



(10) **DE 10 2013 021 181 A1** 2014.06.26

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2013 021 181.6**

(22) Anmeldetag: **17.12.2013**

(43) Offenlegungstag: **26.06.2014**

(51) Int Cl.: **G01L 3/10 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:

201210556327.8 **20.12.2012** **CN**

61/757,888 **29.01.2013** **US**

(71) Anmelder:

Infineon Technologies AG, 85579, Neubiberg, DE

(72) Erfinder:

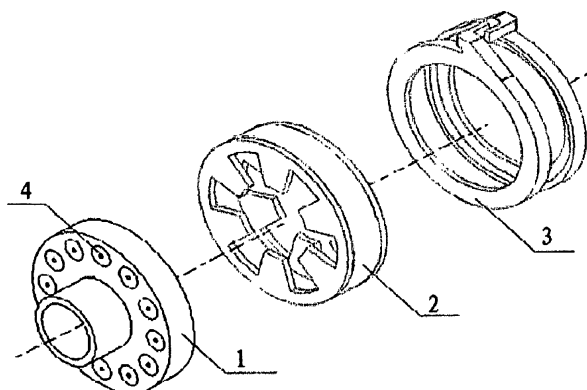
Foo, Yoon Fatt Francis, Singapore, SG; Guan, Lifeng, Singapore, SG; Su, Li, Shanghai, CN; Wang, Ling, Chengdu, CN; You, Wei, Chengdu, CN; Zhong, Hongsheng, Chengdu, CN; Zhong, Xiulin, Chengdu, CN

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Drehmomentsensor**

(57) Zusammenfassung: Eine Ausführungsform offenbart eine Sensoranordnung, die eine scheibenförmige Struktur mit einer Mehrzahl von magnetischen Elementen, die zumindest an Endflächen der scheibenförmigen Struktur bereitgestellt sind, aufweist. Die Sensoranordnung weist eine Hohl scheibenstruktur auf, wobei die Hohl scheibenstruktur zwei Endflächen aufweist, wobei jede der zwei Endflächen der zweiten Struktur eine Mehrzahl von voneinander beabstandeten Zähnen aufweist und die Zähne an den zwei Endflächen an gegenüberliegenden Positionen angeordnet sind. Zähne an einer jeweils gleichen Endfläche der Hohl scheibenstruktur sind voneinander beabstandet. Die scheibenförmige Struktur ist in Bezug auf die Hohl scheibenstruktur drehbar. Ein Magnetfeldsensor ist zur Erkennung eines durch die Mehrzahl von magnetischen Elementen erzeugten Magnetfelds bereitgestellt.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Drehmomentsensoren werden allgemein in der Maschinenindustrie verwendet, wie zum Beispiel Drehmomentsensoren, die bei einer elektrisch betriebenen Servolenkung eines Kraftfahrzeugs eingesetzt werden. Drehmomentsensoren können auf einem Widerstand-Potentiometer basieren, bei dem ein herkömmlicher Drehmomentsensor die Form eines Potentiometers aufweist. Ein mechanischer Kontakt wird hergestellt und die Kontaktstellung des Potentiometers ändert sich. Da das Potentiometer und eine Reibstelle eines kreisförmigen Rings beständig im Kontakt mit der festen Wand bleiben, führt die häufige Drehung des Potentiometers und des kreisförmigen Rings zu Abrieb, der die Lebensdauer des Sensors erheblich reduziert. Gleichzeitig kann die Leistung während des Betriebs der Lenkvorrichtung aufgrund des Reibwiderstands mangelhaft sein. Gleichzeitig ist die Erkennungspräzision des Sensors in Bezug auf das Drehmoment der Lenkvorrichtung auch vermindert. Außerdem weist bei herkömmlichen Potentiometer-Drehmomentsensoren der Übergangsprozess vom Drehmoment zu einem elektrischen Signal sehr viele Bindeglieder auf und umfasst auch eine große Anzahl von Bauelementen, was hohe Kosten nach sich zieht.

[0002] Außerdem ist ein Drehmoment-Gittersensor bekannt, der einen Drehwinkel mit Hilfe der Relativverstellung des Gitters misst und anschließend die Änderung eines Lichtstrahls in ein elektrisches Signal konvertiert und nach Verstärkung und entsprechender Verarbeitung durch eine Schaltung ein entsprechendes Drehmomentsignal ausgibt. Der Drehmoment-Gittersensor umgeht das Problem des Abriebs und weist eine längere Lebensdauer und hohe Präzision auf, weil er berührungsfrei arbeitet, doch sind die Herstellungskosten relativ hoch und das Gitter erfordert hohe Präzision. Außerdem ist der Herstellungsprozess komplizierter und daher wird der Drehmoment-Gittersensor selten bei einer gewöhnlichen elektrisch betriebenen Servolenkung verwendet.

[0003] Eine weitere Art von Drehmomentsensor verwendet eine magnetische Erfassung zur Erfassung einer Änderung der Position. Es wäre von Vorteil, einen Drehmomentsensor zu haben, der auf Magnetfelderfassung basiert und einen einfachen Aufbau, einen einfachen Herstellungsprozess sowie hohe Präzision aufweist.

Kurzdarstellung der Erfindung

[0004] Gemäß einem Aspekt weist eine Sensoranordnung eine scheibenförmige Struktur mit einer Mehrzahl von magnetischen Elementen auf, die zumindest an Endflächen der scheibenförmigen Struktur

bereitgestellt sind. Die Sensoranordnung weist eine Hohl-scheibenstruktur auf, die zwei Endflächen umfasst, wobei jede der zwei Endflächen der Hohl-scheibenstruktur eine Mehrzahl von voneinander beabstandeten Zähnen aufweist. Die Zähne an den zwei Endflächen sind an einander gegenüberliegenden Positionen angeordnet. Zähne an einer jeweils gleichen Endfläche der Hohl-scheibenstruktur sind voneinander beabstandet. Die scheibenförmige Struktur ist in Bezug auf die Hohl-scheibenstruktur drehbar. Ein Magnetfeldsensor wird zur Erkennung eines durch die Mehrzahl von magnetischen Elementen erzeugten Magnetfelds bereitgestellt.

[0005] Gemäß einem weiteren Aspekt weist ein Drehmomentsensor eine erste Welle mit einer Achse, eine zweite Welle, die koaxial mit der ersten Welle bereitgestellt ist, einen mit der ersten und der zweiten Welle verbundenen Drehstab auf. Eine Struktur ist mit der ersten Welle verbunden, wobei die Struktur eine Mehrzahl von magnetischen Elementen aufweist, wobei jedes aus der Mehrzahl von magnetischen Elementen ein zur Achse der ersten Welle paralleles magnetisches Moment aufweist.

[0006] Gemäß einem weiteren Aspekt umfasst ein Verfahren zum Bestimmen eines Drehmoments das Erfassen einer Änderung eines Magnetfelds, wobei die Änderung des Magnetfelds durch eine Relativedrehung um eine erste Achse zwischen einer scheibenförmigen Struktur, die eine Mehrzahl von magnetischen Elementen aufweist, und einer Hohlstruktur, die eine Mehrzahl von magnetisch leitenden Zähnen aufweist, verursacht wird. Jedes aus der Mehrzahl von magnetischen Elementen weist ein in einer zur ersten Achse parallelen Richtung gerichtetes magnetisches Moment auf. Auf der Grundlage der erfassten Änderung des Magnetfelds wird das angelegte Drehmoment bestimmt.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0007] Eine Ausführungsform wird anhand von Beispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen erläutert, wobei

[0008] Fig. 1 eine schematische Darstellung der Struktur der Antriebsstufe gemäß einer Ausführungsform ist,

[0009] Fig. 2 eine schematische Darstellung der Struktur der angetriebenen Stufe gemäß einer Ausführungsform ist,

[0010] Fig. 3 eine schematische Darstellung der Struktur des Flusskonzentrators gemäß einer Ausführungsform ist,

[0011] Fig. 4 eine schematische Darstellung der Struktur der drei Elemente, der Antriebsstufe, der an-

getriebenen Stufe und des Flusskonzentrators, gemäß einer Ausführungsform ist,

[0012] Fig. 5 eine schematische Darstellung der Struktur des magnetischen Drehmomentsensors gemäß einer Ausführungsform ist,

[0013] Fig. 6 eine Vorderansicht der Antriebsstufe gemäß einer Ausführungsform ist,

[0014] Fig. 7 eine Vorderansicht der angetriebenen Stufe gemäß einer Ausführungsform ist,

[0015] Fig. 8 eine Vorderansicht des Flusskonzentrators gemäß einer Ausführungsform ist.

Ausführliche Beschreibung der Ausführungsformen

[0016] Bei den beschriebenen Ausführungsformen werden verschiedene spezifische Ansichten oder schematische Ansichten von Elementen, Vorrichtungen, Merkmalen etc. zum besseren Verständnis von Ausführungsformen gezeigt und beschrieben. Es versteht sich, dass solche Darstellungen möglicherweise nicht maßstabsgetreu sind. Außerdem zeigen solche Ausführungsformen möglicherweise nicht alle Merkmale, Elemente etc., die in einer oder mehreren Abbildungen enthalten sind, im gleichen Maßstab, d. h. einige Merkmale, Elemente etc. werden möglicherweise überdimensioniert gezeigt, so dass in ein und derselben Abbildung manche Merkmale, Elemente etc. in einem größeren oder kleineren Maßstab im Vergleich zu anderen Merkmalen, Elementen etc. gezeigt sind.

