



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 17 769 T2 2008.11.27**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 470 015 B1**

(51) Int Cl.⁸: **B60K 17/346** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 17 769.7**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US03/02628**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 705 967.2**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2003/064201**

(86) PCT-Anmeldetag: **29.01.2003**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **07.08.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **27.10.2004**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **28.11.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **27.11.2008**

(30) Unionspriorität:
59450 29.01.2002 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB, SE

(73) Patentinhaber:
The Timken Co., Canton, Ohio, US

(72) Erfinder:
GRADU, Mircea, Wooster, OH 44691, US

(74) Vertreter:
Wolf & Lutz, 70193 Stuttgart

(54) Bezeichnung: **VERTEILERGETRIEBE MIT VERBESSERTEM DREHMOMENT- AUFTEILUNGSVERMÖGEN**

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

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft im Allgemeinen die Verteilung von Drehmoment und insbesondere ein Verteilergetriebe zur Aufteilung von Drehmoment, so dass dieses auf zwei Ausgänge verteilt werden kann.

Stand der Technik

[0002] Die meisten vierrädrigen Fahrzeuge, wie beispielsweise Limousinen, Kombis und Lieferwagen, werden derart betrieben, dass das Motordrehmoment nur auf einen Satz Räder des Fahrzeugs übertragen wird. Bei manchen Fahrzeugen ist dieser Satz die Hinterräder, aber bei den meisten Fahrzeugen gegenwärtiger Produktion sind es die Vorderräder. Einige Hersteller bieten nun jedoch allradgetriebene Fahrzeuge an und das typische Fahrzeug dieser Art wird so betrieben, dass das Motordrehmoment zu jeder Zeit auf alle vier Räder verteilt wird. Sicherlich weisen viele leichte Lastkraftwagen und Geländewagen Vierradantrieb auf, aber bei einem Fahrzeug dieser Art treiben normalerweise nur zwei Räder – üblicherweise die hinteren – das Fahrzeug an, während die weiteren zwei bei Bedarf auch ausgewählt werden können, das Fahrzeug anzutreiben. Dies erfordert üblicherweise, dass der Fahrer einen Schalter oder Hebel betätigt, um die Räder zuzuschalten, die ansonsten vom Motor getrennt sind. Im Gegensatz hierzu liefert der Motor bei einem Allradfahrzeug Drehmoment zu jeder Zeit an alle vier Räder; es sind keine Bedienelemente vorgesehen, um den einen oder anderen der zwei Sätze Räder vom Motor zu trennen.

[0003] Es gibt eine Reihe von Mechanismen zur Verteilung von Motordrehmoment zwischen den vorderen und hinteren Rädern von allradgetriebenen Fahrzeugen. Einige basieren einfach auf einer viskosen Kupplung zwischen den vorderen und hinteren Rädern. Andere verwenden Kupplungen mit einer Auswahl an Mechanismen zur Betätigung der Kupplungen. Diese Mechanismen können in der Lage sein, das Drehmoment zwischen den vorderen und hinteren Rädern zu variieren, so dass mehr Drehmoment an die Räder mit der besseren Traktion übertragen wird. Tatsächlich sind einige dieser Mechanismen mit hoch komplizierten Steuersystemen versehen, die nicht nur den Schlupf zwischen den vorderen und hinteren Rädern messen, sondern auch andere Betriebsparameter wie Drosselklappenstellung, Schalthebelstellung und Motordrehzahl, all dies um die Drehmomentverteilung derart zu gestalten, dass sie die beste Traktion für die Fahrbedingungen liefert.

[0004] Jedoch weist die typische Kupplung Kupplungsscheiben auf, die ein geringes Maß an Schlupf erlauben und mit größerer Kraft zusammengedrückt

werden, wenn die Haupträder Traktion verlieren und anfangen durchzudrehen. Aber das durch die Kupplung übertragene Drehmoment hängt von mehreren Variablen ab, einschließlich der Temperatur der Kupplung, der Relativgeschwindigkeit zwischen den Scheiben, wie auch von der Kraft oder dem Druck, mit dem die Kupplungsscheiben gegeneinander gedrückt werden. Diese Variablen machen eine Steuerung derartiger Kupplungen schwierig und erfordern in der Tat komplexe Elektronik, um die Steuerung zu bewirken.

[0005] US-Patent 5,226,860 beschreibt ein Verteilergetriebe mit: einem Eingangselement, einem ersten und einem zweiten Ausgangselement, einer Kupplung und einem Planetenradsatz, die derart miteinander verbunden sind, dass ein direkter Pfad zur Übertragung von Drehmoment von dem Eingangselement auf das erste Ausgangselement gebildet ist, ohne Veränderung der Winkelgeschwindigkeit zwischen dem Eingangselement und dem ersten Ausgangselement, und derart, dass ein indirekter Pfad zur Übertragung von Drehmoment von dem Eingangselement auf das zweite Ausgangselement gebildet ist, wobei der indirekte Pfad ein mechanisches Segment umfasst, in dem Drehmoment nur durch den Planetenradsatz von dem Eingangselement auf das zweite Ausgangselement übertragen wird, und ein Kupplungssegment, in dem Drehmoment sowohl über eine Kupplung als auch über den Planetenradsatz von dem Eingangselement auf das zweite Ausgangselement übertragen wird.

[0006] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist die Kupplung eine Magnetpartikelkupplung mit einer elektrischen Spule, wobei die über den indirekten Pfad übertragene Drehmomentmenge von dem durch die Spule der Kupplung geleiteten Strom abhängt.

[0007] Bevorzugte Merkmale der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den beigefügten Unteransprüchen.

Kurzbeschreibung der Zeichnung

[0008] [Fig. 1](#) ist eine schematische Ansicht eines Kraftfahrzeugs mit einem quer angeordneten Motor, der mit einem gemäß der vorliegenden Erfindung konstruierten und diese umsetzenden Verteilergetriebe verbunden ist;

[0009] [Fig. 2](#) ist eine Querschnittsansicht des Verteilergetriebes;

[0010] [Fig. 3](#) ist ein kinematisches Diagramm des Verteilergetriebes;

[0011] [Fig. 4](#) ist ein Graph, der das Verhältnis zwischen dem durch die Kupplung des Verteilergetriebe

bes übertragenen Drehmoment und dem durch die Spule der Kupplung fließenden Strom darstellt;

[0012] [Fig. 5](#) ist ein Graph, der das Verhältnis des Eingangsdrehmoments und Ausgangsdrehmoments der Drehmomentkupplung eines Verteilergetriebes zeigt, bei dem der Planetenradsatz ein Verhältnis von 4 aufweist;

[0013] [Fig. 6](#) ist eine schematische Ansicht eines Kraftfahrzeugs mit einem modifizierten Verteilergetriebe zur Anpassung an einen längs angeordneten Motor;

[0014] [Fig. 7](#) ist eine Querschnittsansicht des modifizierten Verteilergetriebes;

[0015] [Fig. 8](#) ist ein kinematisches Diagramm des modifizierten Verteilergetriebes; und

[0016] [Fig. 9](#) ist ein kinematisches Diagramm eines weiteren modifizierten Verteilergetriebes.

