



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 24 994 T2** 2006.02.23

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 092 137 B1**

(51) Int Cl.⁸: **G01M 13/02** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 24 994.5**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US99/14707**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 932 043.5**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 00/00803**

(86) PCT-Anmeldetag: **29.06.1999**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **06.01.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **18.04.2001**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **27.04.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **23.02.2006**

(30) Unionspriorität:

107086 29.06.1998 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE**

(73) Patentinhaber:

Veri-Tek, Inc., Farmington Hills, Mich., US

(72) Erfinder:

JURANITCH, C., James, Walled Lake, US

(74) Vertreter:

**Rummler, F., Dipl.-Ing.Univ., Pat.-Anw., 81669
München**

(54) Bezeichnung: **GERÄUSCHPRÜFSYSTEM MIT TEMPERATURABHÄNGIGER EMPFINDLICHKEIT**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung**HINTERGRUND DER ERFINDUNG****GEBIET DER ERFINDUNG**

[0001] Diese Erfindung betrifft allgemein Systeme zum Testen elektrischer und mechanischer Energieübertragungssysteme, die vibratorische und sonstige Reaktionen auf zugeführte elektrische oder mechanische Energie aufweisen, und betrifft insbesondere eine Anordnung, die ein im Test befindliches mechanisches oder elektrisches System isoliert und Signale und Daten erzeugt, die Lärm entsprechen, der von dem im Test befindlichen System in Reaktion auf die zugeführte Energie hervorgerufen wird, wobei die Empfindlichkeit des Teilsystems oder der Teilsysteme, welche den Lärm überwachen, von einer Temperatur des im Test befindlichen Systems abhängig ist.

BESCHREIBUNG DES STANDES DER TECHNIK

[0002] Lärmtests an Zahnrädern wurden bis heute mittels Verfahren versucht, bei denen die Getriebe- oder Achsenbaugruppen starr in einer oder mehreren Ebenen montiert werden. Bei einigen anderen früheren Versuchen entschied man sich, eine der starr montierten Ebenen mit einer Frequenz mitschwingen zu lassen, die zu dem Getriebe- oder Achsenlärm sympathetisch ist. Keines dieser Verfahren und keines der sonstigen starr montierten Testsysteme hat sich als erfolgreich erwiesen. Dies ist auf die fehlende Wiederholbarkeit der früheren Systeme zurückzuführen, was größtenteils die Folge wechselwirkender Resonanzen und externen Hintergrundlärms ist, der durch das starr montierte System hindurch übertragen wird. Dies trifft ganz besonders auf eine Produktionstestumgebung zu.

[0003] Diese Schwächen des Standes der Technik zeigen sich am deutlichsten in der Achsenindustrie. Derzeit besteht die einzige weithin anerkannte Möglichkeit der Messung von Getriebe- oder Achsenlärm darin, eine montierte Achse zu beschaffen und sie in ein Testfahrzeug einzubauen. Eine speziell geschulte Person bewegt das Fahrzeug dann in seinen typischen Betriebszuständen und lauscht dabei sorgfältig auf Achsgetriebe- oder Achsenlärm. Die Person bewertet die Qualität des Achsgetriebe- oder Achsenlärms auf einer Skala, die in der Regel von 0 bis 10 reicht. Zehn ist normalerweise eine perfekte Achse, d. h. eine, die keinen Getriebe- oder Achsenlärm verursacht. Dieses Verfahren wird durch folgende Faktoren erschwert:

1. der Mangel an verfügbaren geschulten Lärmbewertungsfachleuten
2. die Kosten von Testfahrzeugen
3. der Mangel an hochwertigen Straßen oder Teststrecken, auf denen sich ein wiederholbarer und exakter Test durchführen lässt
4. die Zeit, die für jeden Test benötigt wird

5. die Subjektivität, die durch Menschen in das Beurteilungssystem hineingetragen wird.

[0004] Aufgrund der oben genannten Komplikationen können durch einen großen Hersteller in der Regel weniger als ein Dutzend Achsen in einer einzigen Schicht getestet werden. Diese geringe Zahl ist statistisch nicht valide, wenn man bedenkt, dass die meisten Hersteller Tausende Achsen am Tag herstellen. Selbst mit den oben angesprochenen Problemen sind menschliche Tester in Autos das einzige weithin anerkannte Verfahren der Achstestung in der Industrie, weil es kein besseres, verlässlicheres Testverfahren gibt. Dieses Fehlen einer wissenschaftlichen Grundlage zur Beurteilung von Achsen und Getriebe- oder Achsenbaugruppen wirkt sich noch schlimmer aus, wenn der Leser bedenkt, dass moderne Fahrzeuge außerordentlich leise sind und in Zukunft noch leiser werden. Dieser Markttrend verstärkt den Druck auf Achsen- und andere Getriebehersteller, ihre Produkte noch leiser zu machen. Es besteht Bedarf an einem System, das Getriebe- und Achsenherstellern eine wiederholbare, verlässliche, exakte und praktische Möglichkeit des Messens von Getriebe- oder Achsenlärm in Produktions- oder Laborumgebungen bietet. US-A-4,252,023 offenbart ein Vibrationstestsystem für Getriebebaugruppen.

[0005] Es ist daher eine Aufgabe dieser Erfindung, kostengünstig und schnell ein System zum Testen eines Energietransfersystems wie beispielsweise einer Fahrzeugachse bereitzustellen, und wiederholbare Resultate zu liefern.

KURZDARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0006] Die oben genannte sowie weitere Aufgaben werden mittels dieser Erfindung erreicht, die in einem eine Vorrichtung betreffenden ersten Aspekt eine Anordnung bereitstellt, mit der ein Energieübertragungssystem isoliert werden kann, während es einem Lärmtestverfahren unterzogen wird, wobei das Energieübertragungssystem von dem Typ ist, der einen Energieeingang und wenigstens einen Energieausgang aufweist. Gemäß der Erfindung ist die Anordnung mit einer Basis zum Tragen der Anordnung und des Energieübertragungssystems versehen. Ein Isolationsträger trägt das Energieübertragungssystem, wodurch das Energieübertragungssystem in wenigstens einer Bewegungsebene relativ zu der Basis verschiebbar ist. Des Weiteren ist eine Eingriffnahmeanordnung zum Befestigen des Energieübertragungssystems an dem Isolationsträger bereitgestellt, wobei die Eingriffnahmeanordnung eine erste Position relativ zu der Basis aufweist, in der das Energieübertragungssystem an dem Isolationsträger installiert und von dem Isolationsträger abgenommen werden kann, und eine zweite Position aufweist, in der das Energieübertragungssystem an dem Isolationsträger befestigt ist. Ein erster Schallsensor ist an

einer ersten Position in der Nähe des Energieübertragungssystems angeordnet und dient der Erzeugung eines ersten Signals, das im Wesentlichen eine Reaktion auf einen qualitativen Zustand des Energieübertragungssystems darstellt. Ein Wärmesensor erzeugt ein Wärmesignal, das eine Reaktion auf eine Temperatur des Energieübertragungssystems darstellt. Eine Anordnung zum Steuern der Empfindlichkeit des Schallsensors spricht auf den Wärmesensormittel an und dient der Steuerung der Amplitude des ersten Signals in Abhängigkeit von der Temperatur.

[0007] Bei einer Ausführungsform der Erfindung hat der Wärmesensor die Form eines Infrarotsensors, der optisch mit dem Energieübertragungssystem kommuniziert. Bei einer speziellen veranschaulichenden Ausführungsform der Erfindung weist das Wärmesensormittel eine Richtungscharakteristik auf und ist auf eine zuvor festgelegte Region des Energieübertragungssystems gerichtet, um eine Temperatur oder eine Temperaturänderungsrate der zuvor festgelegten Region im Verhältnis zur Zeit zu ermitteln. Die Kontrolle über die Amplitude des Lärmsignals im Verhältnis zur Temperatur erfolgt gemäß einer nicht-linearen Beziehung zwischen Amplitude und Temperatur.

[0008] Bei einer Ausführungsform ist des Weiteren eine Energiezufuhr bereitgestellt, die mit dem Energieübertragungssystem verbunden ist und dazu dient, dem Energieübertragungssystem Energie zuzuführen, wenn sich die Eingriffnahmeanordnung sich in der zweiten Position befindet. Das Energieübertragungssystem ist – bei einer Ausführungsform der Anordnung der vorliegenden Erfindung – ein mechanisches Energieübertragungssystem, und bei einer solchen Ausführungsform hat die Energiezufuhr, die einen Teil der Anordnung der Erfindung bildet, die Form einer Quelle mechanischer Rotationsenergie. Eine Drehkupplung verbindet die Quelle mechanischer Rotationsenergie mit dem Energieübertragungssystem.

[0009] Bei einer überaus vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung weist der Test des mechanischen Energieübertragungssystems eine Vorwärts- und eine Rückwärts-Arbeitsrichtung und für die Vorwärts- und die Rückwärts-Arbeitsrichtung jeweils einen Antriebs- und einen Leerlaufmodus auf. Das mechanische Energieübertragungssystem enthält wenigstens ein Paar miteinander in Eingriff stehender Elemente, wobei wenigstens ein Element dieses Paares miteinander in Eingriff stehender Elemente ein Zahnrad mit einer Mehrzahl von Zähnen ist, wobei diese Zahnradzähne jeweils eine erste und eine zweite Zahnfläche aufweisen, die mit dem anderen Element dieses Paares miteinander in Eingriff stehender Elemente kommunizieren. Eine Kommunikation zur Übertragung mechanischer Energie zwischen dem Paar miteinander in Eingriff stehender Elemente wird während des

Vorwärtsantriebsmodus' und des Rückwärtsleerlaufmodus' in erster Linie über die jeweiligen ersten Zahnflächen bewirkt und wird während des Vorwärtsleerlaufmodus' und des Rückwärtsantriebsmodus' in erster Linie über die jeweiligen zweiten Zahnflächen bewirkt. Bei einem solchen im Test befindlichen System ist die Anordnung der vorliegenden Erfindung mit einem ersten Schallsensor versehen, der an einer ersten Position in der Nähe des mechanischen Energieübertragungssystems angeordnet ist und dazu dient, ein erstes Signal zu erzeugen, das im Wesentlichen eine Reaktion auf einen qualitativen Zustand der ersten Zahnflächen darstellt. Ein zweiter Schallsensor ist an einer zweiten Position in der Nähe des mechanischen Energieübertragungssystems angeordnet und erzeugt ein zweites Signal, das im Wesentlichen eine Reaktion auf einen qualitativen Zustand der zweiten Zahnflächen darstellt. Die erste und die zweite Position befinden sich distal voneinander an gegenüberliegenden Seiten des Paares miteinander in Eingriff stehender Elemente.

[0010] Bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist die Drehkupplung mit einer elastischen Kupplungsanordnung versehen, die eine Drehbewegung über einen vorgegebenen Bereich von Drehbewegungsübertragungswinkeln überträgt. Die elastische Kupplungsanordnung ist mit einem ersten und einem zweiten Kupplungsabschnitt versehen, wobei der erste und der zweite Kupplungsabschnitt rotational starr miteinander verbunden sind. Überdies sind sie axial elastisch miteinander verbunden, wodurch der erste und der zweite Kupplungsabschnitt synchron über einen vorgegebenen Bereich von Drehbewegungsübertragungswinkeln gedreht werden können.

[0011] Bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist die elastische Kupplungsanordnung mit einem ersten und einem zweiten Kupplungsabschnitt versehen, wobei der erste und der zweite Kupplungsabschnitt rotational starr miteinander verbunden sind und radial elastisch miteinander verbunden sind. Dadurch sind der erste und der zweite Kupplungsabschnitt synchron über einen vorgegebenen Bereich axialer Verschiebung drehbar.

[0012] Bei einer überaus vorteilhaften Ausführungsform ist zwischen der Quelle mechanischer Rotationsenergie und dem Energieübertragungssystem vorteilhafterweise ein Drehmomentsensor angeordnet. Der Drehmomentsensor erzeugt ein Signal, das eine Reaktion auf ein Drehmoment darstellt, das durch die Quelle mechanischer Rotationsenergie an das Energieübertragungssystem angelegt wird. Der Drehmomentsensor ist mit einem Drehmomentübertragungselement ausgestattet, das eine vorgegebene Verformungscharakteristik aufweist. Dadurch wird das Drehmomentübertragungselement in Reaktion auf das Drehmoment verformt, das durch die Quelle

mechanischer Rotationsenergie an das Energieübertragungssystem angelegt wird. Bei dieser Ausführungsform der Erfindung ist der Drehmomentsensor des Weiteren mit einem Belastungssensor ausgestattet, der mit dem Drehmomentübertragungselement verbunden ist und dazu dient, in Reaktion auf die vorgegebene Verformungscharakteristik des Drehmomentübertragungselements ein Belastungssignal zu erzeugen. Das Belastungssignal ist damit proportional zum Drehmoment.

[0013] Es ist sehr vorteilhaft, das Restdrehmoment zu ermitteln, das benötigt wird, um das im Test befindliche System in Drehung zu versetzen. Der Drehmomentsensor ist daher so konfiguriert, dass er ein statisches Drehmomentsignal erzeugt, das eine Reaktion auf die Größenordnung des Drehmoments darstellt, das benötigt wird, um in dem mechanischen Energieübertragungssystem eine Drehbewegung zu beginnen. Es ist des Weiteren vorteilhaft, dass der Drehmomentsensor so konfiguriert ist, dass er ein dynamisches Drehmomentsignal erzeugt, das eine Reaktion auf die Größenordnung des Drehmoments darstellt, das benötigt wird, um in dem mechanischen Energieübertragungssystem eine Drehbewegung aufrecht zu erhalten.

[0014] Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist das im Test befindliche Energieübertragungssystem ein elektrisches Energieübertragungssystem, und die Energiezufuhr erfolgt über eine Quelle elektrischer Energie. Bei einer solchen Ausführungsform wird ein elektrischer Leistungsabnehmer bereitgestellt, der eine elektrische Ausgangsenergie von dem Energieübertragungssystem empfängt, wenn die Eingriffnahmeanordnung sich in der zweiten Position befindet. Ein erster Sensor ist so konfiguriert, dass er mit dem Energieübertragungssystem kommuniziert, um ein Informationssignal zu erzeugen, das eine Reaktion auf ein Betriebscharakteristikum des Energieübertragungssystems in Reaktion auf die von der Energiezufuhr zugeführte Energie darstellt. Der erste Sensor ist so konfiguriert, dass er das Energieübertragungssystem berührt, um das Signal zu erzeugen. Alternativ ist der erste Sensor so konfiguriert, dass er den Isolationsträger berührt, um das Informationssignal zu erzeugen.

[0015] Bei einer Ausführungsform der Erfindung ist der erste Sensor so konfiguriert, dass er relativ zu dem Energieübertragungssystem verschoben werden kann.

[0016] Wenn eine Schallenergie überwacht werden soll, die von dem im Test befindlichen System abgegeben wird, so wird ein Mikrofon bereitgestellt, das dazu dient, ein Signal zu erzeugen, das eine Reaktion auf eine Schallenergie darstellt, die von dem Energieübertragungssystem in Reaktion auf die von der

Energiezufuhr zugeführte Energie abgegeben wird. Es kann des Weiteren ein Lasersensor bereitgestellt werden, der dazu dient, ein Signal zu erzeugen, das eine Reaktion auf eine Verschiebung des Energieübertragungssystems in Reaktion auf die von der Energiezufuhr zugeführte Energie darstellt. Bei weiteren Ausführungsformen wird ein Beschleunigungsmesser oder ein Geschwindigkeitssensor verwendet.

[0017] Das elastische Tragelement, welches das Energieübertragungssystem trägt, ist bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung so konfiguriert, dass es eine Eigenfrequenz in jeder Kombination der Basis, der Eingriffnahmeanordnung und des Energieübertragungssystems ausschließt. Somit stellt die Vibrations- oder Schallenergie, die von dem im Test befindlichen System abgegeben wird, die gesamte Energie dar, die gemessen und analysiert wird, ohne dass die Struktur des Tragesystems zu ihr beiträgt oder sie modifiziert.

[0018] Vorzugsweise trägt der Isolationsträger das Energieübertragungssystem so, dass es in wenigstens einer zweiten Bewegungsebene relativ zu der Basis verschiebbar ist.

