



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

(10) **DE 101 38 513 B4 2004.04.08**

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **101 38 513.7**  
 (22) Anmeldetag: **06.08.2001**  
 (43) Offenlegungstag: **27.02.2003**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **08.04.2004**

(51) Int Cl.7: **G01L 3/14**  
**B60K 23/00**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:  
**Siemens AG, 80333 München, DE**

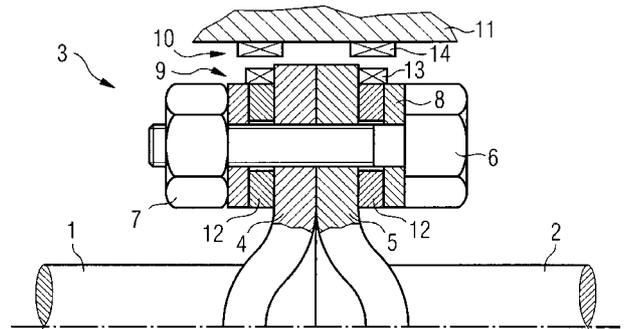
(72) Erfinder:  
**Glehr, Manfred, 93173 Wenzenbach, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:  
**DE 43 36 773 C2**  
**DE 199 36 293 A1**  
**DE 198 31 372 A1**  
**DE 196 40 717 A1**  
**DE 39 16 959 A1**  
**DE 39 08 175 A1**  
**DE 39 00 121 A1**  
**DE 37 36 983 A1**  
**DE 29 07 819 A1**  
**AT 2 38 972**  
**CH 6 80 576 A5**

**US 50 46 371**  
**US 49 79 397**  
**US 49 32 270**  
**US 47 23 450**  
**US 46 97 460**  
**US 39 56 930**  
**US 38 81 347**  
**EP 6 65 423 A1**  
**EP 7 41 286 B1**  
**JP 59-1 11 028 AA**  
**JP 58-1 60 830 AA**  
**JP 04-323 527 AA**  
**JP 59-85 929 AA**  
**JP 59-63 530 AA**  
**JP 57-96 230 AA**  
**JP 10-48 072 AA**

(54) Bezeichnung: **Drehmomentsensor**

(57) Hauptanspruch: Drehmomentsensor zum Erfassen eines Drehmomentes, das von einer treibenden Welle (1) auf eine getriebene Welle (2) über eine Flanschverbindung (3) übertragen wird, die einen an der treibenden Welle (1) vorgesehenen Flansch (4) und einen an der getriebenen Welle (2) vorgesehenen Flansch (5) aufweist, welche durch in Umfangsrichtung verteilte Schrauben (6) und Muttern (7) mit einer vorgegebenen axialen Vorspannung miteinander verspannt werden, mit einem Aufnehmer (9), der zwischen einem Kopf der Schrauben (6) oder einer der Muttern (7) und dem zugehörigen Flansch oder zwischen den Flanschen (4, 5) der Flanschverbindung (3) so eingespannt ist, dass er der vorgegebenen axialen Vorspannung ausgesetzt ist, um in Abhängigkeit von durch das Drehmoment hervorgerufenen Änderungen der axialen Vorspannung ein Messsignal zu erzeugen, und einer elektronischen Auswerteschaltung (10), die in Abhängigkeit von dem Messsignal ein Drehmomentsignal erzeugt.



## Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Drehmomentsensor zum Erfassen eines Drehmomentes, insbesondere des im Antriebsstrang eines Kraftfahrzeuges übertragenen Drehmomentes.

[0002] Es ist heutzutage in der Kraftfahrzeugindustrie erwünscht, das im Antriebsstrang, insbesondere am Getriebeausgang, übertragene Drehmoment zu messen, um das entsprechende Drehmomentsignal für unterschiedlichste Steuerungszwecke verwenden zu können. Für diesen Zweck sind Drehmomentsensoren bekannt, die die mechanische Spannung in der das Drehmoment übertragenden Welle mittels Drehungsmessstreifen erfassen. Es sind ferner Drehmomentsensoren bekannt, die Winkeländerungen der das Drehmoment übertragenden Welle mittels Wirbelstrom-Aufnehmern messen. Bei beiden Arten von Drehmomentsensoren wird somit das Drehmoment an einer Messwelle erfasst.

## Stand der Technik

[0003] Es sind auch bereits Drehmomentsensoren zum Erfassen eines Drehmomentes bekannt, das zwischen zwei Wellen über eine Flanschverbindung übertragen wird, bei denen zwischen den Flanschen Sensoren vorhanden sind, die in Abhängigkeit von dem zu übertragenden Drehmoment ein Messsignal erzeugen, das elektrisch ausgewertet wird. So ist aus der DE 199 36 293 A1 ein Drehmomentsensor bekannt, bei dem ein Momentenübertragungselement einteilig mit zwei Flanschen verbunden ist, dessen Drehverformungen von einem Messwertaufnehmer erfasst werden. Aus der DE 196 40 717 A1 ist ein Drehmomentsensor bekannt, bei dem zwischen zwei Flanschen Messfederelemente angeordnet sind, deren Winkelverformungen von Messwertaufnehmern erfasst werden.