Beste Ausführungsweise der Erfindung

[0017] Bezug nehmend auf die Zeichnung weist ein Kraftfahrzeug A ([Fig. 1](#)), beispielsweise ein Personenkraftwagen oder ein Geländewagen oder ein Lieferwagen oder sogar ein leichter Lastkraftwagen, vier Räder in zwei Sätzen auf, d. h. zwei Hauptantriebsräder **2** und zwei sekundäre Antriebsräder **4**. Die Hauptantriebsräder **2** befinden sich vorne am Fahrzeug A auf einer gemeinsamen Querachse, während die sekundären Antriebsräder sich hinten am Fahrzeug A auf einer weiteren gemeinsamen Querachse befinden.

[0018] Das Fahrzeug A umfasst weiterhin einen Motor **6**, der in typischer Weise quer angeordnet und mit einem Getriebe **8** verbunden ist, welches ein automatisches oder Handschaltgetriebe sein kann. Der Motor **6** und das Getriebe **8** bilden eine Antriebseinheit, die das zum Drehen der Räder **2** und **4** und zum Antrieb des Fahrzeugs A benötigte Drehmoment liefert. Tatsächlich liefert das Getriebe **8** das Drehmoment an ein Verteilergetriebe **12**, welches das Drehmoment aufteilt und wahlweise einen Teil des Drehmoments an die vorderen Antriebsräder **2** und den Rest an die hinteren Antriebsräder **4** verteilt. Das Verteilergetriebe **12** ist mit den Vorderrädern **2** über ein Stirnradgetriebe **14** und über ein Differential **16** verbunden, welches zwischen den zwei Vorderrädern **2** angeordnet ist. Das Verteilergetriebe **12** ist über ein Kegelradgetriebe oder Hypoidgetriebe **18**, eine Antriebswelle **20**, die sich in Längsrichtung des Fahrzeugs A erstreckt, und ein hinteres Differential **22**, das zwischen den zwei Hinterrädern **4** angeordnet ist, mit den Hinterrädern **4** verbunden.

[0019] Das Verteilergetriebe **12** weist ([Fig. 2](#)) ein

Eingangselement in Form einer Welle **30** und zwei Ausgangselemente auf, eines in Form eines Stirnzahnrads **32**, welches einen Teil des Getriebes **14** bildet, und das andere in Form einer Welle **34**. Es weist weiterhin einen Planetenradsatz **36** zwischen der Eingangswelle **30** und sowohl dem Ausgangszahnrad **32** als auch der Ausgangswelle **34** auf. Zusätzlich weist das Verteilergetriebe **12** eine Magnetpartikelkupplung **38** zwischen der Eingangswelle **30** und der Ausgangswelle **34** auf. Drehmoment wird von der Eingangswelle **30** ohne Schlupf auf das Ausgangszahnrad **32** übertragen, d. h. die Übertragung ist direkt. Drehmoment wird von der Eingangswelle **30** auf die Ausgangswelle **34** über die Kupplung **38** und auch über den Planetenradsatz **36** übertragen, und diese Übertragung wird unter bestimmten Betriebsbedingungen von Schlupf begleitet. Die erstere bildet einen direkten Pfad und der letztere einen indirekten Pfad. Die Eingangswelle **30**, das Ausgangszahnrad **32** und die Ausgangswelle **34**, der Planetenradsatz **36** und die Kupplung **38** sind sämtlich auf einer gemeinsamen Achse X angeordnet.

[0020] Betrachtet man den Planetenradsatz **36**, so umfasst dieser ([Fig. 2](#)) ein Sonnenrad **40**, ein Hohlrad **42** und mehrere Planetenräder **44**, die zwischen dem Sonnenrad **40** und dem Hohlrad **42** angeordnet sind und mit beiden kämmen. Zusätzlich weist der Planetensatz **36** einen Träger **46** mit Spindeln **48** auf, um die sich die Planetenräder **44** drehen. Das Sonnenrad **40** weist einen axial überstehenden Achsstumpf **50** auf.

[0021] Das Hohlrad **42** ist mit der Eingangswelle **30** über einen Antriebsflansch **52** am Ende der Eingangswelle **30** und Befestigungsmittel **54**, die sich von dem Flansch **52** aus durch die Kupplung **38** erstrecken und in dem Hohlrad **42** an einem Ende dieses Rads verankert sind, fest verbunden. Die Befestigungsmittel **54** können als Maschinenschrauben ausgebildet sein. Das Ausgangsgetriebe **14** ist auf einem weiteren Antriebsflansch **56** montiert, der mit dem anderen Ende des Hohlrads **42** verbunden ist. Somit besteht eine direkte Verbindung zwischen der Eingangswelle **30** und dem Ausgangsstirnrad **32** und die zwei rotieren im Einklang und mit der gleichen Winkelgeschwindigkeit.

[0022] Mechanisch ist die Magnetpartikelkupplung **38** zwischen den Befestigungselementen **54** an dem Antriebsflansch **52** und dem Achsstumpf **50** an dem Sonnenrad **40** angeordnet. Sie überträgt somit Drehmoment zwischen der Eingangswelle **30** und dem Sonnenrad **40**, welches dasjenige Element des Planetensatzes **36** ist, das das niedrigste Drehmoment erfährt.

[0023] Die Magnetpartikelkupplung **38** umfasst ([Fig. 2](#)) einen Elektromagneten **60**, der zwischen dem Flansch **52** an der Eingangswelle **30** und dem

Hohlrad **42** des Planetenradsatzes **36** eingefangen ist und mittels der Befestigungsmittel **54** an beiden befestigt ist. Als Folge hiervon rotieren die Eingangswelle **30**, das Hohlrad **46** und der Elektromagnet **60** gemeinsam als Einheit um die Achse X. Der Elektromagnet **60** weist eine Zylinderfläche **62** auf, die nach innen zur Achse X gewandt ist, und weist weiterhin eine Spule **64** auf, die über einen Satz stationärer Bürsten **66** und einen Satz von Schleifringen **68**, die zusammen mit dem Elektromagnet **60** rotieren, mit elektrischem Strom versorgt wird.

[0024] Zusätzlich zu dem Elektromagneten **60** und seiner Spule **64** weist die Kupplung **38** einen Anker **17** auf, der innerhalb des Elektromagneten **60** angeordnet ist und eine Hülse **72** aufweist, die über den Achsstumpf **50** des Planetenradsatzes **36** passt, wobei sie über komplementäre Keilverzahnungen an den Achsstumpf **50** gekoppelt ist. Der Anker **70** weist weiterhin eine Zylinderfläche **74** auf, die nach außen weg von der Achse X und zu der Zylinderfläche **62** des Elektromagneten **60** hin gewandt ist, wobei ein kleiner Spalt g zwischen den zwei Zylinderflächen **62** und **74** vorhanden ist. Aus den Seitenflächen des Ankers **70** öffnen sich ringförmige Ausnehmungen **76**, die Wälzlager **78** aufnehmen, die den Elektromagneten **60** an dem Anker **70** lagern.

