



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 199 45 099 B4 2008.09.04**

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **199 45 099.4**  
 (22) Anmeldetag: **21.09.1999**  
 (43) Offenlegungstag: **22.03.2001**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **04.09.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **G01B 21/22 (2006.01)**  
**B23Q 17/22 (2006.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

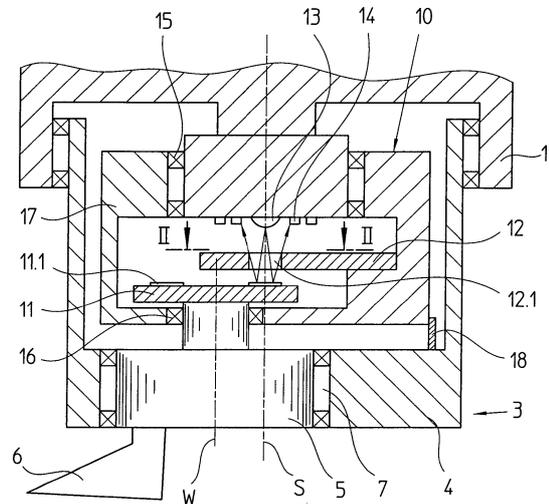
(73) Patentinhaber:  
**Dr. Johannes Heidenhain GmbH, 83301 Traunreut, DE**

(72) Erfinder:  
**Tondorf, Sebastian, Dr., 83329 Waging, DE;**  
**Holzapfel, Wolfgang, Dr., 83119 Obing, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:  
**DE 198 26 423 A1**  
**DE 43 14 295 A1**  
**DE 39 26 799 A1**  
**DE 35 26 712 A1**  
**DE 22 43 734 A**  
**DE 21 26 164 A**  
**DE 17 52 236 A**

(54) Bezeichnung: **Winkelmesseinrichtung und Verwendung dieser Winkelmesseinrichtung in einer Spindelordnung**

(57) Hauptanspruch: Winkelmesseinrichtung mit einem Teilungsträger (11), einer Abtastplatte (12) und einer Detektoranordnung (14) an einem stationären Teil (1) zur Messung der Drehlage des Teilungsträgers (11) gegenüber der Abtastplatte (12) um eine erste Drehachse (W), dadurch gekennzeichnet, dass  
 – die Abtastplatte (12) mit dem Teilungsträger (11) um eine zweite Drehachse (S) relativ zur Detektoranordnung (14) drehbar ist, und  
 – die beiden Drehachsen (S, W) parallel zueinander verlaufen und radial voneinander beabstandet sind.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Winkelmeßeinrichtung zur Messung der Position eines ersten Objektes gegenüber einem zweiten Objekt gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

**[0002]** Die Erfindung betrifft weiterhin die Verwendung dieser Winkelmeßeinrichtung in einer Spindelordnung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 9.

**[0003]** In der DE 39 26 799 A1 ist eine Winkelmeßeinrichtung beschrieben, bei der ein drehbarer Teilungsträger von einer untersetzt dazu angetriebenen drehbaren Abtastplatte abgetastet wird. Die Drehachse des Teilungsträgers und die Drehachse der Abtastplatte verlaufen parallel zueinander und sind radial voneinander beabstandet.

**[0004]** In der DE 198 26 423 A1 ist eine Winkelmeßeinrichtung angegeben, bei der die Abtastplatte zur Justierung um eine Drehachse drehbar ist, die von der Drehachse des Teilungsträgers radial beabstandet ist.

**[0005]** Zur Durchführung verschiedener Fertigungsverfahren sind Werkzeugköpfe bekannt, in denen über einen Verstellmechanismus das Werkzeug radial verstellbar gelagert ist. Diese Verstellung erfolgt entweder mittels radial verschiebbarer Schieber, an denen das Werkzeug befestigt ist oder durch einen exzentrisch zur Spindelachse im Werkzeugkopf verdrehbar gelagerten Werkzeugträgern, wobei sich die radiale Lage des am Werkzeugträger befestigten Werkzeugs in Bezug auf die Spindelachse durch Verdrehen des Werkzeugträgers in der exzentrischen Bohrung des Werkzeugkopfs verändert.

**[0006]** Zum numerisch gesteuerten Einstellen der radialen Lage des Werkzeugs ist in beiden Fällen eine exakte Positionsmessung erforderlich.

**[0007]** Bei den Werkzeugköpfen mit integrierten Schiebern erfolgt die Positionsmessung mittels Wegmeßeinrichtungen, indem der Maßstab am Schieber und die Abtasteinheit am Werkzeugkopf befestigt ist. Eine derartige Einrichtung ist in der DE 43 14 295 A1 beschrieben. Diese direkte Positionsmessung garantiert eine präzise Erfassung der radialen Lage des Werkzeugs. Gemäß der DE 43 14 295 A1 werden die Positionsmeßwerte mittels Infrarotlicht oder induktiv vom rotierenden Werkzeugkopf zum stationären Maschinenteil bzw. zur NC-Steuerung übertragen. Außer dem eigentlichen Meßsystem sind hierzu noch separate Übertragungseinheiten erforderlich, welche die Anordnung verteuern, baulich vergrößern und störanfällig machen. Dieser Nachteil wurde bei der Vorrichtung gemäß der DE 35 26 712 A1 gelöst, indem zur direkten Positionsmessung ein lichtelektri-

sches inkrementales Meßsystem mit einem Maßstab und einer Abtastplatte im Werkzeugkopf integriert ist und die Detektoreinheit zur Erfassung der positionsabhängig modulierten Lichtsignale im stationären Maschinenteil angeordnet ist.

**[0008]** Bei den Werkzeugköpfen mit einem exzentrisch zur Spindelachse verdrehbar gelagerten Werkzeugträger gemäß der DE 22 43 734 A und der DE 21 26 164 A sind ausschließlich indirekte Meßverfahren bekannt. Dabei wird die Verdrehung des Werkzeugträgers über die Antriebsmittel erfaßt. Diese indirekte Messung ist fehlerhaft, da Übersetzungsfehler und das Spiel der dazwischengeschalteten Übertragungselemente (Getriebe) in die Messung mit eingehen.

**[0009]** Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Winkelmeßeinrichtung anzugeben, mit der die Winkellage eines ersten Teils relativ zu einem zweiten Teil detektierbar ist, wobei das erste Teil exzentrisch im zweiten Teil verdrehbar gelagert ist und das zweite Teil in einem stationären Teil drehbar gelagert ist.

**[0010]** Diese Aufgabe wird durch eine Winkelmeßeinrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

**[0011]** Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, eine Spindelordnung mit einer Winkelmeßeinrichtung anzugeben, bei der eine direkte Winkelmessung eines in einem Kopf exzentrisch drehbar gelagerten Werkstück- oder Werkzeughalters vorgesehen ist, wobei der Kopf in einem stationären Teil der Spindel drehbar gelagert ist.

**[0012]** Diese Aufgabe wird durch eine Spindelordnung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 9 gelöst.

**[0013]** Vorteilhafte Ausführungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

**[0014]** Die besonderen Vorteile der Erfindung liegen darin, daß die Detektoranordnung stationär angeordnet werden kann und somit eine direkte Winkelmessung an exzentrisch zueinander verdrehbaren Teilen störsicher und präzise realisierbar ist.

**[0015]** Nachfolgend wird die Erfindung anhand in den Zeichnungen dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert.