[0019] Bei einer überaus vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist ein Eingriffnahmeantriebsmittel bereitgestellt, das einen ersten Abschnitt aufweist, der mit der Basis verbunden ist, und ein zweites Ende aufweist, das mit der Eingriffnahmeanordnung verbunden ist. Das Eingriffnahmeantriebsmittel hat bei einer Ausführungsform die Form eines linearen Stellgliedes, das an einem ersten Ende mit der Basis verbunden ist und an einem zweiten Ende mit der Eingriffnahmeanordnung verbunden ist. Das lineare Stellglied ist so konfiguriert, dass es die Eingriffnahmeanordnung zwischen der ersten und der zweiten Position antreibt. Des Weiteren wird es von der Eingriffnahmeanordnung getrennt, wenn sich die Eingriffnahmeanordnung in der zweiten Position befindet.

[0020] Bei dieser Anordnung ist eine Eingriffnahmekupplung zwischen der Eingriffnahmeanordnung und dem Eingriffnahmeantriebsmittel angeordnet. Die Eingriffnahmekupplung ist mit einem Tragabschnitt versehen, der an dem Isolationsträger installiert ist. Ein erster und ein zweiter Eingriffnahmeantriebarm sind schwenkbar mit dem Tragabschnitt verbunden. Des Weiteren sind ein erstes und ein zweites Gelenkelement an einem Schwenkpunkt miteinander und mit dem Eingriffnahmeantriebsmittel verbunden und sind an ihren distalen Enden schwenkbar mit dem ersten bzw. dem zweiten Eingriffnahmeantriebarm verbunden. Auf diese Weise drängt das Eingriffnahmeantriebsmittel den Schwenkpunkt auf einem vorgegebenen Pfad entlang zu einer Verriegelungsposition, die sich jenseits einer Stelle befindet, wo das erste und das zweite Gelenkelement axial parallel zueinander verlaufen.

Dieser Verriegelungseffekt wird durch eine elastische Vorspannanordnung unterstützt, die an dem ersten und/oder dem zweiten Eingriffnahmearm installiert ist. Die elastische Vorspannanordnung legt eine elastische Vorspannkraft an das Energieübertragungssystem an, was zusätzlich die Eingriffnahmanordnung in der zweiten Position hält.

[0021] Ein Verschiebungssensor ist an dem ersten und/oder dem zweiten Eingriffnahmearm installiert und dient dazu, ein Entfernungssignal zu erzeugen, das eine Reaktion auf eine Entfernung zwischen dem betreffenden Eingriffnahmearm, an dem der Verschiebungssensor installiert ist, und dem Energieübertragungssystem darstellt. Auf diese Weise ist das Entfernungssignal eine Reaktion auf eine zuvor festgelegte Dimension des Energieübertragungssystems.

[0022] Gemäß einem ein Verfahren betreffenden Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zum Testen eines Sammelgetriebes des Typs mit einem Eingang und einem Ausgang bereitgestellt. Das Verfahren umfasst folgende Schritte:

Installieren des Sammelgetriebes auf einer Montagevorrichtung, die elastisch eine Bewegung des Sammelgetriebes in alle Richtungen gestattet und die eine Elastizitätsfrequenzcharakteristik aufweist, die sämtliche Eigenfrequenzen des Sammelgetriebes ausschließt;

Anlegen eines Drehmoments an den Eingang des Sammelgetriebes, wodurch das Sammelgetriebe in Drehbewegung versetzt wird;

Ansetzen eines Leistungsabnehmers an den Ausgang des Sammelgetriebes;

Erfassen einer zuvor festgelegten Betriebscharakteristik des Sammelgetriebes; und

Steuern des Erfassungsschrittes in Reaktion auf eine Temperatur des Sammelgetriebes.

[0023] Bei einer Ausführungsform dieses Verfahrensaspekts der Erfindung umfasst der Erfassungsschritt den Schritt des Erkennens von Schallenergie, die von dem Sammelgetriebe abgegeben wird. Des Weiteren umfasst der Schritt des Erkennens von Schallenergie, die von dem Sammelgetriebe abgegeben wird, den Schritt des Anordnens eines Mikrofons in der Nähe des Sammelgetriebes.

[0024] Bei einer weiteren Ausführungsform umfasst der Schritt des Erkennens den Schritt des Erkennens von vibratorischer Verschiebungsenergie, die von dem Sammelgetriebe abgegeben wird. Der Schritt des Erkennens von vibratorischer Verschiebungsenergie, die von dem Sammelgetriebe abgegeben wird, umfasst den weiteren Schritt des Bewirkens einer Kommunikation zwischen einem Beschleunigungsmesser und dem Sammelgetriebe, und der Schritt des Erkennens von vibratorischer Verschiebungsenergie, die von dem Sammelgetriebe abgegeben wird,

umfasst den weiteren Schritt des Bewirkens einer Kommunikation zwischen einem Geschwindigkeitsmesser und dem Sammelgetriebe.

[0025] Nach dem Schritt des Installierens ist des Weiteren der Schritt des Festklemmens des Sammelgetriebes an der Montageanordnung vorgesehen. Bei einer Ausführungsform, wo die Montageanordnung an einem Bezugsbasisabschnitt installiert ist, erfolgt der Schritt des Festklemmens in Reaktion auf den weiteren Schritt des Anlegens einer Klemmbetätigungskraft an eine Klemmanordnung relativ zu dem Bezugsbasisabschnitt. Eine Klemmbetätigungskraft wird angelegt, und die Getriebeanordnung wird in die Lage versetzt, sich unabhängig von dem Bezugsbasisabschnitt frei zu bewegen.

[0026] Bei einer weiteren Ausführungsform umfasst der Schritt des Anlegens einer Klemmkraft den weiteren Schritt des Anlegens einer elastischen Klemmkraft an das Sammelgetriebe. Dieser Schritt kann bei bestimmten Ausführungsformen den weiteren Schritt des Überwachsens einer zuvor festgelegten Dimension des Sammelgetriebes in Reaktion auf den Klemmschritt beinhalten. Dies wird mittels eines Sensors bewerkstelligt, der die zurückgelegte Entfernung misst.

[0027] Das Erfassen wird durch Überwachen eines ersten Sensors bewirkt, der Schallenergie empfängt, die eine Reaktion auf einen qualitativen Zustand des Sammelgetriebes in einem Antriebsbetriebsmodus darstellt. Wenn der Antriebsbetriebsmodus in einer ersten Arbeitsrichtung wirkt, so beinhaltet der qualitative Zustand des Sammelgetriebes in dem Antriebsbetriebsmodus einen qualitativen Zustand einer ersten Fläche der Zähne des Sammelgetriebes. Wenn der Antriebsbetriebsmodus in einer ersten Arbeitsrichtung wirkt, so beinhaltet der qualitative Zustand des Sammelgetriebes in dem Antriebsbetriebsmodus des Weiteren einen qualitativen Zustand eines Profils eines Zahnrades des Sammelgetriebes sowie einen qualitativen Zustand der Exzentrizität eines Zahnrades des Sammelgetriebes. Des Weiteren beinhaltet der qualitative Zustand des Sammelgetriebes in dem Antriebsbetriebsmodus einen qualitativen Zustand der Winkelausrichtung der Zahnräder des Sammelgetriebes. Bei weiteren Ausführungsformen des Verfahrensaspekts der Erfindung, wo der Antriebsbetriebsmodus in einer ersten Arbeitsrichtung wirkt, beinhaltet der qualitative Zustand des Sammelgetriebes in dem Antriebsbetriebsmodus einen qualitativen Zustand von mehreren sich bewegendenden Komponenten des Sammelgetriebes.

[0028] Bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung umfasst der Erfassungsschritt den weiteren Schritt des Überwachsens eines zweiten Sensors, der Schallenergie empfängt, die eine Reaktion auf einen qualitativen Zustand des Sammelgetriebes in einem

Leerlaufbetriebsmodus darstellt. Der Leerlaufbetriebsmodus beinhaltet einen qualitativen Zustand einer zweiten Fläche der Zähne des Sammelgetriebes. Wenn der Leerlaufbetriebsmodus in einer ersten Arbeitsrichtung wirkt, so beinhaltet der qualitative Zustand des Sammelgetriebes in dem Leerlaufbetriebsmodus einen qualitativen Zustand eines Profils eines Zahnrades des Sammelgetriebes. Des Weiteren beinhaltet der qualitative Zustand des Sammelgetriebes in dem Leerlaufbetriebsmodus einen qualitativen Zustand der Exzentrizität eines Zahnrades des Sammelgetriebes sowie der Winkelausrichtung der Zahnräder des Sammelgetriebes. Bei weiteren Ausführungsformen beinhaltet der Leerlaufbetriebsmodus einen qualitativen Zustand von mehreren sich bewegenden Komponenten des Sammelgetriebes.

[0029] Gemäß einer weiteren Ausführungsform dieses Verfahrensaspekts der Erfindung sind der Antriebsbetriebsmodus und der Leerlaufbetriebsmodus über einen Zeitraum zyklisch, der kürzer ist als ein Zykluszeitraum des Eingangs des Sammelgetriebes. Umgekehrt kann der Zeitraum länger sein als ein Zykluszeitraum des Eingangs des Sammelgetriebes. Dies hängt in gewissem Maße von den effektiven Betriebsfaktoren innerhalb des im Test befindlichen Systems ab. In Situationen, wo das im Test befindliche System ein elektrisches System ist, können Oberschwingungen und Signalverzerrungen den scheinbaren Zykluszeitraum relativ zu dem Zykluszeitraum der Eingangsenergie beeinflussen.

[0030] Bei einer vorteilhaften Ausführungsform sind der erste und der zweite Sensor jeweils an einer Position angeordnet, die distal voneinander liegen, wobei das Sammelgetriebe dazwischen angeordnet ist. Dies ermöglicht eine Unterscheidung zwischen Betriebsmodalitäten des im Test befindlichen Systems, die Richtungskomponenten aufweisen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0031] Die Erfindung wird leichter verständlich, wenn die folgende detaillierte Beschreibung in Verbindung mit den angehängten Zeichnungen betrachtet wird.

[0032] [Fig. 1](#) ist eine Vorderansicht einer gemäß den Grundsätzen der Erfindung konstruierten Anordnung zum Isolieren eines im Test befindlichen Systems.

[0033] [Fig. 2](#) ist eine Seitenansicht der Ausführungsform von [Fig. 1](#).

[0034] [Fig. 3](#) ist eine auseinandergezogene Ansicht der Ausführungsform von [Fig. 1](#), wobei bestimmte Antriebskomponenten gezeigt sind.

[0035] [Fig. 4](#) ist eine Draufsicht auf die Ausführungsform von [Fig. 1](#).

rungsform von [Fig. 1](#).

[0036] [Fig. 5](#) ist eine teilweise frontale Phantomdarstellung einer Antriebsanordnung, die einem im Test befindlichen isolierten mechanischen Energieübertragungssystem mechanische Rotationsenergie zuführt.

[0037] [Fig. 6](#) ist eine Seitenansicht des Antriebssystems von [Fig. 5](#).

[0038] [Fig. 7](#) ist eine Seitenansicht des Antriebssystems von [Fig. 6](#), die vergrößert wurde, um mehr Details zu zeigen.

[0039] [Fig. 8](#) ist eine Seitenansicht einer Kupplung, die das Antriebssystem mit dem im Test befindlichen mechanischen System verbindet.

[0040] [Fig. 9](#) ist eine Draufsicht auf die Kupplung von [Fig. 8](#), worin drei Eingriffnahmeflächen zur Eingriffnahme der Flanken einer (in dieser Figur nicht gezeigten) Sechskantmutter am Rotationseingang des im Test befindlichen mechanischen Systems gezeigt sind.

[0041] [Fig. 10](#) ist eine Seitenansicht einer Klemmanordnung, die gemäß den Grundsätzen der Erfindung konstruiert ist, wobei die Klemmanordnung in zwei Positionen gezeigt ist.

[0042] [Fig. 11](#) ist eine gemäß der Erfindung konstruierte kompakte Antriebsanordnung zum Verbinden des Rotationsausgangs eines im Test befindlichen mechanischen Energieübertragungssystems mit einem rotierenden Lastabnehmer.

[0043] [Fig. 12](#) ist eine teilweise im Querschnitt gezeigte Seitenansicht der kompakten Antriebsanordnung von [Fig. 11](#), wobei des Weiteren ein elastisches Kupplungselement gezeigt ist.

[0044] [Fig. 13](#) ist eine vergrößerte, teilweise in Phantomdarstellung gezeigte Ansicht des elastischen Kupplungselements von [Fig. 12](#).

[0045] [Fig. 14](#) ist eine isometrische Darstellung einer gemäß den Grundsätzen der Erfindung konstruierten Anordnung zum Isolieren eines im Test befindlichen Systems, wobei es sich bei dem im Test befindlichen System um ein elektrisches Energieübertragungssystem handelt.

[0046] [Fig. 15](#) ist ein Ablaufdiagramm eines typischen Verfahrens zur Durchführung einer Energieanalyse.

[0047] [Fig. 16](#) ist ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zur Durchführung einer Energieanalyse gemäß den Grundsätzen der vorliegenden Erfindung.

[0048] [Fig. 17](#) ist ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zur Durchführung einer Energieanalyse gemäß den Grundsätzen der vorliegenden Erfindung zum Ermitteln von Oberflächenerhebungen und Scharten in einem mechanischen Energieübertragungssystem.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0049] [Fig. 1](#) ist eine Vorderansicht einer gemäß den Grundsätzen der Erfindung konstruierten Anordnung zum Isolieren eines im Test befindlichen Systems. Wie in dieser Figur gezeigt, ist eine Isolierungsanordnung **10** dafür konfiguriert, ein mechanisches Antriebssystem in Form eines Differentialgetriebes **11** in relativer Isolierung zu tragen. Das Differentialgetriebe **11** ist von dem Typ, wie man es üblicherweise in einem (nicht gezeigten) Kraftfahrzeug einsetzt, und soll mittels der Isolierungsanordnung **10** unter einer Reihe von Betriebszuständen getestet werden. Das Differentialgetriebe ist von dem Typ, das einen Rotationseingang **13** aufweist, der mechanische Rotationsenergie von einer (in dieser Figur nicht gezeigten) Antriebsvorrichtung erhält, die weiter unten beschrieben wird. Des Weiteren weist das Differentialgetriebe **11** Rotationsausgänge **14** bzw. **15** auf, die in Reaktion auf die zugeführte Rotationsenergie, die am Rotationseingang **13** empfangen wird, eine mechanische Rotationsenergie erzeugen. Wenn es in einem (nicht gezeigten) Kraftfahrzeug verwendet wird, so ist das Differentialgetriebe **11** mit der (nicht gezeigten) Antriebswelle des Fahrzeugs am Rotationseingang **13** verbunden, und die Rotationsausgänge **14** und **15** sind mit den (nicht gezeigten) Antriebsrädern des Fahrzeugs verbunden.

[0050] Das Differentialgetriebe **11** wird in dieser Darstellung von einem Paar Stützen **18** und **19** getragen, die auf einer Basis **20** installiert sind. Auf jeder der Stützen **18** und **19** ist ein zugehöriges elastisches Isolierungselement **22** bzw. **23** installiert. Auf den elastischen Isolierungselementen **22** und **23** ist jeweils eine Eingriffnahmeanordnung **24** bzw. **25** installiert. Die Eingriffnahmeanordnungen werden weiter unten detailliert beschrieben und dienen dem Verbinden des Differentialgetriebes **11** an seinen Rotationsausgängen **14** und **15**, wodurch es relativ zur Basis **20** befestigt wird, wobei jedoch eine begrenzte Bewegung des Differentialgetriebes **11** relativ zur Basis **20** möglich ist.

[0051] [Fig. 1](#) zeigt des Weiteren ein Paar Lastabnehmeranordnungen **28** und **29**, die eine kontrollierbare Last an die jeweils zugehörigen Rotationsausgänge **14** bzw. **15** anlegen. Die Rotationsausgänge sind mechanisch mit den Lastabnehmeranordnungen **28** und **29** in einer Weise verbunden (wobei die Kupplung in dieser Figur nicht gezeigt ist), die eine begrenzte Bewegung der Rotationsausgänge relativ

zur Basis **20** ermöglicht. Die zulässige Verschiebung des Differentialgetriebes **11** gemäß der vorliegenden Erfindung erfolgt entlang mehrerer Bewegungsebenen, und, wie weiter unten noch beschrieben wird, die (in dieser Figur nicht gezeigten) Kupplungsanordnungen zwischen den Rotationsausgängen **14** und **15** und ihren zugehörigen Lastabnehmeranordnungen **28** bzw. **29** gestatten axiale und rotationale Grade an Bewegungsfreiheit. Solche Kupplungen werden anhand der [Fig. 9–Fig. 12](#) beschrieben.