[0004] Die DE 43 36 773 C2, DE 37 36 983 A1, US 4,979,397, US 4,932,270 und US 4,723,450 zeigen Drehmomentsensoren, bei denen Messwertaufnehmer zwischen radialen Anlageflächen zweier Wellen angeordnet sind, so dass sie in Umfangsrichtung der Wellen kraftbeaufschlagt werden. Messwertaufnehmer erfassen diese Kraftbeaufschlagung und ermitteln hieraus das übertragene Drehmoment.

## Aufgabenstellung

[0005] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Drehmomentsensor zu schaffen, der das von einer Flanschverbindung zwischen treibender und getriebener Welle übertragene Drehmoment auf neuartige Weise erfasst. Insbesondere soll ein Drehmomentsensor geschaffen werden, der das Drehmoment in der Flanschverbindung zwischen Getriebeausgang und Kardanwelle eines Kraftfahrzeuges erfasst.

[0006] Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1

definierte Erfindung gelöst.

[0007] Bei dem erfindungsgemäß ausgebildeten Drehmomentsensor ist der Aufnehmer zwischen einem Kopf der Schrauben oder einer der Muttern und dem zugehörigen Flansch oder zwischen den Flanschen der Flanschverbindung so eingespannt, dass er der vorgegebenen axialen Vorspannung der Flanschverbindung ausgesetzt ist, um in Abhängigkeit von durch das Drehmoment hervorgerufenen Änderungen der axialen Vorspannung ein Messsignal zu erzeugen.

[0008] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist somit der Aufnehmer zwischen einem Schraubenkopf oder einer Mutter der Flanschverbindung eingespannt. Der Aufnehmer wird dann als kraft- oder druckmessender Aufnehmer ausgebildet, beispielsweise in Form eines piezoelektrischen oder magnetostriktiven Aufnehmers.

[0009] Gemäß der anderen Ausführungsform ist der Aufnehmer zwischen den Flanschen der Flanschverbindung eingespannt. Der Aufnehmer hat dann zweckmäßigerweise einen elastisch verformbaren schichtförmigen Aufbau, der Drehwinkeländerungen zwischen den beiden Flanschen zulässt. Diese Drehwinkeländerungen können dann mittels eines kapazitiven, magnetischen oder winkelmessenden Aufnehmers erfasst werden.

[0010] Der mit der Flanschverbindung umlaufende Aufnehmer kann als aktiver oder passiver Aufnehmer ausgebildet werden, wobei die Signalübertragung und die Energieversorgung des aktiven Aufnehmers durch induktive, kapazitive oder elektromagnetische Kopplung zwischen einem rotierenden Teil und stationären Teil der elektronischen Auswerteschaltung erfolgen kann.

[0011] Der erfindungsgemäß ausgebildete Drehmomentsensor kann aus relativ einfachen und wirtschaftlich herstellbaren Bauelementen aufgebaut werden. Er erlaubt eine präzise Messung des Drehmomentes in einer Flanschverbindung, insbesondere in der Flanschverbindung zwischen dem Getriebeausgang und der Kardanwelle eines Kraftfahrzeuges. Da er in die Flanschverbindung selbst integriert ist, hat er einen geringen Platzbedarf. Gleichzeitig ist er gegen Umwelteinflüsse geschützt.

[0012] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0013] Anhand der Zeichnungen werden Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert. Es zeigt:

[0014] **Fig. 1** einen schematischen Schnitt durch eine Flanschverbindung mit einem Drehmomentsensor;

[0015] **Fig. 2** eine der **Fig. 1** entsprechende Ansicht einer anderen Ausführungsform des Drehmomentsensors;

[0016] **Fig. 3** eine schematische Teilansicht in Blickrichtung der Pfeile B-B in **Fig. 2**;

[0017] **Fig. 4** ein Ersatzschaltbild des Drehmoment-

sensors in **Fig. 2**;

[0018] **Fig. 5** eine der **Fig. 2** entsprechende Ansicht einer abgewandelten Ausführungsform des Drehmomentsensors;

[0019] **Fig. 6** eine der **Fig. 2** entsprechende Ansicht einer weiteren Ausführungsform des Drehmomentsensors;

[0020] **Fig. 7, 8** Teilansichten in Blickrichtung der Pfeile A-A in **Fig. 6** in unbelastetem bzw. belastetem Zustand;

[0021] **Fig. 9** eine der **Fig. 6** entsprechende Ansicht einer abgewandelten Ausführungsform des Drehmomentsensors;

[0022] **Fig. 10** eine der **Fig. 6** entsprechende Ansicht einer anderen abgewandelten Ausführungsform des Drehmomentsensors.

[0023] Die **Fig. 1** zeigt eine treibende Welle **1** und eine getriebene Welle **2**, die durch eine Flanschverbindung **3** miteinander verbunden sind. Die Wellen **1** und **2** können beispielsweise die Getriebeausgangswelle bzw. die Kardanwelle eines Kraftfahrzeuges sein. Es versteht sich, dass es sich auch um beliebige andere Wellen handeln kann, deren von ihnen übertragenes Drehmoment gemessen werden soll.