**[0016]** Es zeigt

**[0017]** [Fig. 1](#) einen Längsschnitt durch eine Spindelordnung mit einer ersten Winkelmeßeinrichtung,

**[0018]** [Fig. 2](#) einen Querschnitt II-II gemäß [Fig. 1](#),

[0019] [Fig. 3](#) den Querschnitt II-II bei einer Verdrehung des Werkzeugträgers gegenüber der Darstellung gemäß [Fig. 2](#),

[0020] [Fig. 4](#) den Querschnitt II-II bei einer Verdrehung der Spindel gegenüber der Darstellung gemäß [Fig. 2](#),

[0021] [Fig. 5](#) eine vergrößerte Darstellung der Abtastplatte,

[0022] [Fig. 6](#) einen Ausschnitt der Spindelanzordnung mit einer zweiten Winkelmeßeinrichtung,

[0023] [Fig. 7](#) einen Ausschnitt der Spindelanzordnung mit einer dritten Winkelmeßeinrichtung im Längsschnitt,

[0024] [Fig. 8](#) einen Querschnitt VIII-VIII gemäß [Fig. 7](#),

[0025] [Fig. 9](#) den Querschnitt VIII-VIII bei einer Verdrehung des Werkzeugträgers gegenüber der Darstellung gemäß [Fig. 8](#),

[0026] [Fig. 10](#) den Querschnitt VIII-VIII bei einer Verdrehung der Spindel gegenüber der Darstellung gemäß [Fig. 8](#),

[0027] [Fig. 11](#) eine vergrößerte Darstellung einer Abtastplatte,

[0028] [Fig. 12](#) einen Ausschnitt der Spindelanzordnung mit einer vierten Winkelmeßeinrichtung im Längsschnitt,

[0029] [Fig. 13](#) einen Längsschnitt der Spindelanzordnung mit einer fünften Winkelmeßeinrichtung und

[0030] [Fig. 14](#) einen Querschnitt XIV-XIV gemäß [Fig. 13](#).

[0031] In den [Fig. 1](#) bis [Fig. 5](#) ist ein erstes Beispiel einer Spindelanzordnung mit einer darin integrierten Winkelmeßeinrichtung **10** im Prinzip dargestellt. Sie besteht aus einem stationären Maschinenteil **1**, in dem ein Werkzeugkopf **3** zentrisch zur Spindelachse S verdrehbar gelagert ist.

[0032] In nicht gezeigter Weise kann der Werkzeugkopf **3** auch drehstarr in einem Spindelkörper befestigt sein, der wiederum im Maschinenteil **1** verdrehbar gelagert ist.

[0033] Der Werkzeugkopf **3** besteht aus einem Grundkörper **4** und einem darin um die Achse W verdrehbar gelagerten Werkzeugträger **5**. Die Drehachse W verläuft parallel zur Spindelachse S, ist aber radial gegen diese versetzt. Zur Bearbeitung eines nicht dargestellten Werkstücks trägt der Werkzeug-

träger **5** ein Schneidwerkzeug **6**, dessen radialer Abstand zur Spindelachse S durch Verdrehen des Werkzeugträgers **5** in der exzentrischen Bohrung **7** des Grundkörpers **4** einstellbar ist. Derartige Spindelanzordnungen sind beispielsweise in der DE 22 43 734 A und der DE 21 26 164 A erläutert. Sie dienen zum Plandrehen, zum Ausdrehen von Bohrungen und insbesondere zur Bearbeitung von Werkstücken mit einer von der Kreisform abweichenden Außen- oder Innenkontur, beispielsweise einer polygonalen Oberfläche.

[0034] In allen Fällen ist es vorteilhaft, die momentane Lage des Werkzeugs **6** gegenüber der Spindelachse S zu detektieren, so daß eine numerisch gesteuerte Einstellung der Werkzeuglage ermöglicht wird. Hierzu ist gemäß der Erfindung eine Winkelmeßeinrichtung **10** vorgesehen, die aus einem Teilungsträger **11**, einer Abtastplatte **12**, einer Lichtquelle **13** und einer Detektoranzordnung **14** besteht.

[0035] Zur numerisch gesteuerten Verstellung des Werkzeugs **6** kann die mit der Winkelmeßeinrichtung **10** erfaßte Drehlage in einen Radiuswert transformiert werden.

[0036] Bei der in [Fig. 1](#) dargestellten Ausführung ist die Winkelmeßeinrichtung **10** eine eigene vormontierte Baueinheit mit eigenen Lagern **15** und **16** zur Lagerung des Teilungsträgers **11** und der Detektoranzordnung **14** relativ zum Gehäuse **17**. Das Gehäuse **17** ist drehstarr am Grundkörper **4** befestigt, beispielsweise über eine Drehmomentenstütze **18**, die einen radialen und axialen Ausgleich ermöglicht. Bei den weiteren Ausführungsbeispielen besitzt die Winkelmeßeinrichtung **10** keine eigenen Lagerungen **15**, **16**.

[0037] Der Teilungsträger **11** weist eine inkrementale, lichtelektrisch abtastbare Radialteilung **11.1** auf. Dieser Radialteilung **11.1** besteht aus in Drehrichtung abwechselnd angeordneten reflektierenden und nicht reflektierenden Teilstrichen, auch Amplitudenteilung genannt oder nur aus reflektierenden Teilstrichen, wobei abwechselnd angeordnete Teilstriche die Phase eines einfallenden Lichtstrahls unterschiedlich beeinflussen (Phasenteilung). Der Teilungsträger **11** ist am Werkzeugträger **5** derart drehstarr befestigt, daß das Zentrum der Radialteilung **11.1** mit der Werkzeugträgerachse W zusammenfällt. Die Teilstriche verlaufen sternförmig von dieser Werkzeugträgerachse W ausgehend. Dieser Verlauf ist in der Draufsicht II-II gemäß [Fig. 2](#) verdeutlicht.

[0038] Die Abtastplatte **12** ist drehstarr am Grundkörper **4** befestigt. Zur Erzeugung mehrerer gegeneinander phasenverschobener Abtastsignale weist die Abtastplatte **12** mehrere Abtastfelder **12.1** und **12.2** auf. Jedes Abtastfeld **12.1** und **12.2** weist eine Abtasteinrichtung **12.10** und **12.20** in Form einer Radi-

teilung auf, dessen Teilstriche zur Werkzeugträgerachse W als Zentrum ausgerichtet sind ([Fig. 5](#)).

**[0039]** Die Abtastung des Teilungsträgers **11** erfolgt mittels einer Abtasteinheit, bestehend aus der Lichtquelle **13** und der Detektoranordnung **14**. Die Abtasteinheit **13**, **14** ist drehstarr am stationären Maschinenteil **1** befestigt. Bei einer Verdrehung des Werkzeugträgers **5** um die Werkzeugträgerachse W innerhalb des Werkzeugkopfes **3** wird das Licht der Lichtquelle **13** durch die Relativbewegung zwischen der Radialteilung **11.1** des Teilungsträgers **11** und den Abtasteilungen **12.10**, **12.20** der Abtastfelder **12.1**, **12.2** positionsabhängig moduliert und von der Detektoranordnung **14** erfaßt und in elektrische Abtastsignale gewandelt.