[0025] Die Lager **78** passen auf die Hülse **72** des Ankers **70** und der Elektromagnet **60** passt seinerseits auf die Lager **78**. Die Anordnung ist dergestalt, dass die Eingangswelle **30**, der Hohlring **42** und der Elektromagnet **60** als eine Einheit um die Achse X rotieren, und auf gleiche Weise der Achsstumpf **50**, das Sonnenrad **40** und der Anker **70** als weitere Einheit um die Achse X rotieren. Die zwei Einheiten können mit geringfügig unterschiedlichen Winkelgeschwindigkeiten rotieren oder sie können mit der gleichen Geschwindigkeit rotieren. Wenn die Kupplung **38** eingekuppelt wird, so stellen der Achsstumpf **50** und das Sonnenrad **40** das erforderliche Reaktionsmoment bereit, um die zwei Einheiten zusammen rotieren zu lassen.

[0026] Die Kupplung **38** enthält feine Partikel **80** einer eisenhaltigen Substanz, die magnetisiert werden kann und sie befindet sich in dem Spalt g. Die Lager **78** sind durch Dichtungen **82** von den Magnetpartikeln **80** isoliert. Wenn die Spule **64** mit elektrischem Strom beaufschlagt wird, so werden die Partikel **80** magnetisiert und koppeln den Elektromagneten **60** derart an den Anker **70**, dass zwischen den beiden Drehmoment übertragen werden kann, jedoch auch Schlupf zwischen den beiden auftreten kann. Die Menge des übertragenen Drehmoments hängt ausschließlich von der Stärke des durch die Spule **64** geleiteten Stroms ab und ist vollkommen unabhängig von der Größe des Schlupfes oder der Temperatur der Kupplung **38**. In der Tat ist das Verhältnis zwischen Drehmoment und Strom, wenn in kartesischen

Koordinaten aufgezeichnet, nahezu linear (**Fig. 4**). Der Mikroprozessor, an den die Sensoren Signale schicken, die die Fahrbedingungen des Fahrzeugs A widerspiegeln, regelt die Größe des der Spule der Kupplung **38** zugeführten Stroms. Jedoch kann die Strommenge auch über eine manuell betätigte Vorrichtung, beispielsweise einen Rheostaten, geregelt werden.

[0027] Beim Betrieb des Fahrzeugs A erzeugt der Motor **6** Drehmoment und dieses Drehmoment wird über das Getriebe **8**, welches die Fähigkeit hat, das Drehmoment zu verändern, weitergeleitet, so dass sich das von dem Getriebe **8** bereitgestellte Drehmoment von dem vom Motor **6** gelieferten Drehmoment unterscheiden kann. Das dem Getriebe **8** zugeführte Drehmoment wirkt auf die Eingangswelle **30** des Verteilergetriebes **12**. In dem Getriebe **12** spaltet sich das Drehmoment auf, wobei ein Teil dem Ausgangszahnrad **32** über den direkten Pfad zugeführt wird, und der Rest der Ausgangswelle **34** über den indirekten Pfad. Die Aufteilung des Drehmoments zwischen dem Zahnrad **32** und der Welle **34** hängt ausschließlich von dem durch die Spule **64** der Magnetpartikelkupplung **38** geleiteten Strom ab. Im einzelnen tritt das dem Ausgangszahnrad **32** zugeführte Drehmoment über den direkten Pfad des Verteilergetriebes **12**, d. h. von der Eingangswelle **30** über den Antriebsflansch **52** zu den Befestigungsmitteln **54** des Hohlrads **42** des Planetenradsatzes **36**, und von dort über den anderen Antriebsflansch **56** zum Ausgangszahnrad **32**. Da das Ausgangszahnrad **32** ein Teil des Getriebes **14** ist, das die Vorderräder **2** über das vordere Differential **16** antreibt, wird das Drehmoment im direkten Pfad auf die vorderen Räder **2** übertragen. Die Verbindung ist direkt und es tritt kein Schlupf auf. Das vordere Differential **16** ermöglicht es selbstverständlich, einem der Vorderräder **2** mit einer anderen Geschwindigkeit zu rotieren als das andere Vorderrad **2**, jedoch weist die Übertragung von Drehmoment durch das Differential **16** keinen Schlupf auf.

[0028] Das an die Ausgangswelle **34** abgegebene Drehmoment tritt durch den indirekten Pfad, der zwei Segmente aufweist. In einem, dem mechanischen Segment, wird das Drehmoment von der Eingangswelle **30** auf das Hohlrad **42** über den Antriebsflansch **52** und die Befestigungsmittel **54** auf die Planetenräder **44** des Planetenradsatzes **36** und von dort über den Träger **46** auf die Ausgangswelle **34** übertragen. Das andere Segment, das Kupplungssegment, zweigt sich von dem mechanischen Segment an den Befestigungsmitteln **54** ab und überträgt Drehmoment über die Kupplung **38**, also von dem Elektromagneten **60** über die Magnetpartikel **80** in dem Spalt g auf den Anker **70**, und von dort über den Achsstumpf **50** auf das Sonnenrad **40**. Das mit den Planetenrädern **44** im Eingriff stehende Sonnenrad **40** treibt diese an und hier wird das Drehmoment in dem Kupplungssegment des indirekten Pfades mit dem Drehmo-

ment in dem mechanischen Segment des indirekten Pfads wieder zusammengeführt, um den Träger **46** anzutreiben, der seinerseits das Drehmoment des indirekten Pfads auf die Ausgangswelle **34** überträgt. Da die Ausgangswelle **34** über das Getriebe **18**, die Antriebswelle **20** und das hintere Differential **22** mit den Hinterrädern **4** verbunden ist, wird das Drehmoment des indirekten Pfads zu den Hinterrädern **4** geführt und kann bei einigen Betriebsbedingungen mit Schlupf in dem Verteilergetriebe **12** verbunden sein. Dieser Schlupf wird in der Kupplung **38** auftreten und wenn dies der Fall ist, wird das Sonnenrad **40** des Planetenradsatzes **36** mit einer geringfügig anderen Geschwindigkeit rotieren als das Hohlrad **42**. Als Folge hiervon rotiert der Träger **46** mit einer Geschwindigkeit irgendwo zwischen den Geschwindigkeiten der Sonnen- und Hohlräder **40** und **42**. In der Tat ist in einigen Fällen die Größe der Hinterräder **4** im Vergleich zu den Vorderrädern **2** oder das Geschwindigkeitsverhältnis der Kegelräder oder sogar das Geschwindigkeitsverhältnis des hinteren Differentials **22** derart, dass Schlupf erzeugt wird, d. h. der eine oder mehrere der vorstehenden Gründe bewirkt eine Rotation der Ausgangswelle **34** mit einer anderen Geschwindigkeit als die Geschwindigkeit, mit der sich das Ausgangszahnrad **32** und die Eingangswelle **30** drehen. Typischerweise dreht sich die Eingangswelle **30** geringfügig schneller als die Ausgangswelle **34**, aber offensichtlich mit der gleichen Geschwindigkeit wie das Ausgangszahnrad **32**. Unabhängig von der Größe des Schlupfes bleibt das durch die Kupplung **38** übertragene Drehmoment konstant, solange der Strom in der Spule **64** des Elektromagneten **60** der Kupplung **38** sich nicht verändert und natürlich auch bei fehlender Veränderung des Drehmoments an der Eingangswelle **30**. Tatsächlich hängt die Übertragung von Drehmoment durch das Kupplungssegment des indirekten Pfads ausschließlich von der Größe des Stroms in der Spule **64** ab. Das Gleiche gilt hinsichtlich der Menge an Drehmoment, das über den Schlupf aufweisenden Pfad übertragen wird; es hängt ausschließlich von der Menge des durch die Spule **64** der Kupplung **38** geleiteten Stroms ab.