[0017] In den verschiedenen Abbildungen können identische oder ähnliche Einheiten, Baugruppen, Vorrichtungen etc. mit demselben Bezugszeichen versehen sein. Beispielhafte Ausführungsformen werden nun unter Bezugnahme auf die beige-fügten Zeichnungen ausführlicher beschrieben. Ausführungsformen können jedoch in vielen verschiedenen Ausgestaltungen ausgedrückt werden und sollten nicht so verstanden werden, dass sie auf die hier dargelegten Ausführungsformen beschränkt sind. Vielmehr sind diese beispielhaften Ausführungsformen bereitgestellt, so dass diese Offenlegung gründlich und vollständig ist und einem Fachmann den Schutzzumfang vollinhaltlich vermittelt. In den Zeichnungen sind die Dicken der Schichten und Bereiche zur Verdeutlichung auf eine übertriebene Weise dargestellt.

[0018] Es versteht sich, dass, wenn ein Element als "an", "verbunden mit", "elektrisch verbunden mit" oder "gekoppelt an" ein anderes Element bezeichnet wird, es unmittelbar an, verbunden mit, elektrisch verbunden mit oder gekoppelt an ein anderes Element sein kann oder Zwischenelemente vorhanden sein können. Dagegen sind keine Zwischenelemente vorhanden, wenn ein Bauelement als "direkt an", "direkt ver-

bunden mit, "elektrisch direkt verbunden mit" oder "direkt gekoppelt an" ein anderes Bauelement bezeichnet wird. Der Ausdruck "und/oder" wird hier so verwendet, dass er jegliche und alle Kombinationen von einem oder mehreren der zugehörigen aufgelisteten Gegenstände umfasst.

[0019] Obwohl die Ausdrücke erster, zweiter, dritter etc. hier zum Beschreiben verschiedener Elemente, Bauelemente, Bereiche, Schichten und/oder Abschnitte verwendet werden können, versteht sich, dass diese Elemente, Bauelemente, Bereiche, Schichten und/oder Abschnitte nicht durch diese Ausdrücke beschränkt werden sollten. Diese Ausdrücke werden lediglich zur Unterscheidung eines Elements, Bauelements, Bereichs, einer Schicht und/oder eines Abschnitts von einem anderen Element, Bauelement, Bereich, einer Schicht und/oder einem Abschnitt verwendet. Zum Beispiel könnte ein erstes Element, Bauelement, ein erster Bereich, eine erste Schicht und/oder ein erster Abschnitt als ein zweites Element, Bauelement, ein zweiter Bereich, eine zweite Schicht und/oder ein zweiter Abschnitt bezeichnet werden, ohne von der Lehre der beispielhaften Ausführungsformen abzuweichen.

[0020] Ausdrücke, die räumliche Relationen bezeichnen, wie "unterhalb", "unter", "unten", "oberhalb", "oben" und dergleichen, können hier zur Erleichterung der Beschreibung verwendet werden, um die Beziehung eines Bauelements und/oder eines Merkmals zu einem anderen Bauelement und/oder Merkmal, oder von anderen Bauelementen und/oder anderen Merkmalen zu beschreiben, wie in den Zeichnungen dargestellt. Es versteht sich, dass Ausdrücke, die räumliche Relationen bezeichnen, verschiedene Ausrichtungen der Vorrichtung, die verwendet wird oder sich im Betrieb befindet, zusätzlich zu der in den Zeichnungen dargestellten Ausrichtung umfassen sollen.

[0021] Die hier verwendete Terminologie dient ausschließlich der Beschreibung spezifischer beispielhafter Ausführungsformen und soll nicht einschränkend sein. Die hier verwendeten Singularformen "ein", "eine" und "der"/"die"/"das" umfassen auch die Pluralformen, sofern der Kontext nicht deutlich etwas anderes anzeigt. Es versteht sich weiterhin, dass die Ausdrücke "umfassen", "umfassend", "aufweisen" und/oder "aufweisend", wenn sie in dieser Beschreibung verwendet werden, das Vorhandensein der genannten Merkmale, Zahlen, Schritte, Vorgänge, Elemente und/oder Bauelemente angeben, nicht aber das Vorhandensein oder die Hinzufügung eines oder mehrerer anderer Merkmale, Zahlen, Schritte, Vorgänge, Elemente und/oder Bauelemente ausschließen.

[0022] Wenn nicht anders definiert, haben alle hier verwendeten Begriffe (einschließlich technischer und

wissenschaftlicher Begriffe) dieselbe Bedeutung wie sie von einem Fachmann auf dem für die beispielhaften Ausführungen relevanten Gebiet üblicherweise verstanden wird. Es versteht sich ferner, dass Begriffe wie diejenigen, die in gewöhnlich verwendeten Wörterbüchern definiert sind, entsprechend einer Bedeutung, die mit ihrer Bedeutung im Kontext der relevanten Technik übereinstimmt, verstanden werden sollten und dass sie nicht auf eine idealisierte oder übermäßig formelle Weise verstanden werden sollten, sofern sie hier nicht ausdrücklich derart definiert sind.

[0023] Alle Merkmale oder alle Methoden oder alle Schritte in dem in der vorliegenden Beschreibung offen gelegten Verfahren können in beliebiger Weise miteinander kombiniert werden, wenn kein Widerspruch zwischen ihnen vorliegt.

[0024] Jedes in der vorliegenden Beschreibung (einschließlich der beigefügten Ansprüche, der Zusammenfassung und der Zeichnungen) offen gelegte Merkmal kann, sofern nicht anders beschrieben, durch ein anderes, ersetzendes Merkmal ersetzt werden, das äquivalent ist oder einen ähnlichen Zweck erfüllt. Das heißt, dass jedes Merkmal, sofern nicht anders beschrieben, nur ein Beispiel einer Reihe von äquivalenten oder ähnlichen Merkmalen ist. Unter Bezugnahme auf **Fig. 4** weist ein magnetischer Drehmomentsensor in den hier beschriebenen Ausführungsformen eine Antriebsstufe **1**, eine angetriebene Stufe **2**, einen Flusskonzentrator **3** und magnetische Elemente **4** auf.

[0025] Die Antriebsstufe **1** weist eine Scheibe **1-1** und einen Zylinderkörper **1-2** auf. Der Zylinderkörper **1-2** ist in der Mitte der Scheibe **1-1** verbunden und der Zylinderkörper **1-2** kann mit einer äußeren Antriebswelle verbunden sein. Wie in **Fig. 1** und **Fig. 6**, die eine Vorderansicht der Scheibe **1-1** darstellt, ausführlicher gezeigt, ist die Scheibe **1-1** mit T magnetischen Elementen **4** versehen, wobei T eine Zahl nicht kleiner als 4 ist. Die magnetischen Elemente **4** können Permanentmagnete sein, die einen Dipol mit einem zu einer Achse der äußeren Antriebswelle parallelen, d. h. zu Endflächen der Scheibe **1-1** senkrechten magnetischen Moment aufweisen. Bei der beschriebenen Ausführungsform werden 12 magnetische Elemente **4** verwendet, d. h. $T = 12$. Gemäß manchen Ausführungsformen kann T eine beliebige gerade Zahl, wie 4, 6, 10, 12, 14..., sein. Bei manchen Ausführungsformen können die magnetischen Elemente **4** Stabmagnete mit einer zylindrischen Form umfassen. In Ausführungsformen können Löcher innerhalb der Scheibe **1-1** für die Montage der magnetischen Elemente **4** vorgesehen sein und diese Löcher können Sacklöcher oder Durchgangslöcher sein. Da die Scheibe **1-1** eine verhältnismäßig geringe Dicke aufweist, können in manchen Ausführungsformen Sacklöcher verwendet werden, bei denen im Vergleich zu einer nach-

stehend beschriebenen Ausführungsform, die Durchgangslöcher verwendet, nur ein geringfügig schwächeres Magnetfeld von den magnetischen Elementen **4** erzeugt wird. In der Regel kann die Art und die Größe der Löcher entsprechend den jeweiligen Anforderungen gewählt werden.

[0026] Bei dieser Ausführungsform werden die Sacklöcher mit magnetischen Elementen **4** darin bereitgestellt. Die magnetischen Elemente **4** und die Löcher sind mit derselben Nummer versehen. In diesem Beispiel werden 12 Sacklöcher verwendet, wobei jedes der Sacklöcher mit einem magnetischen Element **4** versehen ist. Die Anzahl der Sacklöcher kann entsprechend der Anzahl von magnetischen Elementen **4** gewählt werden. Die Sacklöcher sind gleichmäßig an einem, in der Mitte der Scheibe **1-1** zentrierten Umfang verteilt. S- und N-Pole sind abwechselnd zwischen magnetischen Elementen **4** in benachbarten Sacklöchern auf derselben Endfläche der Scheibe **1-1** angeordnet, das heißt, beliebige zwei benachbarte magnetische Elemente **4** weisen entgegengesetzte Polaritäten auf derselben Endfläche auf, so dass eine regelmäßige Wechsellagerfeldverteilung mit einer wellenartigen Eigenschaft entsteht. Die vorstehend genannten Sacklöcher sind zur Vereinfachung der Verarbeitung als kreisförmige Sacklöcher eingerichtet. Daher ist zur Vereinfachung der Montage das magnetische Element **4** als eine zylindrische Struktur konfiguriert und die magnetischen Elemente **4** sind in den Sacklöchern angebracht, wobei die Endflächen der magnetischen Elemente **4** bündig mit den zwei Endflächen der Scheibe **1-1** sind, so dass Störungen an den Ringplatten **2-1** vermieden werden.