**[0040]** Die Abtastfelder **12.1**, **12.2** der Abtastplatte **12** sind derart angeordnet, daß bei jeder Drehlage des Grundkörpers **4** relativ zum stationären Maschinenteil **1** eine Überlagerung der Abtastfelder **12.1**, **12.2** mit der Radialteilung **11.1** vorhanden ist. Jedes der Abtastfelder **12.1**, **12.2** besitzt einen ringförmigen Bereich, dessen Zentrum die Spindelachse S ist. Die Striche der Radialteilung **12.10**, **12.20** in diesen ringförmigen Bereichen weisen zur Werkzeugträgerachse W hin.

**[0041]** Gemäß den [Fig. 1](#) bis [Fig. 5](#) ist die Detektoranordnung **14** im Bereich der Spindelachse S angeordnet. Die Abtastfelder **12.1**, **12.2** verlaufen ringförmig um die Spindelachse S, wobei der innerste Ring zu einem punktförmigen Kreis wird. Die Abtasteilungen **12.10**, **12.20** sind in bekannter Weise gegeneinander versetzt ([Fig. 5](#)). Anstelle von zwei Abtastköpfen **12.1**, **12.2** sind in der Praxis üblicherweise vier Abtastfelder vorgesehen, deren Abtasteilungen jeweils um  $90^\circ$ , bzw. um  $\frac{1}{4}$  der Teilungsperiode P gegeneinander versetzt sind. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind nur zwei Abtastfelder **12.1**, **12.2** dargestellt.

**[0042]** Die Detektoranordnung **14** weist für jedes Abtastfeld **12.1**, **12.2** zumindest eine lichtempfindliche Fläche auf. Um eine Modulation des Lichts der Lichtquelle **13** bei einer Verdrehung des Werkzeugkopfes **3** um die Spindelachse S bei mitdrehendem Werkzeugträger **5** zu vermeiden, ist es vorteilhaft, wenn die lichtempfindliche Fläche, die einem Abtastfeld **12.1** bzw. **12.2** zugeordnet ist, ihren Flächenschwerpunkt in der Spindelachse S hat. Dabei kann jede der Flächen ein konzentrisch zur Spindelachse S angeordneter Ring sein oder aus mehreren Einzelflächen bestehen, die konzentrisch um die Spindelachse S angeordnet sind. Durch diese Maßnahme werden Teilungsfehler der Radialteilung **11.1** und **12.10**, **12.20** über einen großen Abtastbereich der Abtastfelder **12.1**, **12.2** gemittelt.

**[0043]** In [Fig. 4](#) ist eine verdrehte Stellung des

Werkzeugkopfes **3** um die Spindelachse S dargestellt. Gegenüber der [Fig. 2](#) hat sich der Werkzeugkopf **3** mit dem Werkzeugträger **5** um etwa  $48^\circ$  gedreht.

**[0044]** In dem Beispiel gemäß den [Fig. 1](#) bis [Fig. 5](#) wird die positionsabhängige Modulation des Lichts der Lichtquelle **13** dadurch erzeugt, daß die Radialteilung **11.1** des Teilungsträgers **11** positionsabhängig Licht reflektiert bzw. absorbiert und die Abtasteilungen **12.10**, **12.20** aus abwechselnd opaken und transparenten Teilstrichen bestehen.

**[0045]** Alternativ dazu kann die Radialteilung **11.1** aus abwechselnd opaken und transparenten Teilstrichen und die Abtasteilungen **12.10**, **12.20** aus abwechselnd reflektierenden und absorbierenden Bereichen bestehen. Diese Anordnung ist schematisch in [Fig. 6](#) dargestellt.

**[0046]** Die Anordnungen der [Fig. 1](#) bis [Fig. 6](#) haben den Vorteil einer kompakten Abtastplatte **12** und sind besonders für große Abstände zwischen den beiden Achsen S und W geeignet, da der Durchmesser des Teilungsträgers **11** etwa 2 mal der Exzentrizität ist und sich bei großen Durchmessern die Auflösung der Winkelmessung erhöht und die Meßfehler verringern.

**[0047]** Bei relativ kleinen Exzentrizitäten ist die Detektoranordnung von der Spindelachse S entfernt angeordnet, wie anhand der [Fig. 7](#) bis [Fig. 11](#) erläutert wird. Die Spindelanordnung entspricht den vorhergehenden Beispielen. Der Teilungsträger **11** ist wiederum am Werkzeugträger **5** befestigt und die Abtastplatte **12** am Grundkörper **4**. Die Radialteilungen **11.1** des Teilungsträgers **11** und des Abtastfelds **12.3** verlaufen wiederum sternförmig zur Werkzeugträgerachse W als gemeinsames Zentrum. Das Abtastfeld **12.3** verläuft wiederum ringförmig konzentrisch um die Spindelachse S und die Detektoranordnung **14** ist drehstarr am stationären Maschinenteil **1** befestigt. Die Teilungsstriche der Radialteilung **11.1** sind mindestens so lang wie der radiale Abstand der beiden Wellen S und W. Dabei ist die Länge die Ausdehnung in Richtung der Werkzeugträgerachse W.

**[0048]** Die lichtempfindliche Fläche der Detektoranordnung **14**, welche dem Abtastfeld **12.3** zugeordnet ist, erfaßt – wie bei den [Fig. 1](#) bis [Fig. 6](#) – eine Vielzahl von Teilungsperioden der Radialteilung **11.1** und **12.30**, so daß eine Mittelung von Teilungsfehlern resultiert und das Abtastsignal nur durch die Relativdrehung zwischen dem Werkzeugträger **5** und dem Grundkörper **4** moduliert wird und von der Relativdrehung zwischen Grundkörper **4** und stationärem Maschinenteil **1** zumindest weitgehend unbeeinflusst bleibt.

**[0049]** In nicht gezeigter Weise ist es wiederum vorteilhaft, wenn der Flächenschwerpunkt der lichtempfindlichen Fläche bzw. der lichtempfindlichen Flächen

eines Abtastfelds **12.3** in der Spindelachse S liegt. Dadurch wird eine gute Mittelung der Strichbreiten der Radialteilung **11.1** und der Abtastteilung **12.30** erreicht.

**[0050]** Eine Verdrehung des Werkzeugträgers **5** gegenüber dem Grundkörper **4** ist in **Fig. 9** dargestellt. Es erfolgt eine Modulation des Lichtflusses durch den Teilungsträger **11** und der Abtastplatte **12**.

**[0051]** Dagegen resultiert aus einer Verdrehung des Grundkörpers **4** um die Spindelachse S (**Fig. 10**) keine Modulation, bzw. die durch die Relativdrehung zwischen dem Werkzeugträger **5** und dem Grundkörper **4** erzeugte Modulation bleibt zumindest weitgehend unbeeinflusst.

**[0052]** In **Fig. 11** ist eine Abtastplatte mit vier Abtastfeldern **12.3**, **12.4**, **12.5**, **12.6** dargestellt. Die Abtastteilungen **12.30**, **12.40**, **12.50**, **12.60** sind jeweils um  $\frac{1}{4}$  der Teilungsperiode P gegeneinander versetzt. Jede Teilungsperiode P besteht aus einem opaken (schraffiert dargestellt) und einem transparenten Bereich.

**[0053]** In **Fig. 12** ist eine sogenannte Durchlichtversion der Winkelmeßeinrichtung dargestellt. Dabei befindet sich die Lichtquelle **13** auf einer Seite des Teilungsträgers **11** und die Detektoranordnung **14** auf der anderen Seite. Die Radialteilungen **11.1** und **12.30** werden vom Licht jeweils durchstrahlt und bestehen daher jeweils aus abwechselnd opaken und transparenten Bereichen.

