

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **701 665 B1**

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

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 01336/10

(22) Anmeldedatum: 20.08.2010

(43) Anmeldung veröffentlicht: 28.02.2011

(30) Priorität: 23.08.2009
DE 10 2009 038 363.8
08.09.2009
DE 10 2009 040 480.5

(24) Patent erteilt: 15.12.2015

(45) Patentschrift veröffentlicht: 15.12.2015

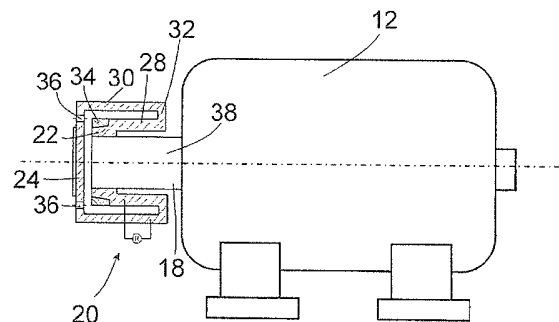
(73) Inhaber:
GIF Gesellschaft für Industrieforschung mbH,
Konrad-Zuse-Strasse 3
52477 Alsdorf (DE)

(72) Erfinder:
Herbert Meuter, 52134 Herzogenrath (DE)

(74) Vertreter:
E. Blum & Co. AG Patent- und Markenanwälte VSP,
Vorderberg 11
8044 Zürich (CH)

(54) **Drehmomentmesseinrichtung und Anordnung aus einer Drehmomentmesseinrichtung und einer Triebwelle.**

(57) Die Erfindung betrifft eine Drehmomentmesseinrichtung (20) mit einer zwischen zwei Flanschen (22, 24) angeordneten Drehmomentmesswelle (28), wobei zwischen wenigstens einem der beiden Flansche und der Messwelle eine Zwischenwelle (30) vorgesehen ist, die axial auf derselben Höhe wie die Messwelle auf einem anderen Radius angeordnet ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Drehmomentmesseinrichtung mit einer zwischen zwei Flanschen angeordneten Drehmomentmesswelle. Die Erfindung betrifft ferner eine Anordnung aus einer Drehmomentmesseinrichtung und einer Triebwelle gemäss Anspruch 23 sowie eine Verwendung der Anordnung gemäss Anspruch 26.

[0002] Drehmomentmesseinrichtungen mit zwei Flanschen sind aus dem Stand der Technik in zwei grundlegenden Ausgestaltungen bekannt. So kann einerseits, wie beispielsweise in der DE 10 304 359 A1 offenbart, eine Drehmomentmessscheibe zwischen den beiden Flanschen vorgesehen sein, die letztlich im Wesentlichen senkrecht zur Rotationsachse angeordnet ist, so dass die beiden Flansche naturgemäss unterschiedliche Durchmesser haben müssen. Andererseits kann zwischen den beiden Flanschen eine Drehmomentmesswelle vorgesehen sein, wobei dann die beiden Flansche jeweils an den Wellenenden vorgesehen sind, wie dieses in der DE 19 936 293 A1, der EP 2 113 758 A2, der US 3 800 591, der WO 2007/143 986 A1, der WO 2009/062 481 A1 und der EP 1 074 826 B1, aber auch in der DD 279 311 A1, der DE 10 106 625 A1 oder der DE 3 528 364 A1 offenbart ist.

[0003] Die EP 1 074 826 B1 beispielsweise zeigt eine Drehmomentmesseinrichtung mit einer zwischen zwei kreisringscheibenförmigen Flanschen angeordneten im Wesentlichen zylindrische Drehmomentmesswelle, in welcher Ausnehmungen angeordnet sind, deren Böden im Wesentlichen zylindrische Messmembranen ausbilden und die Ausnehmungen radial schliessen, wobei die Drehmomentmesswelle einen geschlossenen, die Flansche verbindenden rohrförmigen Abschnitt als Messbereich der Drehmomentmesseinrichtung bildet. In der Drehmomentmesswelle sind drei grosse Ausnehmungen eingebracht, so dass sich drei im Wesentlichen zylindrische Messmembranen ergeben. Die Messmembranen schliessen hierbei die Ausnehmungen radial, so dass sich Messtaschen ergeben und die Drehmomentmesswelle an sich nach wie vor geschlossen bleibt und radial innen angeordnete Dehnungsmessstreifen sowie die dazugehörige Elektronik auf einfache Weise hermetisch gekapselt und gegenüber Luftfeuchte, Schmutz, Ölnebel oder aggressive Umwelteinflüsse geschützt sind.

[0004] Wenn eine Drehmomentmesseinrichtung zur Bildung einer Drehmoment-Messeinheit über einen der beiden Flansche mit einer Triebwelle verbunden ist, ist bei den nach dem Stand der Technik bekannten Lösungen die Drehmomentmesswelle bzw. die Drehmomentmessscheibe in Axialrichtung der Triebwelle von dieser beabstandet. Dem minimal möglichen Abstand zwischen der Triebwelle und einem an den anderen Flansch gekoppelten Bauteil, wie z.B. einer weiteren Welle oder einer Achse, sind somit infolge der Erstreckung der Drehmomentmesswelle bzw. Drehmomentmessscheibe in Axialrichtung Grenzen gesetzt, da selbst bei kompakter Gestaltung der Drehmomentmesswelle- bzw. scheibe und kompakter Gestaltung der Flansche ohne wesentliche Einbussen bei der mechanischen Stabilität bzw. bei der zulässigen Belastung der Triebwelle ein erforderlicher Mindestabstand zwischen der Triebwelle und dem rotierbaren Bauteil nicht unterschritten werden kann.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine verbesserte Drehmomentmesseinrichtung sowie eine verbesserte Anordnung aus einer Drehmomentmesseinrichtung und einer Triebwelle bereitzustellen. Als Lösung werden eine Drehmomentmesseinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie eine Anordnung aus einer Drehmomentmesseinrichtung und einer Triebwelle mit den Merkmalen des Anspruchs 23 und deren Verwendung gemäss Anspruch 26 vorgeschlagen.

[0006] Um eine mechanisch stabile drehfeste Verbindung zwischen einer Triebwelle und einem weiteren Bauteil zu schaffen und dabei den Abstand zwischen der Triebwelle und dem Bauteil gegenüber bekannten Anordnungen wesentlich zu verringern, ist somit bei einer Drehmomentmesseinrichtung mit einer zwischen zwei Flanschen angeordneten Drehmomentmesswelle zwischen wenigstens einem der beiden Flansche und der Messwelle eine Zwischenwelle vorgesehen, die axial auf derselben Höhe wie die Messwelle auf einem anderen Radius angeordnet ist.

[0007] Die Zwischenwelle ist zwischen wenigstens einem der beiden Flansche und der Drehmomentmesswelle vorgesehen, wobei hierbei der Begriff «zwischen» sich nicht auf die räumliche Anordnung bezieht, sondern den Kraft-, bzw. Drehmomentfluss betrifft. Insofern ist beispielsweise die Hohlwelle der DD 279 311 A1 parallel zu dem als Drehmomentmesswelle genutzten Torsionsstab, welche in die Hohlwelle eingeführt ist, angesetzt und gerade nicht zwischen dem Torsionsstab und einem der Flansche angeordnet. Ferner beschreibt in vorliegendem Zusammenhang der Begriff «Welle» jede Drehmoment übertragende Einrichtung, die nicht im Wesentlichen senkrecht zur Rotationsachse, wie beispielsweise eine Drehmomentmessscheibe oder ein Flansch, angeordnet ist.

[0008] Im Unterschied zu bekannten Lösungen kann die erfindungsgemässe Drehmomentmesseinrichtung derart über einen der beiden Flansche mit einer Triebwelle verbunden werden, dass die Drehmomentmesswelle axial auf Höhe der Triebwelle und radial ausserhalb der Triebwelle angeordnet ist, so dass ein weiteres Bauteil, wie z.B. eine Welle oder eine Achse, durch Anschliessen an den anderen der beiden Flansche sehr nah an die Triebwelle herangeführt werden kann. Mit der erfindungsgemässe Drehmomentmesseinrichtung ist somit die Schaffung einer drehfesten Verbindung zwischen einer Triebwelle und einem weiteren Bauteil möglich, wobei der Abstand zwischen der Triebwelle und dem weiteren Bauteil gegenüber bekannten Anordnungen wesentlich verringert werden kann. Die erfindungsgemässe Drehmomentmesseinrichtung ermöglicht somit eine sehr kompakte und axial Platz sparende Bauweise. Dies ist insbesondere von Vorteil, wenn die für eine Drehmomentmessung zur Verfügung stehenden Räumlichkeiten sehr begrenzt sind, wie es in der Praxis z.B. bei der Drehmomentmessung in Verbindung mit grossen Antriebseinrichtungen der Fall sein kann, deren axiale Erstreckung bis zu 5 Meter, und mehr betragen kann. Die Drehmomentmesswelle und die Zwischenwelle können identische bzw. im

Wesentlichen identische axiale Längen aufweisen. Sie können aber auch unterschiedliche axiale Längen aufweisen, um so die Flansche an axial verschiedenen Positionen vorsehen zu können.

[0009] Triebwellen von Antriebseinrichtungen, insbesondere von Elektromaschinen, können meist nur mit einer maximal ankoppelbaren Masse belastet werden, die mit Zunahme des Abstandes von der Antriebseinrichtung immer geringer wird. Bei Überschreitung dieser maximal ankoppelbaren Masse können während des Betriebs der Antriebseinrichtung eine Überlastung und/oder eine Unwucht auftreten. Die durch die erfindungsgemässe Drehmomentmesseinrichtung ermöglichte axial platz sparende Bauweise gestattet daher in vorteilhafter Weise eine gegenüber bekannten Lösungen wesentliche Erhöhung der maximal ankoppelbaren Masse.

[0010] Eine bevorzugte Drehmomentmesseinrichtung mit einer zwischen zwei Flanschen angeordneten Drehmomentmesswelle, in welcher Ausnehmungen angeordnet sind, deren Böden Messmembranen ausbilden und welche die Ausnehmungen radial schliessen, kann sich dadurch auszeichnen, dass die Drehmomentmesswelle hohl ausgebildet ist und von radial innen nach radial aussen weisende Öffnungen aufweist.

[0011] Insoweit ist vorliegend die Drehmomentmesswelle mit den Membranen der Ausnehmungen einstückig ausgebildet und auch die Öffnungen sind dementsprechend in dieser Baugruppe vorgesehen.