[0029] Das an der Eingangswelle **30** auf das Verteilergetriebe übertragene Drehmoment wird zwischen dem Ausgangszahnrad **32** und der Ausgangswelle **34** ausschließlich in Abhängigkeit von dem Strom durch die Spule **64** verteilt. Variablen wie das Geschwindigkeitsverhältnis zwischen dem Ausgangszahnrad **32** und der Ausgangswelle **34** oder die Temperatur der Kupplung **38**, beeinflussen die Verteilung von Drehmoment zwischen dem Zahnrad **32** und der Welle **34** und somit zwischen den Vorderrädern **2** und den Hinterrädern **4** nicht. Jedoch stellt das über die Kupplung **38** übertragene Drehmoment nur einen kleinen Anteil des über den indirekten Pfad übertragenen Drehmoments dar. In anderen Worten, soweit das auf die Ausgangswelle **34** und Hinterräder **4** übertragene Drehmoment betroffen ist, wird nur ein

geringer Anteil durch das Kupplungssegment des indirekten Pfads und ein viel größerer Anteil durch das mechanische Segment übertragen. Das Verhältnis wird graphisch in kartesischen Koordinaten durch das Ausgangsdrehmoment an dem Zahnrad **32** und der Ausgangswelle **34** als Funktion des durch die Kupplung **38** übertragenen Drehmoments für einen Planetenradsatz **36** dargestellt, bei dem das Verhältnis u zwischen den Zähnen des Hohlrads **42** und den Zähnen des Sonnenrads **40** gleich 4 ist (**Fig. 5**). Wenn beispielsweise das Drehmoment an der Eingangswelle **30** 100 Nm beträgt, und das Drehmoment an der Kupplung **38**, also das durch das Kupplungssegment des indirekten Pfads tretende Drehmoment, gleich 5 Nm ist, so ist das an das Ausgangszahnrad **32** und die Vorderräder **2** abgegebene Drehmoment gleich 75 Nm, während das an die Ausgangswelle **34** und die Hinterräder **4** abgegebene Drehmoment gleich 25 Nm ist. Somit tritt nur ein fünftel des über den indirekten Pfad geleiteten Drehmoments durch die Kupplung **38**, so dass die Kupplung **38** vergleichsweise klein und kompakt gestaltet werden kann.

[0030] Ein anderes Kraftfahrzeug B (**Fig. 6**) hat ebenfalls vordere und hintere Räder **2** und **4**, die über vordere und hintere Differentiale **16** und **22** angetrieben werden. Weiterhin weist das Fahrzeug B einen Motor **6** und ein Getriebe **8** auf. Jedoch dienen die Hinterräder **4** als Hauptantriebsräder und die Vorderräder **2** als sekundäre Antriebsräder und der Motor **6** und das Getriebe **8** sind in Längsrichtung montiert und nicht quer wie beim Fahrzeug A. Das Getriebe **8** überträgt Drehmoment auf ein modifiziertes Verteilergetriebe **90**, welches es zwischen den Hinterrädern **4** und den Vorderrädern **2** verteilt. Nach der Aufteilung wird Drehmoment über eine Antriebswelle **92**, die sich von dem Verteilergetriebe **90** aus erstreckt, an das hintere Differential **22** übertragen. Das übrige Drehmoment wird über eine Kette-und-Ritzel-Antrieb **94** und eine vordere Antriebswelle **96**, die zu dem vorderen Differential **16** führt, auf die Vorderräder **2** übertragen.

[0031] Das Verteilergetriebe **90** weist (**Fig. 7**), wie das Verteilergetriebe **12**, einen Planetenradsatz **100** und eine Kupplung **2** auf, die auf einer Achse X angeordnet sind und auch im übrigen sehr ähnlich zu ihren Gegenstücken in dem Verteilergetriebe **12** sind. Das Verteilergetriebe **90** weist auch ein Eingangelement in Form einer Eingangswelle **104** und ein Ausgangelement in Form eines keilverzahnten Kupplungsstücks **106** und ein weiteres Ausgangelement in Form eines Ritzels **108** auf. Diese sind ebenfalls entlang der Achse X angeordnet. Die Eingangswelle **104** ist mit dem Getriebe **8** verbunden, so dass das gesamte von dem Getriebe **8** gelieferte Drehmoment durch die Eingangswelle **104** tritt. Das Kupplungsstück **106** befindet sich am Ende der Eingangswelle **104** und stellt die Verbindung zur Antriebswelle **92**

dar. Das Ritzel **108** umschließt das Kupplungsstück **106** und bildet einen Teil des Kette-und-Ritzel-Antriebs **94**.

[0032] Die Magnetpartikelkupplung **102** ist im Wesentlichen dieselbe wie die Kupplung **38** und die sich auf die Kupplung **102** beziehenden Bezugszeichen entsprechen denen der Kupplung **38**.

[0033] Der Planetenradsatz **100** unterscheidet sich etwas von dem Planetenrad **36**, aber er weist ebenfalls ein Sonnenrad **110**, ein das Sonnenrad **110** umschließendes Hohlrad **112**, in das Sonnenrad **110** und Hohlrad **112** eingreifende Planetenräder **114** und einen Träger **116** auf, der den Planetenrädern **114** folgt und Achsen bereitstellt, um die sich die Planetenräder **114** drehen.

[0034] Das Sonnenrad **110** des Planetenradsatzes **100** umschließt die Eingangswelle **104**, kann sich jedoch relativ zu der Eingangswelle **104** drehen. Es ist über einen Flansch **118** mit dem Elektromagneten **60** der Kupplung **102** gekoppelt. Somit rotieren das Hohlrad **112** und der Elektromagnet **60** im Einklang. Das Hohlrad **112** ist über einen weiteren Flansch **120** mit der Eingangswelle **104** und dem Kupplungsstück **106** verbunden. Der Träger **116** umfasst ein geteiltes Gehäuse **122**, das das Hohlrad **112** und die Planetenräder **114** umschließt, sowie auch Spindeln **124**, die sich von dem Gehäuse **122** aus in die Planetenräder **114** erstrecken und Achsen bereitstellen, um die sich die Planetenräder **114** drehen. Das Ritzel **108** ist an dem geteilten Gehäuse **122** montiert.

[0035] Die Eingangswelle **104** ist über eine komplementäre Keilverzahnung mit dem Anker **70** der Kupplung **102** verbunden. Sie erstreckt sich durch das Sonnenrad **110**, wo sie mit dem Flansch **120** und dem Kupplungsstück **106** verbunden ist.

[0036] Wie das Verteilergetriebe **12** weist das Verteilergetriebe **90** zwei Pfade auf, einen direkten Pfad und einen indirekten Pfad, der mit Schlupf verbunden sein kann. Auch weist der indirekte Pfad zwei Segmente auf, ein mechanisches Segment und ein Kupplungssegment.