**[0054]** Zur Bearbeitung von Werkstücken mit einer von der Kreisform abweichenden Außen- oder Innenkontur, insbesondere von polygonartigen Oberflächen wird bei der beschriebenen Spindelanordnung der Werkzeugträger **5** in Abhängigkeit von der momentanen Drehlage des Grundkörpers **4** im stationären Maschinenteil **1** verdreht. Die Drehbewegung um die Achse W wird in Abhängigkeit der Drehlage des Grundkörpers **4** um die Achse S numerisch gesteuert. Derartige Spindelanordnungen werden auch als Werkstückträger verwendet. Anstelle des Werkzeugs **6** wird ein Werkstück daran befestigt und beispielsweise numerisch gesteuert zu einem Dreh- oder Fräs Werkzeug bewegt. Eine derartige Anordnung ist in der DE 17 52 236 A beschrieben.

**[0055]** Um die Winkelmeßeinrichtung auch für diese Anforderungen auszubilden, ist gemäß **Fig. 13** am stationären Maschinenteil **1** eine weitere Detektoranordnung **20** vorgesehen. An der Abtastplatte **12** ist eine zweite Radialteilung **21** konzentrisch zur Spindelachse S vorgesehen. Die Teilstriche der Radialteilung **21** sind zum Zentrum S gerichtet. Zur Abtastung der Radialteilung **21** ist am stationären Maschinenteil **1** eine an sich bekannte Abtastteilung **22** angebracht. Zur Beleuchtung der Radialteilung **21**, der Abtasttei-

lung **22** und der Detektoranordnung **20** kann die Lichtquelle **13** oder eine eigene Lichtquelle **23** vorgesehen sein.

**[0056]** Die Abtastplatte **12** mit den Radialteilungen **12.30** und **21** ist in **Fig. 14** in Draufsicht dargestellt.

**[0057]** Die Abtastteilung **22** kann mit der Detektoranordnung **20** eine gemeinsame Einheit bilden, dabei können die lichtempfindlichen Flächen auch als Abtastteilung **22** ausgeführt sein. Darüber hinaus ist die Abtastanordnung **20**, **22** nicht auf das lichtelektrische Prinzip beschränkt, die Radialteilung **21** kann auch induktiv, kapazitiv oder magnetisch abtastbar ausgebildet sein.

**[0058]** Die Radialteilungen **11.1**, **12.10**, **12.20**, **12.30**, **12.40**, **12.50**, **12.60** und **21** können in der Teilungsperiode bzw. in ihrer Winkelausrichtung so ausgebildet werden, daß bekannte Vernier- bzw. Moiré-Abtastprinzipien eingesetzt werden können.

**[0059]** Die Lichtquelle **13** kann alternativ auch im Grundkörper **4** angeordnet sein und die Versorgung der Lichtquelle über eine im Grundkörper **4** integrierte Batterie erfolgen oder über Spulen oder Schleifringübertrager vom stationären Maschinenteil **1** in den Grundkörper **4** eingekoppelt werden. Die Radialteilungen **11.1**, **21** können inkremental oder absolut codiert, einspurig oder mehrspurig ausgebildet sein.

**[0060]** Der Teilungsträger **11** kann auch ein Segment mit einer Radialteilung **11.1** von kleiner als  $360^\circ$  aufweisen.

## Patentansprüche

1. Winkelmeßeinrichtung mit einem Teilungsträger (**11**), einer Abtastplatte (**12**) und einer Detektoranordnung (**14**) an einem stationären Teil (**1**) zur Messung der Drehlage des Teilungsträgers (**11**) gegenüber der Abtastplatte (**12**) um eine erste Drehachse (W), **dadurch gekennzeichnet**, dass
  - die Abtastplatte (**12**) mit dem Teilungsträger (**11**) um eine zweite Drehachse (S) relativ zur Detektoranordnung (**14**) drehbar ist, und
  - die beiden Drehachsen (S, W) parallel zueinander verlaufen und radial voneinander beabstandet sind.
2. Winkelmeßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Abtastplatte (**12**) zumindest ein Abtastfeld (**12.1** bis **12.6**) aufweist, das konzentrisch zur zweiten Drehachse (S) verläuft.
3. Winkelmeßeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Teilungsträger (**11**) und die Abtastplatte (**12**) jeweils eine Radialteilung (**11.1**, **12.10** bis **12.60**) aufweisen, dessen Teilungsstriche gemeinsam zur ersten Drehachse (W) ausgerichtet sind.

4. Winkelmesseinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Detektoranordnung (14) im Bereich der zweiten Drehachse (S) angeordnet ist und das zumindest eine Abtastfeld (12.1, 12.2) kreisförmig um die zweite Drehachse (S) angeordnet ist und der Durchmesser des Kreisrings kleiner oder gleich der Länge der Teilstriche der Radialteilung (11.1) des Teilungsträgers (11) ist.

5. Winkelmesseinrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Detektoranordnung (14) von der zweiten Drehachse (S) einen radialen Abstand aufweist, der größer ist als der radiale Abstand der beiden Drehachsen (S, W), und dass das zumindest eine Abtastfeld (12.3, 12.4, 12.5, 12.6) einen konzentrisch zur zweiten Drehachse (S) verlaufenden Kreisring bildet, der beide Drehachsen (S, W) einschließt.

6. Winkelmesseinrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Teilungsträger (11) lichtelektrisch abtastbar ist, und dass die Detektoranordnung (14) eine lichtempfindliche Fläche oder Flächen aufweist, die dem zumindest einen Abtastfeld (12.1 bis 12.6) zugeordnet ist, und dass der Flächenschwerpunkt dieser Fläche oder Flächen in der zweiten Drehachse (S) liegt.

7. Winkelmesseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Abtastplatte (12) eine Teilung (21) aufweist, die von einer weiteren Detektoranordnung (20) am stationären Teil (1) zur Erfassung der Drehlage der Abtastplatte (12) relativ zum stationären Teil (1) abtastbar ist.

8. Winkelmesseinrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Abtastplatte (12) eine Radialteilung (21) aufweist, deren Teilstriche zur zweiten Drehachse (S) ausgerichtet sind.

9. Spindelanordnung mit einem stationären Maschinenteil (1), in dem ein Grundkörper (4) um eine Spindelachse (S) drehbar gelagert ist und im Grundkörper (4) ein Werkzeug- oder Werkstückträger (5) um eine Trägerachse (W) drehbar gelagert ist, wobei beide Drehachsen (S, W) parallel zueinander verlaufen und radial voneinander beabstandet sind, dadurch gekennzeichnet, dass am stationären Maschinenteil (1) eine Detektoranordnung (14), am Grundkörper (4) eine Abtastplatte (12) und am Werkzeug- oder Werkstückträger (5) ein Teilungsträger (11) einer Winkelmesseinrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche angeordnet ist, wobei die erste Drehachse (W) die Trägerachse (W) und die zweite Drehachse (S) die Spindelachse (S) ist.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