[0027] Die angetriebene Stufe **2** ist ausführlicher in **Fig. 2** und in **Fig. 7**, die eine Vorderansicht der angetriebenen Stufe **2** von **Fig. 2** darstellt, gezeigt. Die angetriebene Stufe **2** weist einander gegenüberliegende Ringplatten **2-1**, einen äußeren kreisförmigen Ring **2-2** und Zähne **2-3** auf. Randabschnitte der zwei Ringplatten **2-1** sind durch den äußeren kreisförmigen Ring **2-2** verbunden, so dass die angetriebene Stufe **2** eine Hohlscheibenstruktur aufweist, wobei die Scheibe **1-1** zwischen den zwei Ringplatten **2-1** angeordnet ist.

[0028] Wie aus der **Fig. 5**, die die montierte Sensoranordnung zeigt, ersichtlich ist, steht der Zylinderkörper **1-2** der Antriebsstufe von der Ringplatte **2-1** an einem Ende vor, so dass die angetriebene Stufe **2** in der Lage ist, die Antriebsstufe **1** aufzunehmen.

[0029] Unter erneuter Bezugnahme auf **Fig. 2** und **Fig. 7** ist jede der zwei Ringplatten **2-1** mit $T/2$ sektorförmigen, voneinander beabstandeten Zähnen **2-3** bereitgestellt, wobei in diesem Beispiel $T = 12$ ist. Daher ist jede der Ringplatten **2-1** mit 6 Zähnen **2-3** bereitgestellt, wobei jeder eine sektorförmige Struktur aufweist. Die Zähne **2-3** sind aus einem ma-

gnetisch stark leitenden Material gefertigt und sind voneinander beabstandet, wobei die Freiräume zwischen den Zähnen **2-3** dieselbe Struktur wie die Zähne **2-3** aufweisen, die alle sektorförmige Strukturen haben. Die sektorförmigen Freiräume und die sektorförmigen Zähne **2-3** weisen dieselbe Größe in Ausführungsformen auf. Somit ist die Ringplatte **2-1** mit 6 sektorförmigen Zähnen **2-3** und 6 sektorförmigen Freiräumen bereitgestellt, die gleichmäßig am selben, in der Mitte der Ringplatte **2-1** zentrierten Umfang verteilt sind. Die magnetischen Elemente **4** liegen den sektorförmigen Zähnen **2-3** und den sektorförmigen Freiräumen gegenüber. Ein Sektorwinkel α zwischen dem sektorförmigen Zahn **2-3** und den sektorförmigen Freiräumen kann zum Beispiel 30° betragen. Die Anzahl der sektorförmigen Zähne **2-3** und die Anzahl der sektorförmigen Freiräume betragen $T/2$, festgelegt auf der Grundlage der Anzahl von magnetischen Elementen **4**. Der Sektorwinkel α wird üblicherweise auf der Grundlage der Anzahl der sektorförmigen Zähne **2-3** und der Anzahl der sektorförmigen Freiräume festgelegt und es versteht sich, dass in anderen Ausführungsformen andere Werte bereitgestellt sein können.

[0030] Unter Bezugnahme auf **Fig. 3**, die eine Ansicht des ringförmigen Flusskonzentrators **3** darstellt, und **Fig. 8**, die dessen Vorderansicht darstellt, wird nachstehend eine ausführlichere Beschreibung des ringförmigen Flusskonzentrators **3** gegeben. Wie aus **Fig. 4** und **Fig. 5** ersichtlich ist, ist der ringförmige Flusskonzentrator **3** bereitgestellt, um den Randabschnitt der angetriebenen Stufe **2** abzudecken, wobei der Flusskonzentrator **3** kreisförmige Ringplatten **3-1** und Montageblöcke **3-2** aufweist. Die zwei kreisförmigen Ringplatten **3-1** sind jeweils an den Verbindungsstellen zwischen den zwei Ringplatten **2-1** und dem äußeren kreisförmigen Ring **2-2** positioniert, wobei die kreisförmigen Ringplatten **3-1** magnetisch leitende kreisförmige Ringplatten **3-1** sind, die in der Lage sind, den Magnetfluss an der kreisförmigen Ringplatte zu sammeln, um einen ringförmigen Magnetfluss zu bilden. Die kreisförmigen Ringplatten **3-1** sind unbeweglich und die angetriebene Stufe **2** ist in Bezug auf die kreisförmigen Ringplatten **3-1** drehbar. Jede der zwei kreisförmigen Ringplatten **3-1** ist mit einem Montageblock **3-2** versehen. Die zwei Montageblöcke **3-2** sind an einander gegenüberliegenden Positionen angeordnet. Die kreisförmigen Ringplatten leiten den Magnetfluss in den Spalt zwischen den zwei Montageblöcken und sammeln die Informationen über die Änderung des Magnetfelds. Der Hall-Chip oder ein anderer Magnetsensor ist in dem Spalt zwischen den zwei Montageblöcken **3-2** montiert und der Hall-Chip weist einen Schaltkreischip und einen Hall-Sensor auf, der zum Erfassen von Magnetfeld-Informationen im Spalt zwischen den zwei Montageblöcken **3-2** montiert ist. In manchen Ausführungsformen ist der Hall-Sensor mit dem Schaltkreischip verbunden und der Schaltkreischip ist mit einem Mikro-

prozessor-Chip verbunden. Der Schaltkreischip wandelt die Magnetfeld-Informationen in ein elektrisches Signal um und übermittelt dieses an den Mikroprozessor-Chip. In manchen Ausführungsformen steuert der Mikroprozessor-Chip die Drehung eines Motors mithilfe des Steuerkreises. Der Motor kann die angetriebene Stufe **2** derart antreiben, dass sie der von dem Drehmoment implizierten Drehung folgt. Eine weitere Ausführungsform wird nachstehend beschrieben, die der vorstehend beschriebenen Ausführungsform ähnlich ist, mit der Ausnahme, dass in dieser Ausführungsform die Scheibe **1-1** in der Antriebsstufe an ihren Endflächen mit Durchgangslöchern zur Montage von magnetischen Elementen **4** bereitgestellt ist. Die Durchgangslöcher sind gleichmäßig an einem in der Mitte der Scheibe **1-1** zentrierten Umfang verteilt. Die magnetischen Elemente **4** sind in den Durchgangslöchern angebracht und die zwei Enden des magnetischen Elements **4** sind mit den zwei Endflächen der Scheibe **1-1** bündig. Die Anzahl der Durchgangslöcher ist als $T = 12$ festgelegt, aber sie kann so gewählt werden, dass sie eine beliebige Anzahl T ist, zum Beispiel jede gerade Zahl wie 4, 6, 10, 12, 14... In der angetriebenen Stufe sind die zwei Ringplatten **2-1** jeweils an den Endflächen mit zueinander symmetrisch angeordneten Zähnen **2-3** bereitgestellt. Die Zähne **2-3** verzüngen sich zu einer Mittellinie der Ringplatten **2-1** hin. Die Zähne **2-3** sind aus magnetisch stark leitenden sektorförmigen Strukturen gefertigt. Die Zähne **2-3** an derselben Ringplatte **2-1** sind voneinander beabstandet, wobei der Freiraum ein sektorförmiger Freiraum ist, der eine identische Struktur oder eine ähnliche Struktur wie die Zähne **2-3** aufweist. Somit ist die Anzahl der Zähne **2-3** bzw. der sektorförmigen Freiräume 6. In anderen Ausführungsformen kann die Anzahl jeweils gewählt werden, so dass sie den jeweiligen Anforderungen entsprechend $T/2$ beträgt. Die sektorförmigen Zähne **2-3** und die sektorförmigen Freiräume sind gleichmäßig an demselben, in der Mitte der Ringplatten **2-1** zentrierten Umfang verteilt und zusammen innerhalb der Scheibe **1-1** zwischen den zwei Ringplatten **2-1** mithilfe mechanischer Montage angeordnet. Des Weiteren steht die Scheibe **1-1** nicht mit den Ringplatten **2-1** oder dem äußeren kreisförmigen Ring **2-2** im Kontakt, so dass die Antriebsstufe und die angetriebene Stufe in Bezug aufeinander drehbar sind. Die magnetischen Elemente **4** an der Scheibe **1-1** liegen den sektorförmigen Zähnen **2-3** und den sektorförmigen Freiräumen gegenüber. Das Verhältnis der Anzahl der Zähne **2-3** zu der Anzahl von magnetischen Elementen **4** beträgt 1:2. Auf diese Weise könnten vollständige sinusförmige Wellenformen, deren Anzahl die Hälfte der Anzahl der magnetischen Elemente beträgt, durch eine Umdrehung der Antriebsstufe erzielt werden (wenn sich die angetriebene Stufe nicht dreht). Je größer die Anzahl der magnetischen Elemente **4** ist, desto größer ist die Anzahl von sinusförmigen Wellenformen einer Magnetfeldänderung während einer Umdrehung der Antriebsstufe **1**.

Es wird deutlich, dass mit einer größeren Anzahl von magnetischen Elementen auch eine höhere Präzision erzielt wird.