[0052] [Fig. 2](#) ist eine Seitenansicht der Ausführungsform von [Fig. 1](#). Diese Figur ist entlang der Linie 2-2 von [Fig. 1](#) betrachtet. Zusätzlich zu einem Teil der in [Fig. 1](#) gezeigten Konstruktion zeigt [Fig. 2](#) eine Sicherheitsabdeckung **30**, die den (nicht gezeigten) Benutzer der Isolationsanordnung gemäß etablierten Sicherheitsstandards schützt. Elemente der Konstruktion, die jenen entsprechen, die oben mit Bezug auf [Fig. 1](#) besprochen wurden, sind gleich bezeichnet.

[0053] [Fig. 2](#) zeigt die Eingriffnahmeanordnung **24** mit Eingriffnahmearmen **32** und **33**, die in einer Eingriffnahmeposition um den Rotationsausgang **14** herum gezeigt sind. Wie weiter unten noch beschrieben wird, haben die Eingriffnahmearme **32** und **33** (nicht gezeigte) eine Eingriffnahme- und eine Löseposition, die sie in Reaktion auf eine Betätigung eines Eingriffnahmeantriebsmittels einnehmen, das in dieser Figur in Form eines linearen Stellgliedes **35** gezeigt ist.

[0054] Es ist eine Sicherheitsabdeckung **30** dargestellt, die mit einem Abdeckungsscharnier **31** verbunden ist, wodurch die Sicherheitsabdeckung in Reaktion auf eine Betätigung eines Abdeckungsstellgliedes **34** um dieses Scharnier herum gedreht werden kann. Im Betrieb ist die Sicherheitsabdeckung während der Durchführung des Testverfahrens in der Position angeordnet, die in der Figur gezeigt ist, und sie ist in eine Position angehoben, die nicht gezeigt ist, um das Installieren und das Herausnehmen des im Test befindlichen Systems, d. h. des Differentialgetriebes **11**, zu ermöglichen.

[0055] [Fig. 2](#) zeigt des Weiteren einen Antriebsmotor **40**, der in dieser Ausführungsform mit einer Riemenscheibe **42**, die in [Fig. 1](#) gezeigt ist, verbunden ist.

[0056] [Fig. 3](#) ist eine auseinandergezogene Seitenansicht der Ausführungsform von [Fig. 1](#), wobei bestimmte Antriebskomponenten gezeigt sind. Elemente der Konstruktion, die bereits besprochen wurden, sind gleich bezeichnet. Die Antriebsanordnung und die Art und Weise, in der sie mit dem Differentialgetriebe **11** verbunden ist, wird weiter unten anhand der [Fig. 5–Fig. 8](#) eingehender besprochen.

[0057] [Fig. 4](#) ist eine Draufsicht auf die Ausführungsform von [Fig. 1](#).

rungsform von [Fig. 1](#). Elemente der Konstruktion, die bereits besprochen wurden, sind gleich bezeichnet. Des Weiteren wurde das Differentialgetriebe **11** weggelassen und ist darum in dieser Figur nicht zu sehen.

[0058] In [Fig. 4](#) ist einer jeden Lastabnehmeranordnung **28** bzw. **29** eine der Lastabnehmerkupplungsanordnungen **44** bzw. **45** zugeordnet, von denen jede über einen Lastabnehmerriemen **46** bzw. **47** mit einer der Lastabnehmereinheiten **48** bzw. **49** verbunden ist. Die Lastabnehmeranordnung **28** wird weiter unten anhand von [Fig. 11](#) näher beschrieben, und die Lastabnehmerkupplungsanordnungen **44** und **45** werden anhand von [Fig. 12](#) näher beschrieben. In [Fig. 4](#) sind die (in dieser Figur nicht gezeigten) Rotationsausgänge **14** und **15** mit jeweiligen zugehörigen Lastabnehmerkupplungsanordnungen **44** bzw. **45** verbunden (wobei die Kupplung in dieser Figur nicht gezeigt ist), die, wie oben angemerkt, mehrere Grade an Bewegungsfreiheit ermöglichen. Die Lastabnehmereinheiten **48** und **49** haben in dieser speziellen veranschaulichenden Ausführungsform der Erfindung die Form von elektrischen Bremsen oder Elektromotoren. Natürlich können bei der Durchführung der Erfindung auch andere Formen von Lastabnehmern verwendet werden. Bei Ausführungsformen der Erfindung, wo die Lastabnehmereinheiten die Form von Elektromotoren haben, können diese Motoren simulierte Brems- und Antriebsvorgänge ausführen. Somit können bei der vorliegenden Ausführungsform, wo die Isolationsanordnung für das Testen einer Antriebskomponente eines Fahrzeuges, wie beispielsweise eines Differentialgetriebes, verwendet wird, die Lastabnehmereinheiten in einem Schlepp- oder Generatormodus betrieben werden, wobei das Differentialgetriebe in einem simulierten Antriebsmodus betrieben werden würde. Das heißt, die Last wird von dem Differentialgetriebe angetrieben. Alternativ können die Lastabnehmereinheiten in einem Motorantriebsmodus betrieben werden, wobei das Differentialgetriebe selbst durch die Last angetrieben wird, d. h. in einem simulierten Leerlaufmodus betrieben wird. Bei einer überaus vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung kann das Differentialgetriebe in Antriebs- und Leerlaufbetriebsmodi in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung betrieben und dadurch getestet werden. Man erinnere sich, dass während der Antriebs- und Leerlaufbetriebsmodi verschiedene (nicht gezeigte) Zahnradflächen innerhalb des Differentialgetriebes veranlasst werden, miteinander zu kommunizieren, wodurch ein erweiterter Testumfang angeboten wird.

[0059] [Fig. 5](#) ist eine teilweise frontale Phantomdarstellung einer Antriebsanordnung, die einem im Test befindlichen isolierten mechanischen Energieübertragungssystem mechanische Rotationsenergie zuführt. Elemente der Konstruktion, die bereits besprochen wurden, sind gleich bezeichnet. Die Abtriebs-

wellen **52** und **53** ragen in dieser Figur aus der fragmentarischen Darstellung der Rotationsausgänge **14** bzw. **15** heraus. Die Abtriebswellen drehen sich in Reaktion auf das Ansetzen eines Rotationsantriebes an den Rotationseingang **13**.

[0060] [Fig. 6](#) ist eine Seitenansicht des Antriebssystems von [Fig. 5](#). Die Funktionsweise der Antriebsanordnung, die eine Rotationsantriebskraft an den Rotationseingang **13** des Differentialgetriebes **11** anlegt, wird im vorliegenden Text anhand der [Fig. 5–Fig. 9](#) beschrieben. Wie gesagt, ist der Antriebsmotor **40** über einen Antriebsriemen **41** mit der Riemenscheibe **42** verbunden, die an einer Abtriebswelle **55** installiert ist, die in den Figuren so dargestellt ist, dass sie axial vertikal verläuft. Die Riemenscheibe **42** enthält eine (nicht gezeigte) Drehmomenterfassungsanordnung, die ein elektrisches Signal abgibt, das eine Reaktion auf einen Drehmomentunterschied zwischen der Riemenscheibe und der Abtriebswelle **55** darstellt. Das elektrische Signal, das eine Reaktion auf ein (nicht gezeigtes) Drehmoment darstellt, kann am Signalausgabeanschluss **56** abgegriffen werden.

[0061] Bei dieser speziellen veranschaulichenden Ausführungsform der Erfindung haben die in der Riemenscheibe **42** angeordnete Drehmomenterfassungsanordnung und ihr zugehöriger Signalausgabeanschluss **56** die Form eines (nicht gezeigten) Belastungsmessers, der so installiert ist, dass er auf die Verschiebung eines (nicht gezeigten) Steges anspricht. Das heißt, bei der Realisierung dieses Aspektes der Erfindung wird Drehmoment über einen Steg übertragen, wodurch das Drehmoment beispielsweise an den Rand des Steges angelegt wird und eine Abtriebswelle näher zur Mitte des Steges hin angekoppelt ist. Natürlich kann es auch umgedreht werden. Wenn Drehmoment angelegt wird, so wird der Steg entsprechend verformt, und ein an dem Steg installierter Belastungsmesser misst die Verformung in dem Steg in Reaktion auf das angelegte Drehmoment. Über einen vorgegebenen Drehmomentbereich hinweg kann die Verformung des Steges, wie sie durch den Belastungsmesser festgestellt wird, mit der Größenordnung des angelegten Drehmoments korreliert werden. Der Signalausgabeanschluss **56** enthält bei dieser speziellen veranschaulichenden Ausführungsform der Erfindung zusätzlich eine (nicht gezeigte) Schaltungsanordnung, die eine Wechselspannungsverbindung zu der Drehmomenterfassungsanordnung aufweist und das resultierende Drehmomentsignal moduliert und demoduliert.

[0062] Wie in [Fig. 6](#) dargestellt, ist die Welle **55** mittels eines Paares Radiallager **58** gegen axiale Querbewegung gesichert. Die Abtriebswelle **55** dreht sich daher um ihre Achse in Reaktion auf eine rotationale Antriebsenergie, die durch den Antriebsmotor **40** erzeugt und ihr durch den Antriebsriemen **41** zugeführt

wird.

[0063] Eine Kupplungsanordnung **60**, die axial auf der Antriebswelle **55** befestigt ist, gestattet eine elastische axiale Verschiebung einer Kupplungswelle **62** relativ zu der Achse der Antriebswelle **55**. Die Kupplungsanordnung **60** besteht aus einem geflanschten Element **61**, das so angekoppelt ist, dass es sich mit der Antriebswelle **55** dreht. Wie zu sehen, befindet sich ein weiteres geflanshtes Element **63** in Eingriff mit der Kupplungswelle **62**. Die geflanschten Elemente **61** und **63** sind jeweils mit einem elastischen Element **65** versehen, das die zulässige axiale Verschiebung der Kupplungswelle **62** relativ zu der Mittelachse, die durch die Antriebswelle **55** definiert wird, ermöglicht. Die Rotationsenergie wird über ein Zwischenelement **67** übertragen, mit dem die elastischen Elemente **65** in Verbindung stehen.

[0064] [Fig. 7](#) ist eine Seitenansicht des Antriebssystems von [Fig. 6](#), die vergrößert wurde, um mehr Details zu zeigen. Wie in den [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) gezeigt, ist das oberste Ende der Kupplungswelle **62** dafür vorgesehen, mit dem Rotationseingang **13** des Differentialgetriebes **11** (in diesen Figuren in fragmentarischer Form gezeigt) verbunden zu werden. Das Differentialgetriebe **11** ist vom herkömmlichen Typ, wobei eine Sechskantmutter **69** ([Fig. 7](#)) am Rotationseingang **13** installiert ist. Der Rotationseingang **13** ist als Vorgelegewelle ausgebildet, und die Sechskantmutter **69** ist daran angeschraubt. Das Anlegen eines hohen Anzugsdrehmoments an die Sechskantmutter **69** während des Zusammenbaus des Differentialgetriebes verhindert, dass sie sich löst, wenn über die Kupplungswelle **62** Rotationsenergie zugeführt wird.

[0065] [Fig. 7](#) zeigt das Differentialgetriebe **11**, während es an der Kupplungswelle **62** installiert wird, so dass die Sechskantmutter **69** in zwei Positionen gezeigt ist, wo sie mit **69** bzw. **69'** bezeichnet ist. Nach der Installation des Differentialgetriebes **11** steht die Sechskantmutter **69** mit einem Mutterantriebsmittel **70** in Eingriff. Das Mutterantriebsmittel **70** ist axial verschiebbar und ist darum in zwei Positionen gezeigt ist, wo es mit **70** bzw. **70'** bezeichnet ist.

[0066] [Fig. 8](#) ist eine Seitenansicht eines Mutterantriebsmittels **70**, welches das Antriebssystem mit dem im Test befindlichen mechanischen System verbindet. [Fig. 9](#) ist eine Draufsicht auf das Mutterantriebsmittel **70** von [Fig. 8](#), worin drei Eingriffnahmeflächen zur Eingriffnahme der Flanken einer (in dieser Figur nicht gezeigten) Sechskantmutter am Rotationseingang des im Test befindlichen mechanischen Systems gezeigt sind. Wie in [Fig. 8](#) und [Fig. 9](#) gezeigt, hat das Mutterantriebsmittel **70** eine konische Außenseite, wenn es von der Seite betrachtet wird ([Fig. 8](#)). Innen ist das Mutterantriebsmittel **70** mit drei Eingriffnahmeflächen **71** versehen. Die Eingriff-

nahmeflächen nehmen die Flankenflächen der (nicht gezeigten) Mutter am Rotationseingang **13** des Differentialgetriebes **11** in Eingriff. Das Mutterantriebsmittel kann, wie oben erwähnt, axial entlang der Achse der Kupplungswelle **62** verschoben werden und wird durch die Wirkung eines elastischen Federelements **72** ([Fig. 6](#)) nach oben in Richtung der Mutter am Rotationseingang des Differentialgetriebes gedrängt. Somit wird das Mutterantriebsmittel durch die Wirkung der von der Feder **72** ausgehenden leichten elastischen Vorspannung in Verbindung mit der Mutter gedrängt, wodurch die Eingriffnahme zwischen dem Mutterantriebsmittel **70** und der (in den [Fig. 8](#) und [Fig. 9](#) nicht gezeigten) Sechskantmutter am Rotationseingang des Differentialgetriebes **11** gewährleistet wird. Es ist anzumerken, dass die leichte axiale Vorspannung, die durch die Eingriffnahmefeder angelegt wird, vernachlässigt werden kann und dem Differentialgetriebe ein Maß an Bewegungsfreiheit in axialer Richtung gestattet.

[0067] Wenden wir uns noch einmal [Fig. 7](#) zu, wo Sensoren **73–76** gezeigt sind, die verschiedene Aspekte des Betriebes des Differentialgetriebes in Reaktion auf das Anlegen der zugeführten Rotationsenergie überwachen. Bei einer Ausführungsform der Erfindung sind die verschiedenen Sensoren beispielsweise dafür konfiguriert, die Winkelposition des Rotationseingangs, die transaxiale Verschiebung der Antriebswelle, die transaxiale Verschiebung des Differentialgetriebes in Reaktion auf das Anlegen der zugeführten Rotationsenergie, die Temperatur in der Region des (nicht gezeigten) Eingangslagers des Differentialgetriebes, den Lärm usw. zu überwachen.

[0068] [Fig. 10](#) ist eine Seitenansicht einer Klemmanordnung, die gemäß den Grundsätzen der Erfindung konstruiert ist, wobei die Klemmanordnung in zwei Positionen gezeigt ist. Elemente der Konstruktion, die den bereits besprochen entsprechen, sind gleich bezeichnet. Wie gezeigt, ist der Träger **18** veranschaulicherweise über ein oder mehrere Befestigungsmittel **140** mit der Basis **20** verbunden. Bei dieser Ausführungsform ist ein Paar elastischer Stützelemente **141** am Tragelement **18** angeordnet, worauf ein Isolationsträger **142** ruht. Der Isolationsträger hat einen mittigen V-förmigen Abschnitt **144**, in dessen Nähe Traglager **146** und **147** installiert sind. Der Rotationsausgang **14** des (in dieser Figur nicht gezeigten) Differentialgetriebes **11** ruht auf den Traglagern.

[0069] Die Eingriffnahmearme **32** und **33** haben, wie oben angemerkt, eine erste und eine zweite Position, die einem geöffneten bzw. einem geschlossenen Zustand entsprechen. Die Eingriffnahmearme **32** und **33** sind im geschlossenen Zustand gezeigt, wobei der Rotationsausgang **14** an den Traglagern **146** und **147** festgeklammert ist. Wenn sich die Haltearme in der geöffneten Stellung befinden, die mit **32'** und **33'** be-

zeichnet ist (in Strichlinie gezeigt), so kann das Differentialgetriebe entnommen oder auf dem Isolationsträger **142** installiert werden. Ein Betätigen der Eingriffnahmealarme zwischen dem geöffneten und dem geschlossenen Zustand wird durch ein Bewegen des linearen Stellgliedes **35** bewirkt, das mit den Eingriffnahmealarmen durch jeweilige zugehörige Eingriffnahmekupplungsglieder **148** bzw. **149** verbunden ist. Die Eingriffnahmekupplungsglieder **148** bzw. **149** sind jeweils an einem ersten Ende mit einem zugehörigen Eingriffnahmealarm **32** bzw. **33** verbunden, und sie sind jeweils miteinander an einem zentralen Schwenkpunkt **150** verbunden. Ein Anker **151** des linearen Stellgliedes **35** bewegt sich vertikal aufwärts, um das Festklemmen und Lösen des Rotationsausgangs **14** zu bewirken.