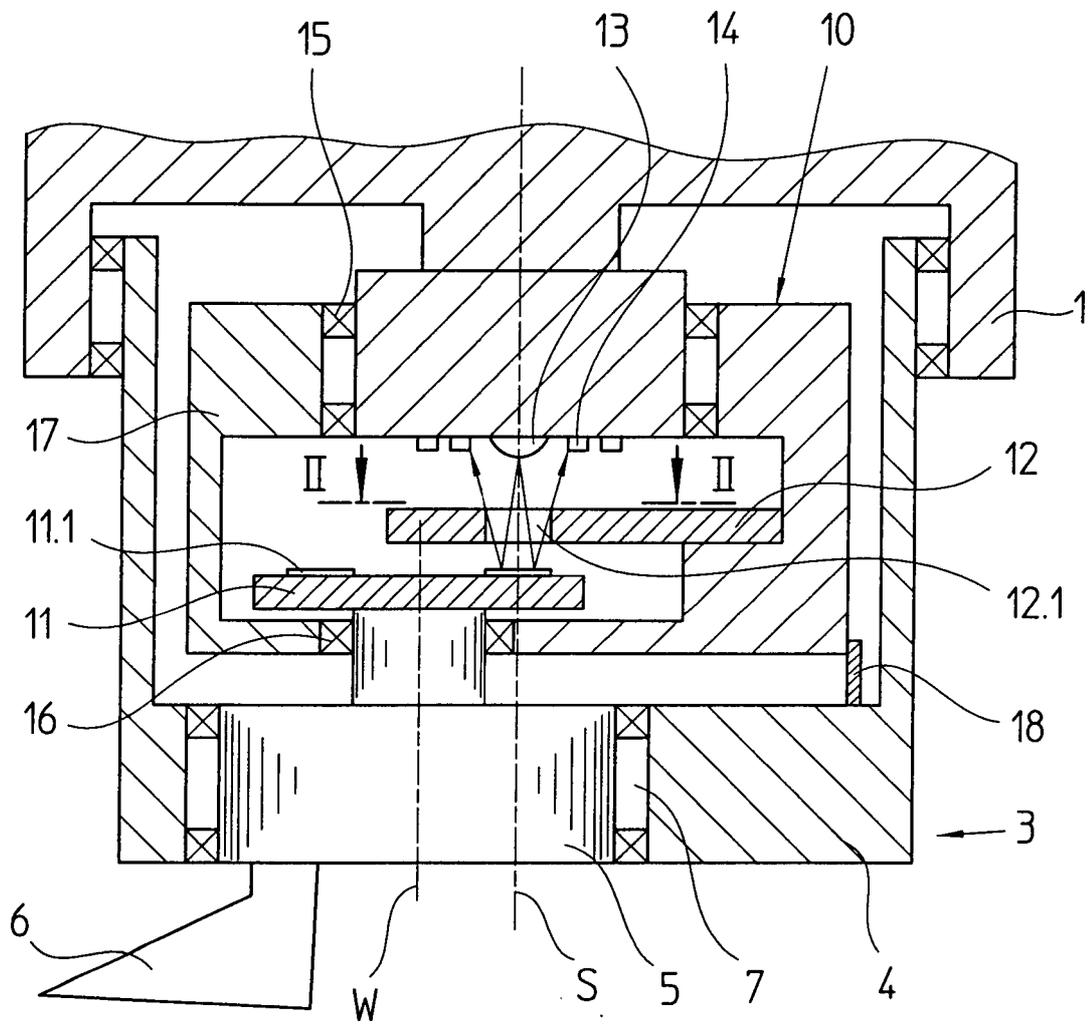


FIG. 2

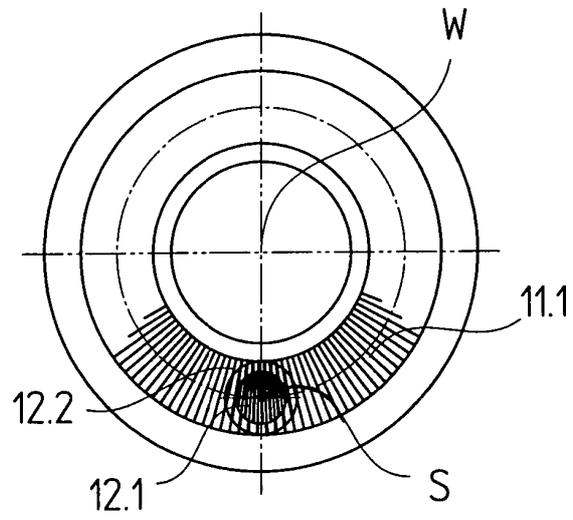


FIG. 3

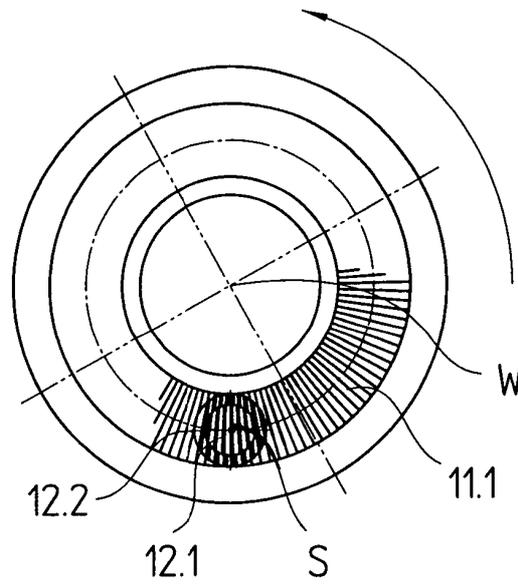


FIG. 4