[0031] In dem vorstehend genannten Beispiel kann T eine willkürliche gerade Zahl größer gleich 4 sein, die entsprechend den tatsächlichen Anforderungen gewählt wird. Gleichzeitig sind die magnetischen Elemente **4** an der Scheibe **1-1** montiert, so dass Störungen zwischen den magnetischen Elementen **4** und den Zähnen **2-3** während der Relativdrehung zwischen der Antriebsstufe **1** und der angetriebenen Stufe **2** vermieden werden. Somit ist die Scheibe **1-1** mit Durchgangslöchern oder Sacklöchern zur Montage der magnetischen Elemente bereitgestellt, die gemäß der tatsächlichen Anforderung angeordnet werden können. Der Sektorwinkel α der sektorförmigen Zähne **2-3** und der sektorförmigen Freiräume ist gemäß der tatsächlichen Anzahl der Zähne **2-3** und der Freiräume festgelegt. Außerdem sind gemäß den Ausführungsformen die Zähne **2-3** und die Freiräume gleichmäßig entlang eines in der Mitte der Ringplatten **2-1** zentrierten Kreises verteilt. Die angetriebene Stufe ist hauptsächlich aus zwei mit Zähnen **2-3** versehenen Ringplatten **2-1** in Verbindung mit dem äußeren kreisförmigen Ring **2-2** gebildet. Im Betrieb sind die zwei Ringplatten **2-1** an dem äußeren kreisförmigen Ring **2-2** angebracht, so dass die Scheibe **1-1** zwischen den zwei Ringplatten **2-1** begrenzt ist. Während der Herstellung können eine beliebige der mit Zähnen **2-3** versehenen Ringplatten **2-1** und ein äußerer kreisförmiger Ring **2-2** einstückig hergestellt werden. Für den Gebrauch wird dann die andere, mit Zähnen **2-3** versehene Ringplatte **2-1** an dem äußeren kreisförmigen Ring **2-2** angebracht. Die Herstellung und die Montage sind somit einfach und präzise.

[0032] Eine Ausführungsform des Funktionsprinzips des magnetischen Drehmomentsensors wird nun erläutert. Im Betrieb ist die Antriebsstufe mit einer Eingangswelle verbunden und die angetriebene Stufe ist mit einer Ausgangswelle verbunden. Die Eingangs- und Ausgangswellen sind über einen Drehstab gekoppelt. Wenn ein Drehmoment angelegt wird, wird die Antriebsstufe **1** dem Drehmoment unterzogen und beginnt, sich um die Antriebswelle (im Uhrzeigersinn oder gegen den Uhrzeigersinn) zu drehen, so dass sich die Scheibe **1-1** dreht. Da der Drehstab zwischen der Einfangs- und der Ausgangswelle gekoppelt ist, ändert sich entsprechend die geometrische Position zwischen der angetriebenen Stufe **2** und der Antriebsstufe **1**, und damit ändert sich auch die Magnetfeldverteilung, die von den an dem Umfang der Antriebsstufe **1** angeordneten, permanentmagnetischen Elementen **4** erzeugt wird. Da die scheibenförmige Struktur der Antriebsstufe **1** mit den permanentmagnetischen Elementen **4**, die abwechselnde S- und N-Polaritäten aufweisen, bereitgestellt ist, wird eine wellige Magnetfeldverteilung erzeugt. Die angetriebene Stufe **2** ist mit Zähnen **2-3** bereit-

gestellt, die aus magnetisch stark leitendem Material gefertigt sind, d. h. Material mit hoher magnetischer Permeabilität, wie Permalloy, Mu-Metall, Ferrite usw. Die Zähne **2-3** weisen symmetrische Sektoren auf, deren Anzahl der Hälfte der Anzahl der magnetischen Elemente **4** entspricht. Dies gewährleistet, dass die Sektoren im Wesentlichen gleichmäßig an dem Umfang eingeteilt sind. Zum Beispiel sind die kreisförmigen magnetischen Elemente gleichmäßig an dem Umfang (mit der Achse der Scheibe als dem Kreismittelpunkt) verteilt, wobei die Mitten benachbarter magnetischer Elemente um 30 Grad oder um einen anderen, von der Anzahl der magnetischen Elemente abhängigen Winkel voneinander entfernt sind. In diesem Fall gibt es 6 entsprechende sektorförmige Freiräume, wobei die Mittellinien benachbarter sektorförmiger Freiräume um 60 Grad voneinander entfernt sind, wobei der ausgeschnittene Teil dieselbe Form aufweist wie der verbliebene Teil. Mit anderen Worten sind 12 symmetrische Sektoren an dem Umfang geformt, wobei 6 davon Freiräume und 6 davon Zähne **2-3** sind. Die Zähne **2-3** und die Freiräume liegen einander gegenüber, mit den magnetischen Elementen **4** zwischen jeweiligen gegenüberliegenden Freiräumen oder Zähnen, was den wirksamen Empfang des durch das permanentmagnetische Element erzeugten Magnetfelds und die Ansammlung des Magnetflusses ermöglicht. Der Umfang der Antriebsstufe **1** bildet alternativ ein Magnetfeld, das mehrmals in einem 360-Grad-Raum wechselt. Zusammen mit der Drehung der Antriebswelle ändert sich das Magnetfeld im entsprechenden Raum und damit ändert sich die magnetische Intensität, die von der angetriebenen Stufe **2** aus dem von magnetisch stark leitendem Material gebildeten Magnetfluss empfangen wird. Der Flusskonzentrator **3** ist in einer Ringform ausgebildet. Der Flusskonzentrator sammelt die Magnetfeld-Änderungsinformationen und leitet sie an eine vorgegebene Stelle, das heißt, den Spalt zwischen den zwei Montageblöcken weiter. Der Magnetfluss läuft an der vorgegebenen Stelle durch den Hall-Chip und ermöglicht dem Hall-Chip, den Betrag der Magnetfeld-Änderung relativ leicht zu erfassen und dadurch Daten, wie den Drehwinkel der Antriebsstufe **1** und die Winkeländerungsrate, zu erfassen. Die Magnetfeld-Änderung wird mithilfe des Hall-Chips erkannt und die Magnetfeld-Änderung spiegelt die Änderung des Drehwinkels wider, aus der der Änderungsbetrag des Drehmoments berechnet werden kann. Der Hall-Chip wandelt die Magnetfeld-Informationen in elektrische Signale um und sendet diese zum Verarbeiten an den Mikroprozessor-Chip. In manchen Ausführungsformen kann der vorstehend beschriebene Drehmomentsensor für eine elektrisch betriebene Servolenkung verwendet werden. Bei solchen Ausführungsformen kann auf Grundlage des bestimmten Drehmoments ein Befehl ausgesendet werden, um die Drehung des Motors zu veranlassen. Der Motor treibt die angetriebene Stufe **2** an, so dass sie sich zusammen mit der Antriebsstufe dreht. Auf

diese Weise kehrt der mechanische Winkel zwischen der Antriebsstufe **1** und der angetriebenen Stufe **2** auf den ursprünglichen Wert zurück und die Magnetfeld-Änderung kehrt auf den Anfangspunkt zurück, so dass eine mechanische Wellenverfolgung umgesetzt wird.

[0033] Der magnetische Drehmomentsensor einer Ausführungsform wird allgemein im Bereich der Maschinenindustrie eingesetzt und außer bei einer elektrisch betriebenen Servolenkung von Kraftfahrzeugen wird er außerdem bei anderen mechanischen Systemen verwendet, in denen es notwendig ist, das Drehmoment zu erkennen.

[0034] Der magnetische Drehmomentsensor einer Ausführungsform weist eine einfache Struktur, praktische Montage, einfaches Verfahren, hohe Präzision, lange Lebensdauer, hohe Betriebszuverlässigkeit und einen einfachen Verlauf des Magnetfelds und einen breiten Anwendbarkeitsbereich auf. Die magnetischen Elemente können aus hartem Material, das eine höhere magnetische Intensität erzeugt, gefertigt sein, was die Gewinnung von Magnetfeldsignalen begünstigt. Durch Bereitstellen der magnetischen Elemente in Löchern kann die Position der Elemente, zum Beispiel mithilfe von Hochpräzisionsbohren, sehr präzise bestimmt werden, und die Elemente werden vor Zersetzung geschützt.

[0035] Die Antriebsstufe und die angetriebene Stufe können nicht voneinander getrennt werden, somit ist die Positionierung einfach und das Problem der Positionierung der Achsenmitte während der Montage ist vermindert. Beim Lagern können die jeweiligen Elemente intern mit Stirnradwellen versehen werden, um die Antriebsstufe und die angetriebene Stufe koaxial zu halten, und nach der Montage können die Stirnradwellen entweder herausgezogen oder beibehalten werden, was den Betrieb des Sensors nicht beeinflusst. Der Erfassungspfad des Magnetflusses an den Vorder- und Rückschichten weist eine symmetrische Struktur auf, und somit ist nur eine Art von Verarbeitungsmodell ausreichend, und die Herstellung und Montage sind sehr einfach. Des Weiteren ist es nicht notwendig, eine verformbare elastische Welle anzuordnen, um die Antriebswelle und die angetriebene Welle instand zu setzen, und der Aufbau ist bei hoher Präzision und niedrigen Kosten einfach. In den vorstehenden Ausführungsformen wurde ein neues Konzept einer Sensoranordnung und eines Drehmomentsensors beschrieben, wobei die Sensoranordnung eine scheibenförmige Struktur umfassen kann, wobei eine Mehrzahl von magnetischen Elementen zumindest an Endflächen der scheibenförmigen Struktur bereitgestellt ist, und eine Hohlscheibenstruktur umfassen kann, wobei die Hohlscheibenstruktur zwei Endflächen umfasst, wobei jede der zwei Endflächen der Hohlscheibenstruktur eine Mehrzahl von voneinander beabstandeten

Zähnen aufweist, wobei Zähne an den zwei Endflächen an gegenüberliegenden Positionen angeordnet sind und wobei Zähne, die an jeweils derselben Endfläche bereitgestellt sind, voneinander beabstandet sind, wobei die scheibenförmige Struktur in Bezug auf die Hohlscheibenstruktur drehbar ist und der Drehmomentsensor eine erste Welle mit einer Achse, eine mit der ersten Welle koaxial bereitgestellte zweite Welle und eine mit der ersten Welle verbundene Struktur umfassen kann. Die Struktur weist eine Mehrzahl von magnetischen Elementen auf, wobei jedes aus der Mehrzahl von magnetischen Elementen ein zur Achse der ersten Welle paralleles magnetisches Moment aufweist.

