



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

(10) **DE 42 28 294 B4 2004.12.30**

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **P 42 28 294.2**  
 (22) Anmeldetag: **26.08.1992**  
 (43) Offenlegungstag: **04.03.1993**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **30.12.2004**

(51) Int Cl.7: **F03C 1/24**  
**F16H 39/02, B60K 17/356**

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

(30) Unionspriorität:  
**753800 03.09.1991 US**

(71) Patentinhaber:  
**Sauer-Danfoss Inc. (n.d.Ges.d. Staates Delaware),  
 Ames, Ia., US**

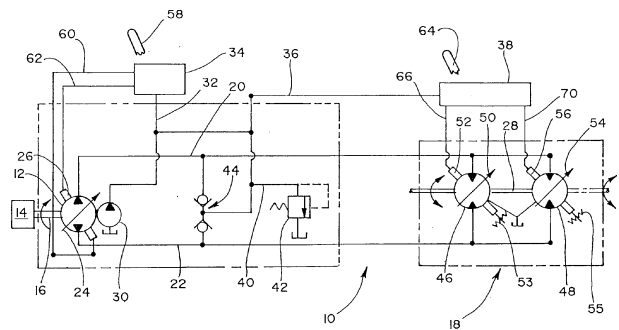
(74) Vertreter:  
**Andrae Flach Haug, 81541 München**

(72) Erfinder:  
**Sheets, James Barker, Ames, Ia., US**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:  
**DE 32 38 362 A1**  
**US 30 93 081**  
**US 25 62 363**

(54) Bezeichnung: **Antriebseinrichtung für ein vierradgetriebenes Fahrzeug**

(57) Hauptanspruch: Antriebseinrichtung für ein vierradgetriebenes Fahrzeug, mit zwei voneinander beabstandeten, parallelen, von einer Hauptantriebsvorrichtung (14) angetriebenen Antriebsachsen (190, 192), die jeweils zwei Enden aufweisen, mit denen zwei der vier Räder (194, 196) antriebsmäßig verbunden sind, zwei Differenzialgetrieben (204, 208), von denen jedes zwischen den beiden Enden einer jeweiligen Antriebsachse (190, 192) angeordnet ist, einer hydrostatischen Kraftübertragungseinrichtung (10), die zwischen die Hauptantriebsvorrichtung (14) und die Antriebsachsen (190, 192) geschaltet ist und eine Steuerfluidquelle (30), eine Hydraulikpumpe (12) mit stufenloser Verdrängungssteuerung, die eine von der Hauptantriebsvorrichtung (14) angetriebene Eingangswelle (16) aufweist, und einen zwei Ausgänge aufweisenden Tandem-Hydraulikmotor (18) in Reihenbauweise, der mit den Differenzialgetrieben (204, 208) antriebsmäßig verbunden ist und mit der Hydraulikpumpe (12) in Fluidverbindung steht, aufweist, wobei der Hydraulikmotor (18) ein Gehäuse (76) mit einem vorderen Gehäuseabschnitt, einem hinteren Gehäuseabschnitt und einem den vorderen Gehäuseabschnitt und den hinteren Gehäuseabschnitt miteinander verbindenden mittleren Gehäuseabschnitt (84), eine gemeinsame Motorausgangswelle...



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Antriebseinrichtung für ein vierradgetriebenes Fahrzeug.

**[0002]** Hydrostatische Getriebe werden zur Kraftübertragung von einem Haupttriebwerk, wie einem Verbrennungsmotor, zu einer Ausgangswelle zum Antrieb externer Vorrichtungen, wie die Achse eines Kraftfahrzeugs, verwendet. Bekannte hydrostatische Getriebe enthalten eine Hydraulikpumpe mit einer Eingangswelle, die durch das Haupttriebwerk angetrieben wird. Zum Antrieb einer Ausgangswelle wird ein Hydraulikfluid von der Hydraulikpumpe zu einem Hydraulikmotor gepumpt, wobei keine mechanische Verbindung zwischen der Eingangswelle der Pumpe und der Ausgangswelle des Motors vorhanden ist.