[0012] In Abgrenzung insbesondere von der EP 1 074 826 B1 kann mittels der Öffnungen das Ansprechverhalten der Drehmomentmesswelle bzw. der Drehmomentmesseinrichtung an gegebene Randbedingungen angepasst werden. So ist es beispielsweise mittels der Öffnungen möglich, Drehzahleinflüsse auf den Nullpunkt, durch die Befestigung zu anderen Komponenten bedingte Einflüsse auf den Nullpunkt, eine temperaturabhängige Verschiebung des Nullpunktes und Ähnliches zu minimieren. Ebenso kann das Querkraftverhalten, insbesondere auch in Bezug auf den Nullpunkt, optimiert werden. Auch kann durch die generelle Möglichkeit, die Empfindlichkeit jeder Messmembran zu beeinflussen, die Linearität des Gesamtsystems, insbesondere für jede Belastungsrichtung, beeinflusst werden. Hierbei nutzt diese Lösung einerseits die Vorteile geschlossener Ausnehmungen bzw. Messtaschen, um bewusst den Nachteil einer schwierigen Abdichtung gegen Luftfeuchte, Schmutz, Ölnebel oder aggressive Umwelteinflüsse in Kauf zu nehmen und durch die separaten Öffnungen, die sich somit nicht in den Ausnehmungen oder in der Nähe der Messmembranen befinden, die Drehmomentmesswelle in ihrem Ansprechverhalten optimieren zu können.

[0013] Hierbei versteht es sich, dass die Öffnungen mittels eines Dichtmaterials, beispielsweise mittels eines Klebers, mittels Lot oder mittels einer kleinen Schraube verschlossen werden können, um nach wie vor eine möglichst gute Abdichtung zu gewährleisten.

[0014] Auch ist möglich, die Öffnungen als Kabeldurchführungen zu nutzen, so dass diese eine Doppelfunktion ausüben können.

[0015] Vorzugsweise sind die Öffnungen Bohrungen, da Bohrungen äusserst einfach und betriebssicher bereitgestellt werden können.

[0016] Vorzugsweise ist zwischen der Messwelle und der Zwischenwelle ein Verbindungsflansch vorgesehen. Über den Verbindungsflansch kann ein eingeleitetes Drehmoment zwischen der Drehmomentmesswelle und der Zwischenwelle baulich einfach und betriebssicher übertragen werden. Besonders bevorzugt ist der Verbindungsflansch einstückig mit der Drehmomentmesswelle und/oder der Zwischenwelle ausgebildet. Ferner kann einer oder jeder der beiden Flansche einstückig mit der Drehmomentmesswelle und/oder der Zwischenwelle ausgebildet sein.

[0017] Bei einer bevorzugten Ausführungsform weist die Zwischenwelle einen grösseren Radius als die Messwelle auf. Mit dieser bevorzugten Ausführungsform kann die Drehmomentmesswelle, welche in bekannter Weise beispielsweise über Erfassung von Dehnmessstreifensignalen eine Drehmomentmessung ermöglicht, wirksam von der Zwischenwelle geschützt werden. Insbesondere ermöglicht die Anordnung der Drehmomentmesswelle auf einem kleineren Radius auch einen wirksamen Schutz gegen zu grosse Biegemomente. Ein derartiger Schutz erstreckt sich auch auf weitere Baugruppen wie beispielsweise elektronische Bauteile, Scherkraftaufnehmer oder Dehnmessstreifen, die auf der Messwelle angeordnet sind und beinhaltet auch einen Schutz gegen mechanische Einflüsse wie beispielsweise eine Beschädigung durch den Kontakt mit anderen Bauteilen.

[0018] Insofern kann eine Drehmomentmesseinrichtung mit einer zwischen zwei Flanschen angeordneten Drehmomentmesswelle, welche sich durch eine Schutzabdeckung, die radial ausserhalb der Messwelle angeordnet ist, auszeichnet, einen entsprechenden Schutz auch in widrigen Betriebsumgebungen bieten, insbesondere, wenn die Messwelle zumindest an einem der beiden Flansche angeordnet ist, so dass man die Drehmomentmesseinrichtung insbesondere auch in Abgrenzung zu der DE 3 528 364 A1 nach wie vor möglichst schmal bauen und deren Drehmomentmesswelle möglichst unbeeinflusst messen kann. Dies gilt insbesondere dann, wenn in der Drehmomentmesswelle Öffnungen vorgesehen sind, wie dies bereits vorstehend beschrieben wurde.

[0019] Hierbei versteht es sich, dass die vorstehend beschriebene Zwischenwelle als Schutzabdeckung genutzt werden kann, was den Einsatz weiterer Baugruppen vermeidet.

[0020] Auch die Zwischenwelle ist, wenn sie in Reihe mit der Messwelle geschaltet ist, lediglich an einer Seite mit einem der beiden Flansche und an der anderen Seite mit einem Verbindungsflansch oder beispielsweise der Messwelle verbunden, um erst dann mittelbar mit dem anderen der beiden Flansche verbunden zu sein.

[0021] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Drehmomentmesseinrichtung weist einer der beiden Flansche wenigstens ein Befestigungselement auf, das durch den zweiten der beiden Flansche hindurch betätigbar ist.

[0022] Auf diese Weise kann die Drehmomentmesseinrichtung sehr nahe an eine grosse Antriebseinrichtung, wie beispielsweise einen Motor, gesetzt werden, einhergehend mit der Möglichkeit, den Abstand zwischen der Triebwelle der Antriebseinrichtung und einem weiteren Bauteil, die über die Drehmomentmesseinrichtung drehfest miteinander verbunden sind, wesentlich zu verringern. Die bevorzugt vorgesehene Betätigbarkeit des Befestigungselements durch den zweiten der beiden Flansche hindurch vermeidet in wirksamer Weise eine aus dem Stand der Technik bekannte nachteilige axiale Verlängerung der Drehmomentmesseinrichtung durch Vorsehen von aussen betätigbaren Befestigungselementen.

[0023] Bevorzugt weist der zweite der beiden Flansche wenigstens eine Betätigungsöffnung auf. Auf diese Weise wird eine stabile und einfache Lösung für die Betätigbarkeit des Befestigungselements bereitgestellt. Das Befestigungselement ist durch die Betätigungsöffnung hindurch betätigbar, wobei die Betätigungsöffnung besonders bevorzugt eine Bohrung ist, die baulich sehr einfach realisierbar ist und durch die ein Betätigungsmittel z.B. in Form eines Schraubendrehers geführt werden kann. Alternativ kann der zweite der beiden Flansche auch eine Ausnehmung aufweisen, über welche das Befestigungselement betätigbar ist.

[0024] Vorzugsweise ist die Betätigungsöffnung grösser als eine korrespondierende Öffnung des entsprechenden Betätigungselements, wie beispielsweise ein Loch mit einem entsprechenden Innengewinde. Dieses ermöglicht ein entsprechend einfaches Durchführen des Betätigungsmittels, auch wenn das entsprechende Betätigungselement, wie beispielsweise ein Schraubenkopf, grösser als die korrespondierende Öffnung des entsprechenden Betätigungselements ist.

[0025] Um im Betrieb einer Drehmomentmesseinrichtung eine übermässige Biegebeanspruchung einer Drehmomentmesswelle oder einer Drehmomentmessscheibe der Drehmomentmesseinrichtung zu erfassen, kann eine Drehmomentmesseinrichtung wenigstens ein Mittel zur Bestimmung eines senkrecht zu der Rotationsachse der Drehmomentmesswelle auftretenden Biegemoments aufweisen.

[0026] In diesem Zusammenhang bezeichnet der Begriff «Biegemoment» ein auf die Drehmomentmesseinrichtung wirkendes Moment mit einer Komponente senkrecht zur Drehachse, während die an sich von der Drehmomentmesseinrichtung gemessenen Drehmomente parallel zur Drehachse der Drehmomentmesseinrichtung ausgerichtet sind.

[0027] Durch derartige Mittel zur Bestimmung eines senkrecht zu einer Rotationsachse auftretenden Biegemoments kann die Belastung der Drehmomentmesswelle der Drehmomentmesseinrichtung wirksam überwacht werden, so dass bei Ermittlung einer übermässigen Biegebeanspruchung geeignete Massnahmen – wie z.B. eine Verringerung der Drehzahl, ein Beenden der Messung oder das Aussortieren des entsprechenden Messwertes – zur Schonung der Drehmomentmesswelle vorgenommen werden können. Insofern kann durch den Einsatz des Mittels auch die Entstehung von Messartefakten während einer von der Drehmomentmesseinrichtung vorgenommenen Drehmomentmessung wirksam vermieden bzw. erkannt werden. Das Biegemoment kann beispielsweise auch durch eine Abstandsmessung zwischen den Flanschen bestimmt werden, wenn eine Anordnung einer Drehmomentmesseinrichtung mit zwei Flanschen und einer zwischen diesen liegenden Messwelle vorgesehen ist, da eine Abstandsveränderung der Flansche naturgemäss mit einem auf die Messwelle einhergehenden Biegemoment verbunden ist. Mit der Bestimmung des Biegemoments ist auch eine Kontrolle und Begrenzung desselben möglich, so dass kumulativ oder alternativ Walkprozesse in ihrem Ausmass kontrolliert werden können.

[0028] Vorzugsweise wird das Biegemoment als Relativbewegung zwischen einer Drehmomentmesswelle und einer weiteren Baugruppe ermittelt, wobei die weitere Baugruppe vorzugsweise eine Gegenwelle ist. Besonders bevorzugt ist die Drehmomentmesswelle über einen Verbindungsflansch oder einen sonstigen Flansch mit der Gegenwelle verbunden. Der Verbindungsflansch oder ein anderer zwischen der Gegenwelle und der Messwelle vorgesehener Flansch bewirkt eine Beabstandung der Drehmomentmesswelle von der Gegenwelle, so dass bei dieser Gestaltung durch eine sehr einfach vorzunehmende Abstandsmessung zwischen der Drehmomentmesswelle und der Gegenwelle ein Biegemoment der Drehmomentmesseinrichtung ermittelt werden kann.

[0029] Besonders bevorzugt wird das Biegemoment binär gemessen. Mittels einer binären Messung des Biegemoments kann bei Überschreitung oder Unterschreitung eines vorgegebenen Biegemoments beispielsweise ein geeignetes Meldesignal oder Warnsignal z. B. an eine Anzeigevorrichtung ausgegeben werden. Wenn in besonders bevorzugter Weise die Drehmomentmesswelle über einen Verbindungsflansch mit der Gegenwelle verbunden ist, kann durch eine einfache binäre Kontaktmessung ein kritisches Biegemoment bzw. eine übermässige Biegebeanspruchung rotationsunabhängig erkannt werden, derart, dass nur bei bestehendem Kontakt zwischen der Drehmomentmesswelle und der Gegenwelle infolge einer übermässigen Biegebeanspruchung ein Signal bzw. eine wesentliche Signaländerung an eine Anzeigevorrichtung oder Auswerteinheit ausgegeben wird. Die Kontaktmessung kann hierbei, sofern die Gegenwelle und die Drehmomentmesswelle wenigstens teilweise aus einem metallischen Material bestehen, vorzugsweise über eine Messung des elektrischen Widerstands zwischen der Gegenwelle und der Drehmomentmesswelle vorgenommen werden, der sich bei bestehendem Kontakt zwischen Gegenwelle und Drehmomentmesswelle wesentlich verringert.