[0036] In einer derartigen Sensoranordnung ist die Mehrzahl von Zähnen an einem in der Mitte der Hohlscheibenstruktur zentrierten Umfang verteilt, die Mehrzahl von magnetischen Elementen ist an einem in einer Mitte der scheibenförmigen Struktur zentrierten Umfang verteilt. Jeder aus der Mehrzahl von Zähnen verläuft in einer Richtung zur Mitte hin, zum Beispiel auf eine sich verjüngende Weise. Die Richtung eines magnetischen Moments jedes magnetischen Elements kann senkrecht zu Endflächen der scheibenförmigen Struktur sein. Die scheibenförmige Struktur ist mit einer ersten Welle verbunden und die Hohlscheibenstruktur ist mit einer zur ersten Welle koaxialen zweiten Welle verbunden, wobei die Mehrzahl von magnetischen Elementen derart angeordnet ist, dass eine Richtung des magnetischen Moments eines jeden magnetischen Elements parallel zu einer Achse der ersten Welle und einer Achse der zweiten Welle ist. Die scheibenförmige Struktur umfasst eine Mehrzahl von Löchern, wobei die Mehrzahl von Löchern von einer der zwei Endflächen der scheibenförmigen Struktur zu der anderen der zwei Endflächen der scheibenförmigen Struktur hin verläuft, wobei die Mehrzahl von magnetischen Elementen in der Mehrzahl von Löchern angeordnet ist. Die Mehrzahl von magnetischen Elementen ist in einer Weise mit alternierender Polarität angeordnet, wobei benachbarte magnetische Elemente entgegengesetzte magnetische Polaritäten aufweisen. Ein Paar von magnetisch leitenden kreisförmigen Ringplatten umgibt zumindest teilweise die Hohlscheibenstruktur, wobei das Paar von magnetisch leitenden kreisförmigen Ringplatten einen Montageblock zur Montage des Magnetfeldsensors aufweist, so dass der Magnetfluss an den Magnetfeldsensor geleitet wird. Der Magnetfeldsensor ist zwischen einem ersten Montageblock eines ersten aus dem Paar von magnetisch leitenden kreisförmigen Ringen und einem zweiten Montageblock eines zweiten aus dem Paar von magnetisch leitenden kreisförmigen Ringen bereitgestellt.

[0037] Die Mehrzahl von Löchern kann Durchgangslöcher oder Sacklöcher aufweisen und die Mehrzahl von magnetischen Elementen kann eine zylindrische

Struktur umfassen, wo die zwei Endflächen eines jeden aus der Mehrzahl von magnetischen Elementen bündig mit den zwei Endflächen der Scheibe sind. Die zwei Endflächen der Hohlstruktur sind durch gegenüberliegende Ringplatten aus magnetisch leitendem Material gebildet und die Mehrzahl von Zähnen ist durch strukturierte Segmente der gegenüberliegenden Ringplatten gebildet. Die strukturierten Segmente der gegenüberliegenden Ringplatten können sich zu einer Mitte einer entsprechenden Ringplatte hin verjüngen. Die scheibenförmige Struktur ist mit einer ersten Welle verbunden und die Hohlstruktur ist mit einer zweiten Welle verbunden, wobei die Sensoranordnung konfiguriert ist, um auf der Grundlage einer Relativdrehung zwischen der scheibenförmigen Struktur und der Hohlstruktur ein angelegtes Drehmoment zu bestimmen.

[0038] Außerdem können bei einem Konzept eines Drehmomentsensors, wie vorstehend beschrieben, eine erste Welle mit einer Achse, eine mit der ersten Welle koaxiale zweite Welle und eine mit der ersten Welle verbundene Struktur bereitgestellt sein. Die Struktur weist eine Mehrzahl von magnetischen Elementen auf, wobei jedes aus der Mehrzahl von magnetischen Elementen ein zur Achse der ersten Welle paralleles magnetisches Moment aufweist. Die Mehrzahl von magnetischen Elementen ist in Löchern der Struktur angeordnet, wobei die Löcher in einer zur Achse der ersten Welle parallelen Richtung von einer ersten Endfläche der Struktur zu einer zweiten Endfläche der Struktur hin verlaufen. Die magnetischen Elemente können Endflächen aufweisen, die mit Endflächen der Struktur bündig sind. Die Mehrzahl von magnetischen Elementen kann mit alternierender Polarität bereitgestellt sein, so dass benachbarte magnetische Elemente magnetische Momente in entgegengesetzten Richtungen aufweisen. Die Struktur ist eine scheibenförmige kreisförmige Struktur. Die Mehrzahl von magnetischen Elementen kann entlang eines Kreises, der in Bezug auf eine Mitte der scheibenförmigen kreisförmigen Struktur zentriert ist, verteilt sein, wobei die Mehrzahl von magnetischen Elementen einen kleineren Abstand von der Mitte aufweist als der Radius der scheibenförmigen kreisförmigen Struktur. Die Struktur kann in einer Hohlstruktur angeordnet sein und die Hohlstruktur kann eine Mehrzahl von magnetisch leitenden Zähnen aufweisen. Die Mehrzahl von magnetisch leitenden Zähnen kann an Endflächen der Hohlstruktur so angeordnet sein, dass sie einander gegenüberliegen, und die Struktur kann zwischen den jeweiligen gegenüberliegenden Zähnen und den jeweiligen gegenüberliegenden Freiräumen verlaufen. Jeder aus der Mehrzahl von magnetisch leitenden Zähnen kann in einer Richtung zu einer Mittellinie der Hohlstruktur hin, d. h. zu einer die Mitten der ringförmigen Endflächen der Hohlstruktur verbindenden Linie hin, verlaufen. Jeder aus der Mehrzahl von magnetisch leitenden Zähnen

verjüngt sich in einer Richtung zur Mittellinie der Hohlstruktur hin.

[0039] Bei dem magnetischen Drehmomentsensor kann die Antriebsstufe eine Scheibe und einen Zylinderkörper umfassen, wobei der in der Mitte der Scheibe angeordnete Zylinderkörper mit der Antriebswelle verbindbar ist, T darin angeordnete Löcher mit magnetischen Elementen auf der Scheibe angeordnet sind, wobei T eine gerade Zahl nicht kleiner als 4 ist, die Löcher mit darin angeordneten magnetischen Elementen gleichmäßig an demselben, in der Mitte der Scheibe zentrierten Umfang verteilt sind und S- und N-Polaritäten der in benachbarten Löchern auf derselben Endfläche der Scheibe befindlichen magnetischen Elemente alternierend angeordnet sind.

[0040] Die Verwendung von Löchern mit darin angeordneten magnetischen Elementen als kreisförmige Löcher erlaubt einfache Herstellung, z. B. durch Bohren, das sehr präzise durchgeführt werden kann. Gleichzeitig sind die magnetischen Elemente als kreisförmige Strukturen ausgebildet, die praktisch in kreisförmigen Durchgangslöchern montiert werden können. Die zwei Endflächen des magnetischen Elements können mit den zwei Endflächen der Scheibe bündig sein, und die magnetischen Elemente entsprechen den Zähnen, was die Störung zwischen den magnetischen Elementen und den Zähnen während der Drehung der Scheibe verhindert, und folglich ist die Relativdrehung zwischen der Antriebsstufe und der angetriebenen Stufe gewährleistet.

[0041] Bei der vorstehend genannten Struktur kann die angetriebene Stufe hauptsächlich aus den Ringplatten gebildet sein und die Scheibe der Antriebsstufe ist zwischen den zwei Ringplatten mithilfe mechanischer Montage angeordnet. Des Weiteren sind die Randabschnitte der zwei Ringplatten über den äußeren kreisförmigen Ring verbunden und die Scheibe ist zwischen den zwei Ringplatten drehbar in Bezug auf die Ringplatten positioniert.

[0042] Die angetriebene Stufe kann mit zahnförmigen Ringen aus magnetisch stark leitendem Material mit symmetrischen Sektoren, deren Anzahl die Hälfte der Anzahl der magnetischen Elemente beträgt, bereitgestellt sein. Es ist gewährleistet, dass die Sektoren im Wesentlichen gleichmäßig an dem Umfang, mit der Achse der Scheibe als die Kreismitte, eingeteilt sind. Der Freiraum zwischen den Zähnen kann eine sektorförmige Struktur sein, die eine identische Struktur wie die Zähne aufweist. Die magnetischen Elemente können den sektorförmigen Zähnen und den sektorförmigen Freiräumen gegenüberliegen, es ist somit möglich, das von den permanentmagnetischen Elementen erzeugte Magnetfeld wirksam zu empfangen.

