

(12) **Patentschrift**

(21)	Anmeldenummer:	A 50502/2022	(51)	Int. Cl.:	G01R 31/00	(2006.01)
(22)	Anmeldetag:	08.07.2022			G01R 31/34	(2006.01)
(45)	Veröffentlicht am:	15.08.2024			G01R 29/08	(2006.01)
					G01M 15/02	(2006.01)
					H05B 6/76	(2006.01)
					H05K 9/00	(2006.01)
					H01Q 17/00	(2006.01)

(56)	Entgegenhaltungen: CN 108918993 A CN 111505355 A CN 103149480 A WO 0054365 A1	(73)	Patentinhaber: AVL List GmbH 8020 Graz (AT)
		(72)	Erfinder: PÄTSCHKE Klaus 68642 Bürstadt (DE) MESSNER Ulrich Ing. 8020 Graz (AT)
		(74)	Vertreter: BABELUK Michael Dipl.-Ing. Mag. 1080 Wien (AT)

(54) **System zur Durchführung elektromagnetischer Verträglichkeitstests**

(57) Die Erfindung betrifft ein System (1) zur Durchführung elektromagnetischer Verträglichkeitstests mit zumindest einer Prüfkammer, die von Absorberwänden (2) abgeschlossen wird, und mit einer Welle (5), die außerhalb der Prüfkammer mit einem Dynamometer (4) verbunden ist, eine Absorberwand (2) der Prüfkammer durchtritt und im Inneren der Prüfkammer eine Verbindungsschnittstelle zur Verbindung mit einem Prüfling (3) aufweist, wobei die Welle (5) in einer Welleneinhausung (6) drehbar angeordnet ist. Die Aufgabe, einen verbesserten Messaufbau ein genaueres Messergebnis zu ermöglichen, wird dadurch gelöst, dass die Welle (5) in der Prüfkammer in einem inneren Lager (8) drehbar gelagert ist, dass die Welle (5) außerhalb der Prüfkammer in einem äußeren Lager (7) drehbar gelagert ist und dass das innere Lager (8) und das äußere Lager (7) jeweils zumindest ein Labyrinth zur Behinderung der Bewegung elektromagnetischer Wellen entlang der Welle (5) aufweist.

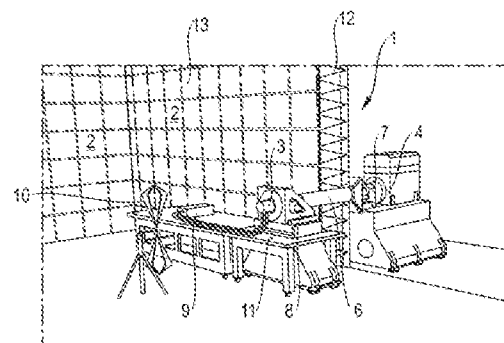


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein System zur Durchführung elektromagnetischer Verträglichkeitstests mit zumindest einer Prüfkammer, die von Absorberwänden abgeschlossen wird, und mit einer Welle, die außerhalb der Prüfkammer mit einem Dynamometer verbunden ist, eine Absorberwand der Prüfkammer durchtritt und im Inneren der Prüfkammer eine Verbindungsschnittstelle zur Verbindung mit einem Prüfling aufweist, wobei die Welle in einer Welleneinhausung drehbar angeordnet ist.

[0002] Die elektromagnetische Verträglichkeit beschreibt das elektromagnetische Verhalten eines Produkts im Austausch mit der Umgebung und seine Einwirkung auf die Umgebung. Für das Inverkehrbringen von Produkten sind der Einfluss auf die Umgebung und das eigene Verhalten bei Störung durch elektromagnetische Einflüsse ein wichtiges Qualitätsmerkmal. Die elektromagnetische Verträglichkeit EMV ist die Fähigkeit einer elektrischen Einrichtung, in ihrer elektromagnetischen Umgebung zufriedenstellend zu funktionieren, ohne diese Umgebung, zu der auch andere Einrichtungen gehören, unzulässig zu beeinflussen. In der Automobilindustrie sind Prüfzeichen und dazugehörige Regelungen wie die ECE R 10 wichtig. Dabei soll sichergestellt werden, dass sich das Produkt nicht durch übliche elektromagnetische Wellen aus der Umgebung in seinem Betrieb stören lässt und, was noch wichtiger ist, dass das Produkt keine Grenzwerte bei der Abgabe von elektromagnetischen Wellen überschreitet und somit zur Gefahr für andere Geräte wird. Mit anderen Worten, es wird die Störfestigkeit des Produkts und die Störaussendung des Produkts bestimmt und kontrolliert, ob sich diese beiden Merkmale des Produkts innerhalb zulässiger Grenzen bewegen.

[0003] Heutige elektrische Antriebssysteme besitzen ein um ca. 10fach höheres Störvermögen bei zugleich deutlich erhöhtem Frequenzbereich bis in den hohen MHz-Bereich. Darüber hinaus hängen die EMV-Kennwerte sehr stark von dem jeweiligen Betriebszustand ab wie Rekuperieren, Beschleunigen, Drehmoment, Drehzahl oder Ladezustand ab. Eine EMV-Untersuchung mit einem oder mehreren festen Betriebsbedingungen birgt die Gefahr, dass elektromagnetische Unverträglichkeiten unentdeckt bleiben und später zu Sicherheitsrisiken oder Neuentwicklungen führen. Eine Norm zur Prüfung der elektromagnetischen Verträglichkeit und den einzuhaltenden Grenzwerten findet sich für Fahrzeuge in der IEC CISPR 25 (International Standard - International special committee on radio interference) und der inhaltsgleichen DIN EN 55025 wieder. Diese Norm verlangt unter anderem, dass wesentliche Komponenten und Subsysteme von Elektrofahrzeugen durch Simulation der realen Betriebsbedingungen wie im späteren Fahrzeug auf ihre elektromagnetische Verträglichkeit untersucht werden.

[0004] Tests im Bereich der hochfrequenten Feldern werden in Prüfkammern durchgeführt. Dabei sind die Wände mit Absorbern bedeckt oder aus Absorbern gebildet. Im Inneren der Prüfkammer werden die Messungen durchgeführt. Als hochfrequent bezeichnet man Frequenzen zwischen mehreren zehn kHz und mehreren hundert GHz, wie beispielsweise den Bereich von 100 kHz bis 300 GHz oder einen Bereich von 30 kHz bis 300 GHz, je nach Fundstelle der Definition.

[0005] Im Inneren der Absorberkammer angebrachte Absorber sollen ein Verhalten wie im Freifeld ohne Reflexionen erzielen und damit jede elektromagnetische Energie reduzieren. Sie sollen Reflexionen verhindern und Wellen möglichst schlucken und Wellendurchtritte durch die Absorber hindurch eliminieren. Die Absorber sind üblicherweise mehrstufig aufgebaut, wobei eine äußere Schicht vorzugsweise weichmagnetischen Ferritkacheln aufweist und in den Innenraum gerichtet vorzugsweise typische Pyramidenabsorber angeordnet sind.