[0070] Wenn der Anker **151** aufwärts bewegt wird, so werden die Eingriffnahmealarme **32** und **33** in Richtung des Rotationsausgangs **14** gedrängt, wodurch federbelastete Kontakte **152** und **153** mit dem Rotationsausgang **14** in Verbindung treten. Bei dieser Ausführungsform üben die federbelasteten Kontakte eine elastische Vorspannkraft gegen den Rotationsausgang **14** aus, wodurch das Verriegeln der Eingriffnahmealarme durch die Bewegung des Ankers **151** unterstützt wird. Wenn der Anker vollständig nach oben gefahren ist, so werden die Eingriffnahmekupplungsglieder **148** und **149**, wie zu sehen, über den Punkt hinaus gedrängt, wo ihre jeweiligen Achsen parallel zueinander stehen, so dass die Eingriffnahmekupplungsglieder gegen die Unterseite des Isolationsträgers **142** vorgespannt werden. Es ist zu beachten, dass der (nicht ausdrücklich gezeigte) Schwenkzapfen, der an der Schwenkkupplung **150** mit dem Anker **151** verbunden ist, einen kleineren Durchmesser aufweist als die Öffnungen in den Eingriffnahmekupplungsgliedern. Während des Testens der Vibrationen und des Lärms des Differentialgetriebes ist somit der Anker **151** des linearen Stellgliedes **35** im Wesentlichen von den Eingriffnahmekupplungsgliedern **148** und **149** und dem Isolationsträger **142** getrennt.

[0071] Wenn das Differentialgetriebe **11** aus der Isolationsanordnung **10** entnommen werden soll, so wird der Anker **151** zurückgezogen, woraufhin die Schwenkkupplung **150** in die Position verschoben wird, die mit **150'** bezeichnet ist. In dieser Position sind die Eingriffnahmealarme zu der Position verschoben, die bei **32'** und **33'** in Strichlinie gezeigt sind.

[0072] Bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist einer oder sind beide der federbelasteten Kontakte **152** und **153** mit einem Verschiebungssensor **154** ausgestattet, der ein elektrisches Signal oder eine andere Anzeige erzeugt, das bzw. die eine Reaktion auf das Ausmaß der nach innen erfolgenden Verschiebung des federbelasteten Kontakts darstellt. Eine solche Anzeige würde eine Reaktion auf die Außenabmessung des Rotationsausgangs des Diffe-

rentialgetriebes **11** darstellen, wodurch ein Mittel zum Bestimmen von Abmessungsänderungen des (in dieser Figur nicht ausdrücklich kenntlich gemachten) Differentialgehäuses während eines Produktionslaufes bereitgestellt wird.

[0073] [Fig. 11](#) ist eine gemäß der Erfindung konstruierte kompakte Antriebsanordnung zum Verbinden des Rotationsausgangs eines (in dieser Figur nicht gezeigten) im Test befindlichen mechanischen Energieübertragungssystems mit einem rotierenden Lastabnehmer, die im Weiteren in der Form einer elektrischen Rotationsvorrichtung beschrieben wird, die in einem Antriebs- und einem Generatormodus betrieben werden kann. Wie in dieser Figur gezeigt, ist eine Lastabnehmeranordnung **80** mit einem Lastmotor **81** versehen, der eine Riemenscheibe **82** aufweist, die so angeordnet ist, dass sie sich mit einer Lastmotorwelle **83** dreht.

[0074] Bei dieser speziellen Ausführungsform ist die Riemenscheibe **82** über einen Lastriemen **86** mit einer weiteren Riemenscheibe **85** verbunden. Die Riemenscheibe **85** ist mit einer röhrenförmigen Welle **89** verbunden, die einen geflanschten Abschnitt **90** aufweist und in axialer Verbindung mit einer röhrenförmigen Welle **89** steht. In einer ähnlichen Weise wie im Fall der Riemenscheibe **46** in [Fig. 6](#) enthält die Riemenscheibe **82** in [Fig. 11](#) eine Drehmomenterfassungsanordnung **87**, die ein (nicht gezeigtes) elektrisches Signal erzeugt, das eine Reaktion auf einen Drehmomentunterschied zwischen der Riemenscheibe und der Lastmotorwelle **83** darstellt. Das elektrische Signal, das eine Reaktion auf ein Drehmoment darstellt, kann am Signalabgabeanschluss **84** abgegriffen werden, wie unten beschrieben.

[0075] Bei dieser speziellen veranschaulichenden Ausführungsform der Erfindung enthalten die in der Riemenscheibe **82** angeordnete Drehmomenterfassungsanordnung **87** und ihr zugehöriger Signalausgabeanschluss **84** einen Belastungsmesser **88**, der so installiert ist, dass er auf die Verschiebung eines Steges **92** anspricht. Das heißt, bei der Realisierung dieses Aspektes der Erfindung wird Drehmoment über den Steg **92** übertragen, wobei das Drehmoment beispielsweise an den Rand des Steges angelegt wird und eine Abtriebswelle **98** näher zur Mitte des Steges hin angekoppelt ist. Natürlich kann das Drehmoment auch in umgekehrter Drehrichtung angelegt werden. Wenn das Drehmoment angelegt wird, so wird der Steg **92** entsprechend verformt, und ein an dem Steg installierter Belastungsmesser **88** misst die Verformung in dem Steg in Reaktion auf das angelegte Drehmoment. Über einen vorgegebenen Drehmomentbereich hinweg kann die Verformung des Steges **92**, wie sie durch die Messung des elektrischen Reaktionssignals vom Belastungsmesser **88** am Signalausgabeanschluss **84** festgestellt wird, mit der Größenordnung des angelegten Drehmoments

korreliert werden.

[0076] Wie oben in Bezug auf den Signalausgabeanschluss **56** in [Fig. 6](#) beschrieben, enthält bei dieser speziellen veranschaulichenden Ausführungsform der Erfindung der Signalausgabeanschluss **84** in [Fig. 11](#) zusätzlich eine (nicht gezeigte) Schaltungsanordnung, die eine Wechselspannungsverbindung zu der Drehmomenterfassungsanordnung aufweist und das resultierende Drehmomentsignal moduliert und demoduliert. Das Drehmomentsignal ist in hohem Grade eine Reaktion auf die Last- oder Antriebsscharakteristik des Lastmotors **81**, der durch das Anlegen eines geeigneten (nicht gezeigten) elektrischen Signals oder das Anschließen (nicht gezeigter) elektrischer Lastabnehmer an seine elektrischen Anschlüsse **99** gesteuert werden kann.

[0077] Die röhrenförmige Welle **89** ist drehbar in Kugellagern **91** gelagert. Auf der anderen Seite der Riemenscheibe **85** ist ein elastisches Element **93** angeordnet, das so befestigt ist, dass es durch die Wirkung einer Endkappe **94** in Verbindung mit der Riemenscheibe **85** bleibt. In der Endkappe **94** ist eine Lastwelle **95** befestigt; die so angeordnet ist, dass sie sich entlang der Innenlänge der röhrenförmigen Welle **89** erstreckt. Somit dreht sich die Lastwelle **95** ungeachtet der Tatsache, dass die röhrenförmige Welle **89** axial in einem Träger **96** fixiert ist, mit der röhrenförmigen Welle, kann sich aber quer zur Drehachse **98** verschieben. Somit hätte jedes (in dieser Figur nicht gezeigte) Rotationselement, das mit der Lastwelle **95** an ihrer zugehörigen Kupplung **97** verbunden werden würden, Bewegungsfreiheit in jeder Richtung quer zur Drehachse der Lastwelle und wäre darum nicht in axialer Querrichtung begrenzt.

[0078] [Fig. 12](#) ist eine teilweise im Querschnitt gezeigte Seitenansicht einer kompakten Antriebsanordnung, die in einiger Hinsicht der von [Fig. 11](#) ähnelt. Diese Figur zeigt ein Wellenlagersystem **100**, das den Grad an Bewegungsfreiheit bietet, der oben in Bezug auf die Ausführungsform von [Fig. 11](#) besprochen wurde, und zusätzlich eine Axialdrucklagerung bietet. Das Wellenlagersystem **100** ist mit einer Riemenscheibe **101** ausgestattet, die über einen Riemen **102** mit einem anderen (nicht gezeigten) Rotationselement verbunden werden kann. Die Riemenscheibe ist an einer röhrenförmigen Welle **104** befestigt, die axial in einem Lager **105** durch Kugellager **106** fixiert ist. Am anderen Ende der röhrenförmigen Welle **104** ist die röhrenförmige Welle radial so aufgeweitet, dass ein Wellenabschnitt **108** mit einem Durchmesser entsteht, der größer ist als der Durchmesser des mittleren Abschnitts der röhrenförmigen Welle. Eine elastische Kupplungsanordnung, die allgemein mit **110** bezeichnet ist, ist elastisch mit dem Wellenabschnitt **108** verbunden. Die elastische Kupplungsanordnung **110** ist mit einer Zwischenplatte **111** und einer Abschlussplatte **112** versehen, die

elastisch miteinander verbunden sind, wodurch sie sich mit der röhrenförmigen Welle **104** drehen. Eine zentrale Welle **114** ist so an ihrem äußersten rechten Ende mit der Abschlussplatte **112** verbunden, dass sie sich damit drehen kann. Die zentrale Welle hat jedoch Bewegungsfreiheit in allen Richtungen quer zu ihrer Drehachse. Jede Bewegung der zentralen Welle **114** nach rechts ist durch einen Endanschlag **115** begrenzt, der in dieser Ausführungsform so angeordnet ist, dass einen Grad an axialer Verstellbarkeit bietet. Das andere Ende der zentralen Welle **114** ist mit einer elastischen Kupplungsanordnung verbunden, die allgemein mit **117** bezeichnet ist.

[0079] [Fig. 13](#) ist eine vergrößerte, teilweise in Phantomdarstellung gezeigte Ansicht des elastischen Kupplungselements von [Fig. 12](#). Das elastische Kupplungselement **117** ist in dieser Figur in einer vergrößerten Form gezeigt, um diese detaillierte Beschreibung zu unterstützen. Die zentrale Welle **114** ([Fig. 12](#)) hat einen Endabschnitt **120** mit verringertem Durchmesser, an dem eine geflanschte Scheibe **121** installiert ist, die einen Abschnitt **122** mit verringertem Durchmesser und einen Flansch **123** dort herum aufweist. Ein weiteres geflanshtes Element **125** ist an dem Abschnitt **120** mit verringertem Durchmesser der zentralen Welle **114** installiert, wobei ein Scherstift **127** zwischen der geflanschten Scheibe **121** und einem weiteren geflanschten Element **125** angeordnet ist. Außerdem ist ein ringförmiger Abschnitt **128** so angeordnet, dass er die geflanschte Scheibe und das weitere geflanschte Element umgibt und umfänglich über der axialen Region liegt, wo das elastische Element **127** angeordnet ist. Alle diese Elemente sind mittels eines Befestigungsmittels **129** und einer Scheibe **130** an dem Endabschnitt **120** mit verringertem Durchmesser der zentralen Welle **114** befestigt. Wie gezeigt, ist das Befestigungsmittel **129** axial auf das Ende der zentralen Welle **114** aufgeschraubt.

[0080] Ein Tragabschnitt **132** ist mittels Befestigungsmitteln **133** auf dem weiteren geflanschten Element **125** befestigt. Der Tragabschnitt **132** ist mittels Bolzen **136** elastisch mit einer geflanschten Welle **135** verbunden. Obgleich die zentrale Welle **114** Bewegungsfreiheit quer zu ihrer Drehachse aufweist, bietet somit die elastische Kupplungsanordnung **117** noch weitere Bewegungsfreiheit in allen Richtungen quer zur Drehachse für die geflanschte Welle **135**. Die geflanschte Welle **135** ist bei einer Ausführungsform der Erfindung letztendlich mit einem Rotationsausgang verbunden, wie beispielsweise dem Rotationsausgang **15** von [Fig. 1](#). Alternativ kann das Wellenlagersystem **100** in der Antriebsanordnung von [Fig. 6](#) dazu verwendet werden, der Antriebswelle einen hohen Grad an Bewegungsfreiheit seitlich zur Drehachse zu verleihen.

[0081] [Fig. 14](#) ist eine isometrische Darstellung ei-

ner Anordnung zum Isolieren eines im Test befindlichen Systems, wobei das Isolationssystem gemäß den Grundsätzen der Erfindung konstruiert ist. Bei dieser Ausführungsform ist das im Test befindliche System ein elektrisches Energieübertragungssystem. Wie in dieser Figur gezeigt, isoliert ein Isolationsträger **160** eine elektrische Energieübertragungsvorrichtung, die zur Veranschaulichung die Form eines Transformators **162** hat. Der elektrische Transformator ist mittels einer Kniehebelverriegelungsvorrichtung **165** an der Isolationsbasis **164** befestigt. Die Isolationsbasis **164** ist von der Aufstandsfläche **166** mittels mehrerer elastischer Isolationselemente **170** mechanisch isoliert. Das heißt, die Isolationsbasis hat dank der elastischen Isolationselemente Bewegungsfreiheit in wenigstens einer Bewegungsebene und vorzugsweise in mehreren Bewegungsebenen.

[0082] In der Durchführung dieser speziellen veranschaulichenden Ausführungsform der Erfindung haben die elastischen Isolationselemente eine Elastizitätscharakteristik, die – wie oben im Zusammenhang mit anderen Ausführungsformen der Erfindung angesprochen – eine Eigenfrequenz des Isolationsträgers **160** und des Transformators **162** ausschließen. Die Bewegung des Transformators und des Isolationsträgers ist daher im Wesentlichen vollständig eine Reaktion auf die elektrische Energie, die zum oder vom Transformator **162** über seine elektrischen Anschlüsse **172** übertragen wird.

[0083] [Fig. 15](#) ist ein Ablaufdiagramm eines typischen Verfahrens zur Durchführung einer Energieanalyse eines Getriebesystems. Bei diesem bekannten System werden im Test befindliche Zahnräder **180** durch einen Antrieb **181** angetrieben, dessen Drehzahl durch eine Drehzahlsteuerung **183** gesteuert wird. Informationen bezüglich der Antriebsdrehzahl werden zu einem digitalen Datenspeichersystem **185** geleitet.

[0084] Analoge Sensoren **187** erhalten analoge Daten von den im Test befindlichen Zahnrädern **180**, wobei die analogen Signale von den Sensoren zu einem A/D-Wandler **188** geleitet werden. Der A/D-Wandler führt die Umwandlung der analogen Signale in Reaktion auf einen Takt **190** durch, und die resultierenden digitalen Daten werden zum digitalen Datenspeichersystem **185** geleitet. Somit enthält das digitale Datenspeichersystem **185** die digitalisierten analogen Signale, die von den Sensoren **187** stammen, wobei diese Daten mit der Drehzahl korreliert werden, mit der die im Test befindlichen Zahnräder **180** angetrieben werden.

[0085] Die digitalen Daten des digitalen Datenspeichersystems **185** werden in den Frequenzbereich umgewandelt, indem sie bei Schritt **193** einer schnellen Fourier-Transformation unterzogen werden. Die resultierenden Frequenzkomponenten werden dann

bei Schritt **194** geordnet und bei Schritt **195** manuell analysiert. Bei diesem Schritt werden die erfassten Daten im Frequenzbereich anhand vorgegebener Testkriterien analysiert. Bei Schritt **197** wird dann die Entscheidung "bestanden/nicht bestanden" getroffen. Wenn die vorgegeben Kriterien nicht erfüllt werden, so wird bei Schritt **198** ein "Nicht bestanden"-Signal erzeugt. Andernfalls wird bei Schritt **199** ein "Bestanden"-Signal erzeugt.

[0086] [Fig. 16](#) ist ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zur Durchführung einer Energieanalyse gemäß den Grundsätzen der vorliegenden Erfindung. Wie in dieser Figur gezeigt, werden im Test befindliche Zahnräder **201** durch ein Antriebssystem **202** in Drehung versetzt, wobei dieses Antriebssystem **202** auch einen Kodierer **204** antreibt. Der Kodierer **204** liefert Signale, die eine Reaktion auf die Drehung der im Test befindlichen Zahnräder **201** darstellen, an einen A/D-Wandler **206**. Bei dieser Ausführungsform dient das Signal vom Kodierer **204** als ein Schrittmachertakt für den A/D-Wandler. Informationen bezüglich Lärm und Verschiebung, die von den im Test befindlichen Zahnrädern stammen, werden durch analoge Sensoren **207** erfasst. Die resultierenden analogen Signale werden dem A/D-Wandler **206** zugeleitet, wo sie in digitale Signale umgewandelt werden, die mit der Drehbewegung des Antriebssystems **202** korreliert werden.