**[0003]** Hydraulische Axialkolbenpumpen weisen einen mit der Eingangswelle drehbaren Zylinderblock sowie Kolben auf, die innerhalb des Zylinderblocks axial bewegbar sind, wobei die Verdrängung der Hydraulikpumpe veränderbar und proportional zum Hub der Kolben ist. Die Pumpe weist eine schrägstellbare Schrägscheibe auf, die mit den Kolben während des Drehens des Zylinderblocks in Eingriff ist, um den Kolbenhub und infolgedessen die Verdrängung der Pumpe zu verändern. Durch Veränderung des Neigungswinkels der Schrägscheibe kann ein weiterer Bereich an Strömungsdurchsätzen zum Motor erreicht werden. In der neutralen Position der Schrägscheibe werden die Kolben nicht bewegt, und es wird kein Fluid zum Motor gepumpt. In dieser Position gibt die Eingangswelle keine Bewegung an die Motorwelle weiter. Wenn die Schrägscheibe der Pumpe aus der neutralen Position weg geschwenkt wird, werden die Kolben beim Drehen des Zylinderblocks bewegt, und Hydraulikfluid wird zum Motor gepumpt.

**[0004]** Hydraulikmotoren können ebenfalls in Axialkolbenbauweise ausgeführt sein. Ähnlich wie bei der vorstehend beschriebenen Hydraulikpumpe mit veränderlicher Verdrängung weist ein Axialkolbenmotor sich hin- und herbewegende Kolben auf, die mit einer schrägstellbaren Schrägscheibe in Wirkverbindung sind, wobei der Kolbenhub die Größe des Drehmoments an die Motorausgangswelle aus dem zum Motor gepumpten Fluid bestimmt. Wenn sich die Motor-Schrägscheibe in einer neutralen Position befindet, werden die Kolben nicht bewegt und die Motorausgangswelle nicht gedreht, ohne Rücksicht auf die Verdrängung der Hydraulikpumpe. Wenn die Motor-Schrägscheibe aus der neutralen Position weg geschwenkt wird, werden die Motorkolben bewegt und die Ausgangswelle durch die Strömung des Hydraulikfluids durch das Getriebe angetrieben. Die Ausgangsleistung des hydrostatischen Getriebes ist somit eine Funktion der vorbestimmten Verdrängungen sowohl der Hydraulikpumpe als auch des Hydraulikmotors.

**[0005]** Bei der Konstruktion von typischen Straßen- und Geländefahrzeugen, die einen hydrostatischen Antrieb und Betrieb einer mechanischen Zugeinrichtung haben, ist es häufig notwendig, ein wählbares Übersetzungsverhältnis zwischen dem Hydraulikmotor und den Antriebsachsen bereitzustellen, um die gewünschte Fahrzeuggeschwindigkeit und den gewünschten Zug der Zugeinrichtung je nach Art der Verwendung des Fahrzeugs zu erhalten. In einem Hydraulikmotor mit veränderlicher Verdrängung bestimmt die Position der Motor-Schrägscheibe direkt die Geschwindigkeit der Motorausgangswelle, wobei überschüssige Energie als mögliches Ausgangsdrehmoment des Motors bereitgestellt wird. Es ist daher möglich, das Verhältnis zwischen Motordrehzahl und Motordrehmoment, das auf die Antriebsachsen aufgebracht wird, durch geeignetes Positionieren der Motor-Schrägscheibe zu steuern. Ebenso werden die Fahrzeuggeschwindigkeit und der Zug der Zugeinrichtung durch die Position der Motor-Schrägscheibe bestimmt.