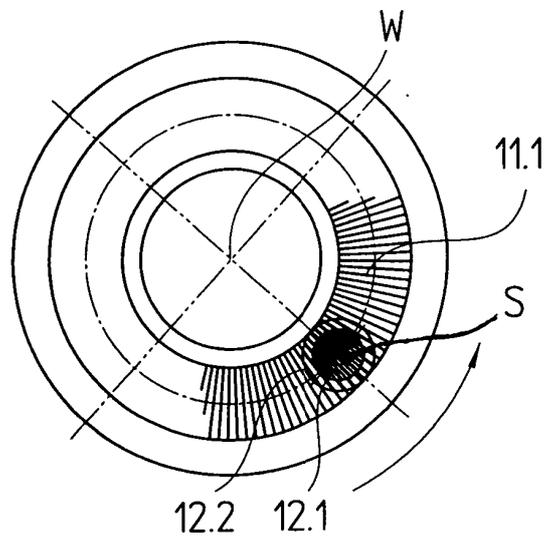


FIG. 5

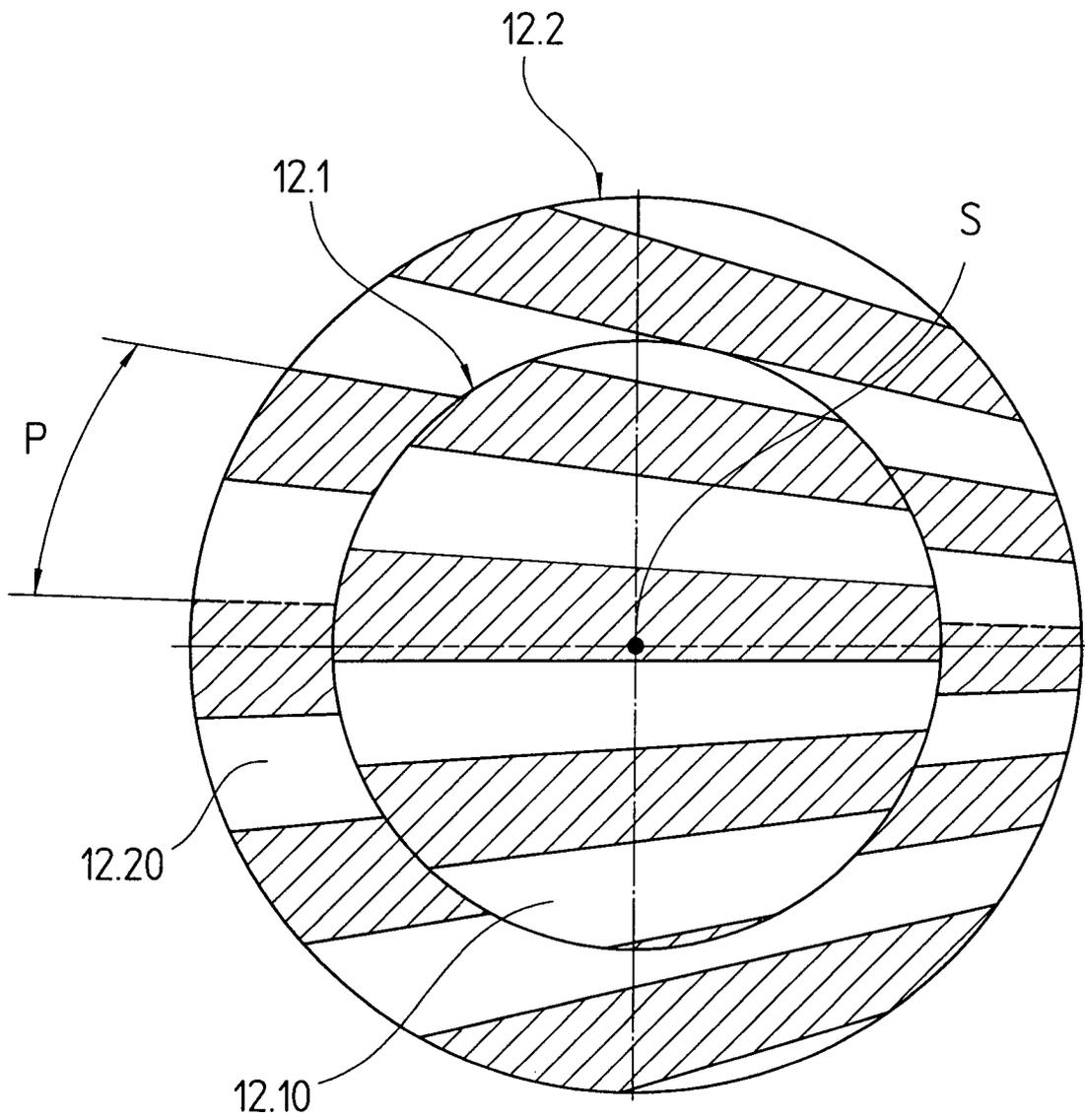


FIG. 6

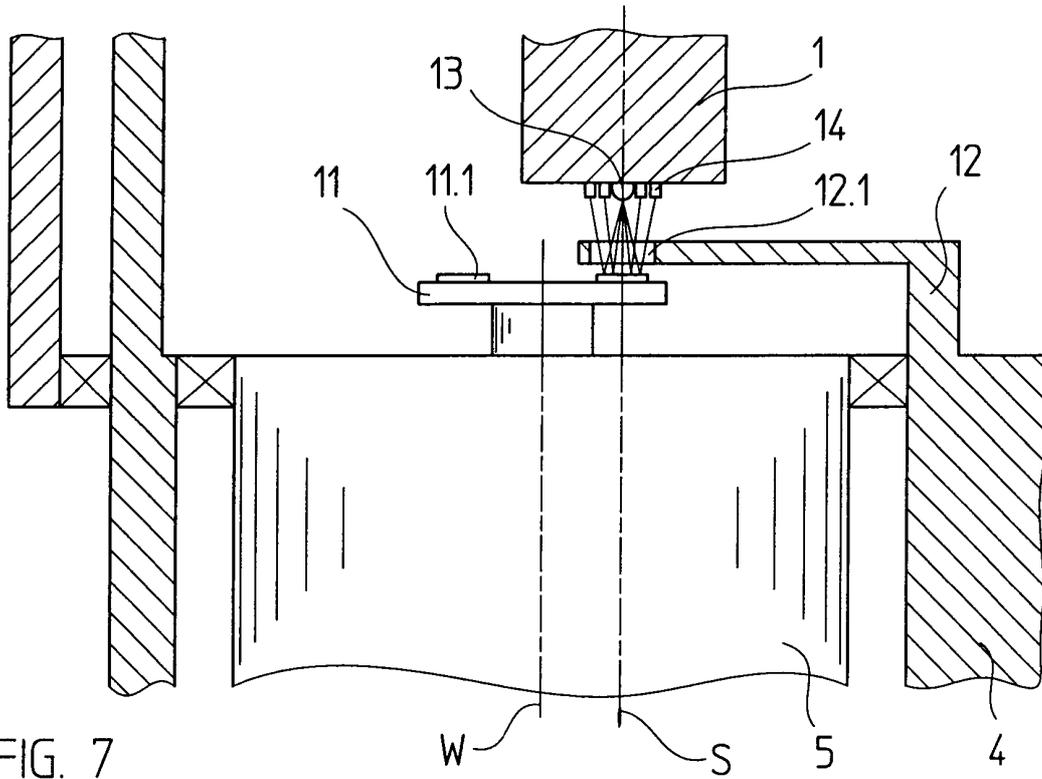


FIG. 7

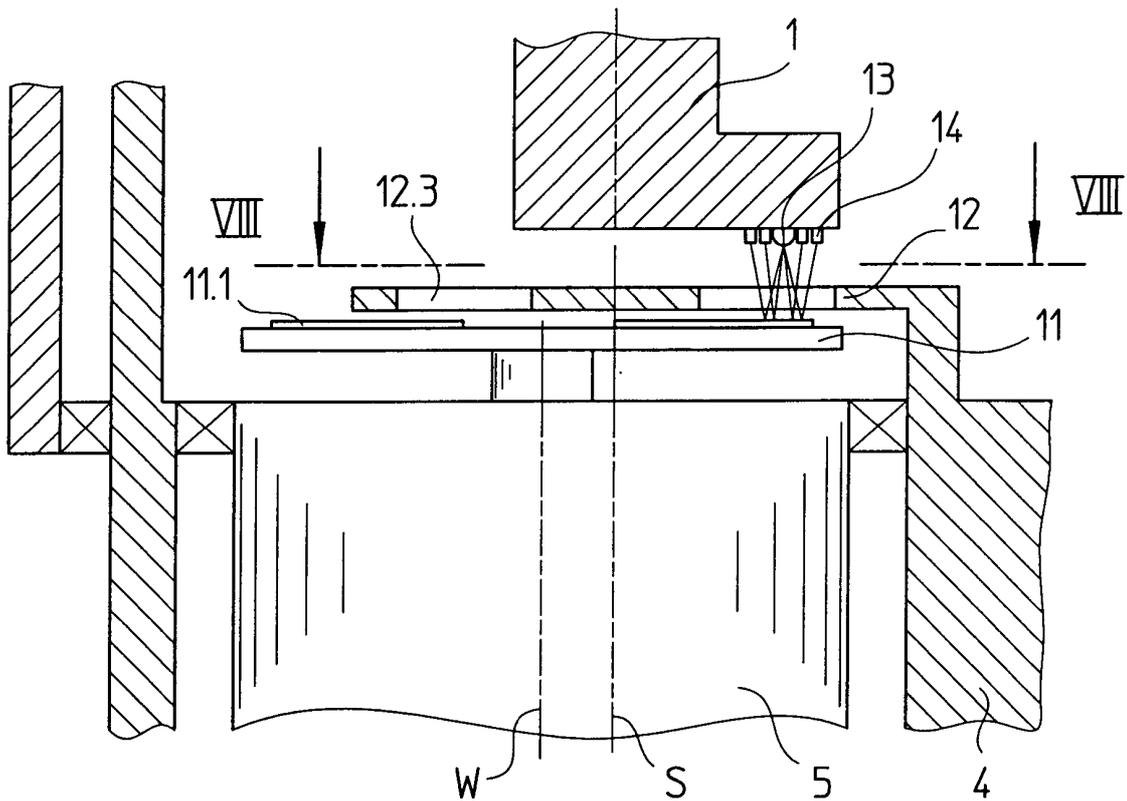