[0087] Die digitalen Signale vom A/D-Wandler **206** werden einem digitalen Datenspeicher **210** zugeleitet, wo sie in Korrelation zu den Antriebsinformationen gehalten werden, die vom Kodierer **204** stammen. Bei dieser speziellen veranschaulichenden Ausführungsform der Erfindung werden die digitalen Daten zweidimensional gespeichert, wobei die Sensorsignalamplitude mittels der y-Achse und die Drehposition mittels der x-Achse identifiziert wird. Die korrelierten digitalen Daten werden bei Schritt **212** einer schnellen Fourier-Transformation unterzogen, wobei die Daten in ihre Frequenzkomponenten umgewandelt werden.

[0088] Die Daten im Frequenzbereich werden bei Schritt **214** einer Verarbeitung unterzogen, wo unter Verwendung eines Datenfensters eine Leistungsspektrumsdichte erzeugt wird. Die Leistungsspektrumsdichte-Daten werden dann bei Schritt **215** harmonisch analysiert, um ihre Beziehung zu vorgegebenen Testkriterien zu bestimmen. Bei Schritt **216** wird die Entscheidung getroffen, ob die Leistungsspektrumsdichte-Daten vor dem Hintergrund vorgegebener Testkriterien "bestehen" oder "nicht bestehen". Wenn die vorgegebenen Kriterien nicht erfüllt werden, so wird bei Schritt **217** ein "Nicht bestanden"-Signal erzeugt. Andernfalls wird bei Schritt **218** ein "Bestanden"-Signal erzeugt.

[0089] [Fig. 17](#) ist ein Diagramm eines Verfahrens

zur Durchführung einer Analyse **230** gemäß den Grundsätzen der vorliegenden Erfindung zum Ermitteln von Oberflächenerhebungen und Scharten in einem mechanischen Energieübertragungssystem. Wie in dieser Figur gezeigt, werden im Test befindliche Zahnräder **231** durch ein Antriebssystem **232** über einen Drehmomentsensor **234** in Drehung versetzt. Der Drehmomentsensor **234** sendet Signale, die eine Reaktion auf die Drehkraft darstellen, die an die im Test befindlichen Zahnräder **231** abgegeben wird, an einen A/D-Wandler **236**. Informationen bezüglich Lärm und Verschiebung, die von den im Test befindlichen Zahnrädern stammen, werden durch Lärmsensoren **237** erfasst, wozu (in dieser Figur nicht gezeigte) Geschwindigkeitssensoren, (in dieser Figur nicht gezeigte) Beschleunigungsmesser, (in dieser Figur nicht gezeigte) Mikrofone usw. gehören können. Die resultierenden Lärmsignale werden zum A/D-Wandler **236** geleitet, wo sie in digitale Signale umgewandelt werden, die mit dem Drehmoment korreliert werden, das durch das Antriebssystem **232** an die im Test befindlichen Zahnräder **231** angelegt wird.

[0090] Die digitalen Signale vom A/D-Wandler **236** werden einem digitalen Datenspeicher **240** zugeleitet, wo sie in Korrelation zu den Antriebsinformationen gehalten werden, die vom Drehmomentsensor **234** stammen. Bei dieser speziellen veranschaulichenden Ausführungsform der Erfindung werden die digitalen Daten als zwei zweidimensionale Datensätze gespeichert, wobei die Lärmsensorsignalamplitude mittels einer ersten y-Achse und die Zeit mittels der x-Achse identifiziert wird. Die Amplitude des Drehmomentsignals wird mittels einer zweiten y-Achse und die Zeit wiederum mittels der x-Achse identifiziert.

[0091] Die korrelierten Daten aus dem digitalen Datenspeicher **240** werden bei Schritt **242** einer Analyse unterzogen, wobei Spitzen, die gleichzeitig in den Drehmoment- und Lärmsignalwellenformen auftauchen, identifiziert werden. Diese Spitzen werden dann bei Schritt **244** gemessen, um zu bestimmen, ob sie zuvor festgelegte Schwellen überschreiten. Jene Spitzen, welche die zuvor festgelegten Schwellen überschreiten, werden dann bei Schritt **245** anhand der Oberschwingungen jeder Zahnradzahnfrequenz getestet, um zu bestimmen, ob die Spitzen einem anormalen Zustand entsprechen.

[0092] Bei Schritt **246** wird die Entscheidung getroffen, ob die im Test befindlichen Zahnräder vor dem Hintergrund vorgegebener Testkriterien "bestehen" oder "nicht bestehen". Wenn die vorgegebenen Kriterien nicht erfüllt werden, so wird bei Schritt **247** ein "Nicht bestanden"-Signal erzeugt. Andernfalls wird bei Schritt **248** ein "Bestanden"-Signal erzeugt. Bei einigen Ausführungsformen der Erfindung erfolgt bei Schritt **249** eine Berechnung der Schwere der Oberflächenerhöhungen oder Scharten, die zu den anor-

malen Zuständen führten.

[0093] Bei einer Ausführungsform des Verfahrens von [Fig. 17](#) erfolgt die Analyse lediglich mittels der Drehmomentdaten, die vom Drehmomentsensor **234** hergeleitet wurden, ohne Korrelation der Lärmdaten, die vom Lärmsensor **237** stammen. Bei dieser Ausführungsform kann deshalb auf den Lärmsensor **237** verzichtet werden, da das von ihm erzeugte Lärmsignal nicht verwendet wird. Der Drehmomentsensor **234** sendet daher Signale, die eine Reaktion auf die Drehkraft darstellen, die an die im Test befindlichen Zahnräder **231** abgegeben wird, an einen A/D-Wandler **236**, und die digitalen Daten werden als ein einzelner zweidimensionaler Datensatz gespeichert, wobei die Amplitude des Drehmomentsignals mittels der y-Achse und die Zeit mittels der x-Achse identifiziert wird.

[0094] Dann werden bei Schritt **244** die Spitzen im Drehmomentsignal gemessen, um zu bestimmen, ob sie eine zuvor festgelegte Schwelle überschreiten. Jene Spitzen, welche die zuvor festgelegten Schwellen überschreiten, werden dann bei Schritt **245** anhand der Oberschwingungen jeder Zahnradzahnfrequenz getestet, um zu bestimmen, ob die Spitzen anormalen Zuständen entsprechen.

[0095] Bei Schritt **246** wird die Entscheidung getroffen, ob die im Test befindlichen Zahnräder vor dem Hintergrund vorgegebener Testkriterien "bestehen" oder "nicht bestehen". Wenn die vorgegebenen Kriterien nicht erfüllt werden, so wird bei Schritt **247** ein "Nicht bestanden"-Signal erzeugt. Andernfalls wird bei Schritt **248** ein "Bestanden"-Signal erzeugt. Wie oben angesprochen, erfolgt bei Schritt **249** eine Berechnung der Schwere der Oberflächenerhöhungen oder Scharten, die zu dem anormalen Zustand führten.

Patentansprüche

1. Anordnung zum Überwachen eines Lärmsignals, das von einem Energieübertragungssystem abgegeben wird, während es einem Lärmtestverfahren unterzogen wird, wobei das Energieübertragungssystem von dem Typ ist, der einen Energieeingang (**13**) und wenigstens einen Energieausgang (**14**, **15**) aufweist, wobei die Anordnung Folgendes umfasst: eine Basis (**20**) zum Tragen der Anordnung und des Energieübertragungssystems; Isolationstragmittel (**18**, **19**) zum Tragen des Energieübertragungssystems, wodurch das Energieübertragungssystem in wenigstens einer Bewegungsebene relativ zu der Basis verschiebbar ist; Eingriffnahmemittel (**24**, **25**) zum Befestigen des Energieübertragungssystems an dem Isolationstragmittel; einen ersten Schallsensor, der an einer ersten Position in der Nähe des Energieübertragungssystems an-

geordnet ist, zur Erzeugung eines ersten Signals, das im Wesentlichen eine Reaktion auf einen qualitativen Zustand des Energieübertragungssystems darstellt; ein Wärmesensormittel zur Erzeugung eines Wärmesignals, das eine Reaktion auf eine Temperatur des Energieübertragungssystems darstellt; und ein Mittel zum Steuern der Empfindlichkeit des Schallsensors, das auf das Wärmesensormittel anspricht, zur Steuerung der Amplitude des ersten Signals in Abhängigkeit von der Temperatur zu steuern.

2. Anordnung nach Anspruch 1, wobei das Wärmesensormittel einen Infrarotsensor umfasst, der dazu dient, optisch mit dem Energieübertragungssystem zu kommunizieren.

3. Anordnung nach Anspruch 2, wobei das Wärmesensormittel eine Richtungscharakteristik aufweist und auf eine zuvor festgelegte Region des Energieübertragungssystems gerichtet ist, um eine Temperaturänderungsrate der zuvor festgelegten Region im Verhältnis zur Zeit zu ermitteln.

4. Anordnung nach Anspruch 1, wobei die Reaktion der Änderung der Lärmsignalamplitude im Verhältnis zur Temperatur gemäß einer nicht-linearen Beziehung zwischen Amplitude und Temperatur erfolgt.

5. Anordnung nach Anspruch 1, wobei des Weiteren ein Energiezufuhrmittel bereitgestellt ist, das mit dem Energieübertragungssystem verbunden ist und dazu dient, dem Energieübertragungssystem Energie zuzuführen.

6. Anordnung nach Anspruch 5, wobei das Energieübertragungssystem ein mechanisches Energieübertragungssystem ist und das Energiezufuhrmittel eine Quelle mechanischer Rotationsenergie umfasst.

7. Anordnung nach Anspruch 6, wobei des Weiteren ein Drehkupplungsmittel bereitgestellt ist, um die Quelle mechanischer Rotationsenergie mit dem Energieübertragungssystem zu verbinden.

8. Anordnung nach Anspruch 7, wobei das mechanische Energieübertragungssystem eine Vorwärts- und eine Rückwärts-Arbeitsrichtung aufweist und für die Vorwärts- und die Rückwärts-Arbeitsrichtung jeweils einen Antriebs- und einen Leerlaufmodus aufweist.

9. Anordnung nach Anspruch 8, wobei das mechanische Energieübertragungssystem wenigstens ein Paar miteinander in Eingriff stehender Elemente enthält, wobei wenigstens ein Element dieses Paares miteinander in Eingriff stehender Elemente ein Zahnrad mit einer Mehrzahl von Zähnen ist, wobei diese Zahnradzähne jeweils eine erste und eine zweite Zahnfläche aufweisen, die mit dem anderen Element

dieses Paares miteinander in Eingriff stehender Elemente kommunizieren, wobei eine Kommunikation zur Übertragung mechanischer Energie zwischen dem Paar miteinander in Eingriff stehender Elemente während des Vorwärtsantriebsmodus' und des Rückwärtsleerlaufmodus' in erster Linie über die jeweiligen ersten Zahnflächen bewirkt wird und während des Vorwärtsleerlaufmodus' und des Rückwärtsantriebsmodus' in erster Linie über die jeweiligen zweiten Zahnflächen bewirkt wird.

10. Anordnung nach Anspruch 9, wobei der erste Schallsensor an einer ersten Position in der Nähe des mechanischen Energieübertragungssystems angeordnet ist und das erste Signal eine Reaktion im Wesentlichen auf einen qualitativen Zustand der ersten Zahnflächen darstellt.

11. Anordnung nach Anspruch 10, wobei des Weiteren ein zweiter Schallsensor an einer zweiten Position in der Nähe des mechanischen Energieübertragungssystems angeordnet ist und dazu dient, ein zweites Signal zu erzeugen, das im Wesentlichen eine Reaktion auf einen qualitativen Zustand der zweiten Zahnflächen darstellt, und das Mittel zum Steuern der Empfindlichkeit des Schallsensors zusätzlich die Amplitude des zweiten Signals steuert.

12. Anordnung nach Anspruch 11, wobei sich die erste und die zweite Position distal voneinander an gegenüberliegenden Seiten des Paares miteinander in Eingriff stehender Elemente befinden.

13. Anordnung nach Anspruch 5, wobei das Energieübertragungssystem ein elektrisches Energieübertragungssystem ist und das Energiezufuhrmittel eine Quelle elektrischer Energie umfasst.

14. Anordnung nach Anspruch 13, wobei des Weiteren ein elektrischer Leistungsabnehmer bereitgestellt ist, der eine elektrische Ausgangsenergie von dem Energieübertragungssystem empfängt, wenn das Eingriffnahmemittel sich in der zweiten Position befindet.

15. Anordnung nach Anspruch 5, wobei der erste Schallsensor so konfiguriert ist, dass er mit dem Energieübertragungssystem kommuniziert, und das erste Signal eine Reaktion auf ein Betriebscharakteristikum des Energieübertragungssystems in Reaktion auf die von dem Energiezufuhrmittel zugeführte Energie darstellt.

16. Anordnung nach Anspruch 15, wobei der erste Schallsensor so konfiguriert ist, dass er das Energieübertragungssystem berührt.

17. Anordnung nach Anspruch 15, wobei der erste Schallsensor so konfiguriert ist, dass er das Isolationstragmittel berührt.

18. Anordnung nach Anspruch 15, wobei der erste Sensor so konfiguriert ist, dass er relativ zu dem Energieübertragungssystem verschoben werden kann.

19. Anordnung nach Anspruch 15, wobei der erste Schallsensor ein Mikrofon umfasst, das dazu dient, ein Signal zu erzeugen, das eine Reaktion auf eine Schallenergie darstellt, die von dem Energieübertragungssystem in Reaktion auf die von dem Energiezufuhrmittel zugeführte Energie abgegeben wird.

20. Anordnung nach Anspruch 15, wobei der erste Schallsensor einen Lasersensor umfasst, der dazu dient, ein Signal zu erzeugen, das eine Reaktion auf eine Verschiebung des Energieübertragungssystems in Reaktion auf die von dem Energiezufuhrmittel zugeführte Energie darstellt.

21. Anordnung nach Anspruch 15, wobei der erste Schallsensor einen Beschleunigungsmesser umfasst.

22. Anordnung nach Anspruch 15, wobei der erste Schallsensor einen Geschwindigkeitssensor umfasst.

23. Anordnung nach Anspruch 1, wobei das Isolationstragmittel das Energieübertragungssystem trägt, dergestalt, dass es in wenigstens einer zweiten Bewegungsebene relativ zur Basis bewegt werden kann.

24. Verfahren zum Testen eines Sammelgetriebes des Typs mit einem Eingang und einem Ausgang, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:

Installieren des Sammelgetriebes auf einer Montagevorrichtung, die elastisch eine Bewegung des Sammelgetriebes in alle Richtungen gestattet und die eine Elastizitätsfrequenzcharakteristik aufweist, die sämtliche Eigenfrequenzen des Sammelgetriebes ausschließt;

Anlegen eines Drehmoments an den Eingang des Sammelgetriebes, wodurch das Sammelgetriebe in Drehbewegung versetzt wird;

Ansetzen eines Leistungsabnehmers an den Ausgang des Sammelgetriebes;

Erfassen einer zuvor festgelegten Betriebscharakteristik des Sammelgetriebes; und

Steuern des Erfassungsschrittes in Reaktion auf eine Temperatur des Sammelgetriebes.

25. Verfahren nach Anspruch 24, wobei der Erfassungsschritt den Schritt des Erkennens von Schallenergie, die von dem Sammelgetriebe abgegeben wird, umfasst.

26. Verfahren nach Anspruch 25, wobei des Weiteren der Schritt des Erkennens elektromagnetischer

Energie, die von dem Sammelgetriebe abgegeben wird, ausgeführt wird.

27. Verfahren nach Anspruch 26, wobei der Schritt des Erkennens elektromagnetischer Energie den weiteren Schritt des Richtens eines Wärmeenergiesensors umfasst, um die Temperatur einer zuvor festgelegten Region des Sammelgetriebes umfasst.

28. Verfahren nach Anspruch 27, wobei die zuvor festgelegte Region eine Region eines Lagers des Sammelgetriebes ist.

29. Verfahren nach Anspruch 27, wobei der Steuerungsschritt den weiteren Schritt des Justierens der Empfindlichkeit eines Schallenergiesensors umfasst.