[0037] Beim Betrieb des Fahrzeugs B liefert das Verteilergetriebe **90** Drehmoment von der Eingangswelle **104** direkt an die Antriebswelle **92** beim Kupplungsstück **106**, welches der direkte Pfad ist. Die Antriebswelle **92** rotiert somit im Einklang mit und stets mit der gleichen Geschwindigkeit wie die Eingangswelle **104**. Das an das Ausgangsritzel **108** abgegebene Drehmoment tritt durch das mechanische Segment und das Kupplungssegment des indirekten Pfads, wobei der größte Teil durch das mechanische Segment tritt. In diesem Segment tritt das Drehmoment von der Eingangswelle **104** durch den Flansch **120** zu dem Hohlrad **112** und von dort durch die Pla-

netenräder **114** zu dem Träger **116**, an dem das Ritzel **108** befestigt ist. In dem Kupplungssegment wird Drehmoment von der Eingangswelle **104** auf den Anker **70** der Kupplung **102** übertragen und von dort durch die Magnetpartikel **80** in den Spalt **g** der Kupplung **102** zu dem Elektromagneten **60** der Kupplung **102**. Das Drehmoment fließt von dem Elektromagneten **60** zu dem Sonnenrad **110** durch den Flansch **118**, und das Sonnenrad **110** überträgt es auf die Planetenräder **114**, wo es wieder mit dem Drehmoment im mechanischen Segment zusammengeführt wird, um über das geteilte Gehäuse **122** auf das Ritzel **108** übertragen zu werden. Die Eingangswelle **104** und das Kupplungsstück **106** können mit einer etwas höheren Geschwindigkeit rotieren als das Ritzel **108**. Das gleiche Verhältnis zwischen Drehmoment im Kupplungssegment des indirekten Pfads und den Drehmomenten in den direkten und indirekten Pfaden ist anzuwenden, und dies ist das in kartesischen Koordinaten dargestellte Verhältnis für ein Verhältnis von 4 in dem Planetenradsatz **100** ([Fig. 5](#)).

[0038] Ein weiteres modifiziertes Verteilergetriebe **130** ([Fig. 9](#)) weist ebenfalls ein einziges Eingangselement in Form einer Welle **132** und zwei Ausgangselemente in Form einer Welle **134** und eines Ritzels **136** auf. Die Eingangswelle **132** und die Ausgangswelle **134** sind miteinander verbunden und rotieren zusammen mit der gleichen Geschwindigkeit. Das Verteilergetriebe **130** verwendet eine Kupplung **138**, die fast dieselbe ist wie die Kupplung **38**, jedoch einen Planetenradsatz **140**, der mit einem etwas anderen kinetischen Prinzip arbeitet als die Sätze **36** und **100**. Beide sind entlang der Achse X angeordnet, wie auch die Wellen **132** und **134** sowie das Ritzel **136**. Der Planetenradsatz **140** umfasst zwei Sonnenräder **142** und **144**. Während die zwei Sonnenräder **142** und **144** um die Achse X rotieren, sind sie voneinander losgelöst, wobei das Rad **142** mit der Eingangswelle **132** und das Rad **144** mit dem Ausgangsritzel **136** verbunden ist. Die Sonnenräder **142** und **144** kämmen mit Planetenrädern **146** und **148** und die Planetenräder **146** und **148** sind mit einem Träger **150** mit Spindeln **152** verbunden. Die Planetenräder **146** und **148** sind tatsächlich in Paaren gruppiert, wobei jedes Paar ein einzelnes Planetenrad **146** und ein einzelnes Planetenrad **148** aufweist, die auf einer einzelnen Spindel **152** des Trägers **150** angeordnet sind. Die Planetenräder **146** und **148** eines Paares sind miteinander verbunden, so dass sie zusammen und mit der gleichen Winkelgeschwindigkeit auf ihrer Spindel **152** rotieren. Der Träger **150** ist mit dem Elektromagneten **60** der Kupplung **138** verbunden, während der Anker **70** der Kupplung **138** mit der Eingangswelle **132** verbunden ist. Die Räder **142**, **144**, **146** und **148** sowie der Träger **150** stellen allesamt Elemente des Planetenradsatzes **140** dar.

[0039] Im Betrieb des Verteilergetriebes **130** wird das auf die Eingangswelle **132** wirkende Drehmo-

ment in einen direkten Pfad und einen indirekten Pfad aufgespaltet, wobei der letztere ein mechanisches Segment und ein Kupplungssegment aufweist. In dem direkten Pfad wird Drehmoment direkt von der Eingangswelle **132** auf die Ausgangswelle **134** übertragen, da sie im Wesentlichen die gleiche sind. In dem mechanischen Segment des indirekten Pfads tritt das Drehmoment von dem Sonnenrad **142** zu den Planetenrädern **146** und ebenso zu den Planetenrädern **148**, an denen die Räder **146** befestigt sind, und von dort zu dem anderen Sonnenrad **144** und dem Ausgangsritzel **136**, an dem es befestigt ist. In dem Kupplungssegment tritt das Drehmoment von der Eingangswelle **132** zu dem Anker **70** der Magnetpartikelkupplung **138** und von dort zu dem Elektromagneten **60** der Kupplung **138**. Der Elektromagnet **60**, der über den Träger **150** mit den Planetenrädern **146** und **148** gekoppelt ist, überträgt Drehmoment in dem indirekten Segment auf den Träger **150** und die Planetenräder **146** und **148**, und hier wird das Drehmoment wieder mit dem Drehmoment des mechanischen Segments zusammengeführt und auf das Sonnenrad **144** und das mit diesem verbundene Ausgangsritzel **136** übertragen.

[0040] Das Verteilergetriebe **12** kann mit dem Fahrzeug B verwendet werden und das Verteilergetriebe **90** mit dem Fahrzeug A. Weiterhin kann das Verteilergetriebe **130** sowohl mit dem Fahrzeug A oder B verwendet werden, ist jedoch mutmaßlich am besten für das Fahrzeug B geeignet. Andere Variationen sind möglich, und sie können die gleichen Planetenradsätze **36**, **100** oder **140** mit unterschiedlichen Anschlüssen verwenden oder sogar andere Planetenradsätze. Von den Anschlüssen oder Planetenradsätzen sollte die Anordnung das eintretende Drehmoment in einen direkten oder starren Durchgangspfad und einen indirekten Pfad aufteilen, wobei der indirekte Pfad ein mechanisches Segment und ein Kupplungssegment aufweist. Die Drehmomente in den zwei Segmenten des indirekten Pfads sollten sich wieder vor einem Ausgangselement in diesem Pfad vereinen. Die Planetenradsätze **36**, **100** und **140** müssen nicht auf Zahnrädern basieren, sondern können stattdessen auf Reibflächen basieren und so Traktionsantriebe sein, und tatsächlich betrifft das Wort „Zahnräder“ auch Traktionsantriebe. Die Elektromagneten und Anker der Kupplungen **38**, **102** und **138** müssen nicht innerhalb einander angeordnet sein, sondern können axial zueinander angeordnet sein. Während Magnetkupplungen **38**, **102** und **131** vorgezogen werden, können andere Arten von Kupplungen ausreichend sein. Beispielsweise wird eine Reibkupplung, wie eine Nassscheibenkupplung, geeignet sein wie auch eine elektromagnetische Kupplung oder eine Hysteresekupplung. Tatsächlich können alle diese alternativen Kupplungen kleiner sein als Kupplungen in herkömmlichen Verteilergetrieben, da der indirekte Pfad in ein mechanisches Segment und ein Kupplungssegment aufgeteilt wird, und die

Kupplung mit dem Nieder-Drehmoment Element des Planetenradsatzes verbunden ist.