[0030] Als Gegenwelle kann, wie bereits vorstehend erwähnt, beispielsweise eine Zwischenwelle der Drehmomentmesseinrichtung zur Anwendung kommen. Andererseits kann auch jede andere Welle, wie beispielsweise eine Triebwelle, auf welcher die Messwelle angeordnet ist, entsprechend genutzt werden.

[0031] Insbesondere können die Dehnungssensoren ausschliesslich radial aussen an der Drehmomentmesswelle angeordnet sein. Es hat sich herausgestellt, dass sich hierdurch bei gleichem geometrischem Aufbau der Drehmomentmesswelle die Messgenauigkeit erheblich erhöhen lässt. Letzteres gilt insbesondere für Dehnmessstreifen als Dehnungssensoren. Hierbei versteht es sich, dass ggf. Dehnungssensoren auch radial innen angeordnet sein können, solange diese nicht an der Messung teilnehmen bzw. für andere Messungen, beispielsweise mit geringerer oder höherer Genauigkeit, genutzt werden und solange diese die Messungen der aussen angeordneten Dehnungssensoren nicht wesentlich beeinträchtigen.

[0032] Hierbei hat es sich insbesondere als vorteilhaft erwiesen, wenn die Dehnungssensoren auf ebenen Oberflächenbereichen von Messmembranen (42) angeordnet sind. Hierdurch kann, insbesondere wie dieses bereits in der WO 2007 143 986 A1 offenbart, einfach und betriebssicher eine dauerhafte Befestigung der Dehnungssensoren gewährleistet werden.

[0033] Die Aufgabe der Erfindung wird ferner von einer Anordnung aus der Drehmomentmeseinrichtung und einer Triebwelle gelöst.

[0034] Die Triebwelle kann insbesondere eine Triebwelle oder eine Antriebswelle oder eine Abtriebswelle einer Antriebsvorrichtung eines Prüfstands sein, der dafür vorgesehen ist, einen Prüfling mit unterschiedlichen Drehmomenten zu belasten, wobei die Drehmomentmeseinrichtung hierbei der Messung des auf den Prüfling übertragenen Drehmoments dient.

[0035] Die Drehmomentmesswelle ist zumindest mit einem Bereich axial auf Höhe der Triebwelle und radial ausserhalb der Triebwelle angeordnet. Durch diese Anordnung kann axial Platz gespart werden, was insbesondere bei Elektromaschinen von Vorteil ist, da dort eine maximal an die Triebwelle ankoppelbare Masse definiert ist, die insbesondere mit Zunahme des Abstandes von der Maschine immer geringer wird. Bei Überschreitung dieser maximal ankoppelbaren Masse können während des Betriebs der Antriebseinrichtung eine Überlastung und/oder eine Unwucht auftreten. Die durch die vorgesehene Anordnung ermöglichte axial Platz sparende Bauweise gestattet daher in vorteilhafter Weise eine gegenüber bekannten Lösungen wesentliche Erhöhung der maximal ankoppelbaren Masse.

[0036] Bei einer praktischen Ausführungsform ist die Drehmomentmesswelle zur Gänze hohl ausgebildet und radial ausserhalb auf Höhe der Triebwelle angeordnet.

[0037] Bei einer weiteren Ausführungsform ist die Drehmomentmesswelle eine Drehmomentmesswelle, die im Wesentlichen zylinderförmig oder hohlzylinderförmig ausgebildet ist.

[0038] Die hohle oder zylinderförmige oder hohlzylinderförmige Ausbildung der Drehmomentmesswelle hat zur Folge, dass die Drehmomentmesswelle ein nur sehr geringes Trägheitsmoment aufweist und dadurch vorteilhafterweise nur einen vernachlässigbaren Einfluss auf die Messgrösse «Drehmoment» hat.

[0039] Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist die Triebwelle eine Welle einer Elektromaschine, nämlich eines Elektromotors bzw. eines -generators.

[0040] Es versteht sich, dass, je nach konkreter Umsetzung vorliegender Erfindung ggf. statt einer zylinderförmigen Drehmomentmesswelle auch Übergangsformen wie beispielsweise wesentlich komplexer als ein Konus geformte Drehmomentmesswellen zur Anwendung kommen können, was jedoch möglicherweise die eigentliche Messung erheblich erschweren kann.

[0041] Weitere Vorteile, Ziele und Eigenschaften vorliegender Erfindung werden anhand nachfolgender Beschreibung anliegender Zeichnungen erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Schnittdarstellung einer nicht erfindungsgemässen Drehmomentmeseinrichtung, welche mit einer Antriebseinrichtung in Form eines Elektromotors verbunden ist,
- Fig. 2 eine schematische Schnittdarstellung eines Ausführungsbeispiels einer Drehmomentmeseinrichtung, welche mit einer Antriebseinrichtung in Form eines Elektromotors verbunden ist, und
- Fig. 3 eine dreidimensionale Darstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels einer Drehmomentmeseinrichtung, von der zur Veranschaulichung einer Schnittfläche parallel zur Längsachse nur eine Hälfte dargestellt ist;
- Fig. 4 eine schematische Schnittansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels einer Drehmomentmeseinrichtung gemäss Fig. 1;
- Fig. 5 eine dreidimensionale Darstellung der Drehmomentmeseinrichtung nach Fig. 4, von der zur Veranschaulichung einer Schnittfläche parallel zur Längsachse nur eine Hälfte dargestellt ist;
- Fig. 6 eine schematische Schnittansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels einer Drehmomentmeseinrichtung gemäss Fig. 1;
- Fig. 7 eine dreidimensionale Darstellung der Drehmomentmeseinrichtung nach Fig. 6, von der zur Veranschaulichung einer Schnittfläche parallel zur Längsachse nur eine Hälfte dargestellt ist;

- Fig. 8 eine Seitenansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels einer Drehmomentmesseinrichtung gemäss Fig. 1;
 Fig. 9 eine teilweise aufgebrochene Darstellung der Drehmomentmesseinrichtung nach Fig. 8; und
 Fig. 10 eine dreidimensionale Darstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels einer Drehmomentmesseinrichtung in ähnlicher Darstellung wie Fig. 3.

[0042] Die Fig. 1 zeigt eine schematische Schnittdarstellung einer nicht erfindungsgemässen Drehmomentmesseinrichtung 10, welche mit einer Antriebseinrichtung in Form eines Elektromotors 12 verbunden ist. Die Drehmomentmesseinrichtung 10 weist in bekannter Weise eine zwischen zwei Flanschen 14 angeordnete Drehmomentmesswelle 16 auf. Die Drehmomentmesswelle 16 ist in Axialrichtung der Triebwelle 18 von dieser beabstandet.

[0043] Die Drehmomentmesseinrichtung weist eine Abstandsmesseinrichtung 54 auf, mit welcher lokal der Abstand zwischen den Flanschen 14 gemessen werden kann. Auf diese Weise kann eine Winkellage der beiden Flansche bestimmt und auf ein entsprechendes Biegemoment geschlossen werden. Auch weist der Flansch 14, welcher der Triebwelle 18 abgewandt ist, Bohrungen 36 auf, durch welche ein Werkzeug zur Betätigung eines Klemmrings 34 geführt werden kann. Dieses ermöglicht es, die Drehmomentmesseinrichtung 10 wesentlich enger an den Elektromotor 12 zu bauen und auf diese Weise entsprechend Platz zu sparen.

[0044] Die Drehmomentmesseinrichtung 20 ist, wie in Fig. 2 dargestellt, mit einer Antriebseinrichtung 12 in Form eines Elektromotors 12 verbunden. Die Drehmomentmesseinrichtung 20 weist zwei Flansche 22, 24 auf und ist über einen ersten der beiden Flansche 22 mit einer Triebwelle 18 des Elektromotors 12 verbunden. Zwischen dem zweiten Flansch 24 und einer Drehmomentmesswelle 28 ist eine Zwischenwelle 30 vorgesehen, die axial auf derselben Höhe wie die Drehmomentmesswelle 28 auf einem anderen Radius angeordnet ist, wobei sich hierbei der Begriff «zwischen» nicht auf die räumliche Anordnung bezieht, sondern den Kraft- bzw. Drehmomentfluss betrifft. Zwischen der Drehmomentmesswelle 28 und der Zwischenwelle 30 ist ein Verbindungsflansch 32 vorgesehen, der eine radiale Beabstandung der Zwischenwelle 30 von der Drehmomentmesswelle 28 bereitstellt.

[0045] Wie aus der Fig. 2 ersichtlich, ist die erfindungsgemässe Drehmomentmesseinrichtung 20 auf eine Weise gestaltet, dass die Drehmomentmesswelle 28 axial auf Höhe der Triebwelle 18 und radial ausserhalb der Triebwelle 18 angeordnet werden kann, so dass ein weiteres Bauteil (hier nicht dargestellt) wie beispielsweise eine Welle oder eine Achse dergleichen durch Anschliessen an den zweiten der beiden Flansche 24 im Unterschied zu bekannten Lösungen wesentlich näher an die Triebwelle 18 herangeführt werden kann, einhergehend mit der Schaffung einer wesentlichen axialen Platzersparnis, wie ein Vergleich mit der Fig. 1 zeigt.

[0046] Der erste der beiden Flansche 22 weist ein Befestigungselement in Form eines konisch ausgebildeten Klemmrings 34 auf, der zur Befestigung des ersten Flanschs 22 an der Triebwelle 18 auf den ersten Flansch 22 aufschiebbar ist, um über übliche Keilwirkung eine feste Verbindung zwischen dem ersten Flansch 22 und der Triebwelle 18 zu schaffen. Der Klemmring 34 ist über Betätigungsöffnungen in Form von Bohrungen 36, die in dem zweiten Flansch 24 ausgebildet sind, durch den zweiten Flansch 24 hindurch betätigbar.

[0047] Um im Betrieb der Drehmomentmesseinrichtung 20 eine übermässige Biegebeanspruchung der Drehmomentmesswelle 28 der Drehmomentmesseinrichtung 20 zu erfassen, kann ein senkrecht zur Rotationsachse auftretendes übermässiges Biegemoment durch eine binäre Kontaktmessung erfasst werden, derart, dass nur bei bestehendem Kontakt zwischen der Drehmomentmesswelle 28 und der Zwischenwelle 30 infolge einer übermässigen Biegebeanspruchung ein Signal bzw. eine wesentliche Signaländerung an eine Anzeigevorrichtung oder Auswerteinheit ausgegeben wird. Die Kontaktmessung erfolgt vorzugsweise über eine Messung des elektrischen Widerstands (in Fig. 2 schematisch durch Messsymbol veranschaulicht) zwischen der metallischen Zwischenwelle 30 und der metallischen Drehmomentmesswelle 28, der sich bei bestehendem Kontakt zwischen Zwischenwelle 30 und Drehmomentmesswelle 28 wesentlich verringert. Alternativ ist es auch denkbar, eine Kontaktmessung durch Messung des elektrischen Widerstands zwischen einer Gegenwelle 38 in Form der Triebwelle 18 des Elektromotors 12 und der Drehmomentmesswelle 28 bereitzustellen, da die Drehmomentmesswelle 28 bei einer übermässigen Biegebeanspruchung auch einen Kontakt zu der Triebwelle 18 des Elektromotors 12 aufweisen kann.