30. Verfahren nach Anspruch 28, wobei des Weiteren der Schritt des Überwachens einer Änderung der Temperatur der Lagerregion im zeitlichen Verlauf ausgeführt wird.

31. Verfahren nach Anspruch 30, wobei des Weiteren der Schritt des Ermittlens einer qualitativen Charakteristik des Lagers in Reaktion auf den Schritt des Überwachens einer Änderung der Temperatur der Lagerregion im zeitlichen Verlauf ausgeführt wird.

32. Verfahren nach Anspruch 26, wobei des Weiteren der Schritt des Ermittlens einer qualitativen Charakteristik eines Schmiermittels in dem Sammelgetriebe ausgeführt wird.

33. Verfahren nach Anspruch 26, wobei des Weiteren der Schritt des Ermittlens einer qualitativen Charakteristik eines Schmiermittels in dem Sammelgetriebe ausgeführt wird.

34. Verfahren nach Anspruch 27, wobei des Weiteren der Schritt des Korrelierens einer zuvor festgelegten Charakteristik der Schallenergie, die von dem Sammelgetriebe abgegeben wird, mit der Wärmeenergie, die von dem Sammelgetriebe abgegeben wird, ausgeführt wird.

35. Verfahren nach Anspruch 26, wobei des Weiteren der Schritt des Steuerns einer Empfindlichkeitscharakteristik eines Schallsensorsystems in Reaktion auf die Wärmeenergie, die von dem Sammelgetriebe abgegeben wird, ausgeführt wird.

36. Verfahren nach Anspruch 25, wobei der Schritt des Erkennens von Schallenergie, die von dem Sammelgetriebe abgegeben wird, den Schritt des Anordnens eines Mikrofons in der Nähe des Sammelgetriebes umfasst.

37. Verfahren nach Anspruch 24, wobei der Erfassungsschritt den Schritt des Erkennens von Vibrationsverschiebungsenergie, die von dem Sammelge-

triebe abgegeben wird, umfasst.

38. Verfahren nach Anspruch 37, wobei der Schritt des Erkennens von Vibrationsverschiebungsenergie, die von dem Sammelgetriebe abgegeben wird, den weiteren Schritt des Bewirkens einer Kommunikation zwischen einem Beschleunigungsmesser und dem Sammelgetriebe umfasst.

39. Verfahren nach Anspruch 37, wobei der Schritt des Erkennens von Vibrationsverschiebungsenergie, die von dem Sammelgetriebe abgegeben wird, den weiteren Schritt des Bewirkens einer Kommunikation zwischen einem Geschwindigkeitssensor und dem Sammelgetriebe umfasst.

40. Verfahren nach Anspruch 24, wobei der Erfassungsschritt den weiteren Schritt des Überwachens eines ersten Sensors umfasst, der Schallenergie empfängt, die eine Reaktion auf einen qualitativen Zustand des Sammelgetriebes in einem Antriebsbetriebsmodus darstellt.

41. Verfahren nach Anspruch 40, wobei der Erfassungsschritt den weiteren Schritt des Überwachens eines zweiten Sensors umfasst, der Schallenergie empfängt, die eine Reaktion auf einen qualitativen Zustand des Sammelgetriebes in einem Leerlaufbetriebsmodus darstellt.

42. Verfahren nach Anspruch 41, wobei der Steuerungsschritt den weiteren Schritt des Steuerns eines Ausgangssignals von dem zweiten Sensor in Reaktion auf die Temperatur des Sammelgetriebes umfasst.

43. Verfahren nach Anspruch 41, wobei der erste und der zweite Sensor jeweils an einer Position angeordnet sind, die distal voneinander liegen, wobei das Sammelgetriebe dazwischen angeordnet ist.