[0006] Dabei besteht beim Aufbau der Kammer die Schwierigkeit, alle Öffnungen der Kammer, insbesondere die Öffnungen für die Welle, entsprechend reflexionsarm und HF-dicht auszuführen, um die Kammereigenschaften nicht nachteilig zu beeinflussen.

[0007] Dazu kann die Absorberwand einen oder mehrere Absorber aufweisen, welche entlang der Wand verteilt sind und die elektromagnetischen Wellen absorbieren.

[0008] Bei Prüfungen der elektromagnetischen Verträglichkeit von Elektroantrieben, also Antrie-

ben, die Elektromotoren oder elektrische Maschinen umfassen, werden diese Antriebe oder deren Teile, mit einer Last verbunden, nämlich einer Belastungseinrichtung, einem Dynamometer. Dadurch können die Prüflinge (Elektroantriebe) aufgebaut werden und in allen Betriebszuständen wie im späteren Fahrzeug getestet werden. Dabei sollte die Belastungseinrichtung die EMV-Messungen möglichst wenig beeinflussen. Die Belastungseinrichtung muss dazu außerhalb der Prüfkammer angeordnet sein, um die Messungen nicht zu verfälschen. Dazu ist es notwendig eine Welle zur Verbindung eines Prüflings, wie eben einem Elektromotor und dem Dynamometer durch zumindest eine Absorberwand hindurchzuführen. Die Durchführung durch die Absorberwand führt jedoch zu einer ungünstigen Verlängerung der Welle, was einige mechanische Nachteile mit sich zieht. Weiters bildet der Durchtritt durch die Absorberwand eine Öffnung für den Eintritt von elektromagnetischen Wellen, was die erforderliche Schirmdämpfung mindert und auch zu Störungen der Messungen führen und zur ungünstigen Beeinflussung führen können.

[0009] In der CN 108918993 A wird eine Ausführungsform vorgeschlagen, in der das gesamte System im Inneren der Prüfkammer angeordnet ist und nur ein Kontrollcomputer außerhalb der Prüfkammer angeordnet ist. Im Inneren der Prüfkammer weist das System ein Dynamometer auf, das von einer elektromagnetischen Schutzhülle umgeben ist. Die Welle ist durch eine Öffnung der Schutzhülle geführt und im Inneren der Schutzhülle gelagert. Dieser Aufbau ist sehr aufwändig und komplex, da zusätzlich zur abgeschirmten Prüfkammer auch die Schutzhülle eine ausreichende Abschirmung gewährleisten muss. Darüber hinaus kann es in der beschriebenen Ausführung trotzdem zu einem Eindringen elektromagnetischer Strahlung über die Öffnung der Schutzhülle kommen.

[0010] Die CN 111505355 A schlägt vor, zwischen der Welle und der Welleneinhausung einen Labyrinthring vorzulegen. Dies führt aber nach wie vor zu einer nur unzureichenden Schirmdämpfung.

[0011] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein System zur Durchführung von elektromagnetischen Verträglichkeitstest anzugeben, durch das der Messaufbau verbessert wird und das Messergebnis genauer wird.

[0012] Diese Aufgabe wird durch ein oben angegebenes System dadurch erreicht, dass die Welle in der Prüfkammer in einem inneren Lager drehbar gelagert ist, dass die Welle außerhalb der Prüfkammer in einem äußeren Lager drehbar gelagert ist und dass das innere Lager und das äußere Lager jeweils zumindest ein Labyrinth zur Behinderung der Bewegung elektromagnetischer Wellen entlang der Welle aufweist.

[0013] Durch eine solche Anordnung wird erreicht, dass elektromagnetische Wellen nicht mehr durch die Durchtrittsöffnung, in der die Welle und Welleneinhausung angeordnet ist, hindurchtreten kann. Die Labyrinth der Lager behindern die Wellen beim Durchtreten und damit Eintreten in den Spalt zwischen der Welleneinhausung und der Welle. Denn auch wenn der Abstand zwischen Welle und Welleneinhausung möglichst eng gemacht wird, so kann nicht vollständig verhindert werden, dass sich hochfrequente elektromagnetische Strahlung entlang dieses Spaltes ausbreitet.

[0014] Vorzugsweise ist vorgesehen, dass das Labyrinth zumindest eine erste Wand des inneren oder äußeren Lagers umfasst, welche im Wesentlichen quer zur Drehachse der Welle steht und an die eine zweite Wand der Welle, welche ebenso im Wesentlichen quer zur Drehachse der Welle steht, direkt anschließt. Durch die im Wesentlichen quer zur Drehachse angeordneten Wände wird erreicht, dass die elektromagnetischen Wellen in ihrer linearen Ausbreitung entlang der Welle im Spalt zwischen Welle und dessen Einhausung behindert werden. Dabei ist mit direktem Anschließen gemeint, dass sich die Wände direkt gegenüberstehen, also möglichst wenig Raum zwischen ihnen frei bleibt, soweit die Drehung der Welle nicht wesentlich dadurch behindert wird.

[0015] Auf einfache Art und Weise wird ein Labyrinth gebildet, wenn vorgesehen ist, dass die erste Wand durch eine radiale Ausnehmung des inneren oder äußeren Lagers gebildet wird und die zweite Wand durch einen sich radial erstreckenden Ring der Welle gebildet wird, der sich in

die Ausnehmung hinein erstreckt oder, dass die erste Wand durch einen sich radial in Richtung der Welle erstreckenden Ring des inneren oder äußeren Lagers gebildet wird und die zweite Wand durch eine radiale Ausnehmung der Welle gebildet wird in die sich in die Ausnehmung hinein erstreckt. Es können auch beide Maßnahmen kombiniert werden, vorzugsweise entlang der Drehachse hintereinander.

[0016] Um die Übertragung einer Restwellenspannung zu verhindern, kann vorgesehen sein, dass die Welle zwischen dem Durchtritt durch die Absorberwand und dem Dynamometer, vorzugsweise zwischen dem äußeren Lager und dem Dynamometer, zumindest einen elektrisch isolierenden Teilbereich aufweist, der die angrenzenden Teile der Welle voneinander elektrisch isoliert und dass der elektrisch isolierende Teilbereich vorzugsweise als Isolierplatte ausgeführt ist.

[0017] Um ein besonders dichtes Lager bereitzustellen, kann vorgesehen sein, dass das innere Lager und/oder das äußere Lager zumindest zwei Labyrinth aufweist und dass zumindest ein Wälzlager, vorzugsweise alle Wälzlager des jeweiligen Lagers zwischen den zwei Labyrinth angeordnet ist. Das Lager weist also mehrere Lagereinheiten auf, welche beispielsweise als Wälzlager ausgeführt sein können und den drehbaren Kontakt zwischen Welle und stationärem Teil des Lagers herstellen. Diese sind vorzugsweise durch Labyrinth entlang der Drehachse flankiert, womit die Leitung über die Lagereinheiten verhindert wird.