[0024] Die Flanschverbindung **3** besteht aus einem an der Welle **1** vorgesehenen Flansch **4** und einem an der Welle **2** vorgesehenen Flansch **5**, die durch mehrere in Umfangsrichtung verteilt angeordnete Schrauben **6** und Muttern **7** miteinander verbunden sind. Die Schrauben **6** sind herkömmliche Dehnschrauben, die über die Muttern **7** mit einem vorgegebenen Drehmoment angezogen werden, so dass die Flanschverbindung **3** unter einer vorgegebenen elastischen Vorspannung stehen. Unter den Schraubenköpfen und Muttern **7** sind üblicherweise Beilagscheiben **8** angeordnet.

[0025] Zum Erfassen des von der Flanschverbindung **3** übertragenen Drehmomentes ist ein Drehmomentsensor in Form eines Aufnehmers **9** und einer elektronischen Auswerteschaltung **10** vorgesehen. Im Ausführungsbeispiel der **Fig. 1** besteht der Aufnehmer **9** aus einem kraft- bzw. druckmessenden Sensorelement **12**, das unter dem Kopf der Schraube **6** oder der Mutter **7** angeordnet ist, so dass es unter der Vorspannung der Flanschverbindung **3** steht. Wenngleich in **Fig. 1** zu Veranschaulichungszwecken ein Sensorelement **12** sowohl unter dem Schraubenkopf wie auch unter der Mutter angeordnet ist, sei jedoch darauf hingewiesen, dass üblicherweise nur ein derartiges Sensorelement vorgesehen ist. Allerdings kann beispielsweise auf der Schraube **6** diametral gegenüberliegenden Seite der Flanschverbindung **3** ein zweiter entsprechender Drehmomentsensor vorgesehen werden, um zu Kompensationszwecken eine Mittelwertbildung zu ermöglichen, wie sie etwa bei geknickter Kardanwelle von Vorteil ist. Je nach Bedarf können natürlich auch mehr entsprechende Drehmomentsensoren über den Umfang verteilt vorgesehen werden.

[0026] Das Sensorelement **12** ist beispielsweise ein

piezoelektrisches Element, das wie ein herkömmlicher Klopfsensor aufgebaut werden könnte. Stattdessen könnte das Sensorelement **12** jedoch auch als magnetostriktives Element ausgebildet werden. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass die Dicke des Sensorelementes **12** in **Fig. 1** übertrieben dargestellt ist. Tatsächlich besteht das Sensorelement **12** aus einer extrem dünnen, mehrfach strukturierten Scheibe.

[0027] Wenn von der treibenden Welle **1** über die Flanschverbindung **3** ein Drehmoment auf die getriebene Welle **2** übertragen wird, kommt es zu einer entsprechenden Änderung der Vorspannung der Flanschverbindung **3** und damit zu einer entsprechenden Änderung der mechanischen Spannung in dem Sensorelement **12**. Diese Änderung der mechanischen Spannung wirkt sich sowohl als Änderung der axialen Druckspannung wie auch als Änderung der in Umfangsrichtung wirkenden Torsions- bzw. Scherspannung aus. In jedem Fall wird diese Änderung der mechanischen Spannung von dem Sensorelement **12** in ein elektrisches Messsignal gewandelt, das durch induktive, kapazitive oder elektromagnetische Kopplung auf die an einem stationären Teil **11** angeordnete elektronische Auswerteschaltung **10** übertragen wird. Im Ausführungsbeispiel der **Fig. 1** ist in schematischer Weise eine induktive Kopplung in Form von Spulen **13, 14** angedeutet, von denen die Spule **13** mit der Flanschverbindung **3** rotiert und die Spule **14** an dem gehäusefesten Teil **11** angebracht ist.

[0028] Das gehäusefeste Teil **11** kann das Getriebegehäuse (nicht gezeigt) oder auch ein Teil der Karosserie (nicht gezeigt) des Kraftfahrzeuges sein. Da somit das Drehmoment gewissermaßen statisch gemessen wird, steht das Drehmomentsignal auch im Stillstand der Wellen **1, 2** zur Verfügung.

[0029] Bei dem in **Fig. 1** dargestellten Ausführungsbeispiel kann das Sensorelement **12** mit dem zugehörigen Schraubenkopf oder der zugehörigen Mutter als mechanisch in sich geschlossene konstruktive Einheit ausgebildet werden. Dies ermöglicht eine einfache Fertigung und vor allen Dingen eine einfache Handhabung und Montage des Drehmomentsensors. Dennoch hat der Drehmomentsensor eine hohe Messgenauigkeit.

[0030] Für den vorliegenden Zweck geeignete elektronische Auswerteschaltungen sind in großer Vielfalt bekannt. Es ist daher nicht erforderlich, ihren Aufbau an dieser Stelle näher zu erläutern.