**[0006]** In vielen Situationen ist jedoch der begrenzte Verschwenkbereich der Motor-Schrägscheibe ungenügend, um die Leistungsbereichsanforderungen an die hydrostatische Übertragungsvorrichtung zufriedenzustellen. Um den Leistungsbereich zu erhöhen, ist ein Getriebe zwischen der Motorausgangswelle und den Antriebsachsen vorgesehen, um die notwendigen Geschwindigkeits- und Drehmomentverhältnisse zu erreichen. Die Notwendigkeit eines Getriebes erhöht die mechanische Komplexität des gesamten Antriebs, welche sich nachteilig auf die Zuverlässigkeit und die Kosten des Antriebs auswirkt. Ein zusätzliches Problem liegt darin, daß durch das Vorsehen eines Getriebes Raum benötigt wird.

**[0007]** Ein Ansatz zur Variierung des Leistungsreichs einer hydraulischen Vorrichtung ist in der US-Patentschrift 3 093 081 gezeigt. Diese Druckschrift zeigt eine Axialkolbenpumpe, in der eine gemeinsame Antriebswelle die Zylinderblöcke von zwei variablen Verdrängungspumpen dreht. Jede dieser Pumpen hat eine schrägstellbare Schrägscheibe, um ihre Verdrängung zu variieren. Der Verdrängungsbereich der Pumpen ist so gewählt, daß der kombinierte Output der Pumpen Spitzenanforderungen des Hydrauliksystems zufriedenstellt. Diese bekannte Axialkolbenpumpe ist jedoch kein Getriebe, und die Druckschrift enthält keinen Hinweis auf die Art und Weise, in der Kraft zum Antreiben eines Fahrzeugs übertragen wird.

Stand der Technik

**[0008]** Die US-Patentschrift 2 562 363 zeigt eine Motoreinheit mit zwei getrennten Motoren. Ein Motor weist eine schrägstellbare Schrägscheibe auf, um die Verdrängung des Motors zu verändern, während der andere Motor eine feststehende Verdrängung hat.

Der Betriebsbereich der Verbundeinheit ist auf den Verdrängungsbereich des einzelnen Motors mit variabler Verdrängung in Verbindung mit der feststehenden Verdrängung des zweiten Motors begrenzt. Weiterhin ist, um bei dieser bekannten Vorrichtung die einzige variable Schrägscheibe zu verschwenken, ein Arm direkt mit einem Druckregulierungsmechanismus verbunden, und es gibt keine Möglichkeit, einen gewünschten Schrägscheibenwinkel festzulegen.

**[0009]** Ferner ist aus der DE 32 38 362 A1 eine als Motor oder Pumpe betreibbare Axialkolbenmaschine in Schrägscheibenbauform bekannt, die im dargestellten Beispiel als Zweipumpen-Aggregat ausgeführt ist, um ein breites Leistungsspektrum zu erhalten. Auch diese Druckschrift enthält keinen Hinweis auf eine mögliche Verwendung der Axialkolbenmaschine im Antriebsstrang eines vierradgetriebenen Fahrzeugs.

#### Aufgabenstellung

**[0010]** Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Antriebseinrichtung für ein vierradgetriebenes Fahrzeug derart auszubilden, daß ein breites Leistungsspektrum ohne zusätzliches Getriebe möglich ist.

