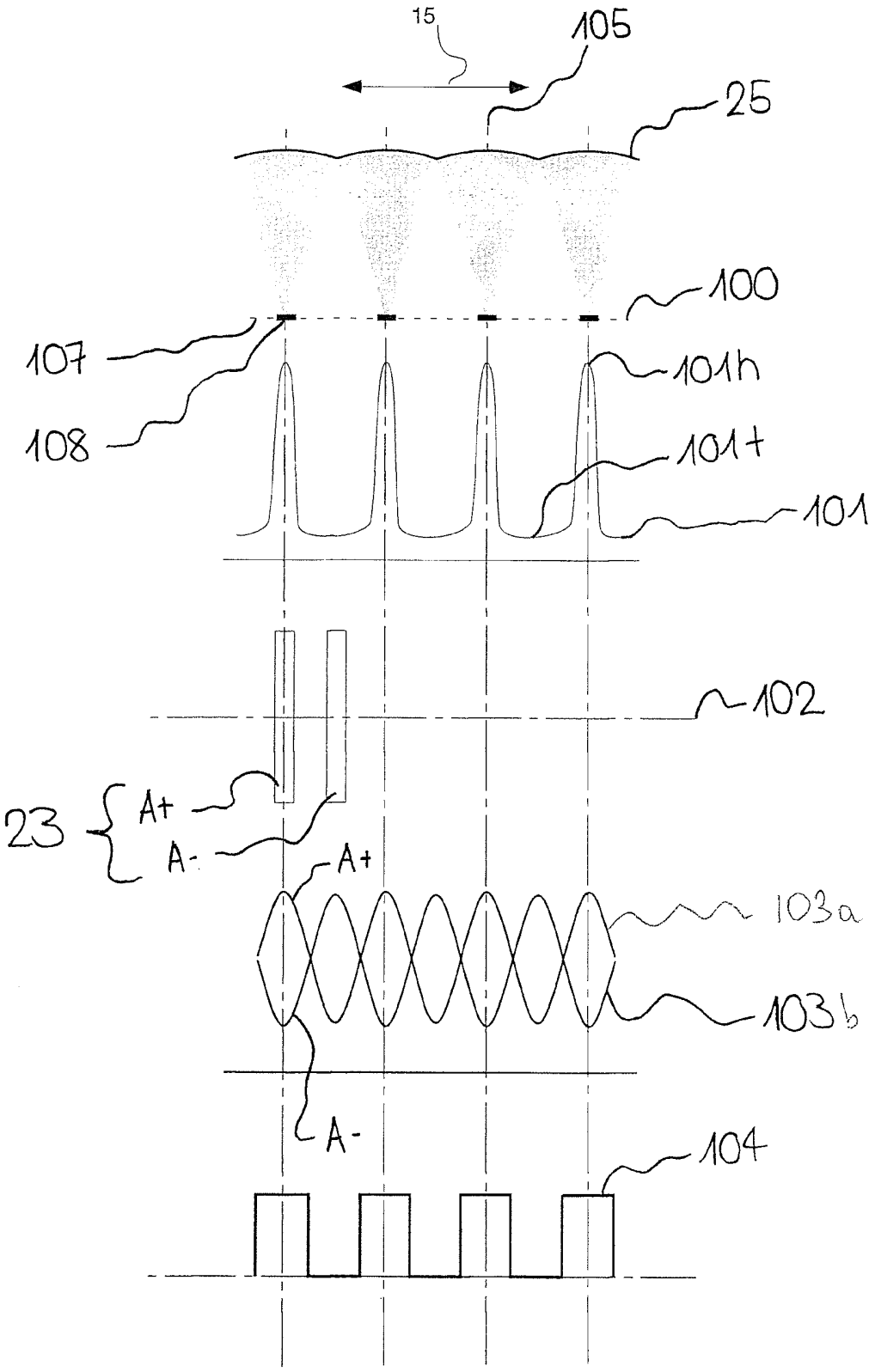


Fig. 7

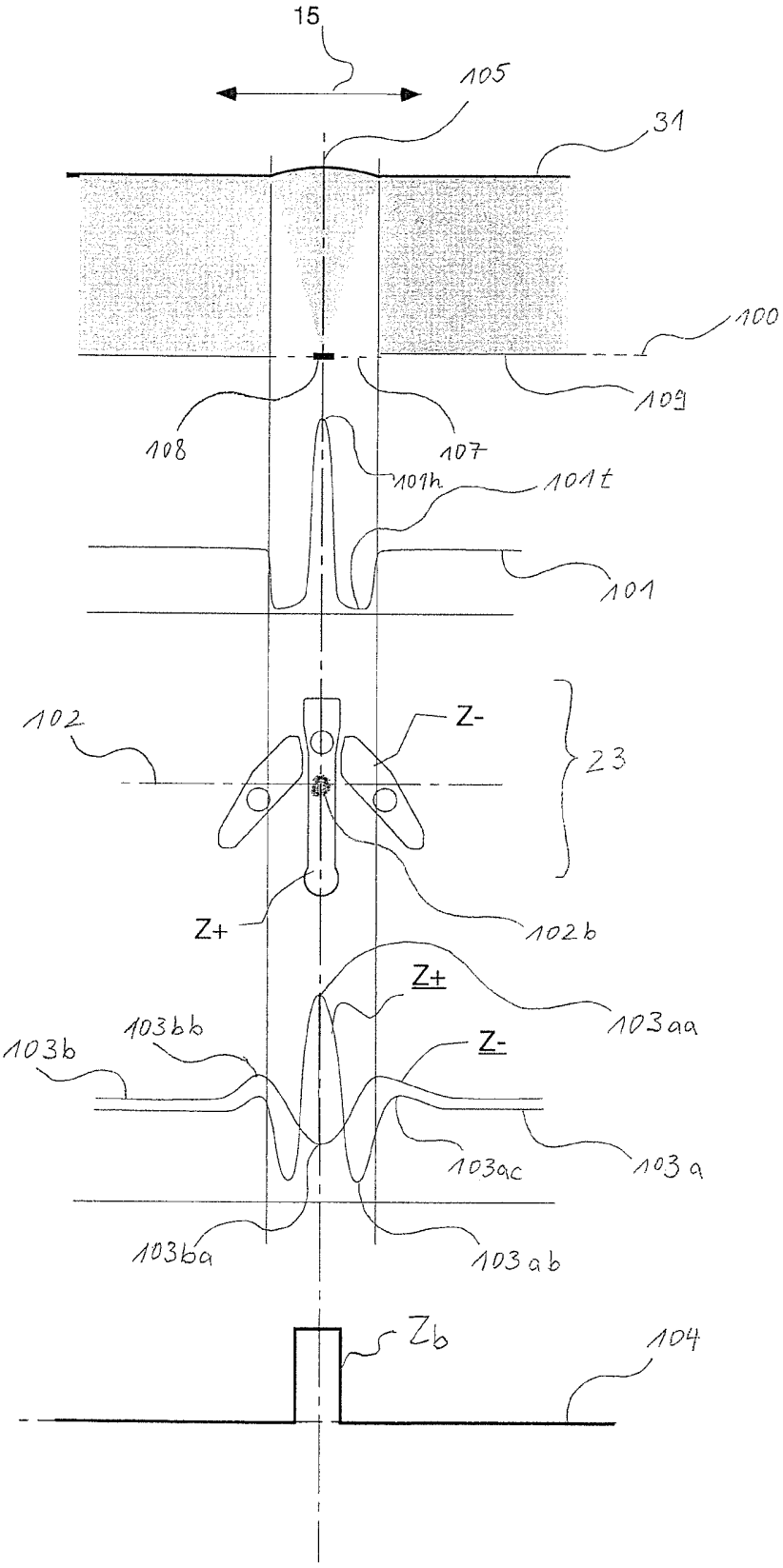

15
105
31
100
109
108
107
101h
101t
101
102
Z-
23
Z+
102b
Z+
103aa
103bb
103b
Z-
103ac
103a
103ba
103ab
Zb
104