[0031] Bei dem Ausführungsbeispiel der **Fig. 2** und den folgenden Ausführungsbeispielen ist der Aufnehmer **9** nicht unter dem Schraubenkopf bzw. der Mutter der Flanschverbindung angeordnet, sondern zwischen den Flanschen **4** und **5** eingespannt. Der Aufnehmer **9** hat hierbei einen ringscheibenförmigen Schichtaufbau, der elastisch verformbar ist und daher durch das Drehmoment hervorgerufene begrenzte Drehwinkeländerungen zwischen den Flanschen **4, 5** ermöglicht. Diese Drehwinkeländerungen zwi-

schen den Flanschen **4**, **5** werden dann durch unterschiedliche Messmethoden erfasst und zu einem Drehmomentsignal ausgewertet, wie im folgenden erläutert wird.

[0032] Bei dem Ausführungsbeispiel der **Fig. 2** ist der Aufnehmer **9** als kapazitiver Aufnehmer mit zwei zwischen den Flanschen **4**, **5** eingespannten Messkondensatoren C1 und C2 ausgebildet. Die Messkondensatoren C1 und C2 haben jeweils ein ringscheibenförmiges elastisch verformbares Dielektrikum **15**, eine gemeinsame mittlere ringscheibenförmige Elektrode **16** und zwei außen liegende ringscheibenförmige Elektroden **16**. Wie insbesondere das Ersatzschaltbild der **Fig. 4** zeigt, sind die Elektroden **16** mit zwei Spulen **13** verbunden, die das Messsignal auf zwei Spulen **14** der elektronischen Auswerteschaltung **10** übertragen.

[0033] Die ringscheibenförmigen Elektroden **16** sind auf ihren einander zugewandten radialen Flächen mit einer Kammstruktur **17** versehen, wie in **Fig. 3** schematisch angedeutet ist. Bei einer durch das Drehmoment bedingten Verdrehung zwischen den Flanschen **4** und **5** kommt es daher zu entsprechenden gegensinnigen Änderungen der Kapazitäten der Messkondensatoren C1 und C2, die zum Erzeugen des Messsignals ausgenutzt werden. Genauer gesagt, wird die Schaltungsanordnung von außen mit Wechselstrom beaufschlagt. Aus dem Verhältnis der an den Spulen **14** anliegenden Spannungen U1 und U2 wird dann das Messsignal uO erzeugt, das dann in der Auswerteschaltung **10** in ein Drehmomentsignal gewandelt wird.

[0034] Bei den Ausführungsbeispielen der **Fig. 1** und **2** ist der Aufnehmer **9** als passiver Aufnehmer ausgebildet, der mit der Flanschverbindung **3** rotiert, während die gesamte elektronische Auswerteschaltung **10** stationär ausgebildet ist. Die Kopplung zwischen Aufnehmer **9** und Auswerteschaltung **10** dient hierbei lediglich zur Signalübertragung zwischen dem rotierenden Aufnehmer und der stationär angeordneten Auswerteschaltung.

[0035] Bei dem Ausführungsbeispiel der **Fig. 5** ist dagegen der Aufnehmer **9** als aktiver Aufnehmer ausgebildet, bei dem das Messsignal in einem zusammen mit der Flanschverbindung **3** rotierenden Teil **10a** der Auswerteschaltung **10** ausgewertet wird. Das Ausführungsbeispiel der **Fig. 5** entspricht im übrigen dem Ausführungsbeispiel der **Fig. 2**. D. h., dass der Aufnehmer **9** als kapazitiver Aufnehmer ausgebildet ist, wobei die Elektroden **16** der Messkondensatoren C1 und C2 unmittelbar an dem Teil **10a** der Auswerteschaltung angeschlossen sind. Das Teil **10a** ist hierbei als vollständiges Messsystem ausgebildet. Es ist mit einem stationär angeordneten Teil **10b** der elektronischen Auswerteschaltung **10** durch induktive, kapazitive oder elektromagnetische Kopplung verbunden, um einerseits mit der erforderlichen Betriebsenergie versorgt zu werden und um andererseits das Messsignal zu übertragen.

[0036] Im Ausführungsbeispiel der **Fig. 5** ist wieder

eine induktive Kopplung mittels Spulen **13** und **14** angedeutet. Stattdessen könnte jedoch auch eine elektromagnetische Kopplung vorgesehen sein, bei der mittels Antennen und Empfängern eine elektromagnetische Übertragung der Betriebsenergie und Signalinformation erfolgt. Die Signalinformation kann beispielsweise frequenzanalog oder bei größerem Informationsumfang als Bitstrom übertragen werden.

[0037] Bei dem Ausführungsbeispiel der **Fig. 6** bis **8** ist der Aufnehmer **9** als magnetischer Aufnehmer ausgebildet, der aus zwei ringförmigen Platten **18** aus ferromagnetischem Material und einer dazwischen liegenden Trennplatte **19** aus magnetisch nicht leitendem Material besteht, die zwischen den Flanschen **4** und **5** eingespannt sind. Der zwischen den Flanschen **4**, **5** eingespannte Aufnehmer **9** ist von einem an dem stationären Teil **11** festgelegten Ringkörper **20** aus ferromagnetischem Material mit einem dazwischen liegenden Luftspalt umgeben, so dass sich ein magnetischer Kreis ergibt.