[0048] Wie unmittelbar ersichtlich, verhindert diese Anordnung darüber hinaus auch auf baulich sehr einfache Weise eine Überbeanspruchung der Drehmomentmesswelle 28 durch Biegemomente, da die Drehmomentmesswelle 28 an der Gegenwelle 38 bzw. durch entsprechenden Kontakt der Zwischenwelle 30 mit dem Flansch 22 oder dem Klemmring 34 gestützt wird.

[0049] Die Fig. 3 zeigt eine dreidimensionale Darstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemässen Drehmomentmesseinrichtung 20, von der zur Veranschaulichung einer Schnittfläche parallel zur Längsachse nur eine Hälfte dargestellt ist.

[0050] Die in Fig. 3 dargestellte Drehmomentmesseinrichtung 20 weist einen ersten Flansch 22 und einen zweiten Flansch 24 auf, wobei zwischen den beiden Flanschen 22, 24 eine Drehmomentmesswelle 28 angeordnet ist. Die Drehmomentmesswelle 28 ist zur Gänze hohl und im Wesentlichen hohlzylinderförmig ausgebildet und radial ausserhalb auf Höhe einer schematisch dargestellten Triebwelle 18 angeordnet, welche über den ersten Flansch 22 mit der Drehmomentmessein-

richtung 20 verbunden ist. An der radial äusseren Oberfläche ist bei diesem Ausführungsbeispiel eine Vielzahl an Dehnmessstreifen angeordnet. An der radial inneren Oberfläche der Drehmomentmesswelle 28 kann in einer alternativen Ausführungsform alternativ oder kumulativ zu den vorgenannten Dehnmessstreifen eine Vielzahl von hier nicht dargestellten Dehnmessstreifen angebracht sein. An der radial äusseren Oberfläche sind eine oder mehrere Ausnehmungen 40 vorgesehen, um dünnwandige Messmembranen 42 auszubilden, die sich infolge von Spannungen leicht verformen lassen, einhergehend mit der Schaffung einer sehr empfindlichen Messmöglichkeit für ein auf die Drehmomentmeseinrichtung 20 übertragenes Drehmoment in Verbindung mit den Dehnmessstreifen.

[0051] Die Drehmomentmesswelle 28 ist durch eine Ringnut 44 von einem an den ersten Flansch 22 angrenzenden Bereich getrennt, wobei die Ringnut 44 dafür vorgesehen ist, eine gewisse mechanische Entkopplung der Drehmomentmesswelle 28 von dem ersten Flansch 22 bereitzustellen. Mit der so bereitgestellten mechanischen Entkopplung kann die Empfindlichkeit einer vorzunehmenden Drehmomentmessung wesentlich erhöht werden.

[0052] Zwischen dem zweiten Flansch 24 und der Drehmomentmesswelle 28 ist eine Zwischenwelle 30 vorgesehen, die axial auf derselben Höhe wie die Drehmomentmesswelle 28 auf einem anderen Radius angeordnet ist, wobei sich hierbei der Begriff «zwischen» nicht auf die räumliche Anordnung bezieht, sondern den Kraft- bzw. Drehmomentfluss betrifft. Zwischen der Drehmomentmesswelle 28 und der Zwischenwelle 30 ist ein Verbindungsflansch 32 vorgesehen, der eine radiale Beabstandung der Zwischenwelle 30 von der Drehmomentmesswelle 28 bereitstellt.

[0053] Der erste der beiden Flansche 22 weist ein Befestigungselement 34 in Form eines konisch ausgebildeten Klemmrings 34 auf, der zur Befestigung des ersten Flanschs 22 an der Triebwelle 18 auf den ersten Flansch 22 aufschiebbar ist, um über übliche Keilwirkung eine feste Verbindung zwischen dem ersten Flansch 22 und der Triebwelle 18 zu schaffen. Das Befestigungselement 34 ist über eine Betätigungsöffnung in Form einer Bohrung 36, die in dem zweiten Flansch 24 ausgebildet ist, durch den zweiten Flansch 24 hindurch betätigbar, wobei die Betätigung über eine Schraube (nicht dargestellt) erfolgen kann, die in ein dem Klemmring 34 zugewandtes Gewindeloch (nicht dargestellt) der Drehmomentmeseinrichtung 20 einschraubbar ist und mit einem mittleren Abschnitt in einer den Klemmring 34 durchsetzenden Öffnung 46 angeordnet ist.

[0054] Der zweite Flansch 24 ist im Wesentlichen in Form einer Kreisscheibe ausgebildet und weist zur Schaffung einer Zentriermöglichkeit eine vorragende kreisringförmige Verbindungsfläche 48 auf, die für die Verbindung mit einer Welle oder einem beliebigen anderen Bauteil, wie z.B. dem Bauteil einer Maschine, vorgesehen ist. Für eine einfache Verbindung zu weiteren Baugruppen sind Bohrungen 50 vorgesehen.

[0055] An der dem zweiten Flansch 24 abgewandten Seite der Drehmomentmeseinrichtung 20 ist ein Telemetrierung 52 vorgesehen, der die von den Dehnmessstreifen bereitgestellten Messsignale in an sich bekannter Weise an eine von der Drehmomentmeseinrichtung 20 räumlich getrennten Stelle überträgt.

[0056] Die in Fig. 4 und 5 dargestellte nicht erfindungsgemässe Drehmomentmeseinrichtung 60 entspricht im Wesentlichen der Drehmomentmeseinrichtung 10 nach Fig. 1 und kann dementsprechend genutzt werden. Auch die Drehmomentmeseinrichtung 60 weist einen ersten Flansch 62 und einen zweiten Flansch 64 auf, wobei der erste Flansch 62, entsprechend des Ausführungsbeispiels nach Fig. 1, an einer Antriebswelle eines Elektromotors mittels eines entsprechenden Klemmrings, der insbesondere von jedem Anwender entsprechend seiner Erfordernisse ohne Weiteres angepasst werden kann, befestigt werden kann. In diesem Zusammenhang versteht es sich, dass natürlich auch andere Befestigungsarten zur Anwendung kommen können.

[0057] Zwischen den beiden Flanschen 62 und 64 sind Dehnmessstreifen 66 (exemplarisch beziffert) an einer Drehmomentmesswelle 68 in Ausnehmungen 70 (exemplarisch beziffert) angeordnet. Bei diesem Ausführungsbeispiel sind, wie insbesondere bei den übrigen Ausführungsbeispielen, die vorliegend erläutert sind, die Dehnmessstreifen 66 ausschliesslich radial aussen in den durch die Ausnehmungen gebildeten Membranen vorgesehen. Es wurde herausgefunden, dass sich hierdurch die Messgenauigkeit erheblich erhöhen lässt. Andererseits ist es auch denkbar, Dehnmessstreifen kumulativ bzw. alternativ hierzu an anderer Stelle, beispielsweise radial innen liegend, vorzusehen.

[0058] Als Schutz für die Dehnmessstreifen und – ggf. – eine in deren Nähe vorgesehener Elektronik ist an dem Flansch 64 eine Schutzabdeckung 72 in Form einer einstückigen geschlossenen Hülse 74 vorgesehen, die bei diesem Ausführungsbeispiel auf den Flansch 64 aufgeschraubt ist. Eine derartige geschlossene Hülse kann äusserst symmetrisch an dem Flansch angebracht werden, so dass etwaige ein Messergebnis verfälschende Unwuchten insbesondere auch unter sehr hohen Drehzahlen weitestgehend vermieden werden können. Dieses gilt insbesondere auch für ein Aufschrupfen als Befestigungsart, wobei hier auch andere Befestigungsarten, wie beispielsweise ein Verschweissen, Verlöten, Vernieten oder Verschrauben, zur Anwendung kommen können.

[0059] Auf der geschlossenen Hülse 74 ist bei diesem Ausführungsbeispiel ein Drehzahlkranz 76 vorgesehen, mittels welchem die Drehzahl der Drehmomentmeseinrichtung 60 ermittelt werden kann. Diese Ausführungsform ermöglicht es insbesondere, den Drehzahlkranz 76 individuell, beispielsweise entsprechend einzelner Kundenwünsche, anzupassen, was baulich einfacher realisiert werden kann, als den Flansch 62 beispielsweise entsprechend zu bearbeiten.

[0060] Ggf. können auf der geschlossenen Hülse 74 bzw. auf der Schutzabdeckung 72 auch weitere Baugruppen der Drehmomentmeseinrichtung 60 vorgesehen sein, wie beispielsweise induktive Stromkoppler oder optische Datenüberträger, wie sie aus dem Stand der Technik bekannt sind. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel erfolgt jedoch die

Messwertübertragung über elektrische Zuleitungen, die durch Kabeldurchführungen 78 führen, so dass auf diese Weise die Datenübertragung axial ausserhalb der beiden Flansche 62, 64 stattfinden kann. Hierbei sind die Kabeldurchführungen 78 als im Wesentlichen koaxial angeordnete Bohrungen realisiert, so dass die Gesamtsteifigkeit und Lebensdauer, wenn überhaupt, nur unwesentlich beeinträchtigt wird.

[0061] Bohrungen 80 und 82 (jeweils exemplarisch beziffert) ermöglichen eine Befestigung der Drehmomentmesseinrichtung an andere Baugruppen, beispielsweise an Triebwellen, an An- oder Abtrieben, oder an Klemmringen oder Ähnlichem. Darüber hinaus weist der Flansch 64 noch Betätigungsbohrungen 84 auf, durch welche hindurch ein Werkzeug zu der Bohrung 80 geführt werden kann, um dort eine Schraube oder eine sonstige Befestigungseinrichtung zu betätigen. Je nach konkreter Umsetzung vorliegender Erfindung kann die Betätigungsbohrung 84 derart ausgelegt sein, dass etwaige Befestigungseinrichtungen dort verliersicher innerhalb der beiden Flansche gefangen werden. Andererseits können die Betätigungsbohrungen 84 auch ausreichend gross gewählt sein, dass auch Befestigungseinrichtungen selbst durchgesteckt werden können. Ggf. können auch weitere Betätigungsbohrungen vorgesehen sein, um auch weitere Baugruppen, wie beispielsweise Klemmringe und Ähnliches, die von dem Flansch 64 aus gesehen hinter dem Flansch 62 angeordnet sind, zu betätigen.