Fig. 8

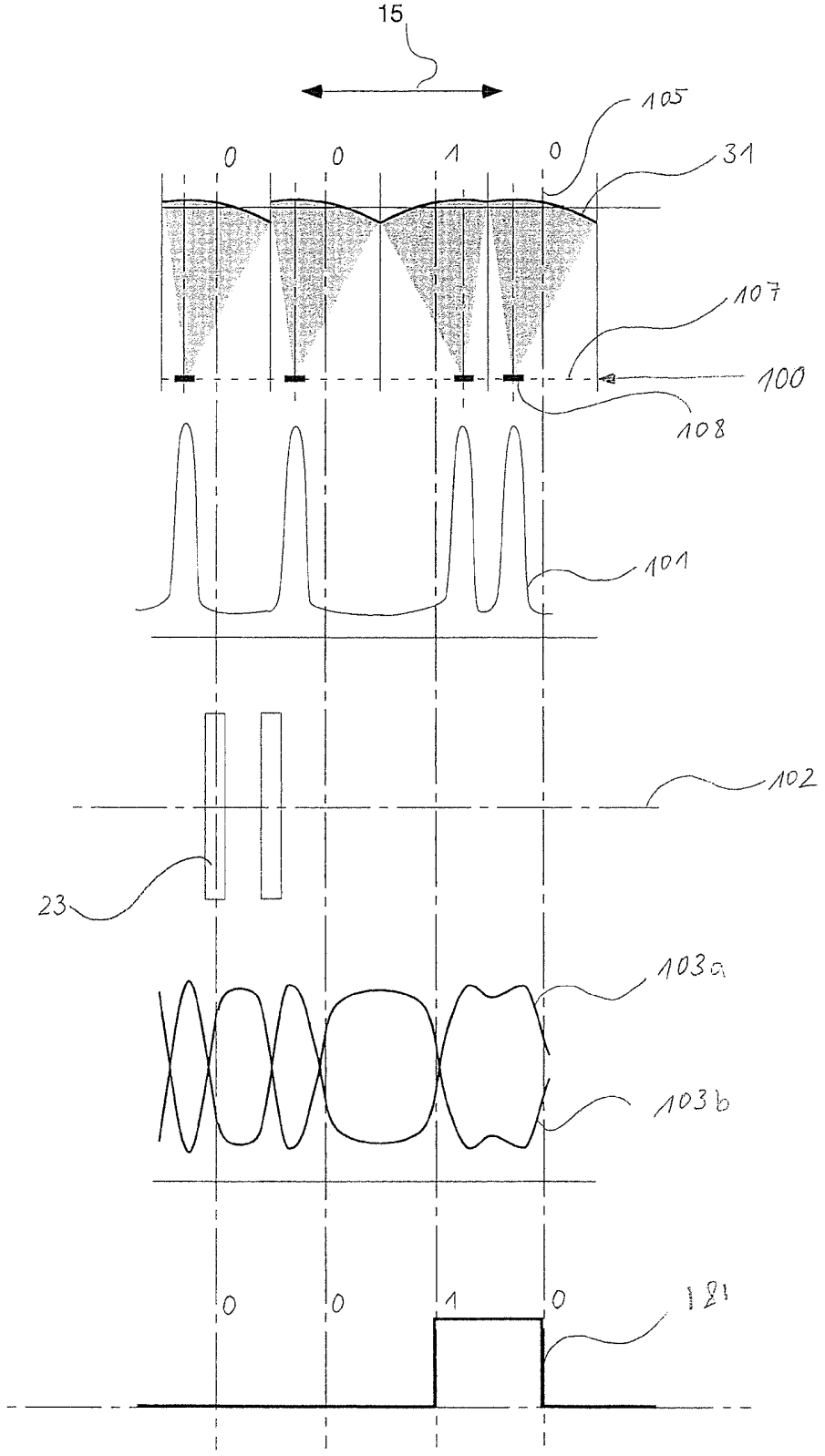


Fig. 9

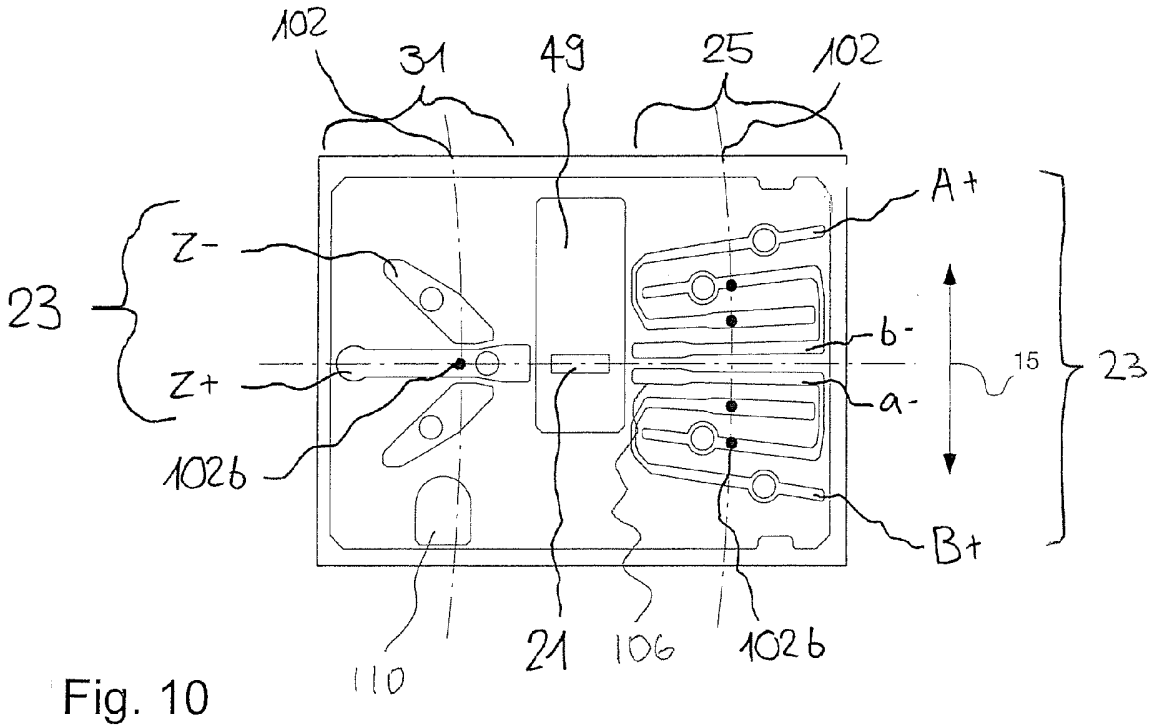

102
31
49
25
102
A+
Z-
23
b-
Z+
15
23
a-
102b
B+
110
21
106
102b

Fig. 10

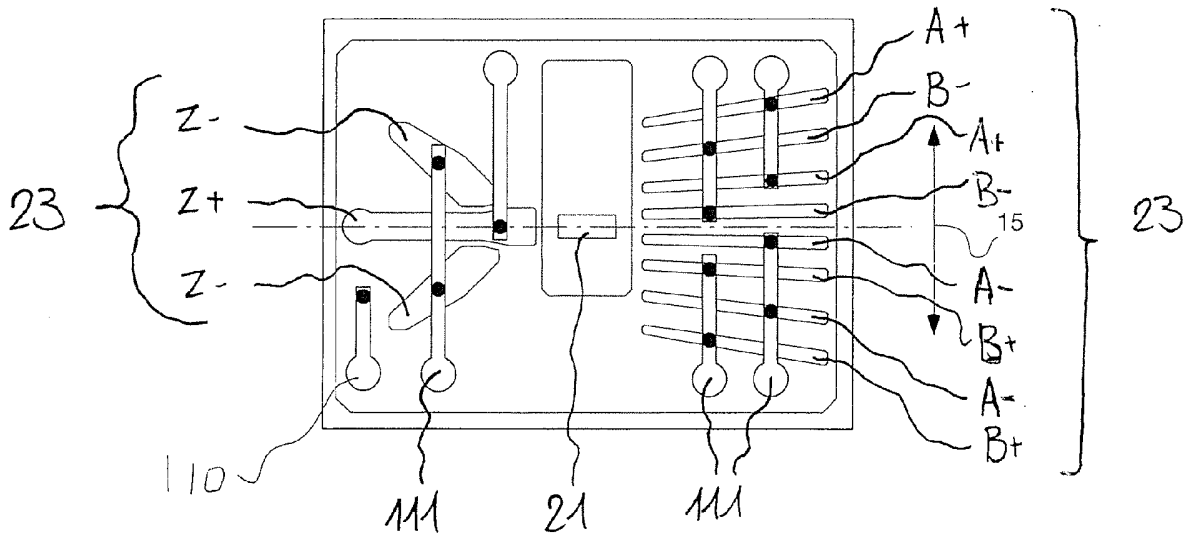