Patentansprüche

1. Verteilergetriebe (**12**, **90**, **130**) mit einem Eingangselement (**30**, **104**, **132**), einem ersten und einem zweiten Ausgangselement (**32**, **34**, **92**, **108**, **134**, **136**), einer Kupplung (**38**, **102**, **138**) und einem Planetenradsatz (**36**, **100**, **140**), die derart miteinander verbunden sind, dass ein direkter Pfad zur Übertragung von Drehmoment von dem Eingangselement auf das erste Ausgangselement gebildet ist, ohne Veränderung der Winkelgeschwindigkeit zwischen dem Eingangselement und dem ersten Ausgangselement, und derart, dass ein indirekter Pfad zur Übertragung von Drehmoment von dem Eingangselement auf das zweite Ausgangselement gebildet ist, wobei der indirekte Pfad ein mechanisches Segment umfasst, in dem Drehmoment nur durch den Planetenradsatz von dem Eingangselement auf das zweite Ausgangselement übertragen wird, und ein Kupplungssegment, in dem Drehmoment sowohl über eine Kupplung (**38**, **102**, **138**) als auch über den Planetenradsatz (**36**, **100**, **140**) von dem Eingangselement auf das zweite Ausgangselement übertragen wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kupplung (**38**, **102**, **138**) eine Magnetpartikelkupplung mit einer elektrischen Spule (**64**) ist, wobei die über den indirekten Pfad übertragene Drehmomentmenge von dem durch die Spule (**64**) der Kupplung geleiteten Strom abhängt.

2. Verteilergetriebe nach Anspruch 1, bei dem der Planetenradsatz ein Sonnenrad (**40**, **110**), ein das Sonnenrad umschließendes Hohlrad (**42**, **112**), ein zwischen dem Sonnenrad und dem Hohlrad angeordnetes und mit diesen kämmendes Planetenrad (**44**, **114**) sowie einen eine Drehachse für das Planetenrad (**44**, **114**) aufweisenden Träger (**46**, **116**) umfasst, und wobei das über das Kupplungssegment des indirekten Pfads geleitete Drehmoment über das Sonnenrad (**40**, **110**) übertragen wird.

3. Verteilergetriebe nach Anspruch 1 oder 2, bei dem das über das mechanische Segment des indirekten Pfads übertragene Drehmoment größer ist als das über das Kupplungssegment übertragene Drehmoment.

4. Verteilergetriebe nach Anspruch 1, bei dem die Magnetpartikelkupplung (**38**, **102**) ein erstes und ein zweites Kupplungsorgan (**60**, **70**) aufweist, die mit unterschiedlichen Drehgeschwindigkeiten rotieren können, wobei die Kupplung die Fähigkeit besitzt, Drehmoment über die Kupplungsorgane (**60**, **70**) zu übertragen, wenn die Kupplungsorgane mit unterschiedlichen Drehgeschwindigkeiten rotieren, wobei die übertragene Drehmomentmenge von dem durch die Spule fließenden Strom abhängt, wobei das erste

Kupplungsorgan (**60**) mit dem Eingangselement (**30, 104**) verbunden ist, der Planetenradsatz (**36, 100**) ein erstes, zweites, drittes und viertes Planetenelement aufweist, die um eine Achse herum angeordnet sind, das erste Planetenelement (**40, 110**) mit dem zweiten Kupplungsorgan (**70**) verbunden ist, das zweite Planetenelement (**42, 112**) mit dem ersten Kupplungsorgan (**60**) verbunden ist, das dritte Planetenelement (**46, 116**) mit dem zweiten Ausgangselement (**34, 108**) im indirekten Pfad verbunden ist und das vierte Planetenelement (**44, 114**) zwischen dem ersten und dem dritten Planetenelement (**40, 42, 110, 112**) angeordnet ist.

5. Verteilergetriebe nach Anspruch 4, bei dem die Menge des über die Kupplung (**38**) übertragenen Drehmoments lediglich einen geringen Anteil des über den indirekten Pfad übertragenen Drehmoments darstellt.

6. Verteilergetriebe nach Anspruch 5, bei dem die Kupplungsorgane (**60, 70**) um eine Achse (X) rotieren, um die herum der Planetenradsatz angeordnet ist und bei dem das erste Planetenelement (**40, 110**) ein Sonnenrad ist, das zweite Planetenelement (**42, 112**) ein das Sonnenrad umschließendes Hohlrad ist, das vierte Planetenelement (**44, 114**) ein zwischen dem Sonnenrad und dem Hohlrad angeordnetes und mit diesem kämmendes Planetenrad ist und das dritte Planetenelement (**46, 116**) ein Träger ist, der um die Achse (X) rotiert und eine Achse aufweist, um die das Planetenrad (**44, 114**) rotiert.

7. Verteilergetriebe nach Anspruch 4, bei dem die Kupplungsorgane (**60, 70**) um die Achse (X) rotieren, um die herum der Planetenradsatz angeordnet ist.

8. Verteilergetriebe nach Anspruch 7, bei dem das erste und das zweite Kupplungsorgan (**60, 70**) konzentrisch zueinander angeordnet sind und das erste Kupplungsorgan das zweite Kupplungsorgan umschließt.

9. Verteilergetriebe nach Anspruch 7, bei dem das erste und das zweite Kupplungsorgan (**60, 70**) konzentrisch zueinander angeordnet sind und das zweite Kupplungsorgan das erste Kupplungsorgan umschließt.

10. Verteilergetriebe nach einem der Ansprüche 7 bis 9, bei dem das erste Planetenelement ein Sonnenrad (**142**) ist, das dritte Planetenelement ein weiteres Sonnenrad (**144**) ist, das vierte Planetenelement miteinander verbundene Planetenräder (**146, 148**) sind, die mit den zwei Sonnenrädern (**142, 144**) kämmen, und das zweite Planetenelement ein Träger (**150**) ist, der um die Achse rotiert und eine Achse aufweist, um die die zwei miteinander verbundenen Planetenräder (**146, 148**) rotieren.

11. Verteilergetriebe nach einem der Ansprüche 7 bis 10, bei dem die Eingangs- und Ausgangselemente (**134, 136, 132**) um die Achse rotieren und eines der Ausgangselemente (**134, 136**) das andere Ausgangselement umschließt.