[0043] Bei dem magnetischen Drehmomentsensor einer Ausführungsform umfasst der Flusskonzentrator kreisförmige Ringplatten und Montageblöcke, die zwei kreisförmigen Ringplatten sind jeweils an den Verbindungsstellen zwischen den zwei Ringplatten und dem äußeren kreisförmigen Ring angeordnet, und die angetriebene Stufe ist in Bezug auf die kreisförmigen Ringplatten drehbar, jede der zwei kreisförmigen Ringplatten ist mit dem Montageblock versehen, die zwei Montageblöcke sind an gegenüberliegenden Positionen angeordnet, und der Magnetfeldsensor kann in dem Spalt zwischen den zwei Montageblöcken angeordnet sein.

[0044] Zusammenfassend weisen die Ausführungsformen die verschiedenen vorteilhaften Wirkungen auf, da die vorstehend genannten technischen Lösungen angewendet werden. Zum Beispiel können bei dem magnetischen Drehmomentsensor einer Ausführungsform die magnetischen Elemente aus hartem Material gefertigt sein, das eine höhere magnetische Intensität erzeugt, was die Gewinnung von Magnetfeldsignalen begünstigt; die Antriebsstufe und die angetriebene Stufe können nicht voneinander getrennt werden, was die Positionierung vereinfacht. Das Problem der Positionierung der Achsenmitte während der Montage ist ebenfalls vermindert.

[0045] Außerdem werden bei dem magnetischen Drehmomentsensor der Ausführungsformen beim Lagern die entsprechenden Bauelemente intern mit Stirnradwellen versehen, um die Antriebsstufe und die angetriebene Stufe koaxial aufzubewahren, und nach der Montage können die Stirnradwellen entweder herausgezogen oder beibehalten werden, was den Betrieb des Sensors nicht beeinflusst.

[0046] Während des Betriebs weist ein Verfahren zum Bestimmen des Drehmoments das Erfassen einer Änderung eines Magnetfelds auf, wobei die Magnetfeld-Änderung durch eine Relativdrehung um eine erste Achse zwischen einer ersten Struktur, die eine Mehrzahl von magnetischen Elementen aufweist, und einer zweiten Hohlstruktur, die eine Mehrzahl von magnetisch leitenden Zähnen aufweist, verursacht wird, wobei jedes aus der Mehrzahl von magnetischen Elementen ein magnetisches Moment in einer zur ersten Achse parallelen Richtung aufweist. Auf der Grundlage der erfassten Änderung des Magnetfelds wird das angelegte Drehmoment bestimmt.

[0047] In der vorstehenden Beschreibung wurden hier Ausführungsformen gezeigt und beschrieben, die einem Fachmann ausführlich genug das Umsetzen der hier offen gelegten Lehre ermöglichen. Andere Ausführungsformen können verwendet und davon abgeleitet werden, so dass strukturelle und logische Ersetzungen und Änderungen gemacht werden können, ohne vom Schutzzumfang dieser Offenbarung abzuweichen.

[0048] Diese ausführliche Beschreibung ist daher nicht auf beschränkende Weise zu verstehen und der Schutzzumfang der verschiedenen Ausführungsformen ist ausschließlich durch die beigefügten Ansprüche samt der gesamten Bandbreite der Äquivalente, die solchen Ansprüchen zustehen, definiert.

[0049] Derartige Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Gegenstandes können hier einzeln und/oder gemeinsam lediglich aus Zweckdienlichkeit und ohne die Absicht, den Umfang dieser Anmeldung absichtlich auf eine einzelne Erfindung oder ein einzelnes erfinderisches Konzept zu beschränken, wenn mehr als eine Erfindung/ein Konzept tatsächlich offen gelegt ist, mit dem Begriff "Erfindung" bezeichnet werden. Daher versteht sich, dass, obwohl hier konkrete Ausführungsformen dargelegt und beschrieben wurden, jede Anordnung, die zum Erfüllen desselben Zwecks ausgearbeitet ist, anstelle der konkreten, gezeigten Ausführungsformen eingesetzt werden kann. Diese Offenbarung soll jede und alle Anpassungen oder Variationen verschiedener Ausführungsformen umfassen. Kombinationen der vorstehenden Ausführungsformen und andere, nicht konkret hierin beschriebene Ausführungsformen sind für einen Fachmann nach der Lektüre der vorstehenden Beschreibung offensichtlich.

[0050] Es sollte ferner beachtet werden, dass spezifische, in der Beschreibung und den Ansprüchen verwendete Begriffe in einem sehr breiten Sinn verstanden werden können. Zum Beispiel sind die hier verwendeten Begriffe "Schaltung" oder "Schaltungsanordnung" so zu verstehen, dass sie nicht nur Hardware, sondern auch Software, Firmware oder beliebige Kombinationen davon umfassen. Der Begriff "Daten" kann so interpretiert werden, dass er jede Form der Repräsentation, wie zum Beispiel eine analoge Signaldarstellung, eine digitale Signaldarstellung, eine Modulation der Trägersignale usw., umfasst. Der Begriff "Information" kann zusätzlich zu jeder Form von digitalen Informationen auch andere Formen der Darstellung von Informationen umfassen. Der Begriff "Funktionseinheit" oder "Einheit" kann bei Ausführungsformen jede Vorrichtung, jeden Apparat, jede Schaltung, Hardware, Software, Firmware, Chips oder andere Halbleiter sowie logische Bausteine oder materielle Umsetzungen von Protokollschichten usw. umfassen. Außerdem können die Begriffe "gekoppelt" oder "verbunden" in einem breiten Sinn verstanden werden, so dass sie nicht nur eine direkte, sondern auch eine indirekte Verbindung bezeichnen.

[0051] Es ist ferner zu beachten, dass Ausführungsformen, die in Kombination mit spezifischen Funktionseinheiten beschrieben sind, zusätzlich zu einer Umsetzung bei diesen Funktionseinheiten auch eine oder mehrere Umsetzungen in einer oder mehreren Unter-Funktionseinheiten oder Unterbereichen der beschriebenen Funktionseinheit einschließen kön-

nen. Die beigelegten Zeichnungen, die einen Teil der Anmeldung darstellen, zeigen als Veranschaulichung, und nicht auf beschränkende Weise, spezifische Ausführungsformen, in denen der Gegenstand angewendet werden kann. Bei der vorstehenden ausführlichen Beschreibung ist zu erkennen, dass verschiedene Merkmale in einer einzelnen Ausführungsform zusammengefügt wurden, um die Offenbarung straffer zu gestalten. Diese Art und Weise der Offenlegung soll nicht als Widerspiegelung der Absicht interpretiert werden, dass die beanspruchten Ausführungsformen mehr Merkmale verlangen als ausdrücklich in jedem Anspruch genannt. Vielmehr liegt, wie die nachstehenden Ansprüche wiedergegeben, der erfinderische Gegenstand in weniger als allen Merkmalen einer einzelnen offen gelegten Ausführungsform. Somit fließen die nachstehenden Ansprüche in die ausführliche Beschreibung ein, wobei jeder Anspruch für sich als eine gesonderte Ausführungsform verstanden werden kann. Obwohl jeder Anspruch für sich als eine gesonderte Ausführungsform verstanden werden kann, ist zu beachten, dass – obwohl ein abhängiger Anspruch auf eine bestimmte Kombination in den Ansprüchen mit einem oder mehreren anderen Ansprüchen Bezug nehmen kann – andere Ausführungsformen ebenfalls eine Kombination des abhängigen Anspruchs mit dem Gegenstand jedes anderen abhängigen Anspruchs umfassen können. Derartige Kombinationen werden hier vorgeschlagen, sofern nicht angegeben ist, dass eine bestimmte Kombination nicht vorgesehen ist. Außerdem wird beabsichtigt, auch Merkmale eines Anspruchs in jedem anderen unabhängigen Anspruch einzuschließen, selbst wenn dieser Anspruch nicht direkt von dem unabhängigen Anspruch abhängig gemacht wird.

[0052] Außerdem sollen auch eines oder mehrere von den beschriebenen Merkmalen, Elementen etc. auf eine umgekehrte oder vertauschte Weise in dieser ausführlichen Beschreibung enthalten sein, sofern nicht anders angegeben. Ferner ist zu beachten, dass Verfahren, die in der Beschreibung oder den Ansprüchen offen gelegt sind, von einer Vorrichtung umgesetzt werden können, die Mittel zum Ausführen jedes der jeweiligen Schritte dieser Verfahren aufweist.

[0053] Außerdem versteht sich, dass die Offenbarung von mehreren Schritten oder Funktionen, die in der Beschreibung oder den Ansprüchen offen gelegt werden, nicht derart ausgelegt werden darf, dass sie in der bestimmten Reihenfolge vorliegen. Daher schränkt die Offenlegung von mehreren Schritten oder Funktionen diese nicht auf eine bestimmte Reihenfolge ein, es sei denn, solche Schritte oder Funktionen sind aus technischen Gründen nicht austauschbar.

[0054] Außerdem kann in manchen Ausführungsformen ein einzelner Schritt mehrere Teilschritte umfas-

sen oder in sie unterteilt sein. Solche Teilschritte können in der Offenlegung dieses einzelnen Schrittes enthalten sein oder können ein Teil davon sein, sofern dies nicht ausdrücklich ausgeschlossen ist.