A+
B-
Z-
A+
23
Z+
B-
15
23
Z-
A-
B+
A-
B+
110
111
21
111

Fig. 11

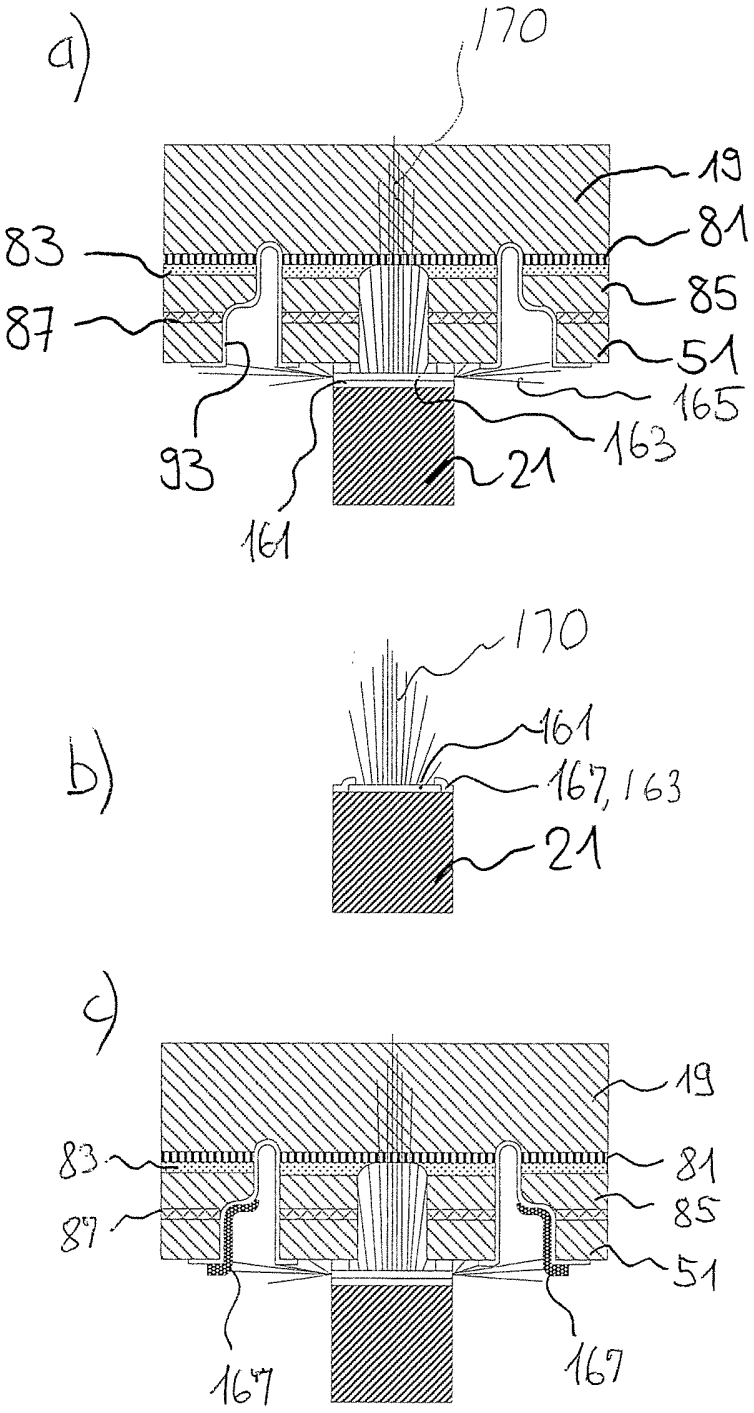

a)
170
19
81
83
85
87
51
165
163
93
21
161
b)
170
161
167, 163
21
c)
19
83
81
87
85
51
167
167