**[0011]** Zur Lösung dieser Aufgabe ist die Antriebseinrichtung für ein vierradgetriebenes Fahrzeug wie folgt ausgebildet: Mit zwei voneinander beabstandeten, parallelen, von einer Hauptantriebsvorrichtung angetriebenen Antriebsachsen, die jeweils zwei Enden aufweisen, mit denen zwei der vier Räder antriebsmäßig verbunden sind, zwei Differenzialgetrieben, von denen jedes zwischen den beiden Enden einer jeweiligen Antriebsachse angeordnet ist, einer hydrostatischen Kraftübertragungseinrichtung, die zwischen die Hauptantriebsvorrichtung und die Antriebsachsen geschaltet ist und eine Steuerfluidquelle, eine Hydraulikpumpe mit stufenloser Verdrängungssteuerung, die eine von der Hauptantriebsvorrichtung angetriebene Eingangswelle aufweist, und einen zwei Ausgänge aufweisenden Tandem-Hydraulikmotor in Reihenbauweise, der mit den Differenzialgetrieben antriebsmäßig verbunden ist und mit der Hydraulikpumpe in Fluidverbindung steht, aufweist, wobei der Hydraulikmotor ein Gehäuse mit einem vorderen Gehäuseabschnitt, einem hinteren Gehäuseabschnitt und einem den vorderen Gehäuseabschnitt und den hinteren Gehäuseabschnitt miteinander verbindenden mittleren Gehäuseabschnitt, eine gemeinsame Motorausgangswelle, die zwei Wellenenden hat, die sich axial fluchtend durch das Gehäuse im wesentlichen senkrecht zu den Antriebsachsen erstrecken, wobei die Wellenenden mit den Antriebsachsen über die Differenzialgetriebe verbunden sind, um sie synchron anzutreiben, zwei Motoreinheiten mit variabler Verdrängung, die in dem vor-

deren und dem hinteren Gehäuseabschnitt jeweils angeordnet sind und antriebsmäßig mit der gemeinsamen Motorausgangswelle verbunden sind, wobei jede Motoreinheit einen drehbaren Zylinderblock mit hin- und herbewegbaren Kolben, die mit der Hydraulikpumpe in Verbindung stehen, und eine schrägstellbare Schrägscheibe aufweist, deren Schrägstellung den Hub der hin- und herbewegbaren Kolben bestimmt, und eine Ventilplatte zwischen dem mittleren Gehäuseabschnitt und dem Zylinderblock hat, und eine Servoeinrichtung aufweist, die mit der Steuerfluidquelle verbunden ist, wobei der Tandem-Hydraulikmotor in einem ersten Betriebsbereich ist, wenn die Schrägscheiben in einer Stellung maximaler Verdrängung sind, in einem zweiten Betriebsbereich ist, wenn eine Schrägscheibe in einer Stellung maximaler Verdrängung ist und die andere Schrägscheibe in einer Stellung minimaler Verdrängung ist, in einem dritten Betriebsbereich ist, wenn die eine Schrägscheibe in einer Verdrängungszwischenstellung und die andere Schrägscheibe in einer Stellung minimaler Verdrängung ist, und in einem vierten Betriebsbereich ist, wenn die eine Schrägscheibe keine Verdrängung bewirkt und die andere Schrägscheibe in einer Stellung minimaler Verdrängung ist.

**[0012]** Im Ausführungsbeispiel der Erfindung weist der Hydraulikmotor mit variabler Verdrängung ein Motorgehäuse mit einem Fluideinlaß und einem Fluidauslaß auf. Zwei hydraulische Verdrängungseinheiten sind im Gehäuse in einer parallelen Anordnung befestigt und mit einer gemeinsamen Ausgangswelle in Wirkverbindung. Jede Motoreinheit weist einen drehbaren Zylinderblock mit hin- und herbewegbaren Kolben auf, die mit dem Fluideinlaß und dem Fluidauslaß zusammenwirken, sowie eine schrägstellbare Schrägscheibe, um den Hub der Kolben zu variieren. Zwei Servoeinrichtungen regulieren unabhängig die Position jeder Schrägscheibe, um einen breiten Leistungsbereich des Hydraulikmotors zu erhalten.