Patentansprüche

1. Sensoranordnung, umfassend eine scheibenförmige Struktur, wobei eine Mehrzahl von magnetischen Elementen zumindest an Endflächen der scheibenförmigen Struktur bereitgestellt ist, eine Hohlscheibenstruktur, wobei die Hohlscheibenstruktur zwei Endflächen aufweist, wobei jede der zwei Endflächen der Hohlscheibenstruktur eine Mehrzahl von voneinander beabstandeten Zähnen aufweist, wobei Zähne an den zwei Endflächen an gegenüberliegenden Positionen angeordnet sind und wobei Zähne, die an einer jeweils gleichen Endfläche bereitgestellt sind, voneinander beabstandet sind, wobei die scheibenförmige Struktur in Bezug auf die Hohlscheibenstruktur drehbar ist, und ein Magnetfeldsensor zur Erkennung eines durch die magnetischen Elemente erzeugten Magnetfelds.

2. Sensoranordnung gemäß Anspruch 1, wobei die Mehrzahl von Zähnen an einem in der Mitte der Hohlscheibenstruktur zentrierten Umfang verteilt ist und wobei die Mehrzahl von magnetischen Elementen an einem in einer Mitte der scheibenförmigen Struktur zentrierten Umfang verteilt ist.

3. Sensoranordnung gemäß Anspruch 2, wobei jeder aus der Mehrzahl von Zähnen in einer Richtung zur Mitte hin verläuft.

4. Sensoranordnung gemäß Anspruch 3, wobei sich jeder aus der Mehrzahl von Zähnen in einer Richtung zur Mitte der Hohlscheibenstruktur hin verjüngt.

5. Sensoranordnung gemäß Anspruch 1, wobei die magnetischen Elemente in der scheibenförmigen Struktur derart angeordnet sind, dass die Richtung eines magnetischen Moments jedes magnetischen Elements senkrecht zu Endflächen der scheibenförmigen Struktur ist.

6. Sensoranordnung gemäß Anspruch 1, wobei die scheibenförmige Struktur mit einer ersten Welle verbunden ist und die Hohlscheibenstruktur mit einer zweiten Welle, die zur ersten Welle coaxial ist, verbunden ist, wobei die Mehrzahl von magnetischen Elementen derart angeordnet ist, dass eine Richtung des magnetischen Moments eines jeden magnetischen Elements parallel zu einer Achse der ersten Welle und einer Achse der zweiten Welle ist.

7. Sensoranordnung gemäß Anspruch 1, wobei die scheibenförmige Struktur eine Mehrzahl von Löchern aufweist, wobei die Mehrzahl von Löchern von einer der zwei Endflächen der scheibenförmigen Struktur

zu der anderen der zwei Endflächen der scheibenförmigen Struktur hin verläuft, wobei die Mehrzahl von magnetischen Elementen in der Mehrzahl von Löchern angeordnet ist.

8. Sensoranordnung gemäß Anspruch 6, wobei die Mehrzahl von magnetischen Elementen auf eine Weise mit alternierender Polarität angeordnet ist, wobei benachbarte magnetische Elemente entgegengesetzte magnetische Polaritäten aufweisen.

9. Sensoranordnung gemäß Anspruch 1, ferner umfassend: ein Paar von magnetisch leitenden kreisförmigen Ringplatten, wobei das Paar von magnetisch leitenden kreisförmigen Ringplatten zumindest teilweise die Hohlstruktur umgibt.

10. Sensoranordnung gemäß Anspruch 9, wobei das Paar von magnetisch leitenden kreisförmigen Ringplatten einen Montageblock zur Montage des Magnetfeldsensors aufweist, so dass Magnetfluss an den Magnetfeldsensor geleitet wird.

11. Sensoranordnung gemäß Anspruch 10, wobei der Magnetfeldsensor zwischen einem ersten Montageblock eines ersten aus dem Paar von magnetisch leitenden kreisförmigen Ringen und einem zweiten Montageblock eines zweiten aus dem Paar von magnetisch leitenden kreisförmigen Ringen bereitgestellt ist.

12. Sensoranordnung gemäß Anspruch 7, wobei die Mehrzahl von Löchern eine Mehrzahl von kreisförmigen Durchgangslöchern ist und wobei die Mehrzahl von magnetischen Elementen eine zylindrische Struktur umfasst, wobei die zwei Endflächen eines jeden aus der Mehrzahl von magnetischen Elementen bündig mit den zwei Endflächen der Scheibe sind.

13. Sensoranordnung gemäß Anspruch 1, wobei die zwei Endflächen der Hohlstruktur durch gegenüberliegende Ringplatten aus magnetisch leitendem Material gebildet sind und wobei die Mehrzahl von Zähnen durch strukturierte Segmente der gegenüberliegenden Ringplatten gebildet ist.

14. Sensoranordnung gemäß Anspruch 13, wobei sich die strukturierten Segmente der gegenüberliegenden Ringplatten zu einer Mitte einer entsprechenden Ringplatte hin verjüngen.

15. Sensoranordnung gemäß Anspruch 1, wobei die scheibenförmige Struktur mit einer ersten Welle verbunden ist und die Hohlstruktur mit einer zweiten Welle verbunden ist, wobei die Sensoranordnung konfiguriert ist, um auf der Grundlage einer Relativdrehung zwischen der scheibenförmigen Struktur und der Hohlstruktur ein angelegtes Drehmoment zu bestimmen.

16. Drehmomentsensor, umfassend:
eine erste Welle mit einer Achse,
eine zweite Welle, die zu der ersten Welle koaxial bereitgestellt ist,
eine mit der ersten Welle verbundene Struktur, wobei die Struktur eine Mehrzahl von magnetischen Elementen umfasst, wobei jedes aus der Mehrzahl von magnetischen Elementen ein zur Achse der ersten Welle paralleles magnetisches Moment aufweist.

17. Drehmomentsensor gemäß Anspruch 16, wobei die Mehrzahl von magnetischen Elementen in Löchern der Struktur angeordnet ist, wobei die Löcher in einer zur Achse der ersten Welle parallelen Richtung von einer ersten Endfläche der Struktur zu einer zweiten Endfläche der Struktur hin verlaufen.

18. Drehmomentsensor gemäß Anspruch 16, wobei die Mehrzahl von magnetischen Elementen Endflächen aufweist, die mit Endflächen der Struktur bündig sind.

19. Drehmomentsensor gemäß Anspruch 16, wobei die Mehrzahl von magnetischen Elementen mit alternierender Polarität bereitgestellt ist, so dass benachbarte magnetische Elemente magnetische Momente in entgegengesetzten Richtungen aufweisen.

20. Drehmomentsensor gemäß Anspruch 16, wobei die Struktur eine scheibenförmige kreisförmige Struktur ist.

21. Drehmomentsensor gemäß Anspruch 20, wobei die Mehrzahl von magnetischen Elementen entlang eines Kreises, der in Bezug auf eine Mitte der scheibenförmigen kreisförmigen Struktur zentriert ist, verteilt ist, wobei die Mehrzahl von magnetischen Elementen einen kleineren Abstand von der Mitte aufweist als der Radius der scheibenförmigen kreisförmigen Struktur.

22. Drehmomentsensor gemäß Anspruch 16, wobei die Struktur in einer Hohlstruktur angeordnet ist, wobei die Hohlstruktur eine Mehrzahl von magnetisch leitenden Zähnen aufweist.

23. Drehmomentsensor gemäß Anspruch 22, wobei die Mehrzahl von magnetisch leitenden Zähnen an Endflächen der Hohlstruktur derart bereitgestellt ist, dass sie einander gegenüberliegen, wobei die Struktur zwischen jeweiligen gegenüberliegenden Zähnen verläuft.

24. Drehmomentsensor gemäß Anspruch 22, wobei jeder aus der Mehrzahl von magnetisch leitenden Zähnen in einer Richtung zu einer Mittellinie der Hohlstruktur hin verläuft.

25. Drehmomentsensor gemäß Anspruch 24, wobei sich jeder aus der Mehrzahl von magnetisch lei-

tenden Zähnen in einer Richtung zu der Mittellinie der Hohlscheibenstruktur verjüngt.