[0018] Um auch über den Wellendurchtritt den Faraday'schen Käfig weitgehend abzuschließen, kann vorgesehen sein, dass die Welle mit zumindest einem Gleitkontakt geerdet wird. So können auch Antenneneffekte verhindert werden. Ein derartiger Gleitkontakt kann beispielsweise ein Schleifelement umfassen. So wird der Effekt der Schirmung weiter verbessert.

[0019] Vorzugsweise weist der Bauteil, an dem der Gleitkontakt anliegt, in der Regel die Welle, im Berührungsbereich zumindest eines Gleitkontaktes eine Rhodiumbeschichtung auf. Dies verbessert die HF-Dichtheit.

[0020] Vorzugsweise umfasst zumindest ein Gleitkontakt Karbonborsten. So kann auch bei hohen Drehzahlen ein langlebiger und elektrisch guter Kontakt sichergestellt werden.

[0021] Besonders vorteilhaft ist, wenn zumindest ein erster Gleitkontakt vorgesehen ist, welcher an der Welle zwischen dem elektrisch isolierenden Teilbereich und dem Dynamometer anliegt und sie elektrisch erdet. So kann eine Aufladung dieses Teils verhindert werden.

[0022] Vorzugsweise ist zur Verhinderung der Aufladung der Welle vorgesehen, dass zumindest ein zweiter Gleitkontakt vorgesehen ist, welcher an der Welle zwischen dem elektrisch isolierenden Teilbereich und der Verbindungsschnittstelle anliegt und sie elektrisch erdet und dass zumindest ein zweiter Gleitkontakt vorzugsweise zwischen dem elektrisch isolierenden Teilbereich und dem äußeren Lager an der Welle anliegt. Im Bereich zwischen Teilbereich und äußerem Lager ist in der Regel keine Welleneinhausung vorgesehen, womit der zweite Gleitkontakt einfach anordenbar ist.

[0023] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass das äußere Lager mit der Welleneinhausung verbunden ist und/oder direkt an die Welleneinhausung anschließt. Mit Verbindung ist damit gemeint, dass eine mechanische Verbindung zwischen dem statischen Teil des Lagers und der Welleneinhausung vorgesehen ist, die die Welle vorzugsweise vollständig umschließt. Somit kann das Eindringen von elektromagnetischen Wellen in den Zwischenraum von Welleneinhausung und Welle verhindert werden. Mit direkten Anschließen ist dabei gemeint, dass ein möglichst geringer bis gar kein Raum zwischen Welleneinhausung und Lager vorgesehen ist.

[0024] In diesem Sinne kann auch vorgesehen sein, dass das innere Lager mit der Welleneinhausung verbunden ist und/oder direkt an die Welleneinhausung anschließt.

[0025] Besonders vorteilhaft ist, wenn die Welle mit dem inneren Lager und/oder dem äußeren Lager über zumindest ein Schleifelement, vorzugsweise einen Schleifring, elektrisch verbunden ist und dass das Schleifelement vorzugsweise an einem Ringelement der Welle mit vergrößertem

Außendurchmesser angeordnet ist. So wird eine weitere Abschottungsstufe eingeführt, welche die Weiterleitung der elektromagnetischen Wellen weiter vermindert.

[0026] Es kann vorgesehen sein, dass im direkten Anschluss an die Absorberwand zumindest ein elektrisch leitendes Verbindungselement angebracht ist, das fest mit der Absorberwand verbunden ist und mit der Welleneinhausung elektrisch leitend verbunden ist. So wird verhindert, dass elektromagnetische Wellen zwischen Absorberwand und Welleneinhausung aus der Prüfkammer austritt oder in diese eintritt. Dabei kann das Verbindungselement zumindest ein Ausrichtungselement zur genauen Positionierung der Welle aufweisen.

[0027] Dabei liegt das zumindest eine Verbindungselement vorzugsweise in dem Bereich, der sich mit der Absorberwand überdeckt, vollflächig auf der Absorberwand auf und ist mit dieser fest verbunden.

[0028] Es ist in diesem Sinne auch besonders vorteilhaft, wenn das Verbindungselement den Durchgang der Absorberwand, durch den die Welle durchtritt, im Wesentlichen abschließt. Dadurch entsteht der Vorteil, dass zur besseren Abschirmung der Faraday'sche Käfig bis auf einen minimalen Durchtrittsbereich verschlossen wird. Dadurch kann die Abschirmung wesentlich verbessert werden.

[0029] Damit die Weiterleitung von mechanischen Stößen oder Vibrationen nicht weitergeleitet werden, kann vorgesehen sein, dass das Verbindungselement mit der Welleneinhausung über zumindest ein vibrationsdämpfendes Zwischenelement verbunden ist, wobei das Zwischenelement vorzugsweise elektrisch leitend ist. So wird eine mechanische Belastung durch radiale Bewegungen bedingt durch die Drehungen der Welle vermindert und die Lebensdauer der Teile erhöht. Durch die elektrische Leitung wird verhindert, dass es hier zu einer Aufladung der unterschiedlichen Teile kommen kann. Das Zwischenelement kann beispielsweise aus Elastomer sein. Dies kann beispielsweise durch eine elektrisch leitende Beschichtung des Zwischenelements erreicht werden. Besonders vorteilhaft ist also, wenn das Zwischenelement zumindest einen Elastomerteil umfasst, welcher vorzugsweise einen elektrisch leitenden Mantel aufweist.

[0030] Die Dichtung kann zum besseren Abschluss als Doppellippe ausgeführt sein. Die Dichtung weist vorzugsweise ein Drahtgeflecht auf. Es ist vorzugsweise ein elastischer Elastomerkern vorgesehen. Vorzugsweise ist ein Kern der Dichtung mit einer Nickel-Kupfer-Legierung, vorzugsweise Monel, umwickelt, wobei vorzugsweise das Drahtgeflecht eine Nickel-Kupfer-Legierung, besonders vorzugsweise Monel umfasst. Dadurch wird immer ein gleichmäßiger Anpressdruck durch die Passungen erzielt und zum anderen ein Labyrinth und EMV-Dichtung mit hoher Schirmdämpfung erreicht. Es treten keine signifikanten Verluste an Schirmdämpfung auf.

[0031] Für die Qualität der Messung ist es von Vorteil, wenn die Prüfkammer mit den Absorberwänden, einem Boden und dem zumindest einem Verbindungselement einen im Wesentlichen abgeschlossenen Faraday'schen Käfig bildet. Dazu ist es günstig, wenn die Bauteile leitend verbunden sind. Dies verhindert elektromagnetische Störungen von außen und das Entweichen von elektromagnetischen Wellen aus der Prüfkammer.

[0032] Um die biegekritische Drehzahl zu maximieren, ist es günstig, wenn die Absorberwand eine möglichst geringe Dicke aufweist, damit die Welle möglichst kurz ausgeführt werden kann. Dementsprechend ist es vorteilhaft, wenn die Absorberwand eine Dicke von weniger als 20 cm, vorzugsweise weniger als 15 cm und besonders vorzugsweise weniger als 10 cm aufweist.