Es folgen 15 Blatt Zeichnungen

FIG. 2

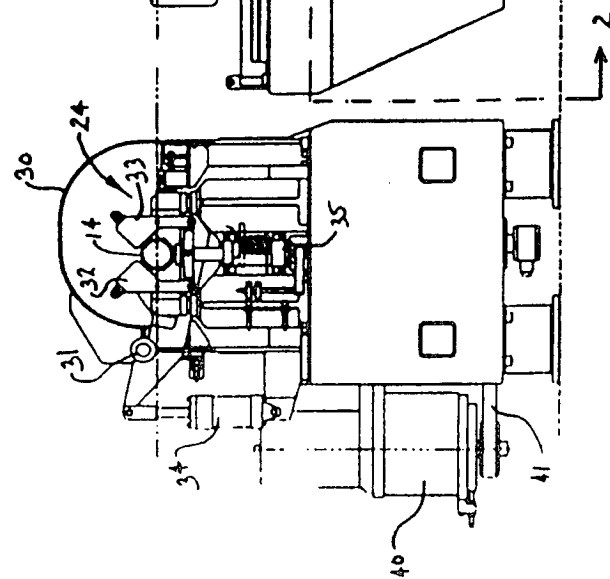


FIG. 1

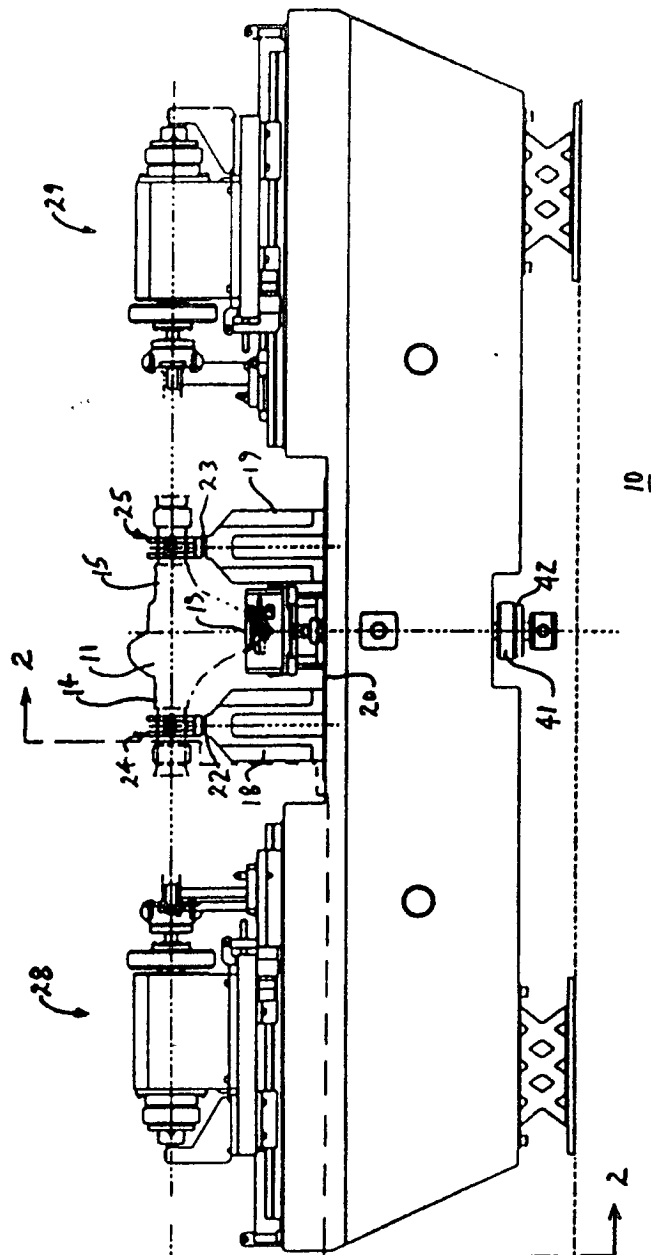


FIG. 3

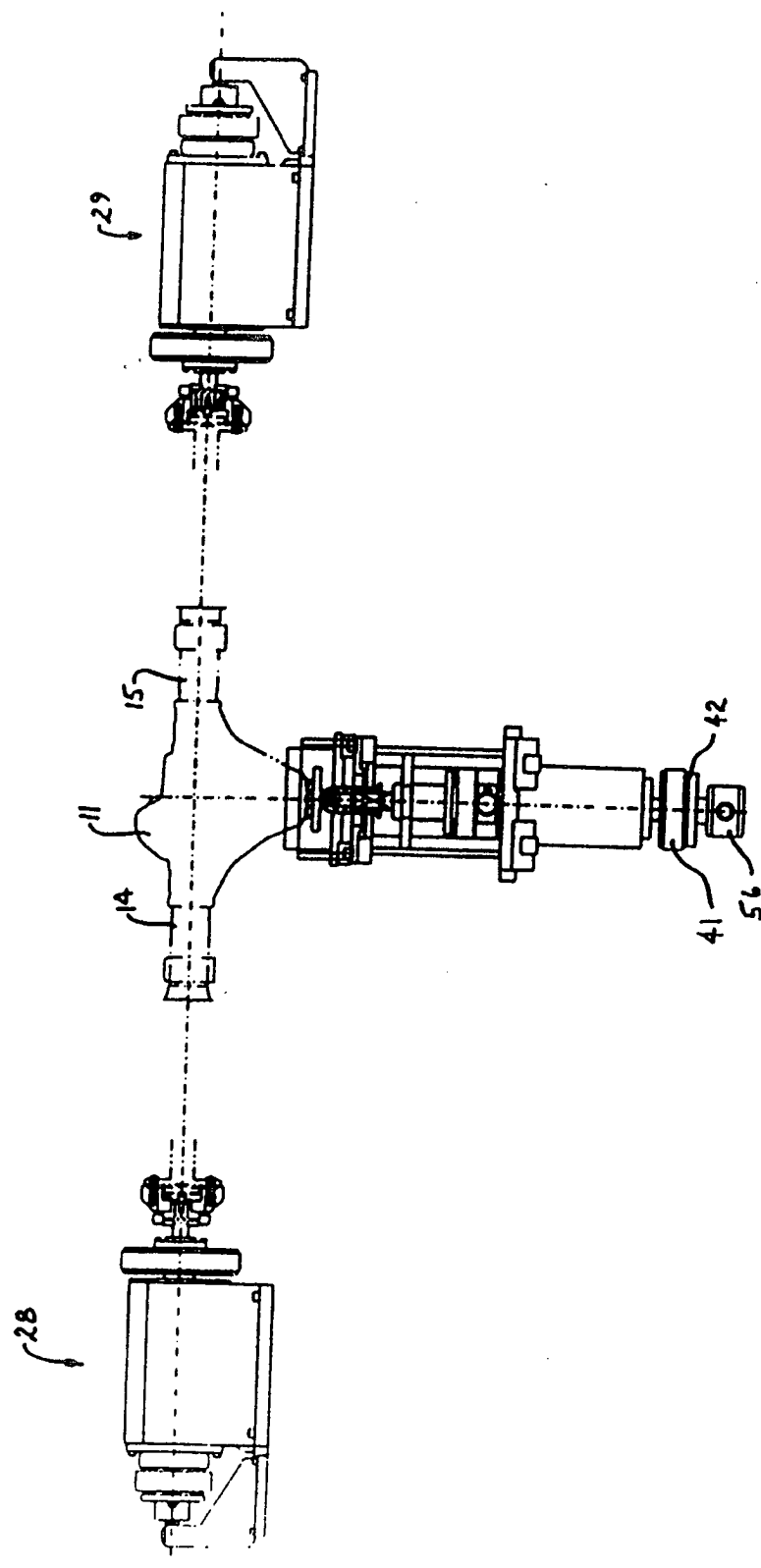


FIG. 4

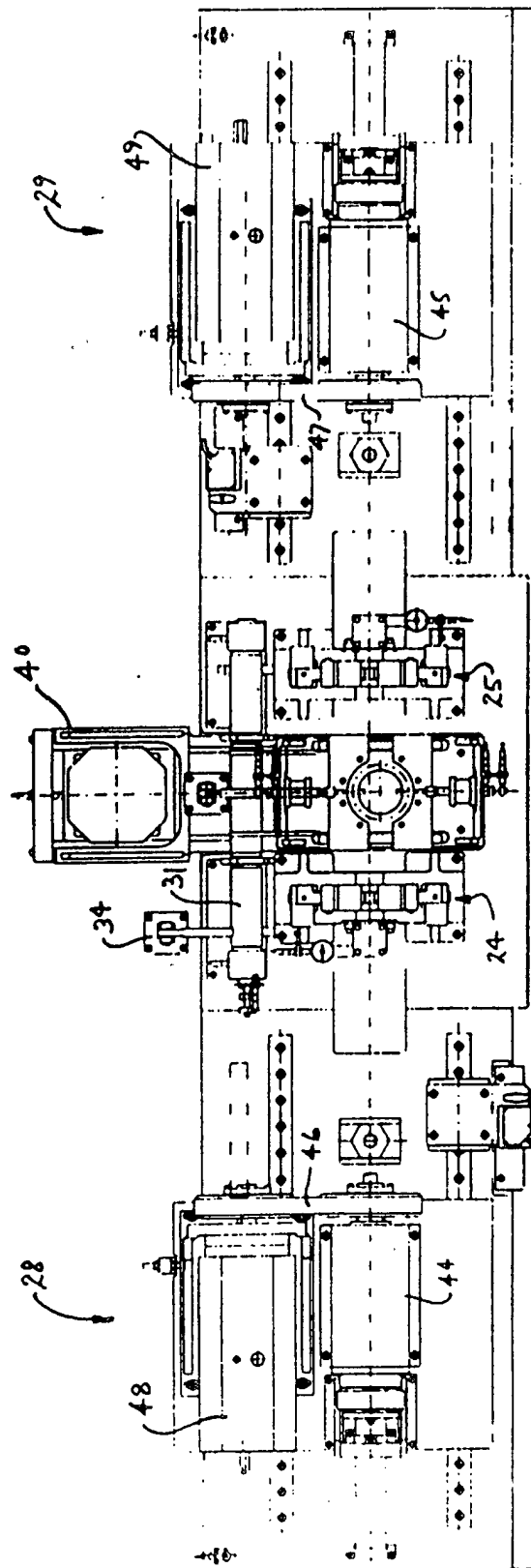


FIG. 5

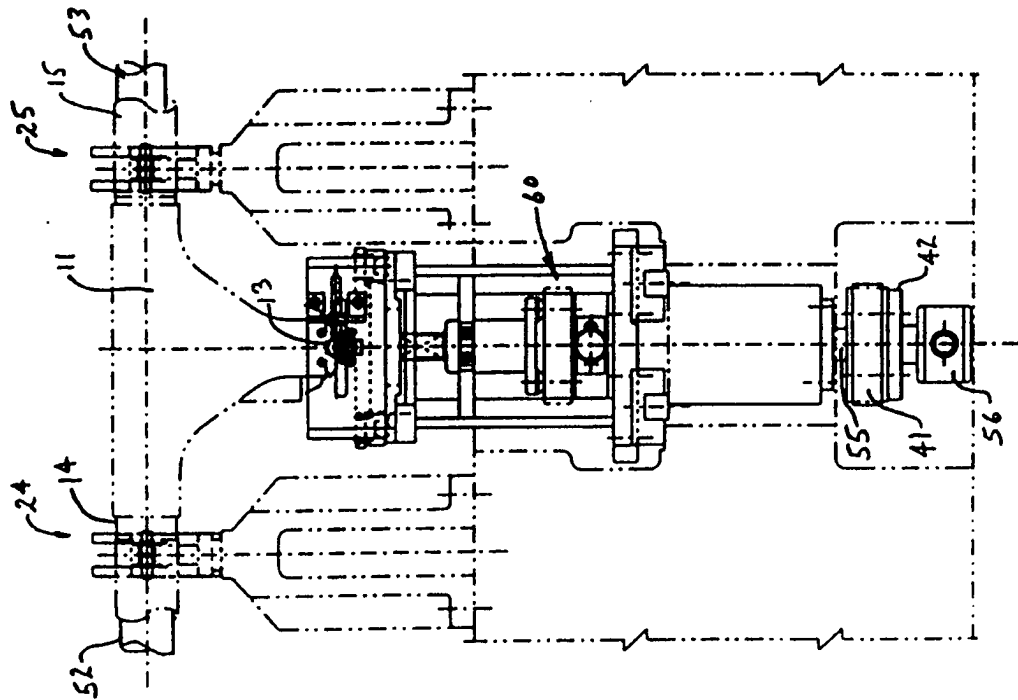
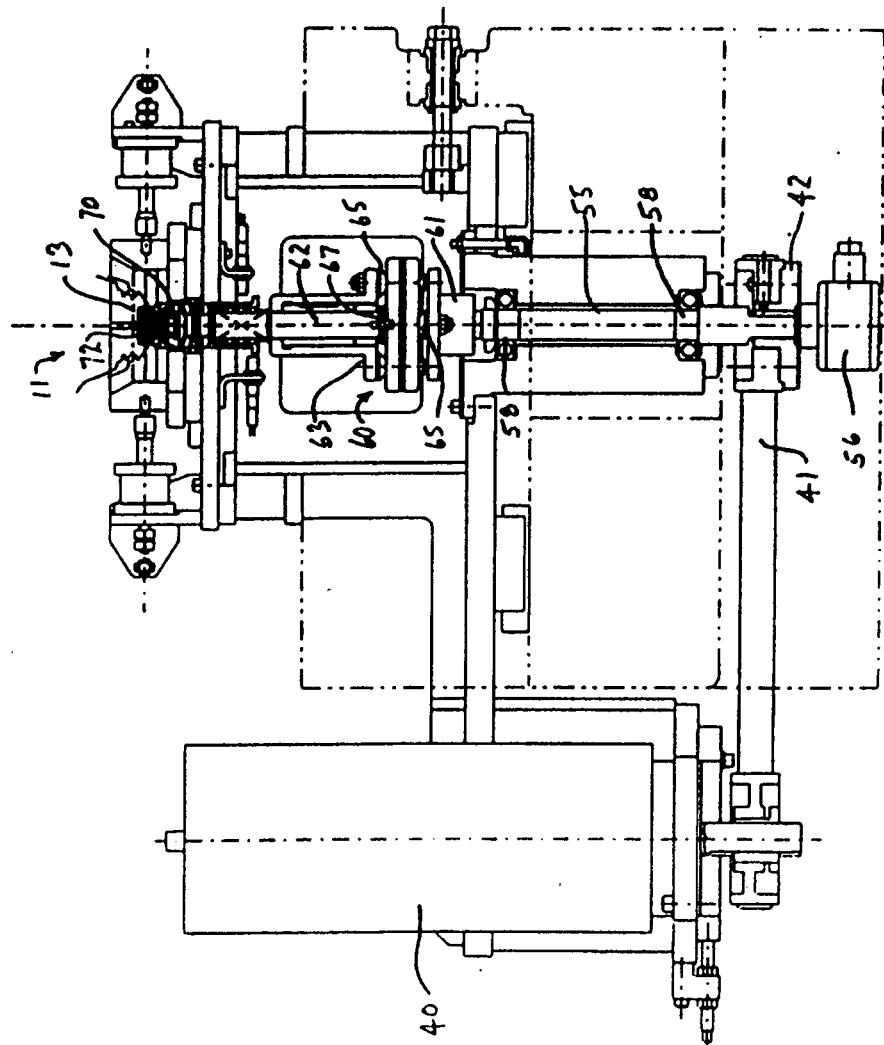