26. Verfahren zur Bestimmung eines Drehmoments, umfassend:

das Erfassen einer Änderung eines Magnetfelds, wobei die Magnetfeld-Änderung durch eine Relativdrehung um eine erste Achse zwischen einer ersten Struktur, die eine Mehrzahl von magnetischen Elementen aufweist, und einer zweiten Hohlstruktur, die eine Mehrzahl von magnetisch leitenden Zähnen aufweist, verursacht wird, wobei jedes aus der Mehrzahl von magnetischen Elementen ein magnetisches Moment in einer zur ersten Achse parallelen Richtung aufweist, und

Bestimmen eines angelegten Drehmoments auf der Grundlage der erfassten Änderung des Magnetfelds.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

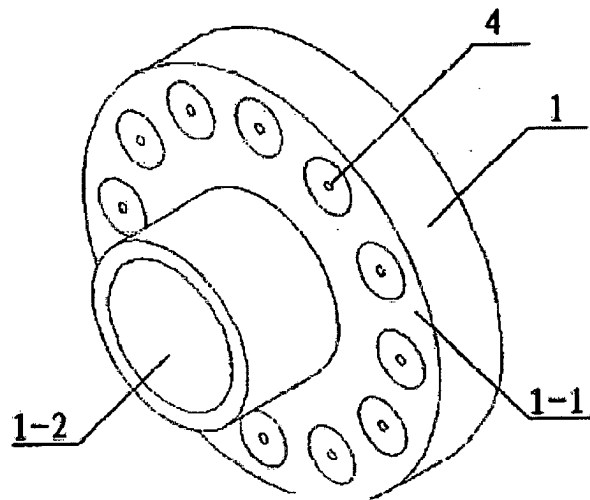


Fig. 1

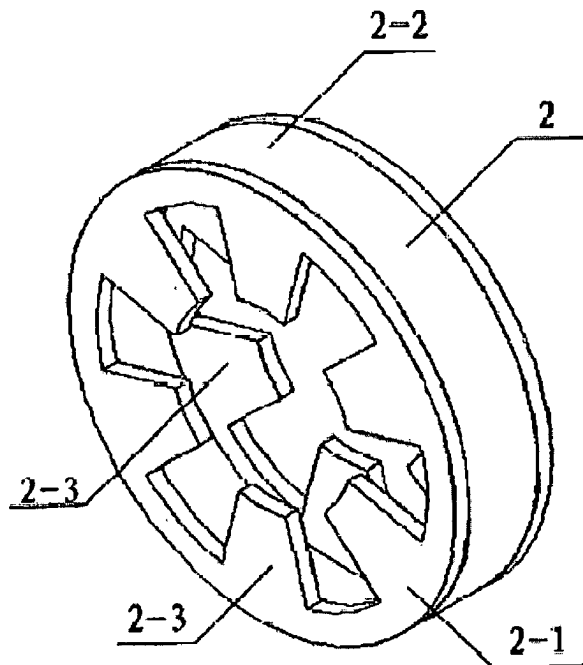


Fig. 2

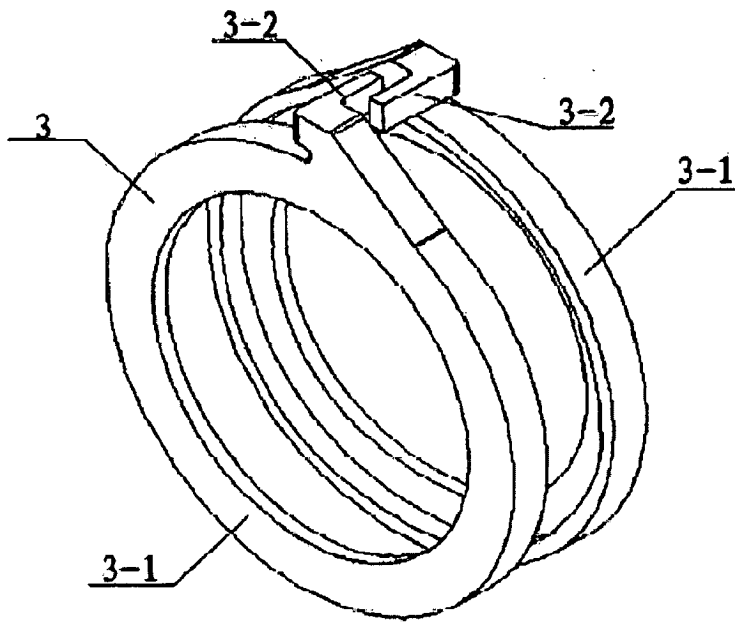


Fig. 3

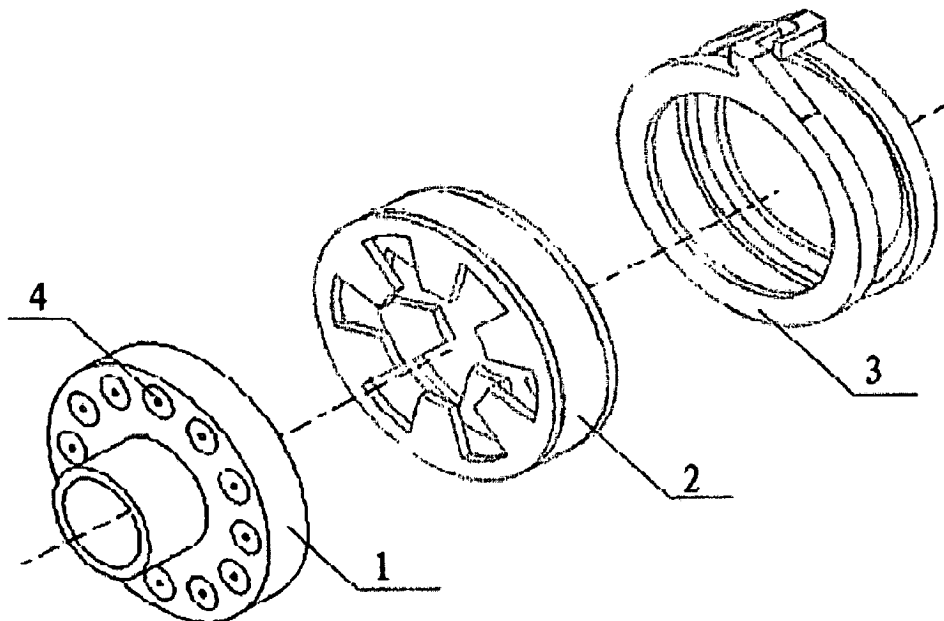


Fig. 4

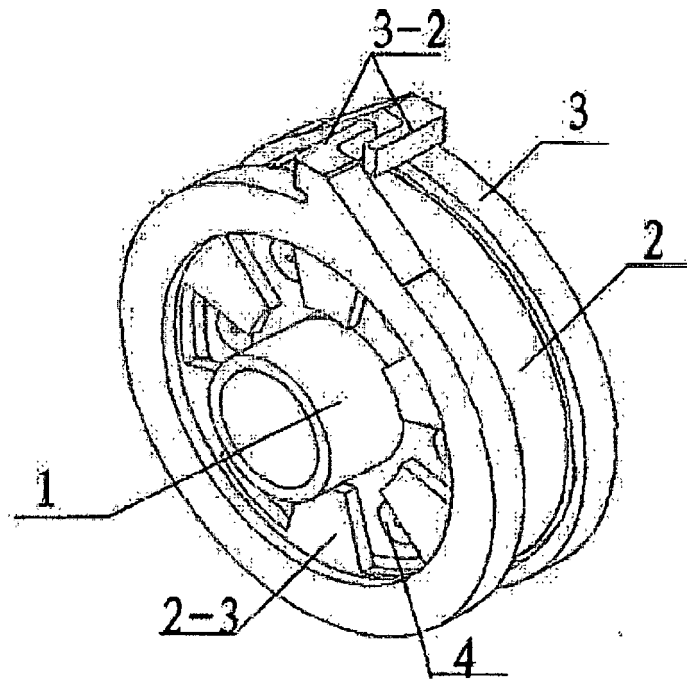


Fig. 5

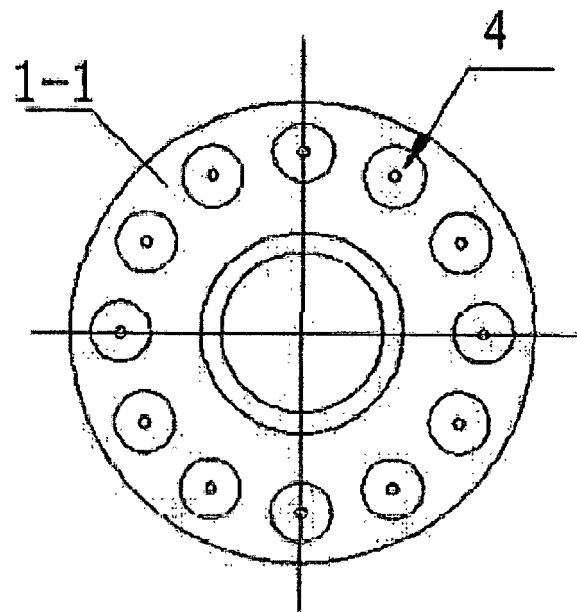


Fig. 6

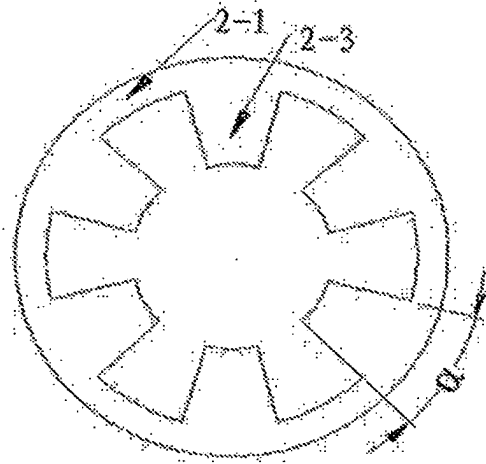


Fig. 7

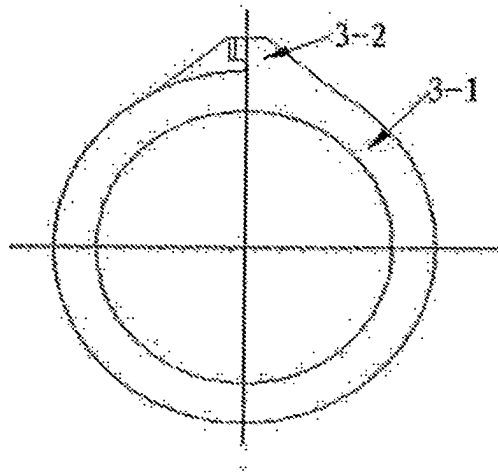


Fig. 8