Fig. 12

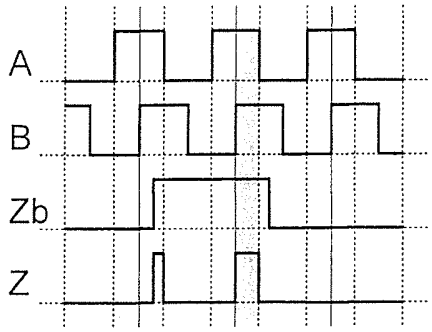


Fig. 13a

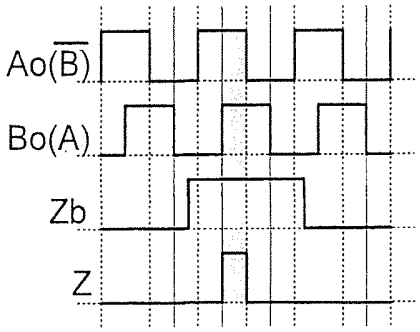


Fig. 13b

X1	X2	Ao	Bo
0	0	Ai	Bi
0	1	$\overline{Bi}$	Ai
1	0	Bi	$\overline{Ai}$
1	1	$\overline{Ai}$	$\overline{Bi}$

Fig. 13c

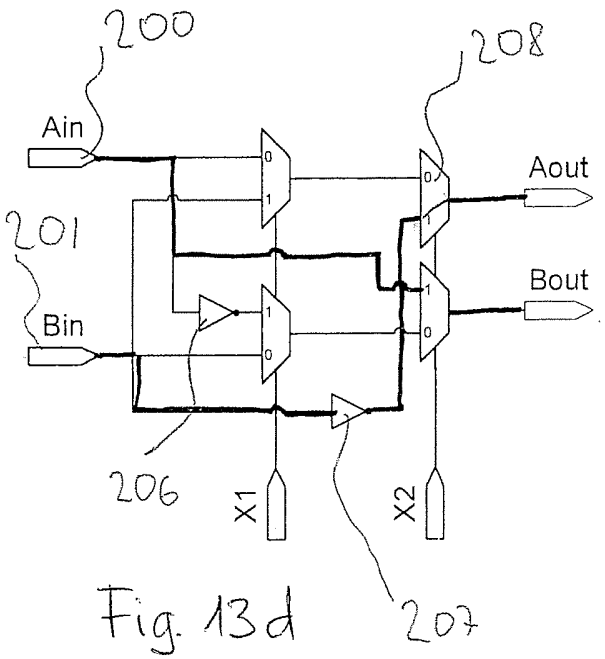


Fig. 13d

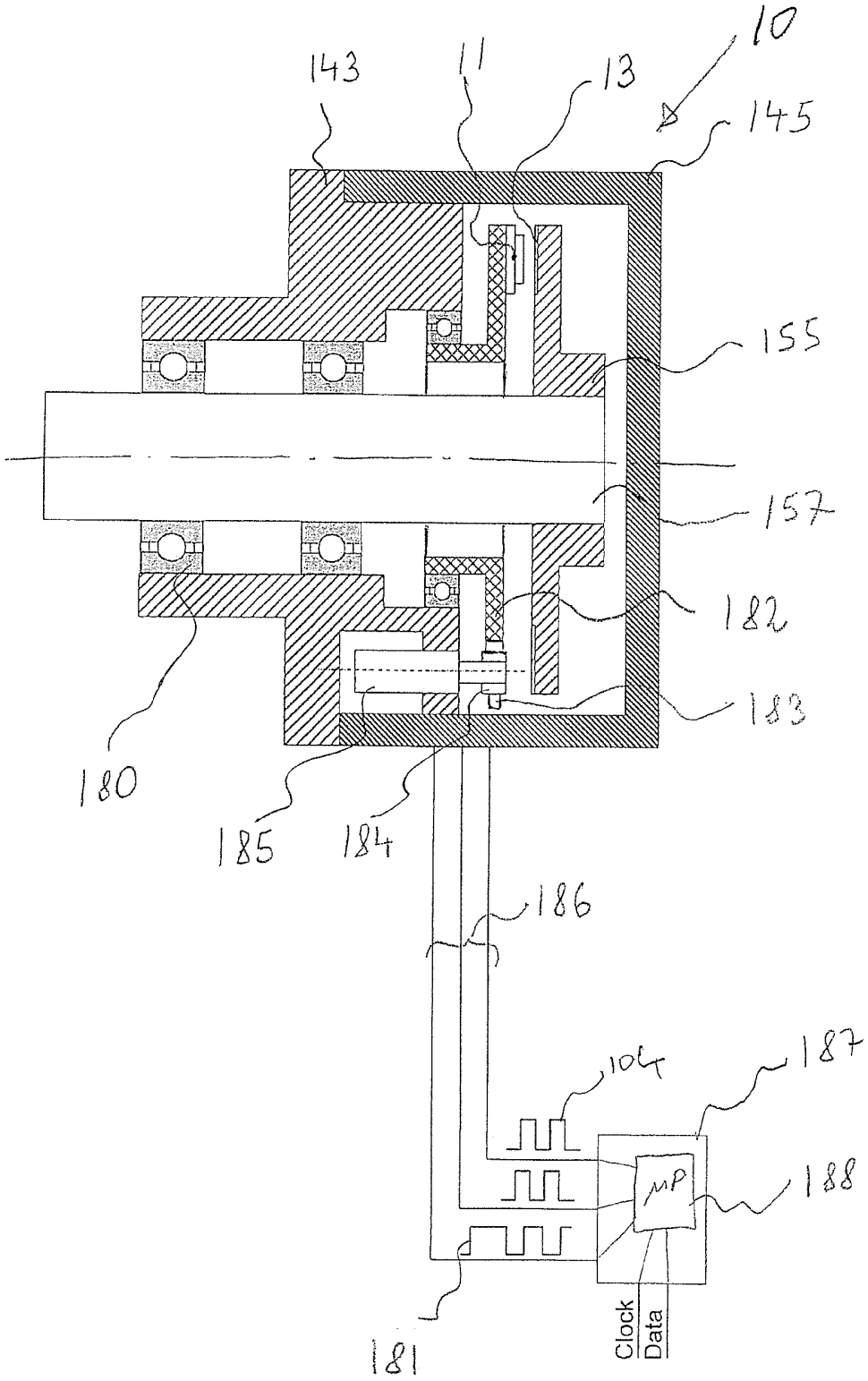

10
143
11
13
145
155
157
182
183
180
185
184
186
104
187
188
181
Clock
Data

Fig. 14

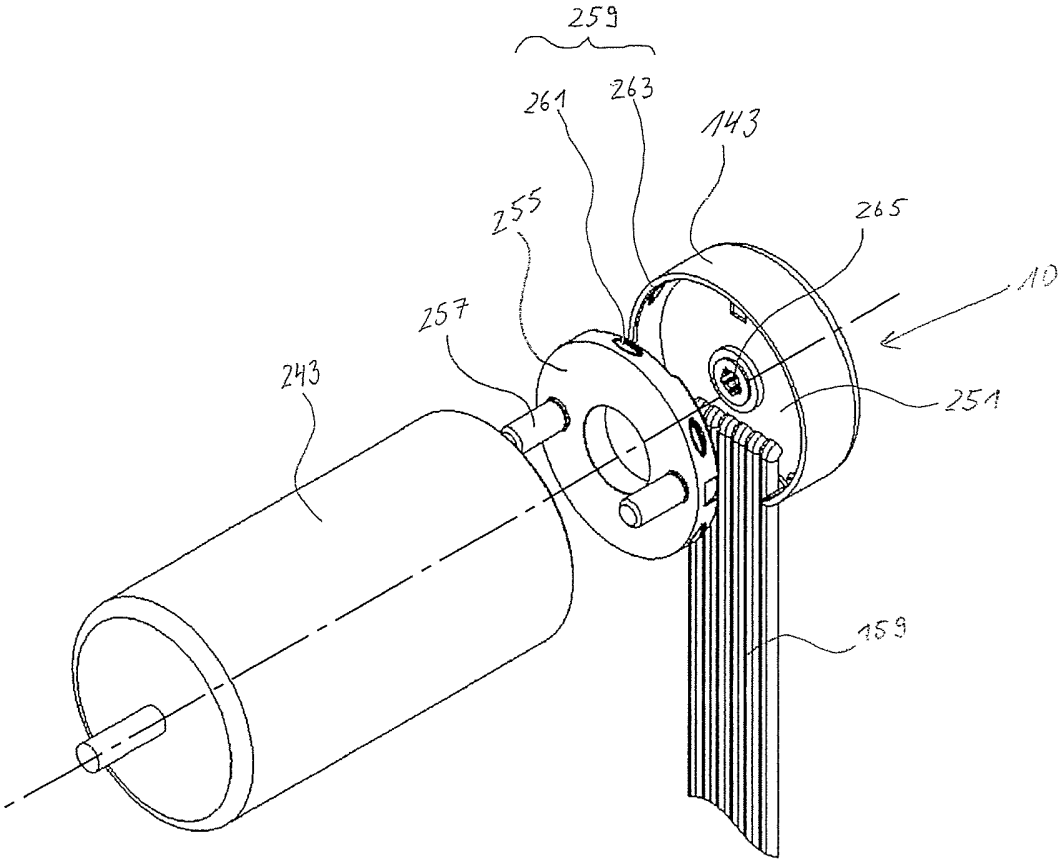

259
261
263
143
265
255
10
257
243
251
159

Fig. 15

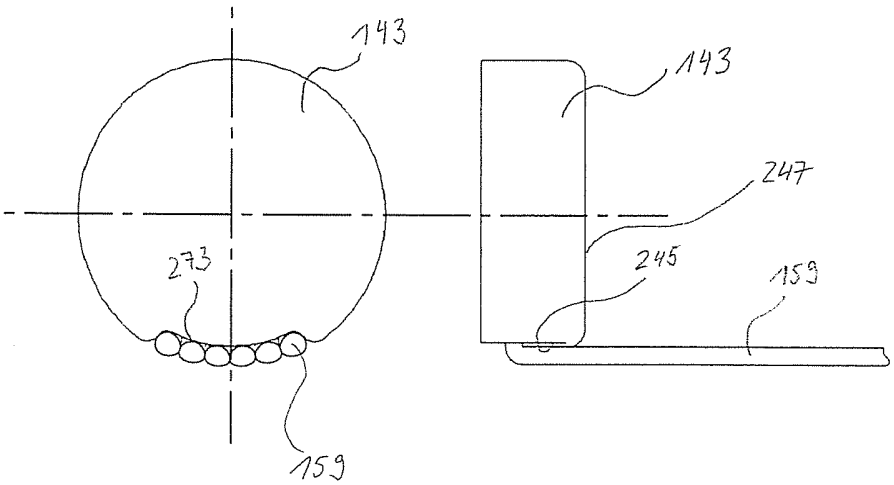

143
143
247
273
245
159
159

Fig. 16

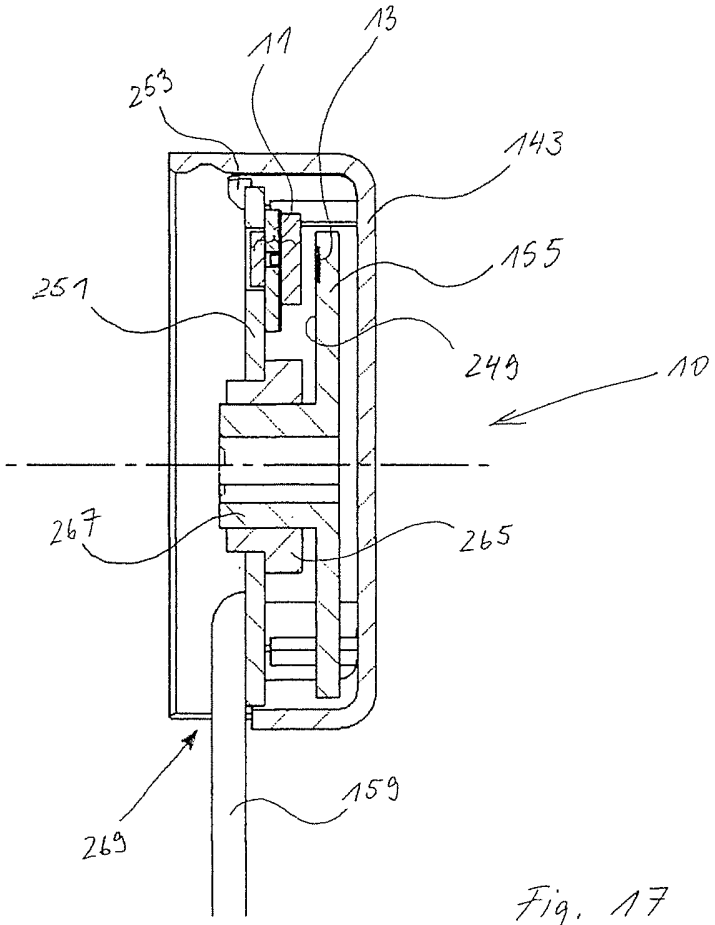
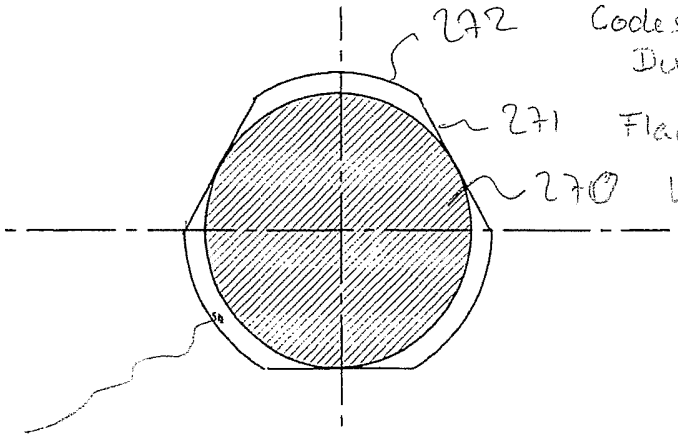


Fig. 17



272 Codescheibe Durchgangsloch
271 Flachenbereiche, kontakte Stelle zwischen Codescheibe und Welle,
270 Welle
Vorzugsweise Klebstoff

Fig. 18

VERTRAG UBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

KENNZEICHNUNG DER NATIONALEN ANMELDUNG	AKTENZEICHEN DES ANMELDERS ODER ANWALTS
	209-15166