[0033] In weiterer Folge wird die Erfindung anhand der nicht einschränkenden Figuren näher erläutert. Es zeigen:

[0034] Fig. 1 ein erfindungsgemäßes System in einer schematischen Seitenansicht;

[0035] Fig. 2 einen ersten Schnitt durch das System in Fig. 1 entlang der Drehachse;

[0036] Fig. 3 einen zweiten Schnitt durch das System in Fig. 1 entlang der Drehachse;

[0037] Fig. 4 ein Detail aus Fig.;

[0038] Fig. 5 eine Detailansicht aus Fig. 1 des Bereichs zwischen äußerem Lager und Dynamometer;

[0039] Fig. 6 einen Längsschnitt des äußeren Lagers.

[0040] In Fig. 1 ist eine Ausführung eines Systems 1 gezeigt. Dabei ist eine Prüfkammer dargestellt, die durch Absorberwände 2 begrenzt und im Wesentlichen abgeschlossen wird. Dabei bedeutet im Wesentlichen abgeschlossen, dass die Prüfkammer zumindest annähernd und für die Prüfung ausreichend elektromagnetisch dicht ist.

[0041] In der Prüfkammer ist zur Durchführung von elektromagnetischen Verträglichkeitstests ein Prüfling 3 an einer Verbindungsschnittstelle angeordnet. Außerhalb der Prüfkammer ist ein Dynamometer 4 vorgesehen, das über eine Welle 5 (durch die Verdeckung mittels anderer Teile in Fig. 1 nicht sichtbar) mit dem Prüfling 3 verbunden ist beziehungsweise, bei nicht montiertem Prüfling 3 zur Verbindung mit einem Prüfling 3 vorgesehen ist, wobei die Verbindungsschnittstelle beispielsweise einen Flansch zur Verbindung mit dem Prüfling 3 aufweist.

[0042] Wie in Fig. 1 und 2 zu erkennen ist, sind entlang der Drehachse der Welle 5 Lager 7 und 8 angeordnet. Ein äußeres Lager 7 ist dynoseitig von der Absorberwand 2 und ein inneres Lager 8 ist prüflingsseitig von der Absorberwand 2 angeordnet. Dabei versteht sich dynoseitig, als dem Dynamometer 4 und prüflingsseitig, als dem Prüfling 3 zugewandt.

[0043] Diese Lager 7 und 8 sind zur Abstützung der Welle 5 vorgesehen. Damit kann eine Durchbiegung der langen Welle 5 verringert werden und die Belastung auf die Welle 5 minimiert werden.

[0044] Ein Inverter 9 des Prüflings 3 ist mit diesen signalleitend verbunden. In der Prüfkammer ist in einem definierten Abstand zum Prüfling 3 eine bikonische Antenne 10 angeordnet. Es sind auch andere Antennen wie logarithmische Antennen denkbar.

[0045] Die Welle 5 ist in einer Welleneinhausung 6 angeordnet, die die Welle 5 im Bereich zwischen den Lagern 7 und 8 umschließt.

[0046] Fig. 2 zeigt eine Draufsicht auf den Ausschnitt des Systems 1, der einen Teil der Absorberwand 2, die Welle 5, die Zwischenlager 7 und 8 und das Dynamometer 4 umfasst. Es ist auch eine Tischfläche 11 innerhalb der Prüfkammer gezeigt, auf der der Prüfling 3 angeordnet sein könnte. In Fig. 2 ist jedoch kein montierter Prüfling 3 gezeigt.

[0047] Die Absorberwand 2 weist pyramidenförmige Absorber 12 auf, die zur Prüfkammer hin (und zum Prüfling 3 hin) mit Abdeckplatten 13 bedeckt sind.

[0048] In Fig. 3 ist ein Schnitt durch das System 1 gezeigt. Dabei sind vor allem die Welleneinhausung 6 und die Welle 5 sowie die Zwischenlager 7, 8 im Schnitt gut zu erkennen. Dabei ist ersichtlich, dass die Welle 5 als Hohlwelle ausgeführt ist, die konzentrisch innerhalb der hohlen Welleneinhausung 6 angeordnet ist.

[0049] An der Absorberwand 2 ist um die Welleneinhausung 6 ein erstes elektrisch leitendes Verbindungselement 14 angebracht. Das Verbindungselement 14 und die Welleneinhausung 6 sind flächig miteinander verbunden. Das Verbindungselement 14 schließt den Raum zwischen der Absorberwand 2 und der Welleneinhausung 6 dicht ab und weist ein Ausrichtelement auf, über das mittels Schraubverbindungen die Welleneinhausung 6 genau positioniert werden kann.

[0050] An die Welleneinhausung 6 schließen an beiden Seiten direkt und unmittelbar das äußere und innere Lager 7, 8 an, welche mit der Welleneinhausung 6 dicht verbunden sind. Die Lager 7, 8 weisen jeweils statische Halteblöcke auf, in denen mehrere Lagersysteme, die als Wälzlager, vorzugsweise Kugellager ausgeführt sind, angeordnet sind.

[0051] In Fig. 4 ist ersichtlich, dass das Verbindungselement 14 und die Welleneinhausung 6 über vibrationsdämpfende Zwischenelemente 15 verbunden sind, welche Elastomerringe umfassen, die Vibrationen dämpfen. Sie verbinden das Verbindungselement 14 sowohl mit dem Hauptteil der Welleneinhausung 6 als auch mit dem kürzeren Zwischenstück 16 der Welleneinhausung 6, welche zwischen Verbindungselement 14 und dem äußeren Lager 7 angeordnet sind. Dieses

Zwischenstück 16 ist mit dem äußeren Lager 7 ebenso über ein vibrationsdämpfendes Zwischenelement 15 verbunden.

[0052] In Bereich kurz vor dem äußeren Lager 7 endet ein hohler Hauptteil der Welle 5 und schließt drehfest verbunden an einen Lagerteil 17 der Welle 5 an, der einen geringeren Durchmesser als der Hauptteil aufweist und durch das äußere Lager 7 geführt ist und das nicht hohl, sondern massiv ist.

[0053] In Fig. 5 wird der Bereich zwischen äußerem Lager 7 und Dynamometer 4 gezeigt. Die Welle 5 ist hier ebenso mehrstückig aufgebaut, es schließt ein Endteil 18 an das Lagerteil 17 an, wobei diese Teile 17, 18 voneinander durch eine elektrisch isolierende Isolierplatte 19 als elektrisch isolierender Teilbereich mechanisch verbunden sind. So kann eine elektrische Leitung zwischen den Teilen 17, 18 verhindert werden, die Drehmomentübertragung aber problemlos erreicht werden. Im Bereich zwischen der Isolierplatte 19 und dem äußeren Lager 7 ist ein zweiter Gleitkontakt 20 angeordnet, der eine Kohlenbürste mit Kohlenborsten aufweist, die an der Außenseite des Lagerteils 17 anliegt und diesen damit elektrisch erdet. An dieser Stelle ist das Lagerteil 17 mit Rhodium beschichtet.