FIG. 8

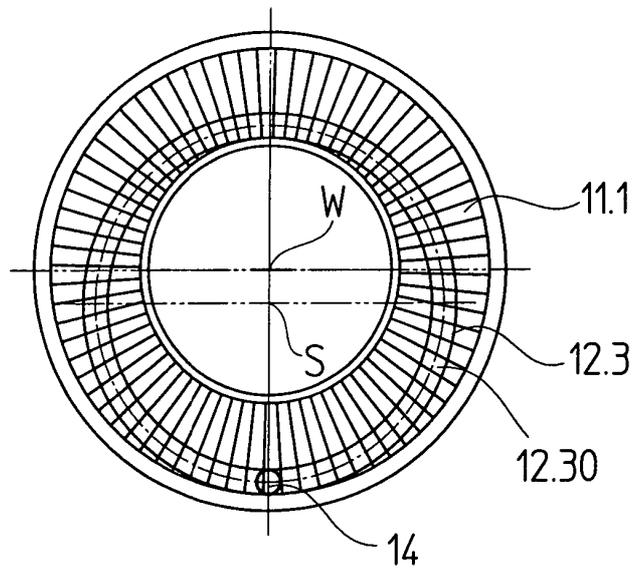


FIG. 9

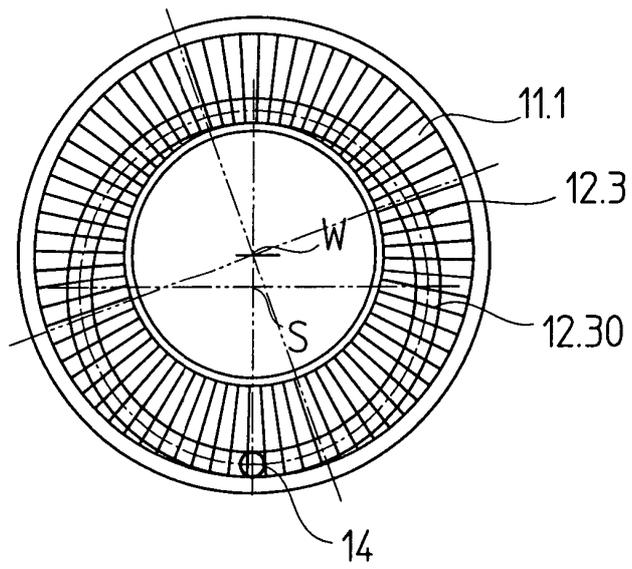


FIG. 10

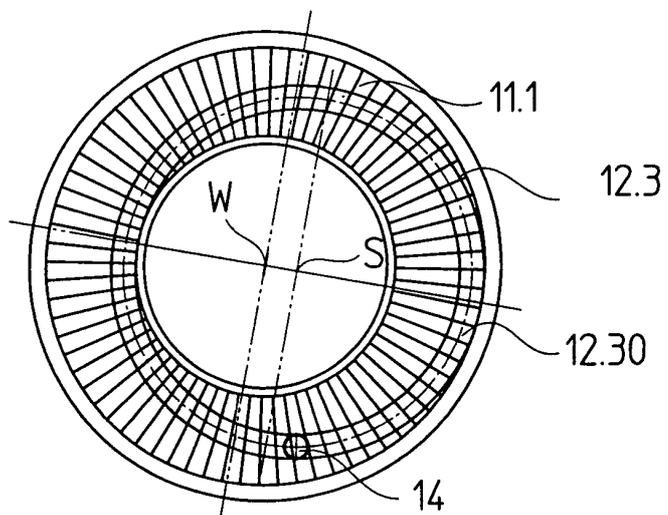