[0038] Wie in **Fig. 7** schematisch angedeutet ist, sind die Platten **18** des Aufnehmers **9** an ihrem Umfang mit einer axial verlaufenden Verzahnung **22** versehen. Überträgt die Flanschverbindung **3** ein Drehmoment, so kommt es aufgrund der Drehwinkeländerungen zwischen den Flanschen **4**, **5** zu einer entsprechenden Verformung der Verzahnung **18**, wie in **Fig. 8** schematisch angedeutet ist. Hierdurch ändert sich der magnetische Widerstand des magnetischen Kreises, der mit Hilfe einer in dem Ringkörper **20** angeordneten Spule **21** zum Erzeugen eines Messsignals verwendet werden kann.

[0039] Die Ausführungsform der **Fig. 9** entspricht hinsichtlich ihres grundsätzlichen Aufbaus der Ausführungsform in **Fig. 6**. Sie verwendet jedoch statt einer Trennplatte **19** aus magnetisch nicht leitendem Material eine Trennplatte **18** aus einem magnetisch halbleitendem Widerstandsmaterial, das beispielsweise aus Indiumantimonid mit darin eingelagerten gut leitenden Kristallen zur Stromführung besteht. In diesem Fall brauchen die ferromagnetischen Platten **18** an ihrem Umfang nicht mit einer Verzahnung versehen werden. Vielmehr ändert sich bei der Drehmomentübertragung die Ausrichtung der in dem Widerstandsmaterial eingeschlossenen Kristalle, wodurch sich der Weg der Magnetfeldlinien und damit der magnetische Widerstand des magnetischen Kreises ändert. Dieser Effekt wird dann zum Erzeugen des Messsignals ausgenutzt.

[0040] Es lassen sich natürlich auch andere Widerstandsmaterialien mit eingeschlossenen leitenden Kristallen verwenden, bei denen die Ausrichtung der Kristalle durch die Drehmomentübertragung in der Flanschverbindung **3** geändert wird. Wie in der unteren Hälfte der **Fig. 9** schematisch angedeutet, sind die Kristalle **23** des Widerstandsmaterials im unbelasteten Zustand senkrecht zur Oberfläche der Flansche **4** und **5** ausgerichtet. Sie werden dann durch das übertragene Drehmoment etwas schräg gestellt, was zu der erwähnten Änderung des Verlaufs der

Magnetfeldlinien führt. Die Kristalle **23** können jedoch auch eine andere Ausrichtung, beispielsweise parallel zur Oberfläche der Flansche **4, 5** haben.

[0041] Bei einer in den Zeichnungen nicht dargestellten Ausführungsform ist der Aufnehmer als Wegaufnehmer ausgebildet, der eine elastische Scheibe zwischen den beiden Flanschen **4, 5** verwendet, die wiederum begrenzte Drehwinkeländerungen zwischen den Flanschen **4, 5** erlaubt. Die Flansche selbst sind mit Markierungen versehen. Der Drehmomentsensor erfasst dann durch die Drehwinkeländerungen bedingte Wegdifferenzen zwischen den Markierungen an den Flanschen und erzeugt hieraus das Drehmomentsignal.

[0042] Der Drehmomentsensor der **Fig. 10** entspricht in seinem grundsätzlichen Aufbau dem Drehmomentsensor der **Fig. 6 bis 8**. Während jedoch der Aufnehmer **9** der **Fig. 6 bis 8** als passiver Aufnehmer ausgebildet ist, ist der Aufnehmer **9** in **Fig. 10** ein aktiver Aufnehmer, bei dem die Auswertung des Messsignals in einem mit der Flanschverbindung umlaufenden Teil **10a** der Auswerteschaltung erfolgt. Das umlaufende Teil **10a** der Auswerteschaltung **10** kann ein beliebiger Messsensor zum aktiven Messen des magnetischen Widerstandes des magnetischen Kreises sein und beispielsweise von einem Hallgenerator o.ä. gebildet werden. Die Übertragung der hierfür erforderlichen Betriebsenergie sowie die Übertragung des Messsignals erfolgt dann wieder über induktive, kapazitive oder elektromagnetische Kopplung, wie durch Spulen **13, 14** schematisch angedeutet ist.

### Patentansprüche

1. Drehmomentsensor zum Erfassen eines Drehmomentes, das von einer treibenden Welle (**1**) auf eine getriebene Welle (**2**) über eine Flanschverbindung (**3**) übertragen wird, die einen an der treibenden Welle (**1**) vorgesehenen Flansch (**4**) und einen an der getriebenen Welle (**2**) vorgesehenen Flansch (**5**) aufweist, welche durch in Umfangsrichtung verteilte Schrauben (**6**) und Muttern (**7**) mit einer vorgegebenen axialen Vorspannung miteinander verspannt werden, mit einem Aufnehmer (**9**), der zwischen einem Kopf der Schrauben (**6**) oder einer der Muttern (**7**) und dem zugehörigen Flansch oder zwischen den Flanschen (**4, 5**) der Flanschverbindung (**3**) so eingespannt ist, dass er der vorgegebenen axialen Vorspannung ausgesetzt ist, um in Abhängigkeit von durch das Drehmoment hervorgerufenen Änderungen der axialen Vorspannung ein Messsignal zu erzeugen, und einer elektronischen Auswerteschaltung (**10**), die in Abhängigkeit von dem Messsignal ein Drehmomentsignal erzeugt.

2. Drehmomentsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Aufnehmer (**9**) ein kraft- oder druckmessendes Sensorelement (**12**) aufweist.

3. Drehmomentsensor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorelement (**12**) des Aufnehmers (**9**) ein piezoelektrisches oder magnetostriktives Element ist.

4. Drehmomentsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Aufnehmer (**9**) einen zwischen den Flanschen (**4, 5**) eingespannten elastisch verformbaren schichtförmigen Aufbau hat, der Drehwinkeländerungen zwischen den beiden Flanschen (**4, 5**) zulässt, wobei der Aufnehmer (**9**) das Messsignal in Abhängigkeit von durch das Drehmoment hervorgerufene Drehwinkeländerungen erzeugt.

5. Drehmomentsensor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Aufnehmer (**9**) als kapazitiver Aufnehmer mit zwei zwischen den Flanschen eingespannten Messkondensatoren ( $C_1, C_2$ ) ausgebildet ist, deren Kapazität durch Drehwinkeländerungen zwischen den Flanschen (**4, 5**) änderbar ist.

6. Drehmomentsensor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Messkondensatoren ( $C_1, C_2$ ) jeweils ein aus elastischem Material bestehendes Dielektrikum (**15**) und eine gemeinsame mittige Elektrode (**16**) sowie zwei außen liegende Elektroden (**16**) aufweist, die an ihren einander zugewandten radialen Flächen mit einer Kammstruktur (**17**) versehen sind.

7. Drehmomentsensor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Aufnehmer (**9**) als magnetischer Aufnehmer mit zwei ringförmigen Platten (**18**) aus ferromagnetischem Material ausgebildet ist, die durch eine Trennplatte (**19**) getrennt sind und Teil eines Magnetkreises bilden, dessen magnetischer Widerstand durch Drehwinkeländerungen zwischen den Flanschen (**4, 5**) änderbar ist.

8. Drehmomentsensor nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Trennplatte (**19**) aus magnetisch nicht leitendem Material besteht und die beiden ringförmigen Platten (**18**) an ihrem Umfang eine Verzahnung (**22**) haben, die durch Drehwinkeländerungen zwischen den Flanschen (**4, 5**) verformbar ist.

9. Drehmomentsensor nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Trennplatte (**19**) aus einem magnetisch halbleitenden Widerstandsmaterial besteht, dessen Kristallstruktur und dadurch ihr magnetischer Widerstand durch Drehwinkeländerungen zwischen den Flanschen (**4, 5**) änderbar ist.

10. Drehmomentsensor nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Aufnehmer (**9**) ein mit der Flanschverbindung (**3**) rotierender passiver Aufnehmer ist und die elektronische

Auswerteschaltung (**10**) stationär angeordnet ist, wobei der Aufnehmer (**9**) und die elektrische Auswerteschaltung (**10**) zur Übertragung des Messsignals induktiv, kapazitiv oder elektromagnetisch miteinander gekoppelt sind.

11. Drehmomentsensor nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Aufnehmer (**9**) ein mit der Flanschverbindung (**3**) rotierender aktiver Aufnehmer ist, der einen Teil (**10a**) der Auswerteschaltung (**10**) enthält, welcher für seine Energieversorgung und zur Übertragung des Messsignals mit einem stationär angeordneten Teil (**10b**) der Auswerteschaltung (**10**) induktiv, kapazitiv oder elektromagnetisch gekoppelt ist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen



FIG 3

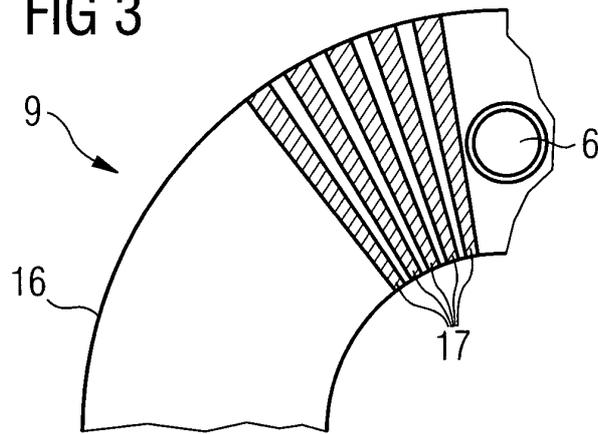


FIG 4

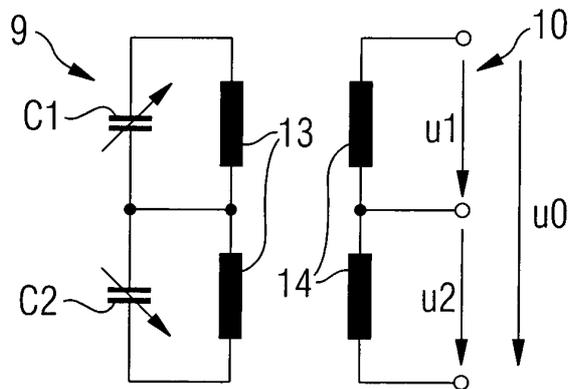


FIG 7

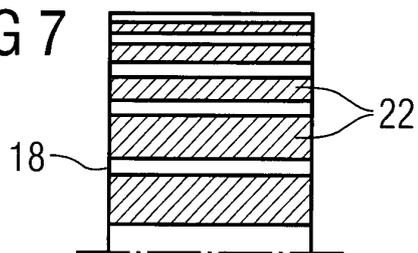


FIG 8

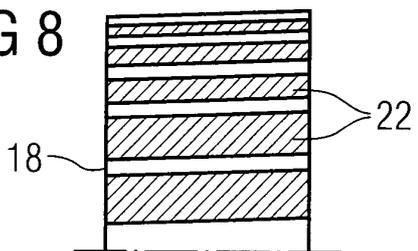