[0054] An dem Endteil 18 liegt ein erster Gleitkontakt 21 an, der ebenso eine Kohlenbürste mit Kohlenborsten aufweist, die an der Außenseite des Endteils 18 anliegt und diesen damit elektrisch erdet.

[0055] Fig. 6 zeigt einen Längsschnitt des äußeren Lagers 7. Vorzugsweise ist das innere Lager 6 gleich aufgebaut, vorzugsweise jedoch spiegelverkehrt. Das Lager 7 weist auf seiner dem Dynamometer 4 zugewandten Seite ein Schleifelement 22 auf, das als Wellenerdungsring mit Kohlenborsten ausgeführt ist und den Spalt zwischen dem stationären Teil des äußeren Lagers 7 und der Welle 5 elektromagnetisch abdichtet. Das Schleifelement 22 liegt an einem Flanschteil der Welle 5 mit vergrößerten Außendurchmesser verglichen zur sonstigen Welle im Bereich des äußeren Lagers 7 an. Auf Höhe des Wellenerdungsringes ist an der Welle 5 eine Rhodiumbeschichtung angeordnet, um eine gute elektrische Verbindung zu ermöglichen. Entlang der Welle 5 nach dem Wellenerdungsring und in Richtung der Absorberwand 2 weist die Welle 5 zwei hintereinander angeordnete Ringe 23, 24 auf, welche unterschiedliche Durchmesser aufweisen. Der dem Wellenerdungsring nähere Ring 23 verengt den Raum zum äußeren Lager 7 und bildet einen möglichst dünnen Spalt. Der andere Ring 24 weist einen größeren Außendurchmesser auf und überragt damit den Ring 23, womit eine zweite Wand 25 entsteht, die normal zur Drehachse der Welle 5 steht. Der stationäre Teil des äußeren Lagers 7 ist korrespondierend zu den Durchmessern der Ringe ausgeführt und weist einen kleineren Innendurchmesser auf Höhe des Rings 23 auf als auf Höhe des Rings 24, wo er eine Ausnehmung aufweist, um dem Ring 24 Platz zu geben. Somit ergibt sich eine erste Wand 26, welche die zweite Wand 25 unmittelbar benachbart, mit anderen Worten also ihr gegenübersteht. Somit ergibt sich ein Labyrinth, durch das elektromagnetische Wellen nicht linear hindurch können.

[0056] An die Ringe 23, 24 schließen vier Kugellager 27 an, wobei jeweils zwei Kugellager, von den anderen zwei durch einen Übergangsbereich 28 beabstandet ist. Dieser Übergangsbereich 28 kann zur Kühlung des Lagers 7 vorgesehen sein, gegebenenfalls durch Anschluss eines externen Kühlaggregates, falls erforderlich. Ein solcher Übergangsbereich kann auch in anderen Ausführungsformen vorgesehen sein. Über die beiden Hülzen 29 wird die erforderliche Vorspannung der Lager eingestellt. Im Übergangsbereich 28 sind an der Welle 5 und am statischen Teil des äußeren Lagers 7 jeweils Verengungsringe 29 angeordnet, die den Spalt zwischen diesen Teilen auf ein Minimum verengen.

[0057] Nach den Kugellagern 27 in Richtung der Absorberwand 2 ist am Ausgang des äußeren Lagers 27 ein weiteres Labyrinth vorgesehen. Dazu weist der statische Teil des äußeren Lagers 7 in Richtung der Absorberwand 2 zuerst einen Ring 30, gefolgt von einer Ausnehmung 31 auf, wobei der Ring 30 einen kleineren Innendurchmesser aufweist als die Ausnehmung 31. Ring 30 und Ausnehmung 31 sind einstückig mit dem Block des äußeren Lagers 7 ausgeführt. Dazu korrespondierend weist die Welle 5 auf gleicher Höhe einen Ring 32 mit unterschiedlichen Außendurchmessern auf. Auf Höhe des Rings 30 ist der Außendurchmesser kleiner als auf Höhe der

Ausnehmung 31. Somit entsteht eine zweite Wand 25 am Ring 32 und eine erste Wand 26 auf dem Ring 30.

[0058] Vorzugsweise ist wie in dieser Ausführung gezeigt jeweils zumindest ein Labyrinth an den Durchgangsöffnungen des äußeren und/oder inneren Lagers 6, 7 angeordnet.

Patentansprüche

1. System (1) zur Durchführung elektromagnetischer Verträglichkeitstests mit zumindest einer Prüfkammer, die von Absorberwänden (2) abgeschlossen wird, und mit einer Welle (5), die außerhalb der Prüfkammer mit einem Dynamometer (4) verbunden ist, eine Absorberwand (2) der Prüfkammer durchtritt und im Inneren der Prüfkammer eine Verbindungsschnittstelle zur Verbindung mit einem Prüfling (3) aufweist, wobei die Welle (5) in einer Welleneinhausung (6) drehbar angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Welle (5) in der Prüfkammer in einem inneren Lager (8) drehbar gelagert ist, dass die Welle (5) außerhalb der Prüfkammer in einem äußeren Lager (7) drehbar gelagert ist und dass das innere Lager (8) und das äußere Lager (7) jeweils zumindest ein Labyrinth zur Behinderung der Bewegung elektromagnetischer Wellen entlang der Welle (5) aufweist.
2. System nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Labyrinth zumindest eine erste Wand (26) des inneren oder äußeren Lagers (7, 8) umfasst, welche im Wesentlichen quer zur Drehachse der Welle (5) steht und an die eine zweite Wand (25) der Welle (5), welche ebenso im Wesentlichen quer zur Drehachse der Welle (5) steht, direkt anschließt.
3. System nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Wand (26) durch eine radiale Ausnehmung des inneren oder äußeren Lagers (7, 8) gebildet wird und die zweite Wand (25) durch einen sich radial erstreckenden Ring (24, 32) der Welle (5) gebildet wird, der sich in die Ausnehmung (31) hinein erstreckt oder, dass die erste Wand (26) durch einen sich radial in Richtung der Welle (5) erstreckenden Ring des inneren oder äußeren Lagers (7, 8) gebildet wird und die zweite Wand (25) durch eine radiale Ausnehmung der Welle (5) gebildet wird in die sich in die Ausnehmung hinein erstreckt.
4. System nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Welle (5) zwischen dem Durchtritt durch die Absorberwand (2) und dem Dynamometer (4), vorzugsweise zwischen dem äußeren Lager (7) und dem Dynamometer (4), zumindest einen elektrisch isolierenden Teilbereich aufweist, der die angrenzenden Teile der Welle (5) voneinander elektrisch isoliert.
5. System nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der elektrisch isolierende Teilbereich vorzugsweise als Isolierplatte (19) ausgeführt ist.
6. System nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das innere Lager (8) und/oder das äußere Lager (7) zumindest zwei Labyrinth aufweist und dass zumindest ein Wälzlager (27), vorzugsweise alle Wälzlager (27) des jeweiligen Lagers (7, 8) zwischen den zwei Labyrinth angeordnet ist.
7. System nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein erster Gleitkontakt (21) vorgesehen ist, welcher an der Welle (5) zwischen dem elektrisch isolierenden Teilbereich und dem Dynamometer (4) anliegt und sie elektrisch erdet.
8. System nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein zweiter Gleitkontakt (20) vorgesehen ist, welcher an der Welle (5) zwischen dem elektrisch isolierenden Teilbereich und der Verbindungsschnittstelle anliegt und sie elektrisch erdet und dass zumindest ein zweiter Gleitkontakt (20), vorzugsweise zwischen dem elektrisch isolierenden Teilbereich und dem äußeren Lager (7), an der Welle (5) anliegt.
9. System nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das äußere Lager (7) mit der Welleneinhausung (6) verbunden ist und/oder direkt an die Welleneinhausung (6) anschließt.
10. System nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das innere Lager (8) mit der Welleneinhausung (6) verbunden ist und/oder direkt an die Welleneinhausung (6) anschließt.
11. System nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Welle (5) mit dem inneren Lager (8) und/oder dem äußeren Lager (7) über zumindest ein Schleifelement (22), vorzugsweise einen Schleifring, elektrisch verbunden ist.