[0062] Zwischen der geschlossenen Hülse 74 bzw. der Schutzabdeckung 72 verbleibt ein Spalt 86, so dass die Schutzabdeckung 72 die Drehmomentmessung nicht beeinträchtigt. Übersteigen etwa auftretende Biegemomente zwischen den beiden Flanschen 62 und 64 jedoch einen gewissen Wert, so kommt die Hülse 74 mit dem Flansch 62 in Kontakt, was weitere Biegevorgänge erheblich erschwert. Hierdurch wird die Drehmomentmesswelle 68 geschützt. Die Berührung zwischen Hülse 74 und Flansch 62 kann auch, wie bereits vorstehend erläutert, als Signal eines zu grossen Biegemoments genutzt werden, was beispielsweise durch eine entsprechende Widerstandsmessung durchgeführt werden kann.

[0063] Die in Fig. 6 und 7 dargestellte nicht erfindungsgemässe Drehmomentmesseinrichtung 61 entspricht im Wesentlichen der Drehmomentmesseinrichtung 60 nach Fig. 4 und 5, so dass identische bzw. identisch wirksame Baugruppen auch identisch beziffert sind, und kann dementsprechend ebenfalls entsprechend der in Fig. 1 dargestellten Drehmomentmesseinrichtung 10 genutzt werden.

[0064] Auch die Drehmomentmesseinrichtung 61 weist einen ersten Flansch 62 und einen zweiten Flansch 64 auf, wobei der erste Flansch 62, entsprechend der Ausführungsbeispiele nach Fig. 1, 4 und 5, befestigt werden kann.

[0065] Zwischen den beiden Flanschen 62 und 64 sind Dehnmessstreifen 66 (exemplarisch beziffert) an einer Drehmomentmesswelle 68 in Ausnehmungen 70 (exemplarisch beziffert) angeordnet. Auch bei diesem Ausführungsbeispiel sind die Dehnmessstreifen 66 ausschliesslich radial aussen in den durch die Ausnehmungen gebildeten Membranen vorgesehen.

[0066] Als Schutz für die Dehnmessstreifen und – ggf. – eine in deren Nähe vorgesehener Elektronik ist bei diesem Ausführungsbeispiel an dem Flansch 64 eine radial innerhalb der Flansche 62, 64 zwischen diesen angeordnete Schutzabdeckung 72 in Form zweier Halbschalen 75 vorgesehen, die bei diesem Ausführungsbeispiel über jeweils zwei Befestigungsschrauben 88 mit dem Flansch 64 verbunden sind. Selbstverständlich können die Halbschalen auch an dem Flansch 62 befestigt sein oder andere Befestigungsarten genutzt werden. Ebenso können noch weitere Befestigungspunkte als lediglich zwei oder gar lediglich ein Befestigungspunkt vorgesehen sein. Auch können die beiden Halbschalen 75 nach ihrem Einsetzen zwischen die beiden Flansche 62, 64 miteinander verbunden werden, was beispielsweise durch Heftscheidungen erfolgen kann. Ebenso ist es denkbar, mehr als zwei Halbschalen vorzusehen. Bei diesem Ausführungsbeispiel verbleiben zwischen den beiden Halbschalen 75 Spalte (nicht beziffert, aber in Fig. 6 ersichtlich), durch welche ggf. Signalleitungen oder sonstige Kabel nach radial aussen geführt werden können. Auch kann durch diese Spalte eine Signalübertragung, beispielsweise eine optische Signalübertragung, vorgesehen sein, wozu ggf. in der Schutzabdeckung 74, auch bei anderen Ausführungsbeispielen, noch weitere Öffnungen, beispielsweise Bohrungen, vorgesehen sein können. Die vorstehende Ausgestaltung der Schutzabdeckung 72 hat den Vorteil, dass diese radial weiter innen liegt, so dass durch die auf die Schutzabdeckung 72 wirkende Fliehkraft bedingte Verspannungen keinen so grossen Einfluss haben können. Allerdings bedingt die Verwendung von Halbschalen und die punktweise Befestigung ein erhöhtes Risiko derartiger Unwuchten gegenüber dem vorstehend erläuterten Ausführungsbeispiel. Durch die Verwendung eines sehr leichten Materials für die Halbschalen 75 kann diesem Risiko jedoch begegnet werden.

[0067] Ggf. können auf den Halbschalen 75 bzw. auf der Schutzabdeckung 72 auch weitere Baugruppen der Drehmomentmesseinrichtung 60 vorgesehen sein, wie beispielsweise induktive Stromkoppler oder optische Datenüberträger, wie sie aus dem Stand der Technik bekannt sind. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel erfolgt jedoch die Messwertübertragung über elektrische Zuleitungen, die durch Kabeldurchführungen 78 führen, so dass auf diese Weise die Datenübertragung axial ausserhalb der beiden Flansche 62, 64 stattfinden kann. Hierbei sind die Kabeldurchführungen 78 als im Wesentlichen koaxial angeordnete Bohrungen realisiert, so dass die Gesamtsteifigkeit und Lebensdauer, wenn überhaupt, nur unwesentlich beeinträchtigt wird.

[0068] Bohrungen 80 und 82 (jeweils exemplarisch beziffert) ermöglichen eine Befestigung der Drehmomentmesseinrichtung an andere Baugruppen, beispielsweise an Triebwellen, an An- oder Abtrieben, oder an Klemmringen oder Ähnlichem.

[0069] Darüber hinaus weist der Flansch 64 noch Betätigungsbohrungen 84 auf, durch welche hindurch ein Werkzeug zu der Bohrung 80 geführt werden kann, um dort eine Schraube oder eine sonstige Befestigungseinrichtung zu betätigen.

Andererseits kann auf die Betätigungsbohrungen 84 ggf. verzichtet werden, da der Zwischenraum zwischen den beiden Flanschen 62, 64 bei diesem Ausführungsbeispiel auch von aussen zugänglich ist. Andererseits kann durch die Bohrungen 84, oder auch durch weitere Betätigungsöffnungen, ein einfacher entsprechender Zugang auch unter sehr beengten baulichen Verhältnissen gewährt werden.

[0070] Zwischen den Halbschalen 75 bzw. der Schutzabdeckung 72 verbleibt auch bei diesem Ausführungsbeispiel ein Spalt 86, so dass die Schutzabdeckung 72 die Drehmomentmessung nicht beeinträchtigt. Übersteigen etwa auftretende Biegemomente zwischen den beiden Flanschen 62 und 64 jedoch einen gewissen Wert, so kommt wenigstens eine der Halbschalen 75 mit dem Flansch 62 über den Spalt 86 hinweg in Kontakt, was weitere Biegevorgänge erheblich erschwert. Hierdurch wird die Drehmomentmesswelle 68 geschützt. Die Berührung zwischen den Halbschalen 75 und dem Flansch 62 kann auch, wie bereits vorstehend erläutert, als Signal eines zu grossen Biegemoments genutzt werden, was beispielsweise durch eine entsprechende Widerstandsmessung durchgeführt werden kann. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist der Spalt 86 im Wesentlichen radial ausgerichtet, so dass die Schutzabdeckung 72 im Wesentlichen coaxial an den Flansch 62 anschlägt, wenn die Biegemomente zu gross werden. Hierdurch kann die Schutzabdeckung 72, auch unabhängig von den übrigen Merkmalen vorliegender Erfindung, Biegekräften sehr wirkungsvoll begegnen.

[0071] Bei der nicht erfindungsgemässen Drehmomentmesseinrichtung 90 nach Fig. 8 und 9 kann ebenfalls eine Schutzabdeckung, wie sie vorstehend beschrieben ist, vorgesehen sein. Andererseits weist dieses Ausführungsbeispiel radial innen liegende, nach radial aussen weisende Öffnungen 92 auf, die bei diesem Ausführungsbeispiel durch radial gerichtete Bohrungen gebildet sind, welche von aussen bis in einen innen liegenden Hohlraum 94 reichen und mittels eingesetzter, hier nicht dargestellter Schrauben verschlossen werden können. Anstelle eines Verschlusses durch Schrauben können die Bohrungen auch mittels Klebstoff oder aber Lot oder eines Schweisspunktes verschlossen werden, wobei die Schrauben durch verschieden tiefes Eindrehen als Wuchtmittel und zur Beeinflussung der lokalen Biegesteifigkeit vorteilhaft genutzt werden können. Der Hohlraum 94 dieses Ausführungsbeispiels ist an einer Seite durch eine Wandung 96 des Flansches 64 verschlossen, während die andere Seite beispielsweise durch eine massive Welle, welche an den Flansch 62 angesetzt werden kann, verschlossen werden kann.

[0072] Axial aussen ist an dem Flansch 64 noch ein runder Ansatz 97 vorgesehen, welcher als Positionierhilfe für eine an den Flansch 64 anzusetzende Baugruppe dienen kann, wobei es sich versteht, dass ein als Positionierhilfe dienender Ansatz 97 oder eine entsprechende Ausnehmung axial aussen an einem Flansch der Drehmomentmesseinrichtung auch unabhängig von den übrigen Merkmalen vorliegender Erfindung vorteilhaft ist.

[0073] Es versteht sich, dass die Öffnungen 92 auch als Kabeldurchführungen dienen können, wenn dieses beispielsweise für den elektrischen Anschluss der Dehnmessstreifen, die bei diesem Ausführungsbeispiel vorzugsweise radial aussen in den Ausnehmungen 70 auf den entsprechenden Messmembranen 42 angeordnet sind, zu elektrischen Komponenten im Inneren des Hohlraums 94 vorteilhaft ist. Dies gilt umgekehrt auch für etwaige Dehnmessstreifen, die an der zylindrischen Wandung des Hohlraums 94 radial innen angebracht sind und mit elektrischen Komponenten ausserhalb des Hohlraums 94 verbunden werden sollen.

[0074] Wie unmittelbar ersichtlich, sind die Öffnungen 92 von den Messmembranen 42 und den Wandungen der entsprechenden Ausnehmungen 70 beabstandet, so dass hierdurch der Spannungsverlauf der Messmembranen 42 und etwaiger Dehnmessstreifen oder ähnlicher Messeinrichtungen, die auf den Messmembranen 42 angeordnet sind, nicht bzw. nur unwesentlich beeinflusst wird. Vielmehr sind die Öffnungen 92 in den massiv ausgebildeten Bereichen der jeweiligen Drehmomentmesswelle 68, also entweder umfangsverteilt zwischen den Ausnehmungen 70 oder – wie bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel – axial von den Ausnehmungen 70 beabstandet, in einem ansonsten geschlossenen rohrförmigen Abschnitt 93, vorgesehen. Dieses bedingt zwar die bereits vorstehend erläuterten Nachteile, insbesondere dass, wegen des nunmehr nicht geschlossenen, rohrförmigen, die beiden Flansche verbindenden Abschnitts eine aufwändige Abdichtung notwendig ist, ermöglicht jedoch eine gezielte Beeinflussung des Spannungsverlaufs in den massiven Bereichen der Drehmomentmesswelle 68, ohne den lokalen Spannungsverlauf in den Messmembranen 42 zu sehr nachteilig zu beeinflussen.