12. Verteilergetriebe nach Anspruch 7, bei dem eines der Kupplungsorgane (**60, 70**) derart mit dem Sonnenrad (**40, 110, 144**) des Planetenradsatzes verbunden ist, dass das Kupplungsorgan und das Sonnenrad stets gemeinsam und mit der gleichen Geschwindigkeit rotieren.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

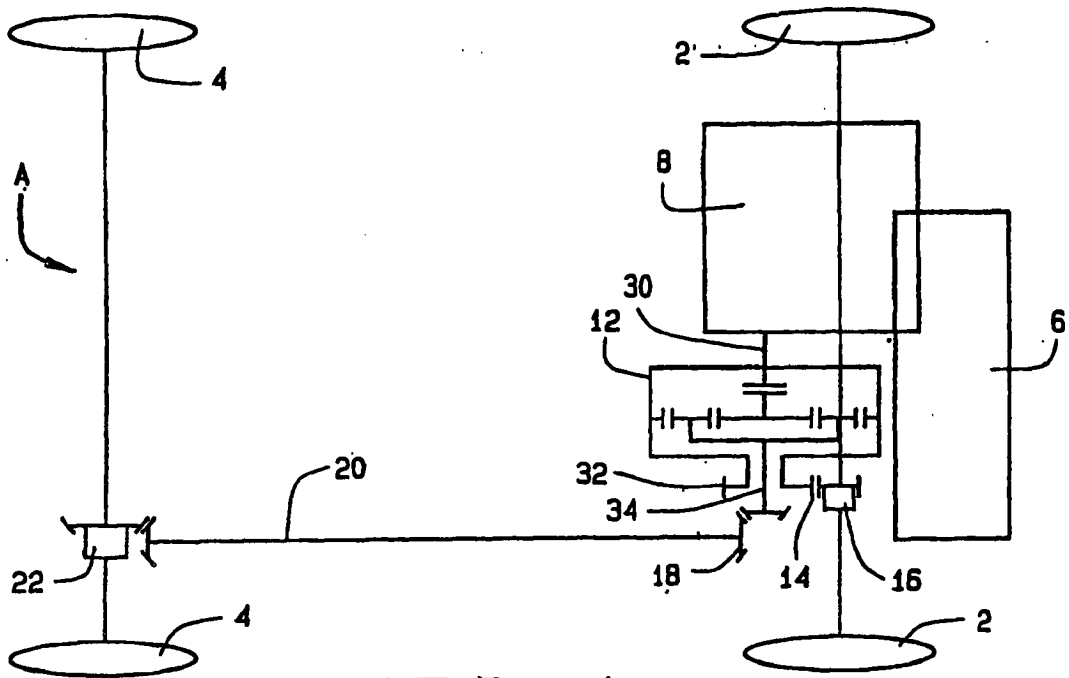


FIG. 1

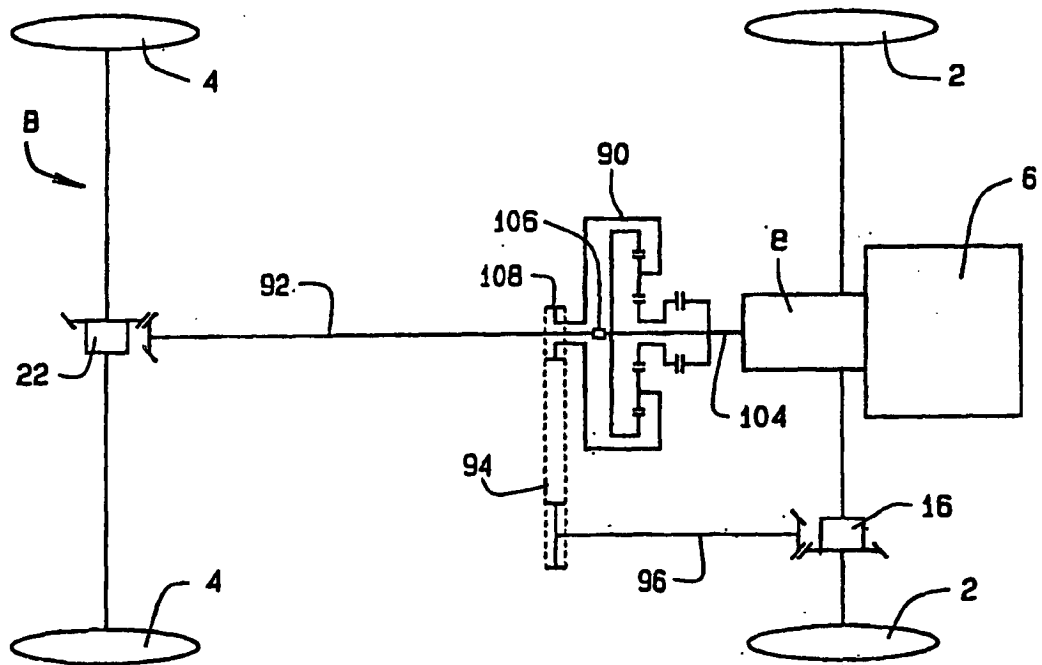


FIG. 6

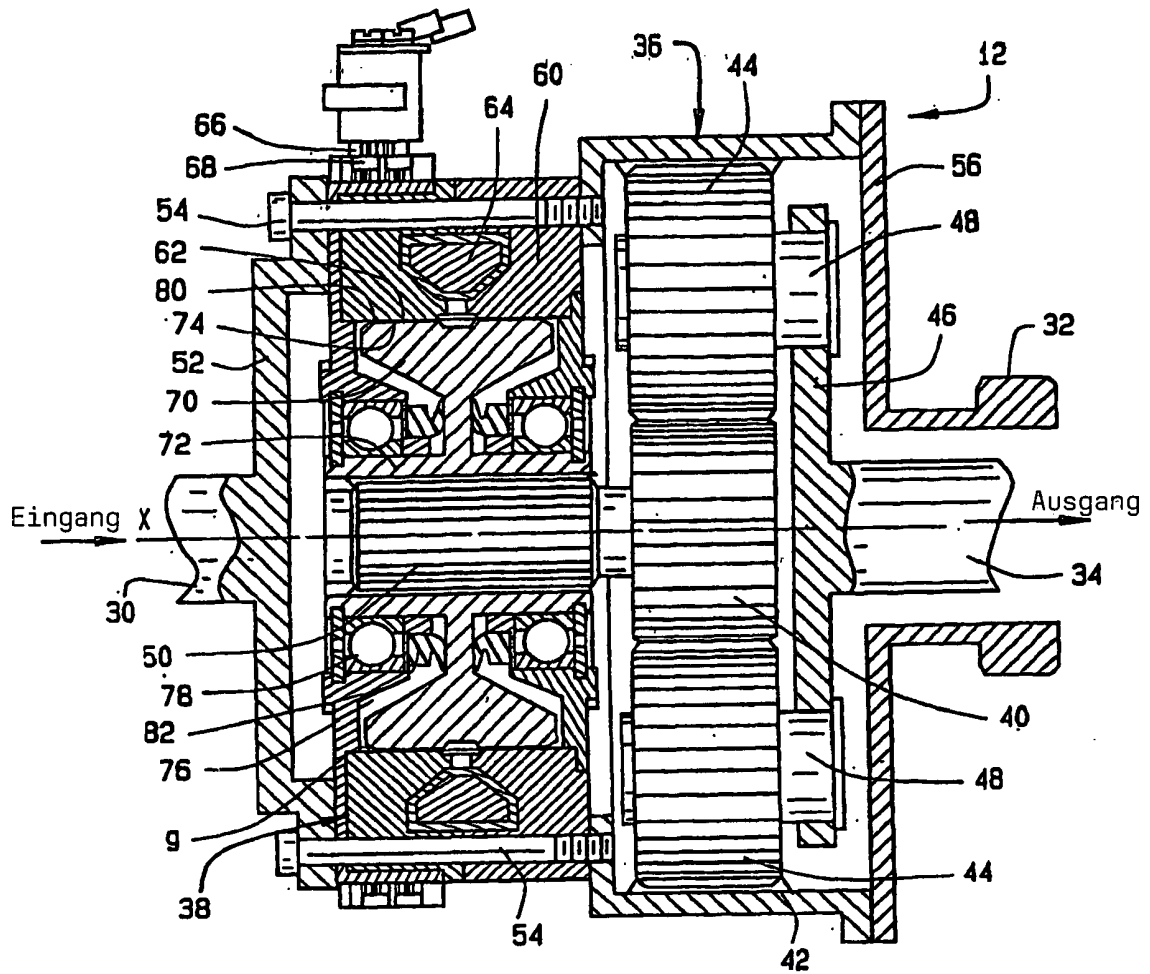


FIG. 2

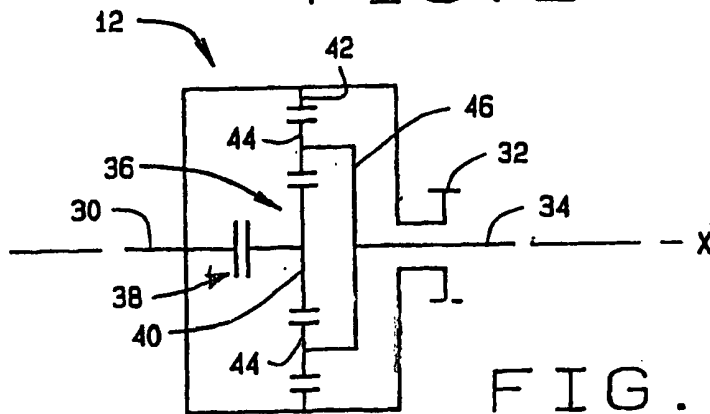


FIG. 3

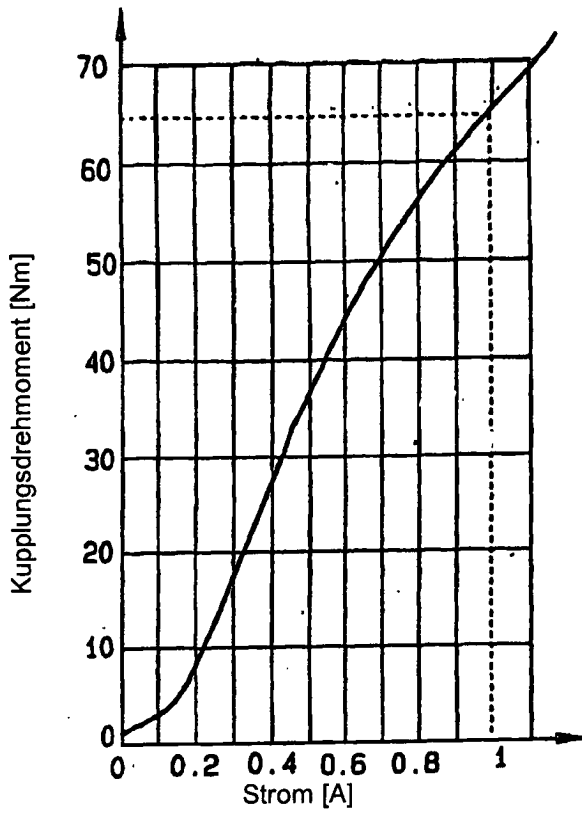


FIG. 4

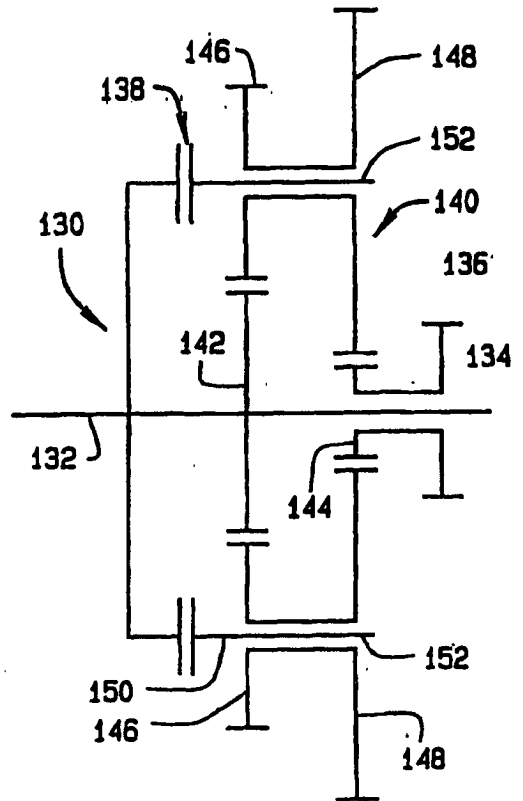


FIG. 9

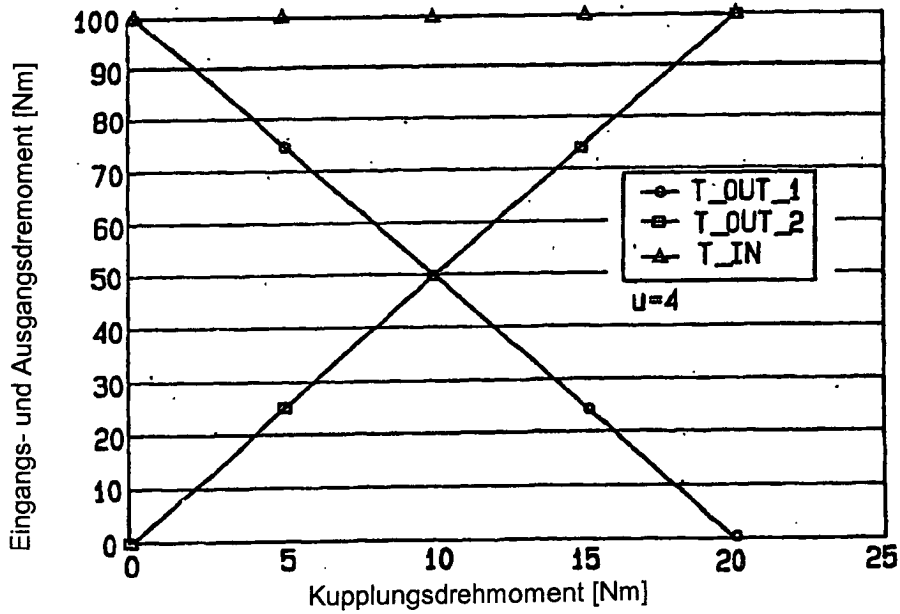


FIG. 5