Nationales Aktenzeichen 1342/2010	Anmeldedatum 19-08-2010
Anmeldeland CH	Beanspruchtes Prioritätsdatum
Anmelder (Name) Elesta relays GmbH	
Datum des Antrags auf eine Recherche internationaler Art 01-03-2011	Nummer, die die internationale Recherchenbehörde dem Antrag auf eine Recherche internationaler Art zugeteilt hat SN 55721

I. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (treffen mehrere Klassifikationssymbole zu, so sind alle anzugeben)

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPC) oder sowohl nach der nationalen Klassifikation als auch nach der IPC

G01D5/347

II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff

Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole
IPC. 8	G01D

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

III. [ ] EINIGE ANSPRÜCHE HABEN SICH ALS NICHT RECHERCHIERBAR ERWIESEN (Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)

IV. [X] MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG (Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)

Formblatt PCT/ISA 201 a (11/2000)

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Nr. des Antrags auf Recherche
CH 13422010

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G01D5/347
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G01D

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

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE VERÖFFENTLICHUNGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
	MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG Siehe Ergänzungsblatt B	
X	US 6 963 064 B2 (UPDEGRAVE CHRISTOPHER L [US]) 8. November 2005 (2005-11-08)	1
Y	* Spalte 1 - Spalte 2; Abbildung 1 *	1-4
X	DE 42 16 296 A1 (MIELE & CIE [DE]) 18. November 1993 (1993-11-18)	1,2
Y	* Spalte 2; Abbildungen 1-4 *	1-4
X	US 4 780 610 A (ABE HIRAKU [JP]) 25. Oktober 1988 (1988-10-25)	1,2,4
Y	* Abbildungen 2,13-15 *	1-3
X	US 2006/208682 A1 (BOBER KYLE [US]) 21. September 2006 (2006-09-21)	1
Y	* das ganze Dokument *	1-4