[0075] Die in Fig. 10 dargestellte erfindungsgemässe Ausführung der Drehmomentmesseinrichtung 21 entspricht im Wesentlichen der Drehmomentmesseinrichtung 20 nach Fig. 3, so dass identisch wirksame Baugruppen auch identisch beziffert sind.

[0076] So weist auch die Drehmomentmesseinrichtung 21 einen ersten Flansch 22 und einen zweiten Flansch 24 auf, wobei zwischen den beiden Flanschen 22, 24 eine Drehmomentmesswelle 28 angeordnet ist. Die Drehmomentmesswelle 28 ist zur Gänze hohl und im Wesentlichen hohlzylinderförmig ausgebildet und radial ausserhalb auf Höhe einer schematisch dargestellten Triebwelle 18 angeordnet, welche über den ersten Flansch 22 mit der Drehmomentmesseinrichtung 20 verbunden ist. An der radial äusseren Oberfläche sind mehrere Ausnehmungen 40 vorgesehen, um dünnwandige Messmembranen 42 auszubilden, die sich infolge von Spannungen leicht verformen lassen, einhergehend mit der Schaffung einer sehr empfindlichen Messmöglichkeit für ein auf die Drehmomentmesseinrichtung 20 übertragenes Drehmoment in Verbindung mit den Dehnmessstreifen. An der radial äusseren Oberfläche der Messmembranen 42 ist auch bei diesem Ausführungsbeispiel eine Vielzahl an Dehnmessstreifen angeordnet. An der radial inneren Oberfläche der Drehmomentmesswelle 28 kann in einer alternativen Ausführungsform alternativ oder kumulativ zu den vorgenannten Dehnmessstreifen eine Vielzahl von hier nicht dargestellten Dehnmessstreifen angebracht sein.

[0077] Zwischen dem zweiten Flansch 24 und der Drehmomentmesswelle 28 ist eine Zwischenwelle 30 vorgesehen, die axial auf derselben Höhe wie die Drehmomentmesswelle 28 auf einem anderen Radius angeordnet ist, wobei sich hierbei der Begriff «zwischen» nicht auf die räumliche Anordnung bezieht, sondern den Kraft- bzw. Drehmomentfluss betrifft. Zwischen der Drehmomentmesswelle 28 und der Zwischenwelle 30 ist ein Verbindungsflansch 32 vorgesehen, der eine radiale Beabstandung der Zwischenwelle 30 von der Drehmomentmesswelle 28 bereitstellt.

[0078] Der erste der beiden Flansche 22 weist ein Befestigungselement 34 in Form eines konisch ausgebildeten Klemmrings 34 auf, der zur Befestigung des ersten Flanschs 22 an der Triebwelle 18 auf den ersten Flansch 22 aufschiebbar ist, um über übliche Keilwirkung eine feste Verbindung zwischen dem ersten Flansch 22 und der Triebwelle 18 zu schaffen. Das Befestigungselement 34 ist über eine Betätigungsöffnung in Form einer Bohrung 36, die in dem zweiten Flansch 24 ausgebildet ist, durch den zweiten Flansch 24 hindurch betätigbar, wobei die Betätigung über eine Schraube (nicht dargestellt) erfolgen kann, die in ein dem Klemmring 34 zugewandtes Gewindeloch (nicht dargestellt) der Drehmomentmeseinrichtung 20 einschraubbar ist und mit einem mittleren Abschnitt in einer den Klemmring 34 durchsetzenden Öffnung 46 angeordnet ist.

[0079] Der zweite Flansch 24 ist im Wesentlichen in Form einer Kreisscheibe ausgebildet und weist zur Schaffung einer Zentriermöglichkeit eine vorragende kreisringförmige Verbindungsfläche 48 und einen Ansatz 97 auf, die für die Verbindung mit einer Welle oder einem beliebigen anderen Bauteil, wie z.B. dem Bauteil einer Maschine, vorgesehen ist. Für eine einfache Verbindung zu weiteren Baugruppen sind Bohrungen 50 vorgesehen.

[0080] An der dem zweiten Flansch 24 abgewandten Seite der Drehmomentmeseinrichtung 20 ist ein Telemetrierung 52 vorgesehen, der die von den Dehnmessstreifen bereitgestellten Messsignale in an sich bekannter Weise an eine von der Drehmomentmeseinrichtung 20 räumlich getrennten Stelle überträgt.

[0081] Die Drehmomentmesswelle 28 und ein entsprechender, erster rohrförmiger Abschnitt 93 ist durch eine Ringnut 44 von einem an den ersten Flansch 22 angrenzenden Bereich getrennt, wobei die Ringnut 44 dafür vorgesehen ist, eine gewisse mechanische Entkopplung der Drehmomentmesswelle 28 von dem ersten Flansch 22 bereitzustellen. Mit der so bereitgestellten mechanischen Entkopplung kann die Empfindlichkeit einer vorzunehmenden Drehmomentmessung wesentlich erhöht werden. Selbige Aufgabe erfüllen bei diesem Ausführungsbeispiel Öffnungen 92, die als schräge Bohrungen 98 in einem rohrförmigen, an den Verbindungsflansch 32 anschliessenden Abschnitt 93 vorgesehen sind. Durch die Bohrungen 98 können auch Kabel geführt werden, wobei die Bohrungen 98 von einer Abdeckung 99 abgedeckt sind, welche auch elektrische Einrichtungen, die zwischen dem Abschnitt 93 und der Abdeckung 99 angeordnet sind, schützt.

Bezugszeichenliste:

[0082]

- 10 Drehmomentmeseinrichtung
- 12 Elektromotor
- 14 Flansch
- 16 Drehmomentmesswelle
- 18 Triebwelle
- 20 Drehmomentmeseinrichtung
- 21 Drehmomentmeseinrichtung
- 22 erster Flansch
- 24 zweiter Flansch
- 28 Drehmomentmesswelle
- 30 Zwischenwelle
- 32 Verbindungsflansch
- 34 Klemmring
- 36 Bohrung
- 38 Gegenwelle
- 40 Ausnehmung

42	Messmembran
44	Ringnut
46	Öffnung Klemmring
48	Verbindungsfläche
50	Bohrung
52	Telemetrierung
54	Abstandsmesseinrichtung
56	Betätigungsbohrung Klemmring
60	Drehmomentmeseinrichtung
61	Drehmomentmeseinrichtung
62	erster Flansch
64	zweiter Flansch
66	Dehnmessstreifen
68	Drehmomentmesswelle
70	Ausnehmungen
72	Schutzabdeckung
74	geschlossene Hülse
75	Halbschale
76	Drehzahlkranz
78	Kabeldurchführung
80	Bohrung
82	Bohrung
84	Betätigungsbohrung
86	Spalt
88	Befestigungsschrauben
90	Drehmomentmeseinrichtung
92	Öffnungen
93	rohrförmiger Abschnitt
94	Hohlraum
96	Wandung
97	Ansatz
98	schräge Bohrung
99	Abdeckung

Patentansprüche

1. Drehmomentmeseinrichtung (20) mit einer zwischen zwei Flanschen (22, 24) angeordneten Drehmomentmesswelle (28) dadurch gekennzeichnet, dass zwischen wenigstens einem der beiden Flansche (22, 24) und der Drehmoment-

messwelle (28) eine Zwischenwelle (30) vorgesehen ist, die axial auf derselben Höhe wie die Drehmomentmesswelle (28) auf einem anderen Radius angeordnet ist.

2. Drehmomentmesseinrichtung (20) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Drehmomentmesswelle (28) und der Zwischenwelle (30) ein Verbindungsflansch (32) vorgesehen ist.
3. Drehmomentmesseinrichtung (20) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenwelle (30) einen grösseren Radius als die Drehmomentmesswelle (28) aufweist.
4. Drehmomentmesseinrichtung (20) nach einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Schutzabdeckung, die radial ausserhalb der Drehmomentmesswelle zumindest an einem der beiden Flansche (22, 24) angeordnet ist.
5. Drehmomentmesseinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzabdeckung durch die Zwischenwelle (30) gebildet ist.
6. Drehmomentmesseinrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzabdeckung einseitig an einem der beiden Flansche (22, 24) befestigt ist.
7. Drehmomentmesseinrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass auf der Drehmomentmesswelle (28) lediglich radial aussen Messwertaufnehmer angeordnet sind, die durch die Schutzabdeckung geschützt sind.
8. Drehmomentmesseinrichtung (20) nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass einer der beiden Flansche (22, 24) wenigstens ein Befestigungselement (34) aufweist, das durch den zweiten der beiden Flansche (22, 24) hindurch betätigbar ist.
9. Drehmomentmesseinrichtung (20) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite der beiden Flansche (22, 24) wenigstens eine Betätigungsöffnung (36) aufweist.
10. Drehmomentmesseinrichtung (20) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Betätigungsöffnung (36) eine Bohrung ist.
11. Drehmomentmesseinrichtung (20) nach einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch wenigstens ein Mittel zur Bestimmung eines senkrecht zu einer Rotationsachse der Drehmomentmesswelle (28) auftretenden Biegemoments.
12. Drehmomentmesseinrichtung (20) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Biegemoment als Relativbewegung zwischen der Drehmomentmesswelle (28) und einer weiteren Baugruppe ermittelt wird.
13. Drehmomentmesseinrichtung (20) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die weitere Baugruppe eine Gegenwelle (30, 38) ist.
14. Drehmomentmesseinrichtung (20) nach den Ansprüchen 2 und 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehmomentmesswelle (28) über den Verbindungsflansch (32) mit der Gegenwelle (30) verbunden ist.
15. Drehmomentmesseinrichtung (20) nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Biegemoment binär messbar ist.
16. Drehmomentmesseinrichtung (20) nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Dehnungssensoren ausschliesslich radial aussen an der Drehmomentmesswelle (28) angeordnet sind.
17. Drehmomentmesseinrichtung (20) nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Dehnungssensoren Dehnungsmessstreifen (66) sind.
18. Drehmomentmesseinrichtung (20) nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Dehnungssensoren auf ebenen Oberflächenbereichen von Messmembranen (42) angeordnet sind.
19. Drehmomentmesseinrichtung (20) nach Anspruch 18, in deren Drehmomentmesswelle (28) Ausnehmungen (40) angeordnet sind, deren Böden die Messmembranen (42) ausbilden und welche die Ausnehmungen (40) radial schliessen, wobei die Drehmomentmesswelle (28) hohl ausgebildet ist und von radial innen nach radial aussen weisende Öffnungen (92) aufweist.
20. Drehmomentmesseinrichtung (20) nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Öffnungen (92) mittels eines Dichtmaterials verschlossen sind.
21. Drehmomentmesseinrichtung (20) nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine der Öffnungen (92) als Kabeldurchführung genutzt wird.
22. Drehmomentmesseinrichtung (20) nach einem der Ansprüche 19 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine der Öffnungen (92) eine Bohrung (98) ist.
23. Anordnung aus einer Drehmomentmesseinrichtung (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 22 und einer Triebwelle (18), wobei die Drehmomentmesseinrichtung mittels eines ihrer Flansche mit der Triebwelle verbunden ist.