FIG. 6



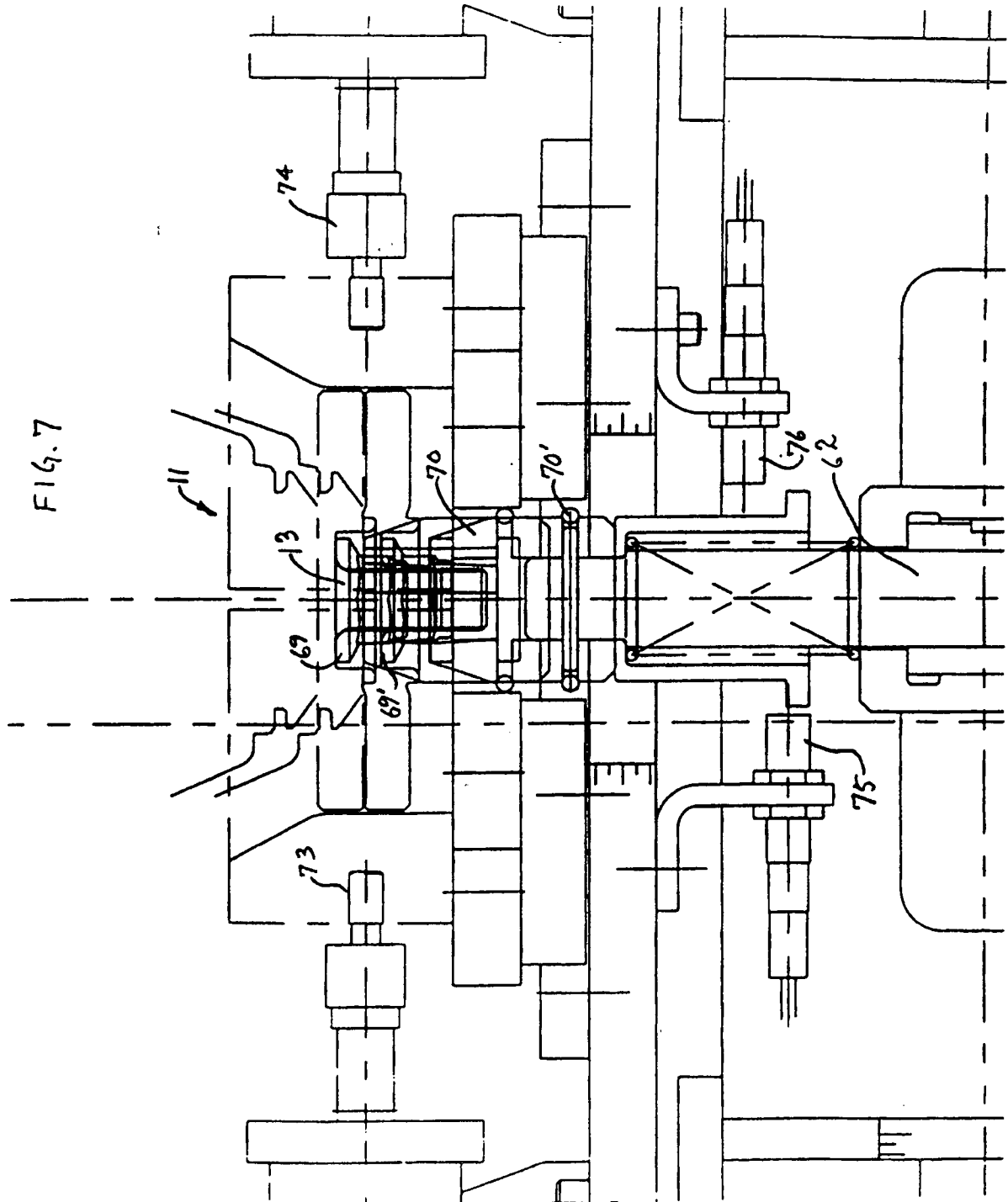


FIG. 9

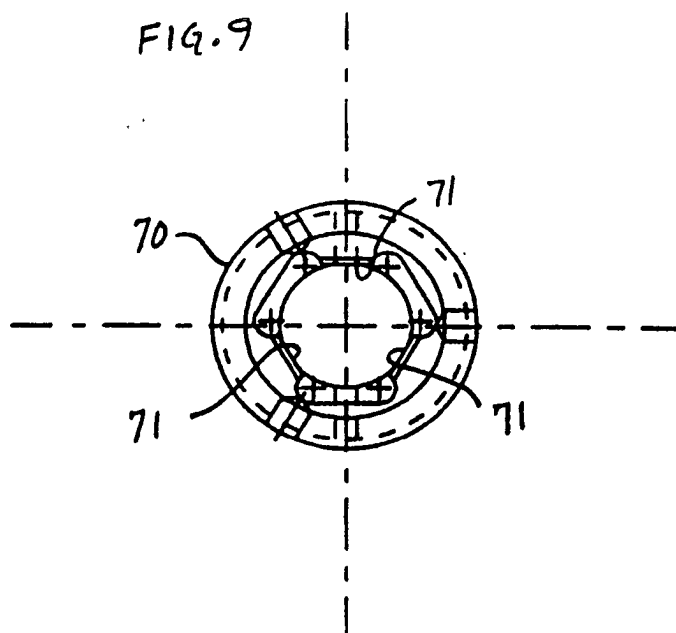


FIG. 8

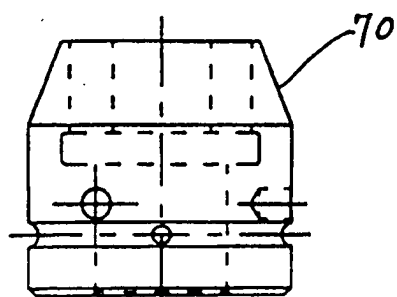


FIG. 10

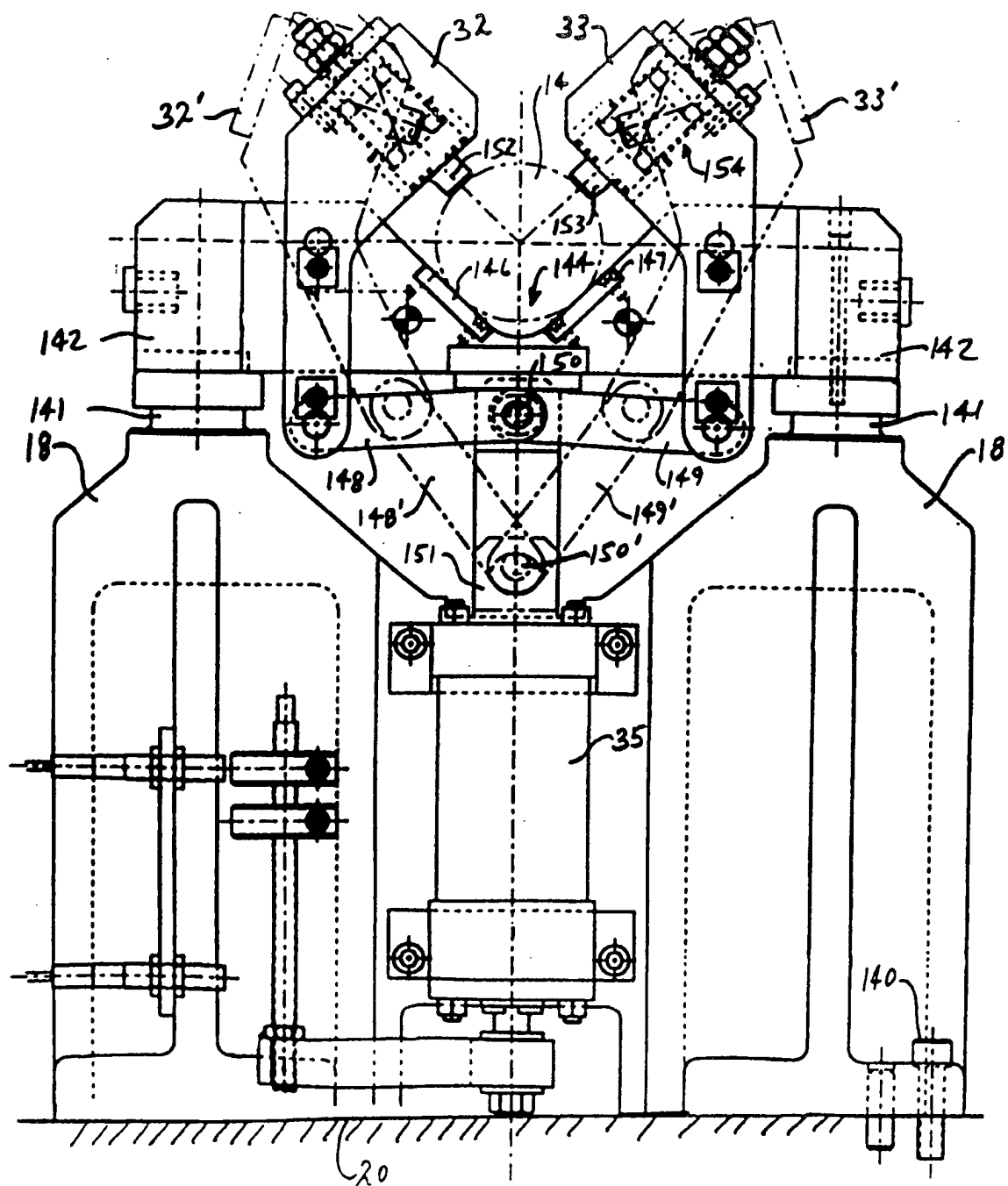


FIG. 11

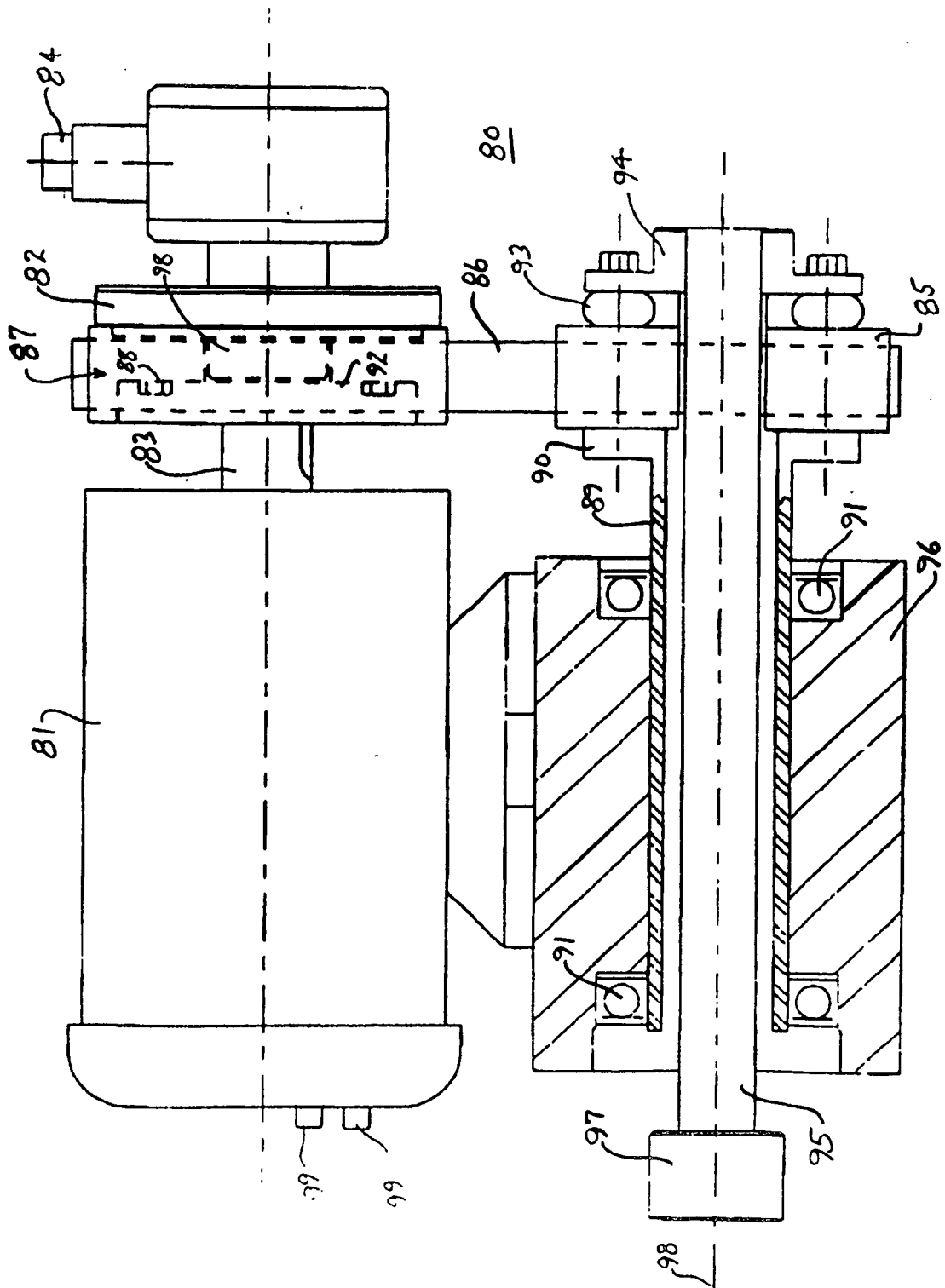


FIG. 12

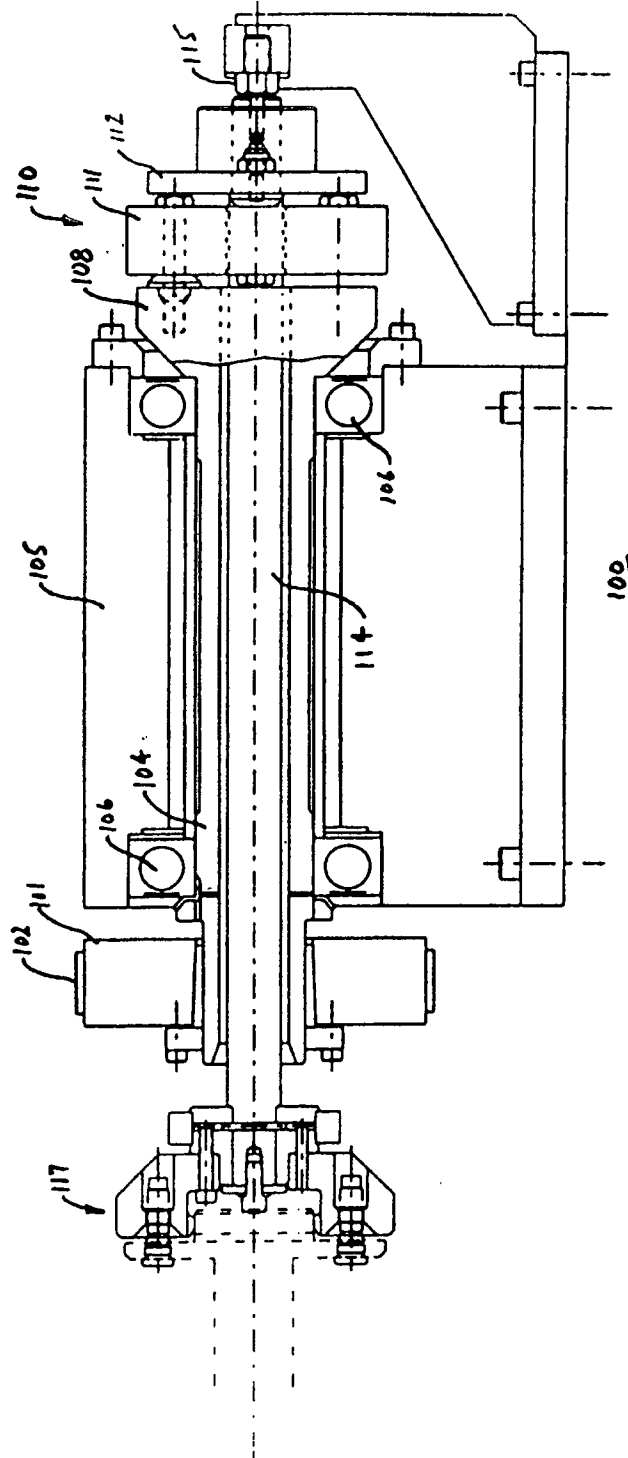


FIG. 13

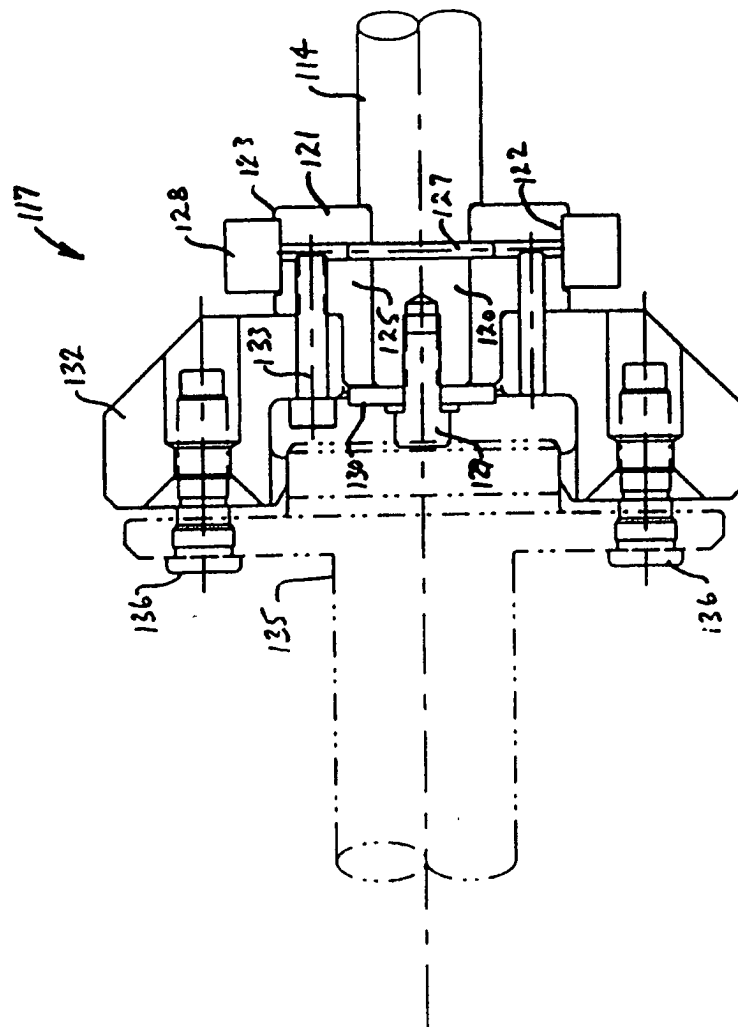


FIG. 14

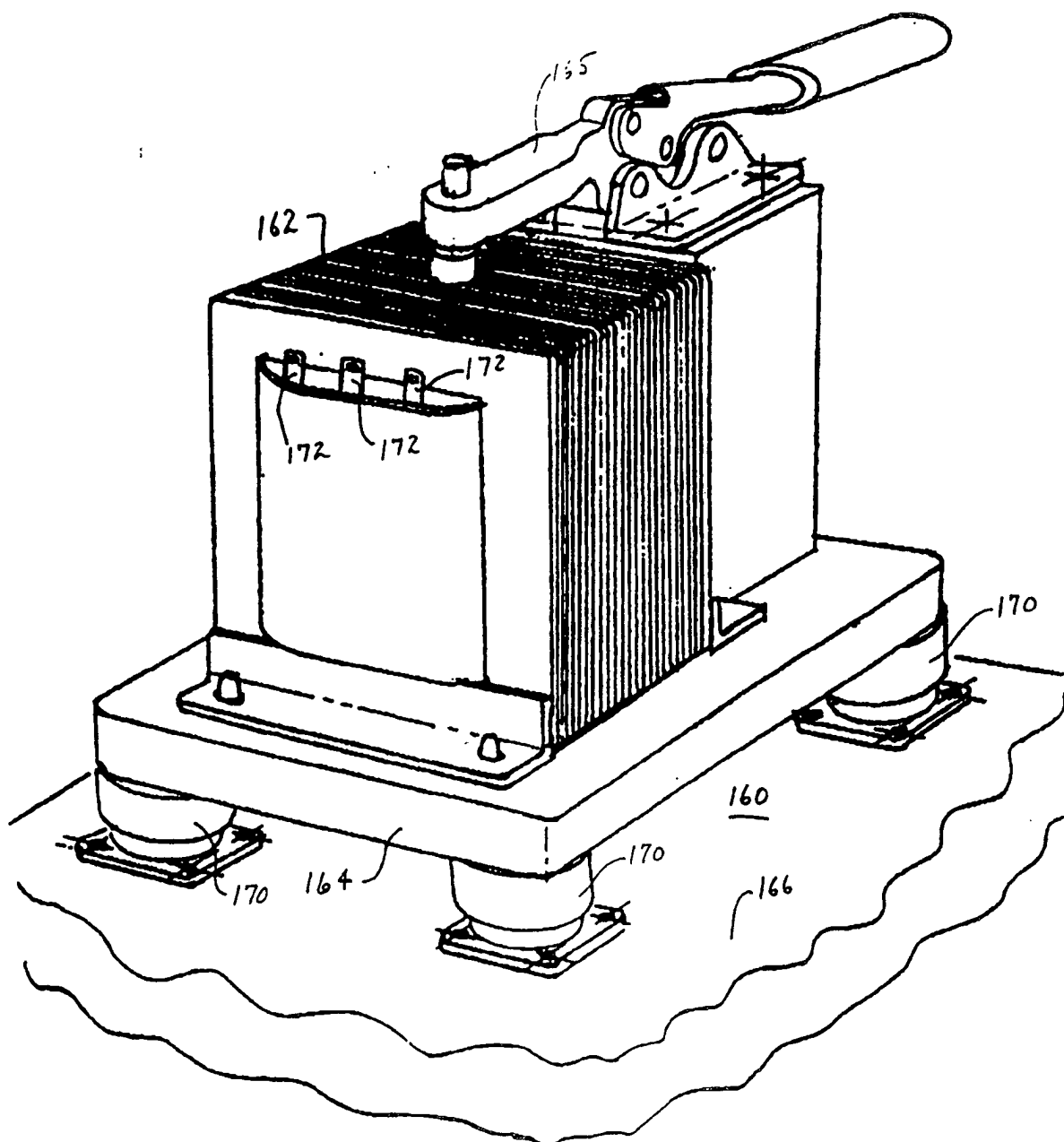


Fig. 15
(Stand der Technik)

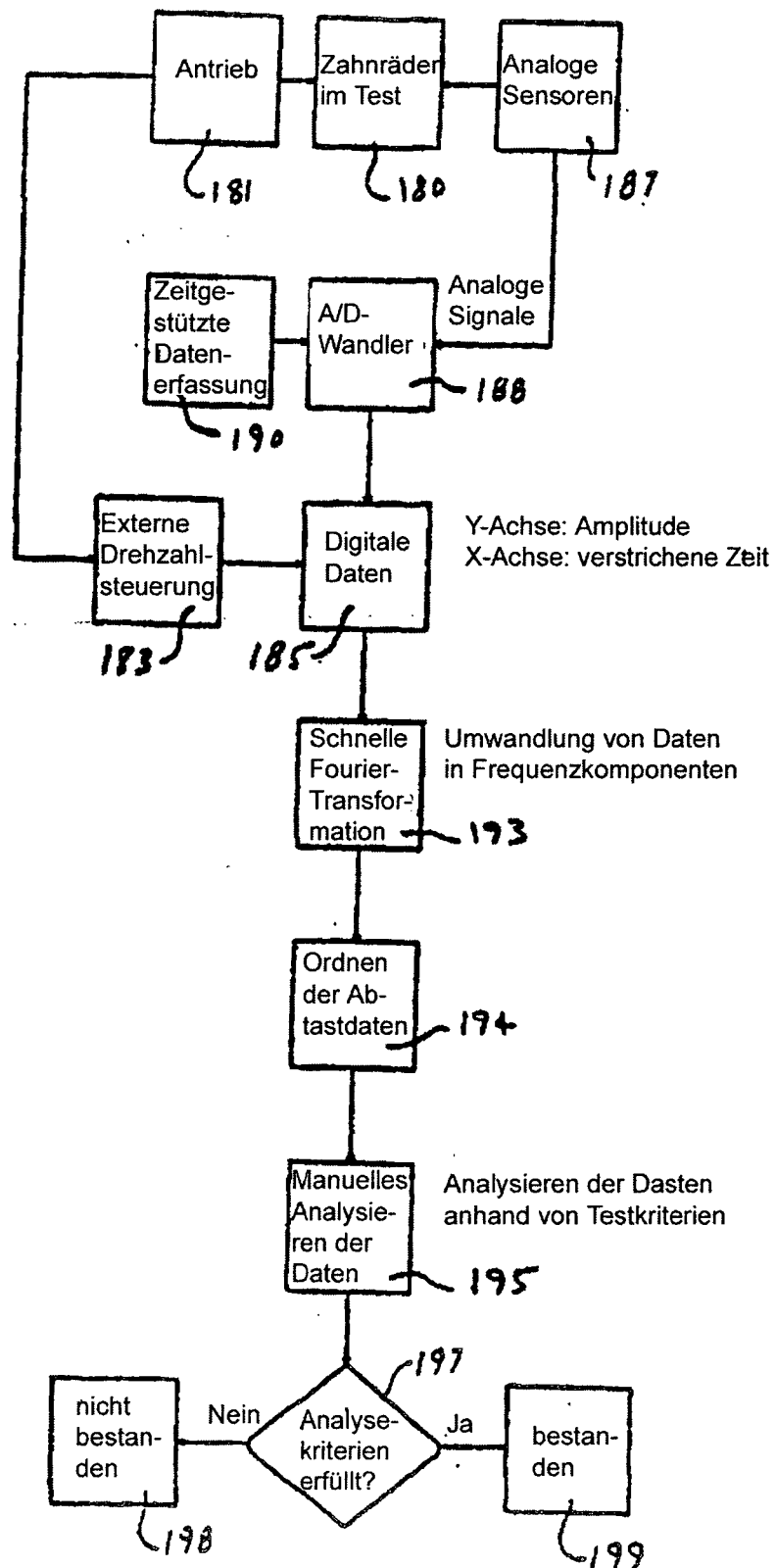


FIG. 16

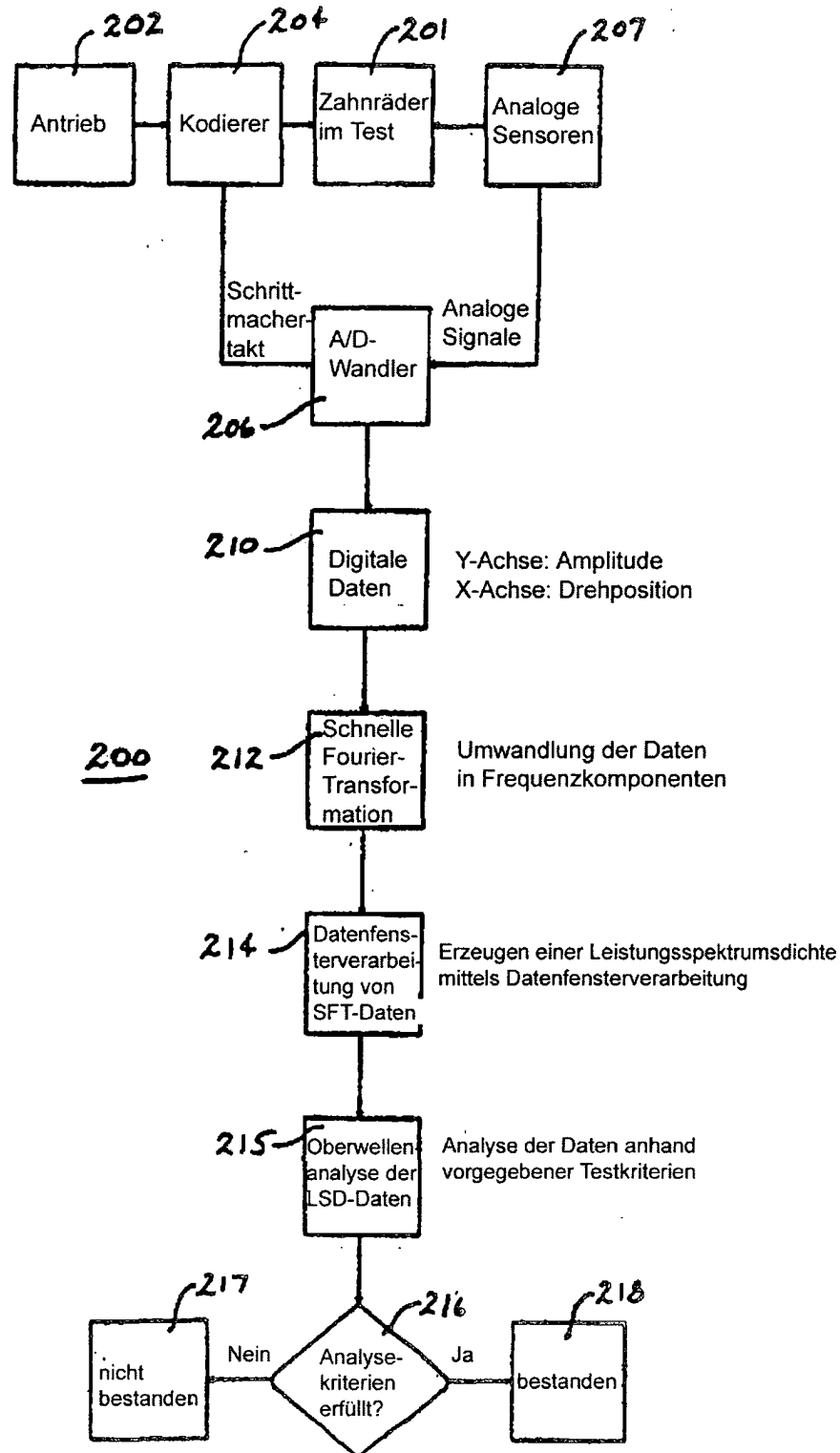


FIG. 17