12. System nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Schleifelement (22) vorzugsweise an einem Ringelement der Welle (5) mit vergrößertem Außendurchmesser angeordnet ist.
13. System nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass im direkten Anschluss an die Absorberwand (2) zumindest ein elektrisch leitendes Verbindungselement (14) angebracht ist, das fest mit der Absorberwand (2) verbunden ist und mit der Welleneinhausung (6) elektrisch leitend verbunden ist.
14. System nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verbindungselement (14) den Durchgang der Absorberwand (2), durch den die Welle (5) durchtritt, im Wesentlichen abschließt.
15. System nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verbindungselement (14) mit der Welleneinhausung (6) über zumindest ein vibrationsdämpfendes Zwischenelement (15) verbunden ist.
16. System nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Zwischenelement (15) vorzugsweise elektrisch leitend ist.
17. System nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Zwischenelement (15) zumindest einen Elastomerteil umfasst.
18. System nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Elastomerteil einen elektrisch leitenden Mantel aufweist.
19. System nach einem der Ansprüche 1 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Prüfkammer mit den Absorberwänden (2), einem Boden und dem zumindest einen Verbindungselement (14) einen im Wesentlichen abgeschlossenen Faraday'schen Käfig bildet.

Hierzu 5 Blatt Zeichnungen

1 / 5

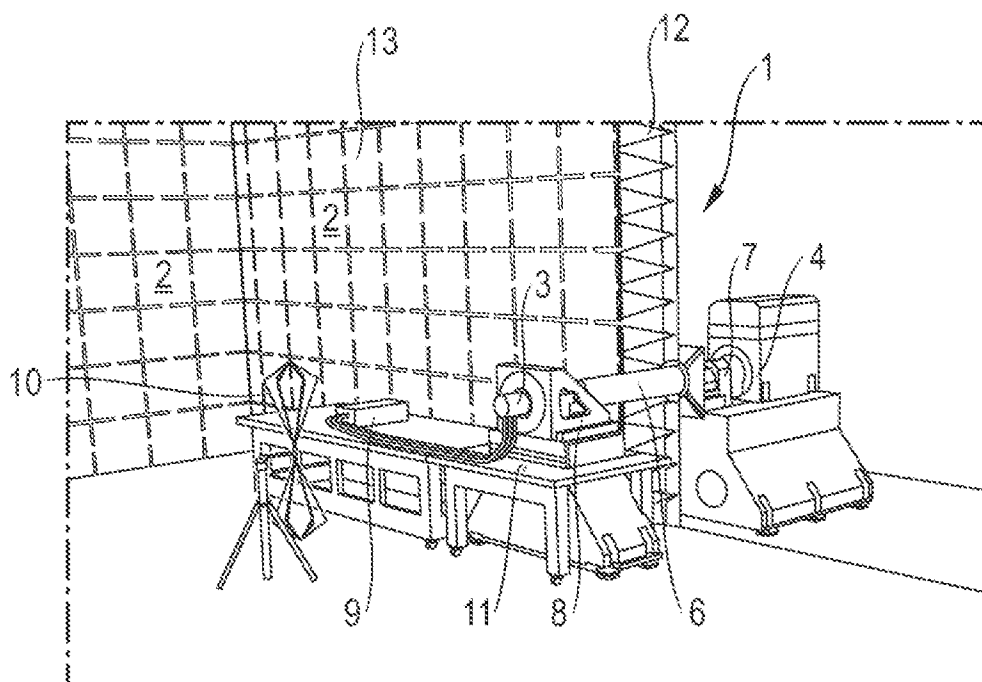


Fig. 1

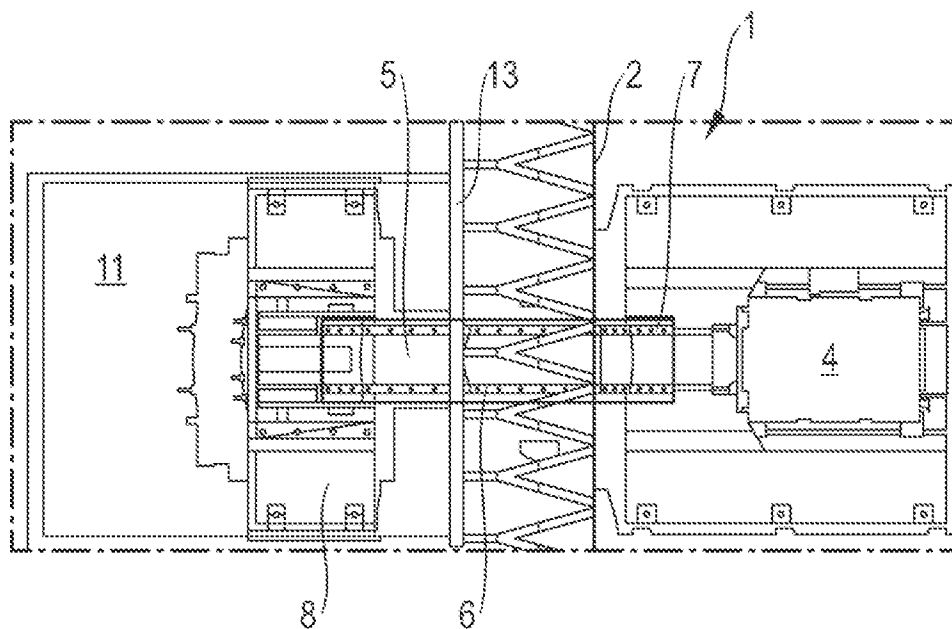


Fig. 2

2/5

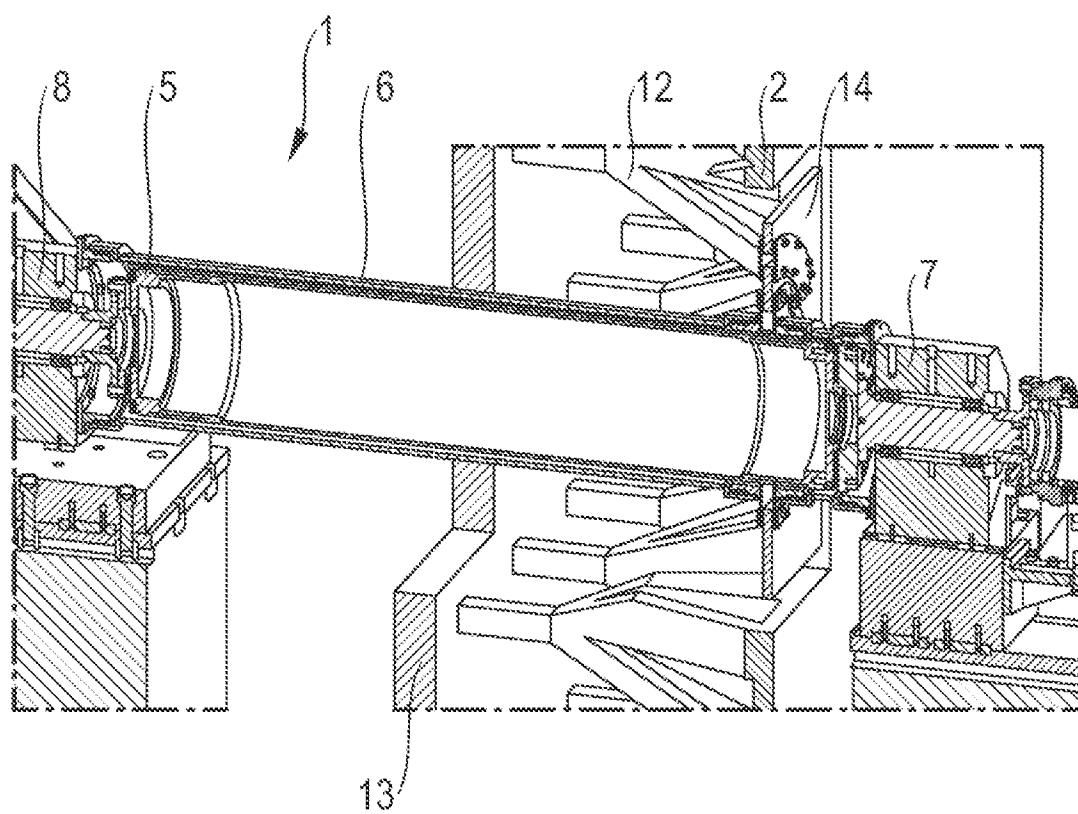


Fig. 3

3 / 5

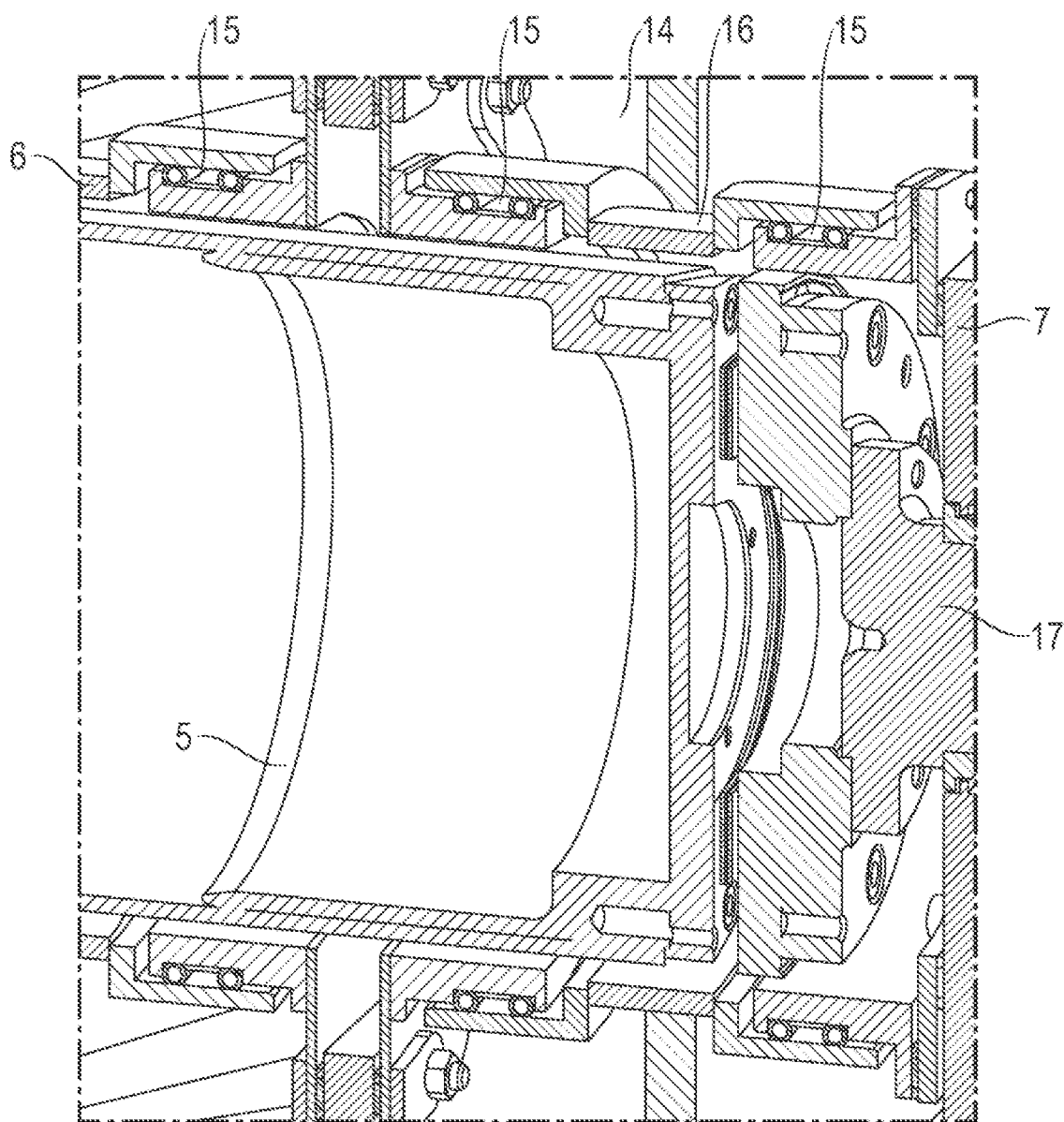


Fig. 4

4/5

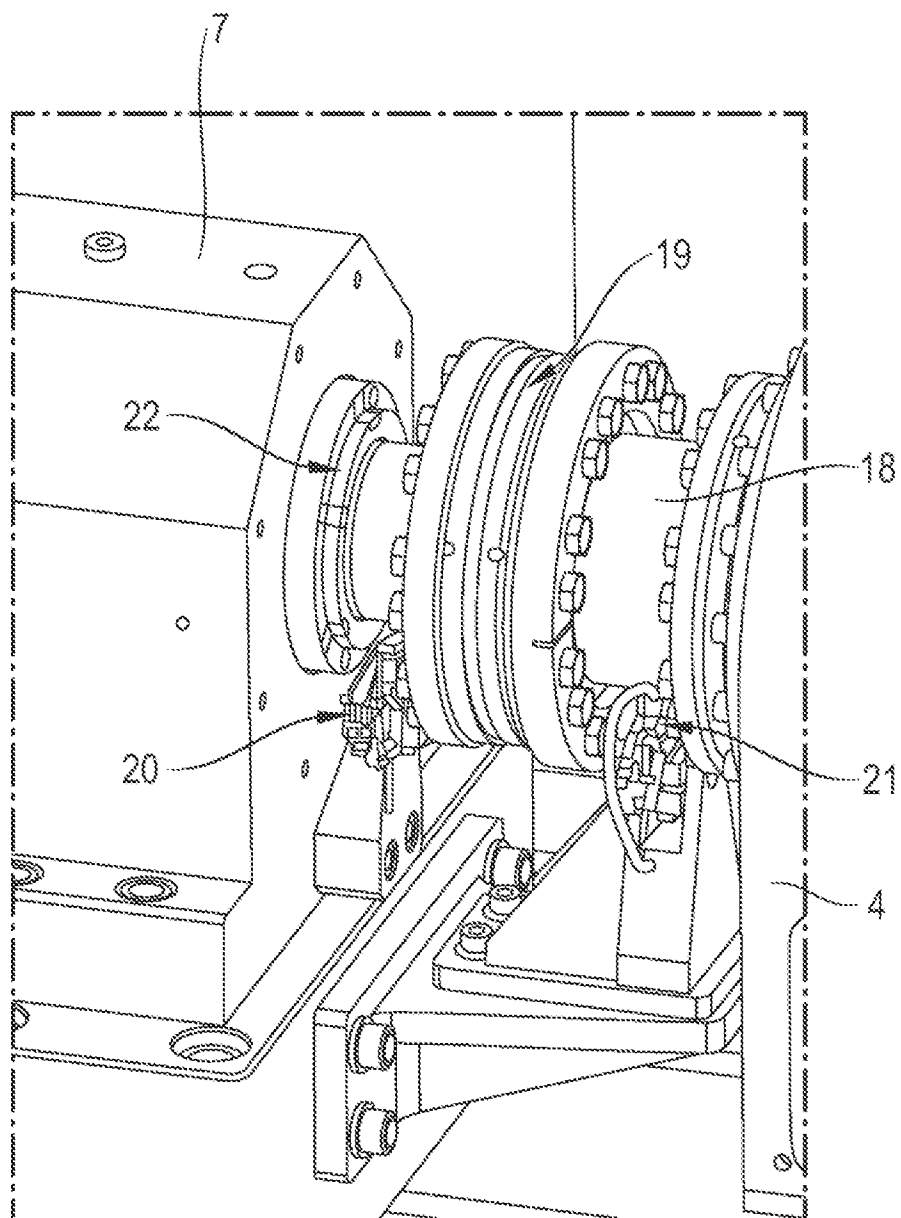


Fig. 5

5/5

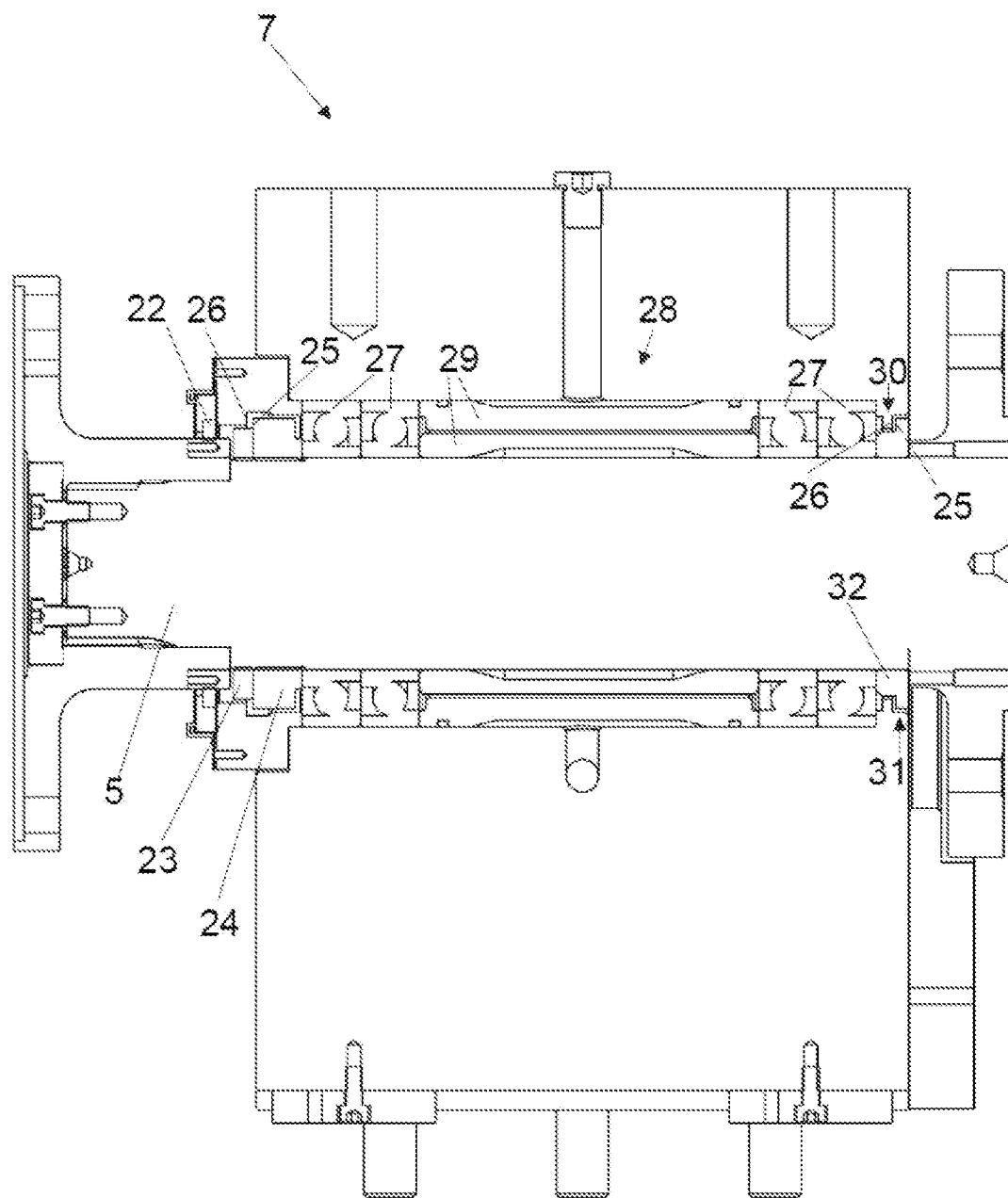


Fig. 6