24. Anordnung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehmomentmesswelle (28) zur Gänze hohl ausgebildet und radial ausserhalb auf Höhe der Triebwelle (18) angeordnet ist.
25. Anordnung nach Anspruch 23 oder 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehmomentmesswelle (28) im Wesentlichen zylinderförmig oder hohlzylinderförmig ausgebildet ist.
26. Verwendung einer Anordnung nach einem der Ansprüche 23 bis 25 an der Triebwelle (18) einer Elektromaschine.

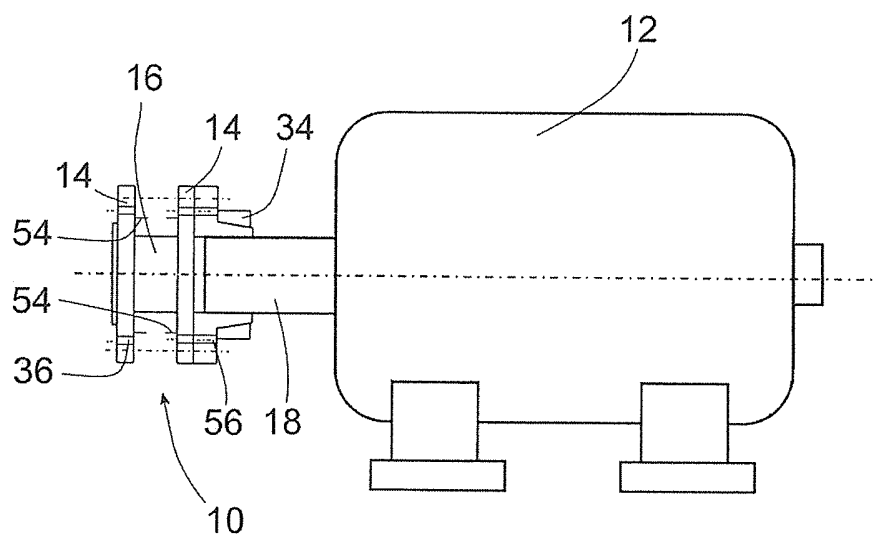


Fig. 1

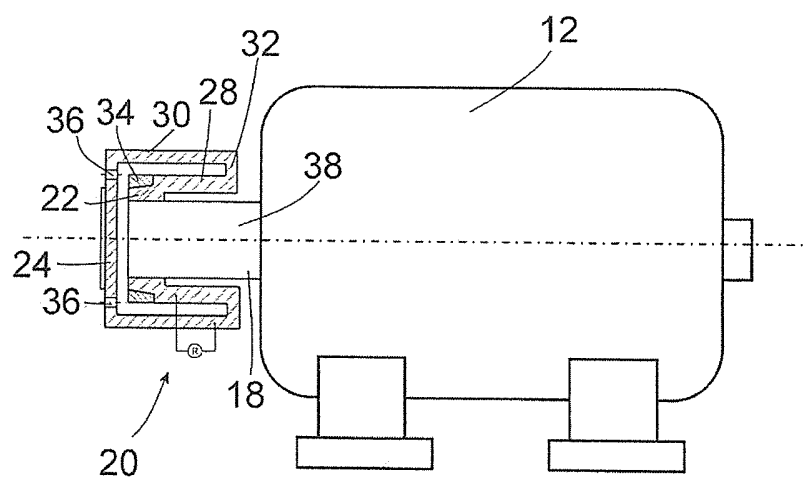


Fig. 2

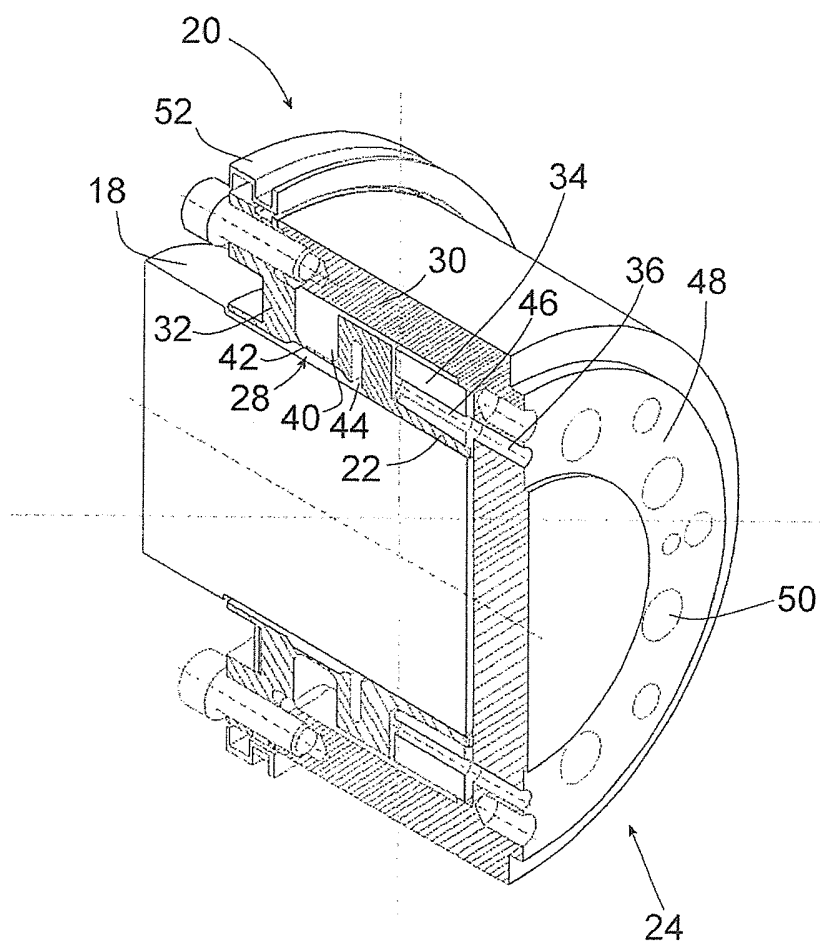


Fig. 3

Fig. 4

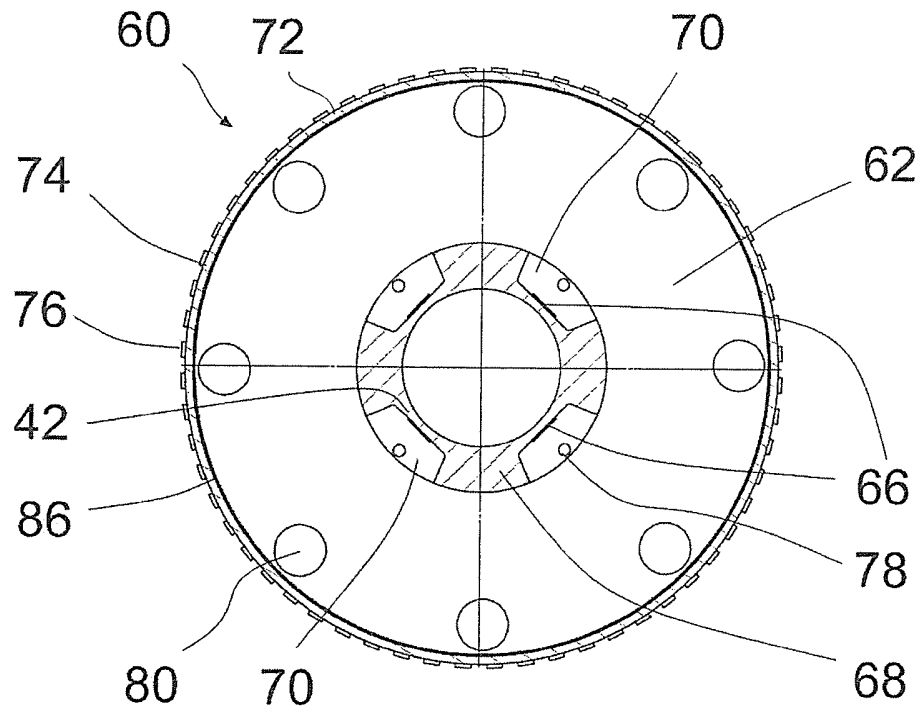


Fig. 5

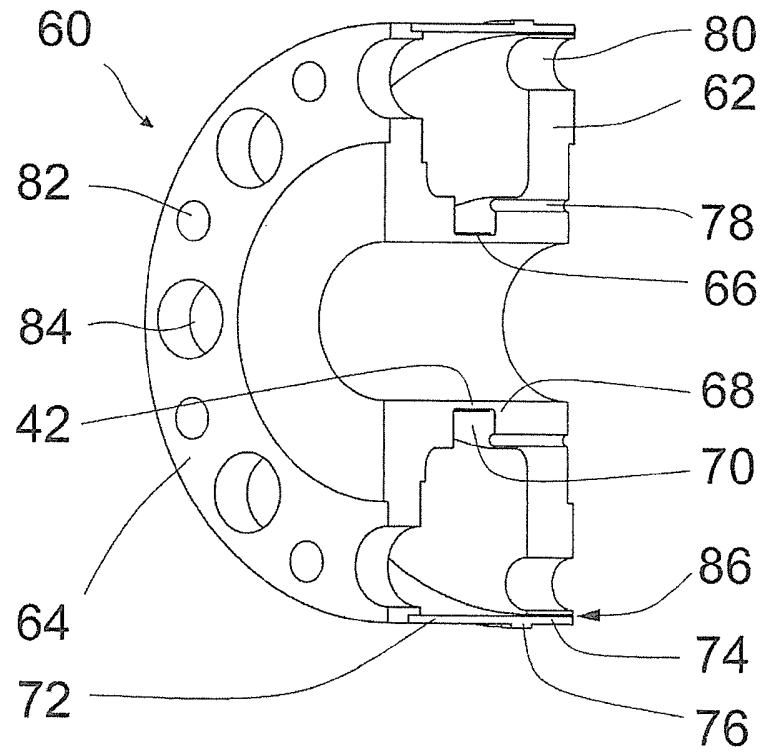


Fig. 6

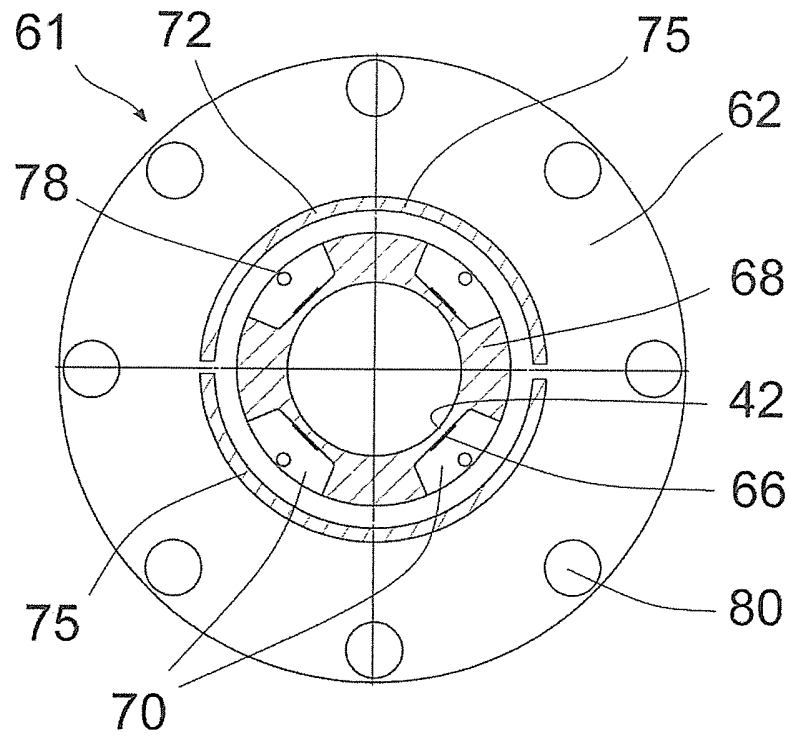


Fig. 7

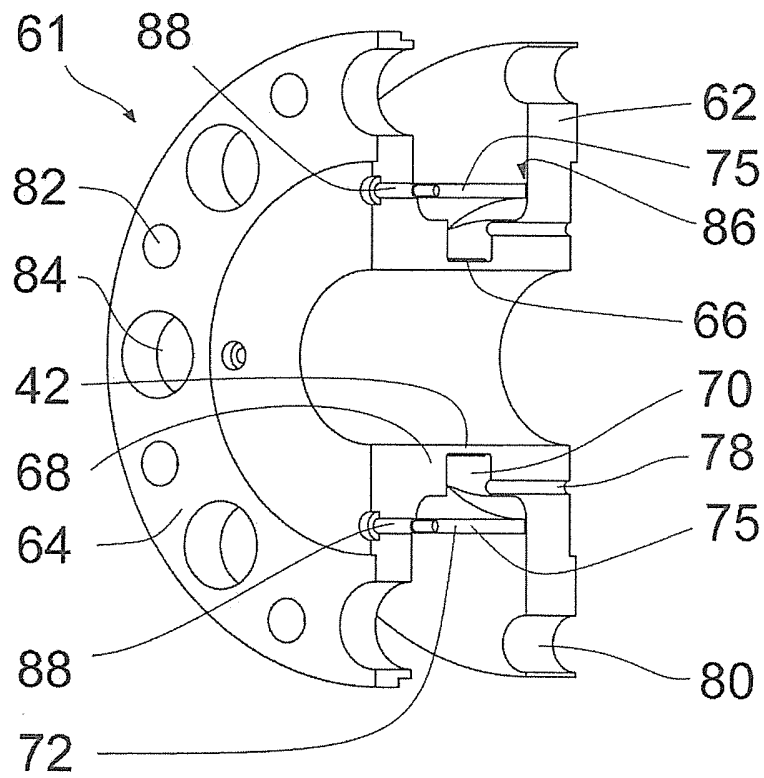


Fig. 8

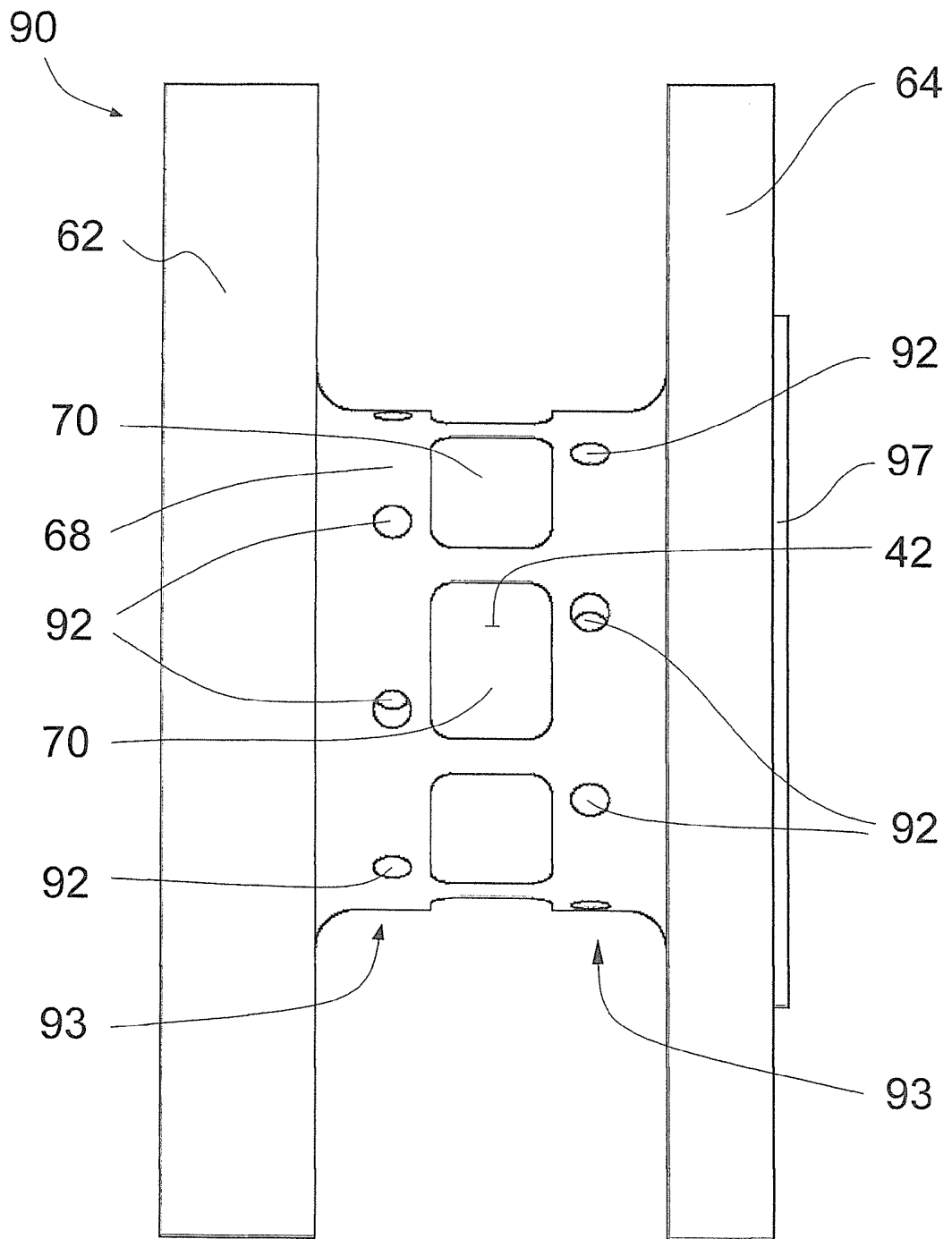


Fig. 9

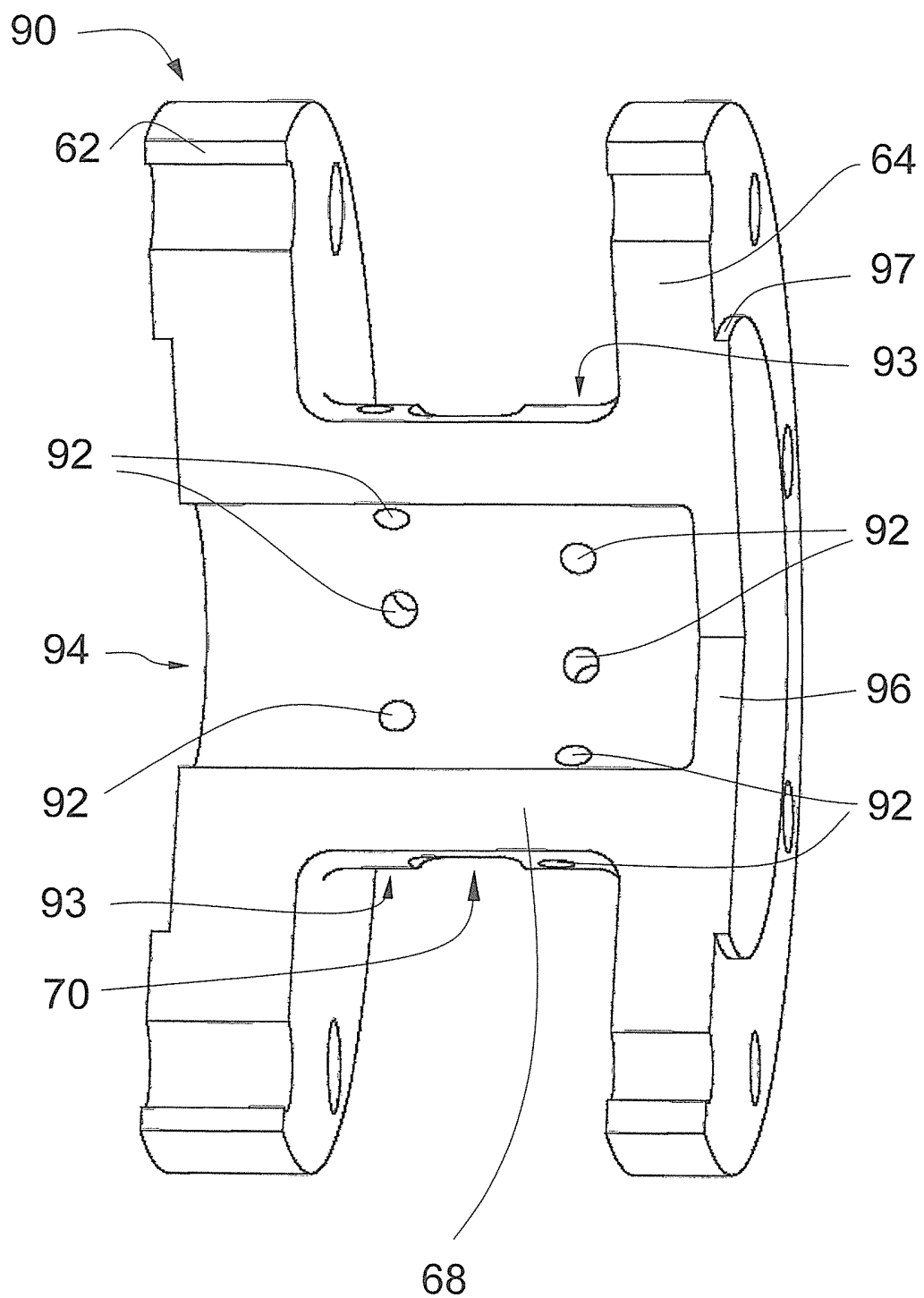


Fig. 10