FIG. 11

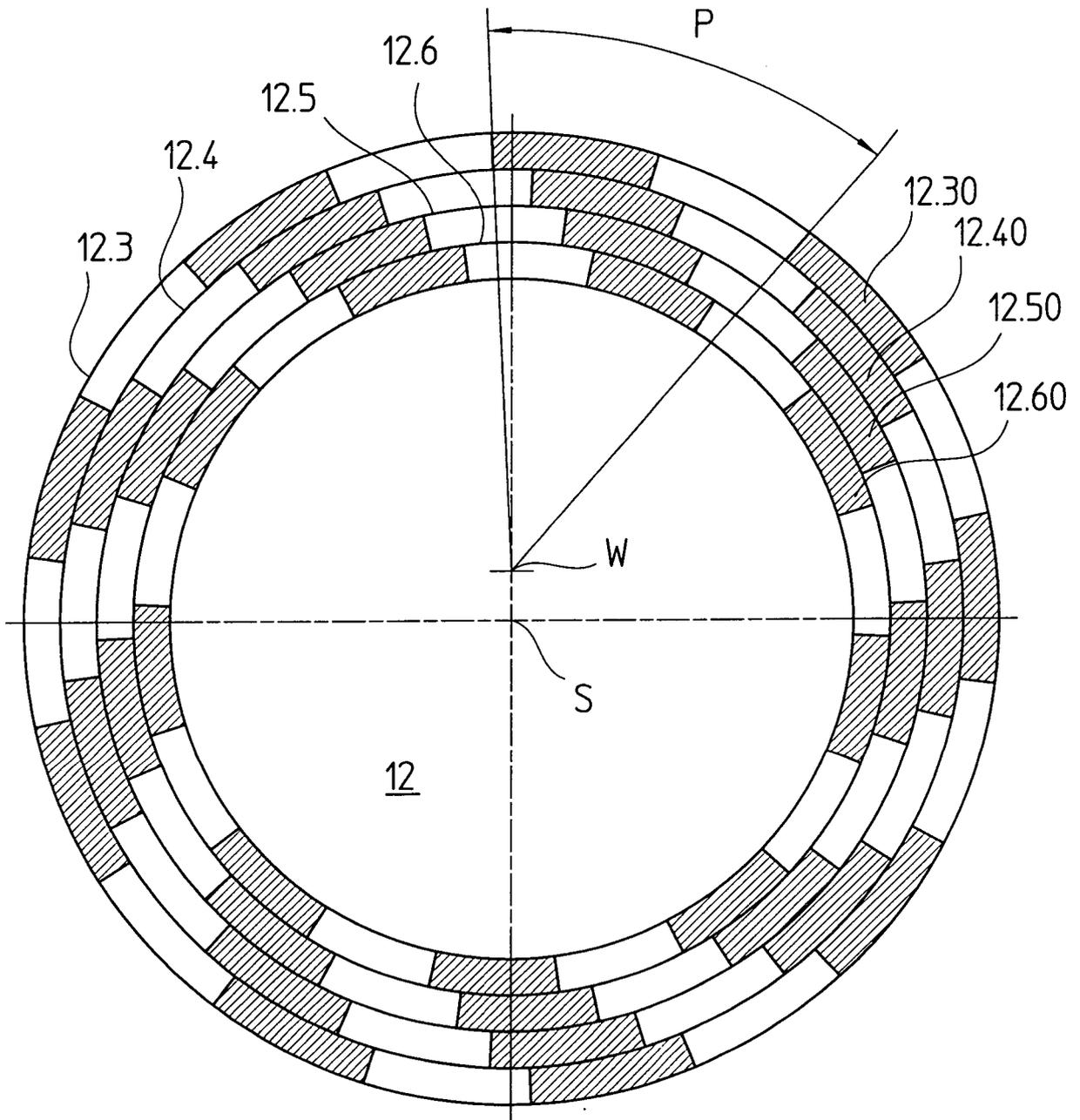


FIG. 12

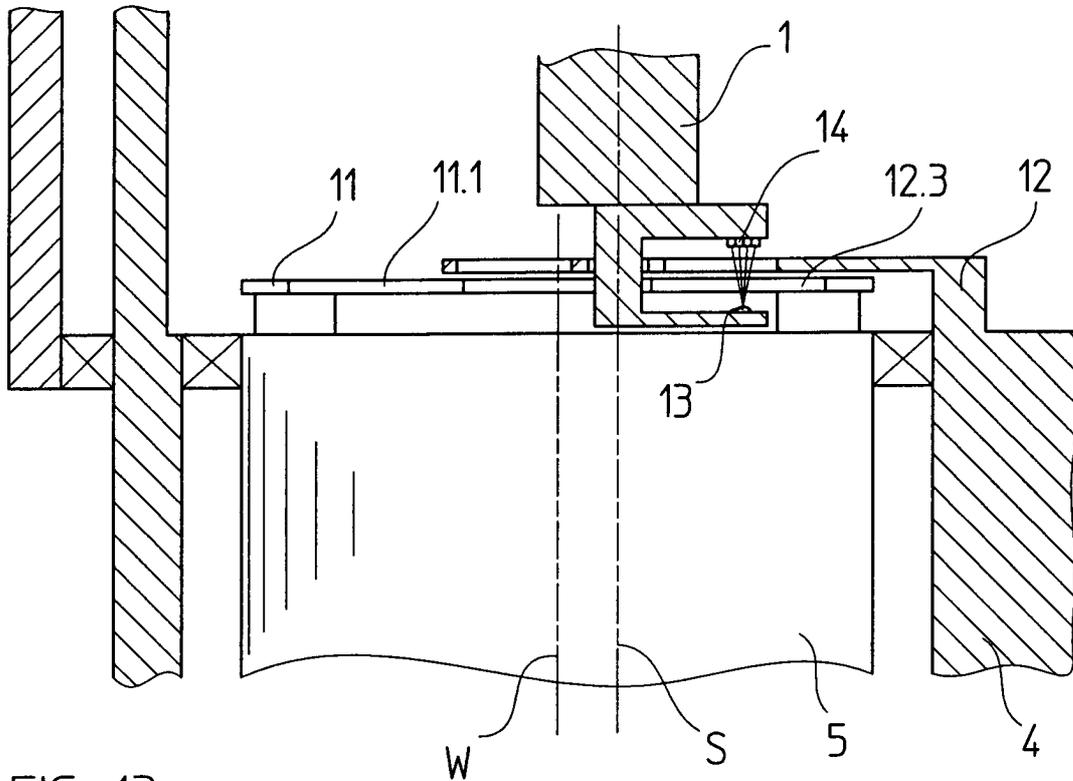


FIG. 13

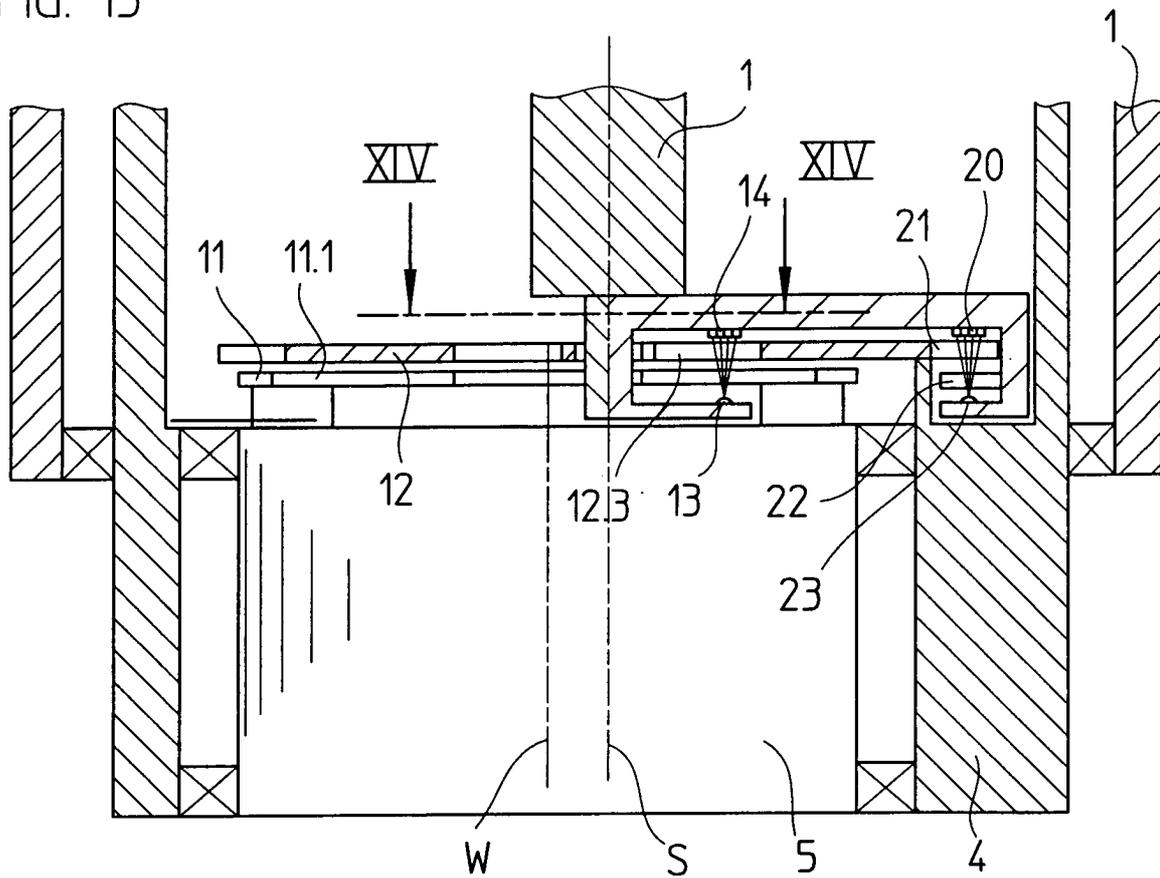


FIG. 14