FIG 5

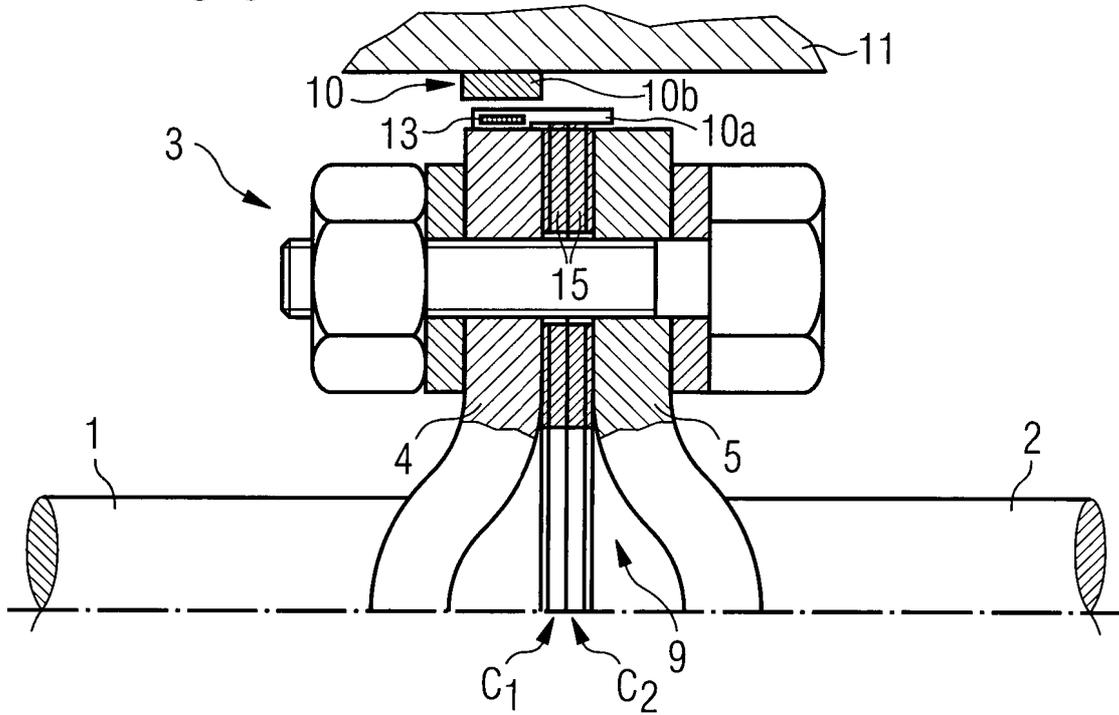


FIG 6

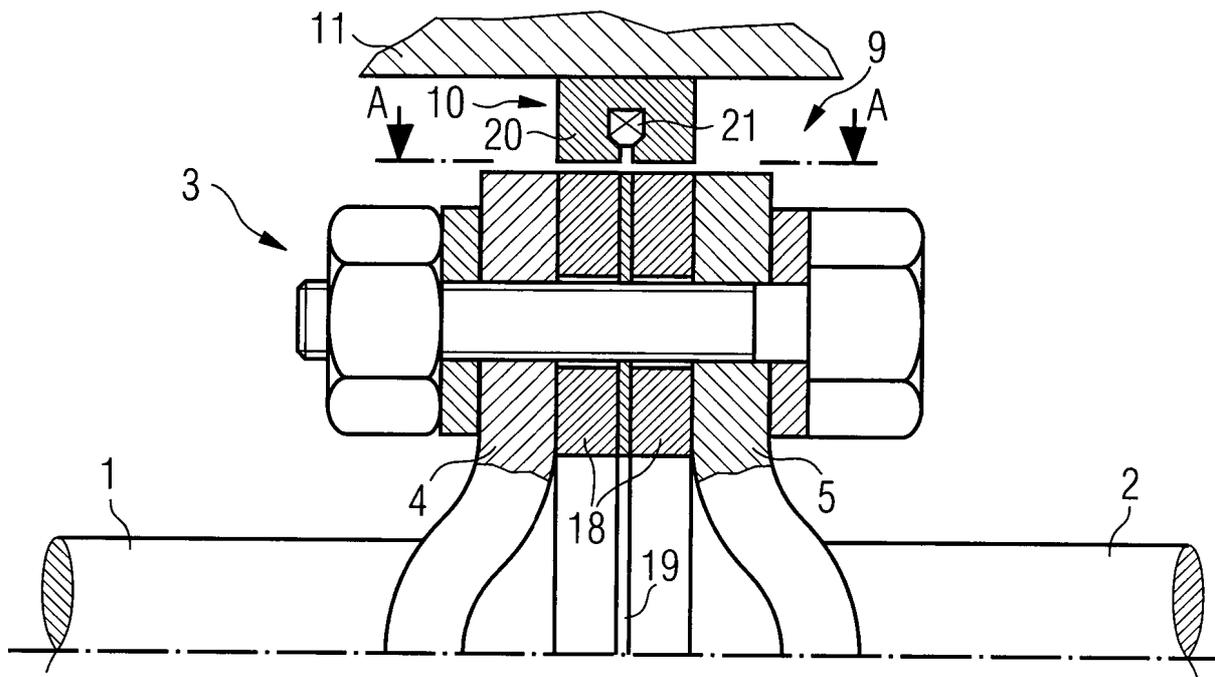


FIG 9

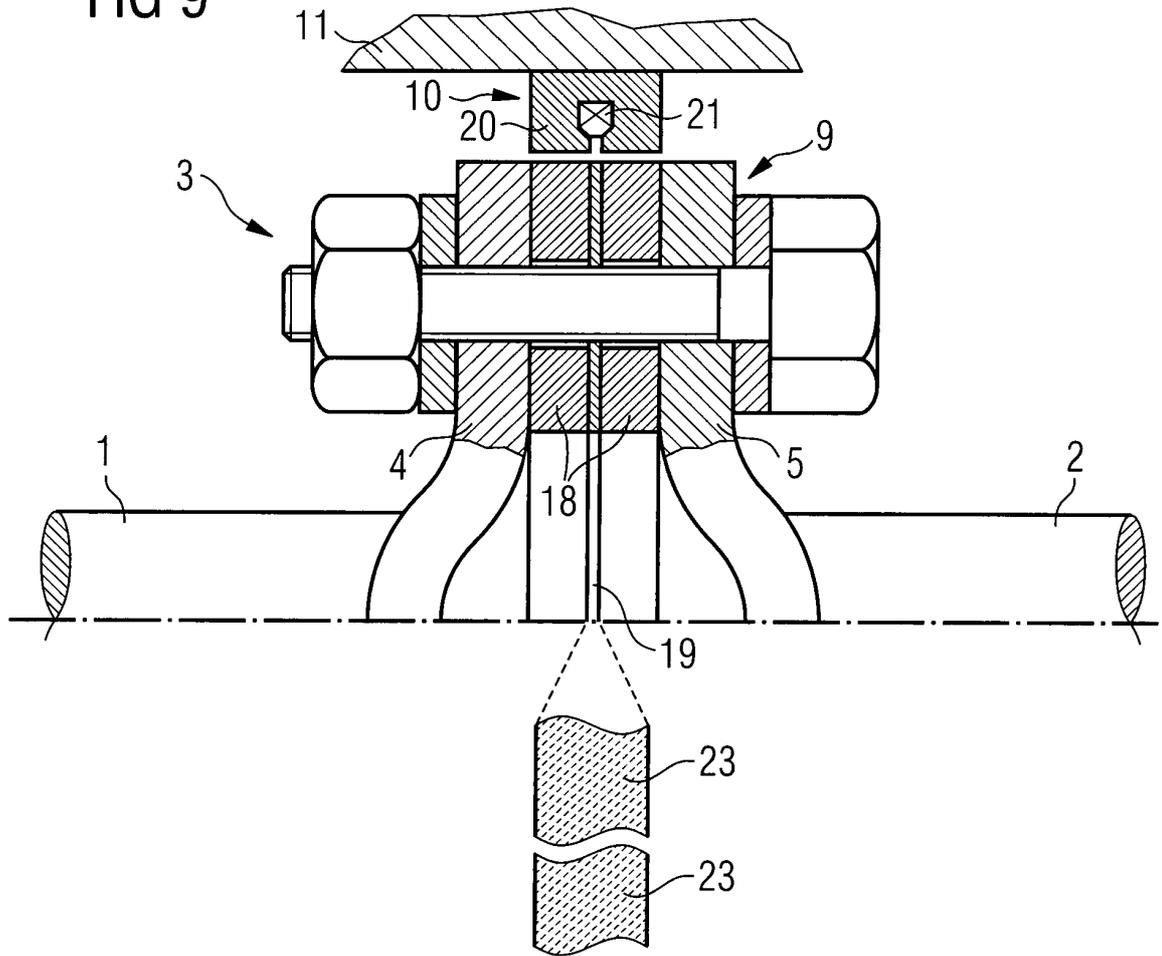


FIG 10