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll, oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des tatsächlichen Abschlusses der Recherche Internationaler Art	Absendedatum des Berichts über die Recherche Internationaler Art
9. Juni 2011	

Name und Postanschrift der Internationalen Rechercheribehörde	Bevollmächtigter Bediensteter:
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax (+31-70) 340-3016	Kallinger, Christian

Formblatt PCT/ISA/201 (Blatt 2) (Januar 2004)

MANGELNDE EINHEITLICHKEIT
DER ERFINDUNG
ERGÄNZUNGSBLATT B

Nummer der Anmeldung
SN 55721
CH 13422010

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

1. Ansprüche: 1-3

Ansprüche 1-3 beanspruchen zusätzlich zu Anspruch 1 eine formschlüssige Verbindung mittels Schnappverbindung sowie ein Adapterteil und habe als Aufgabe eine Vereinfachung der Montage.

---

2. Anspruch: 4

Anspruch 4 beansprucht zusätzlich zu Anspruch 1 eine Montagelager im Gehäuse und hat als Aufgabe ein Erhöhung der Präzision der Postionsmessvorrichtung.

---

3. Ansprüche: 5, 6

Ansprüche 5 und 6 beanspruchen zusätzlich zu Anspruch 1 die elektrische Kontaktierung durch eine seitliche Öffnung mit einer Einbuchtung im Gehäuse und haben als Aufgabe eine möglichst kompakte Bauform zu ermöglichen.

---

4. Anspruch: 7

Anspruch 7 beansprucht zusätzlich zu Anspruch 1, dass die Maßverkörperung zwei Spuren aufweist und hat als Aufgabe eine absolute Positionsmessung zu ermöglichen.

Die Recherche wurde auf die erste Erfindung beschränkt.

Die Recherche ergab folgenden für die Beurteilung der Einheitlichkeit der Erfindung relevanten Stand der Technik:
D1: US 6,963,064 B2
Dieses Dokument offenbart eine Positionsmessvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruch 1, bei der die Maßverkörperung auf der dem Gehäuse abgewandten Seite der Codescheibe angeordnet ist (s. Fig. 1 und Spalte 1, Zeile 62 bis 65).
Hiervon ausgehend leisten die im Folgenden genannten Merkmale der aufgeführten Ansprüche einen Beitrag zum Stand der Technik gemäß D1:
I: Ansprüche 1-3 beanspruchen zusätzlich zu Anspruch 1 eine formschlüssige Verbindung mittels Schnappverbindung sowie ein Adapterteil und habe als Aufgabe eine Vereinfachung der Montage.
II: Anspruch 4 beansprucht zusätzlich zu Anspruch 1 eine Montagelager im Gehäuse und hat als Aufgabe ein Erhöhung der Präzision der Postionsmessvorrichtung.
III: Ansprüche 5 und 6 beanspruchen zusätzlich zu Anspruch 1 die elektrische Kontaktierung durch eine seitliche Öffnung mit einer Einbuchtung im Gehäuse und haben als Aufgabe eine möglichst kompakte Bauform zu ermöglichen.

MANGELNDE EINHEITLICHKEIT
DER ERFINDUNG
ERGÄNZUNGSBLATT B

Nummer der Anmeldung
SN 55721
CH 13422010

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

IV: Anspruch 7 beansprucht zusätzlich zu Anspruch 1, dass die Maßverkörperung zwei Spuren aufweist und hat als Aufgabe eine absolute Positionsmessung zu ermöglichen.
Die genannten Merkmale können daher als besondere technische Merkmale betrachtet werden, durch die die jeweils genannten Probleme gelöst werden (unter dem Begriff "besondere technische Merkmale" sind diejenigen technischen Merkmale zu verstehen, die einen Beitrag jeder beanspruchten Erfindung als Ganzes zum oben genannten Stand der Technik bestimmen).
Die genannten Anspruchsgruppen betreffen damit voneinander unterschiedliche Probleme und haben auch keine gemeinsamen besonderen technischen Merkmale, durch die eine entsprechende technische Wirkung bestehen würde. Die Gruppen sind daher nicht durch eine einzige allgemeine erfinderische Idee verbunden und das Erfordernis der Einheitlichkeit der Erfindung ist nicht erfüllt.

Die Recherche wurde daher auf die erste Erfindung (Ansprüche 1-3) beschränkt.
Im Rahmen dieser Recherche wurden jedoch bereits Dokumente ermittelt, die für die zweite Erfindung (Anspruch 4) relevant sind.
Die Erfindungen 3 und 4 (Ansprüche 5 bis 7) wurden nicht recherchiert.

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Nr. des Anmegs auf Recherche
CH 13422010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6963064	B2	08-11-2005	US 2003230708 A1	18-12-2003
DE 4216296	A1	18-11-1993	EP 0570870 A2	24-11-1993
US 4780610	A	25-10-1988	KEINE	
US 2006208682	A1	21-09-2006	KEINE	

Formblatt PCT/ISA/201 (Anhang Patentfamilie) (Januar 2004)