**[0013]** Die gemeinsame Ausgangswelle ist innerhalb des Gehäuses drehbar gelagert und weist ein Paar beabstandeter Enden auf, die sich bis außerhalb des Gehäuses erstrecken, wobei das eine Ende eine erste Achswelle und das andere Ende eine zweite Achswelle antreibt. Da die Achsen durch eine gemeinsame Welle angetrieben werden, sind die erste Achswelle und die zweite Achswelle im wesentlichen kollinear beabstandet. In gleicher Weise dient die Welle, da sie sich durch den Motor erstreckt, in vorteilhafter Weise als eine Verbindungshülse für beide Achsen, die sicherstellt, daß jede Achse sich mit der gleichen Drehzahl dreht.

**[0014]** In der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist jede Servoeinrichtung eine Zwei-Positions-Minimum-Maximum-Vorrichtung mit einem axial bewegbaren Ventilschieber zur Regulierung der Zufuhr eines Steuerfluids zur Schrägscheibe. Jeder

Ventilschieber ist zwischen einer ersten Position zum Festlegen einer minimalen Verdrängung der entsprechenden Motoreinheit und einer zweiten Position zum Festlegen einer maximalen Verdrängung der entsprechenden Motoreinheit bewegbar. Die zwei Servoeinheiten sind somit in Kombination betreibbar, um eine Dreifach-Geschwindigkeitsbetätigung der Ausgangswelle bei einer gegebenen Pumpenströmung zu erhalten. Die Ausgangswelle nimmt eine erste Ausgangsgeschwindigkeit an, wenn sich die erste Servoeinrichtung in der ersten Position und die zweite Servoeinrichtung in der ersten Position befinden. Die Ausgangswelle nimmt eine zweite Ausgangsgeschwindigkeit an, wenn sich die erste Servoeinrichtung in der ersten Position und die zweite Servoeinrichtung in der zweiten Position befinden. Die Ausgangswelle nimmt eine dritte Ausgangsgeschwindigkeit an, wenn sich die erste Servoeinrichtung in der zweiten Position und die zweite Servoeinrichtung in der zweiten Position befinden.

**[0015]** Alternativ können die Servoeinrichtungen kontinuierlich mittels mechanischer Rückkopplungssteuerungen (feedback controls) positioniert werden, um unbegrenzt variable Positionen der Motor-Schrägscheiben zu erhalten.

#### Ausführungsbeispiel

**[0016]** Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden detaillierten Beschreibung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen, in denen mit gleichen Bezugszahlen gleiche Elemente bezeichnet sind. Es zeigt:

**[0017]** Fig. 1 eine schematische Darstellung eines hydrostatischen Getriebes mit einem Tandem-Hydraulikmotor für ein vierradgetriebenes Fahrzeug;

**[0018]** Fig. 2 einen Vertikalschnitt des Tandem-Hydraulikmotors von Fig. 1;

**[0019]** Fig. 3 einen Schnitt entlang der Linie 3-3 von Fig. 2 und

**[0020]** Fig. 4 eine Schemadarstellung des vierradgetriebenen Fahrzeugs mit einer Antriebseinrichtung nach der Erfindung.

**[0021]** In Fig. 1 ist eine hydrostatische Kraftübertragungsvorrichtung (Getriebe), global mit **10** bezeichnet. Das Getriebe weist eine hydraulische Pumpe **12** auf, welche durch einen Hauptantrieb **14** über eine Pumpeneingangswelle **16** angetrieben wird, sowie einen Tandem-Hydraulikmotor **18**. Die Hydraulikpumpe **12** und der Tandem-Hydraulikmotor **18** sind miteinander durch zwei hydraulische Leitungen **20** und **22** verbunden, wodurch eine geschlossene hydraulische Hauptschleife gebildet wird. Die Hydraulikpumpe **12** weist, wie schematisch dargestellt ist, eine re-

versible variable Verdrängung auf und enthält eine Schrägscheibe **24**, die durch einen fluidbetätigten Servomechanismus **26** betätigt wird. Die Position der Schrägscheibe **24** bestimmt den Betrag und die Richtung der Strömung von der Hydraulikpumpe **12** zum Tandem-Hydraulikmotor **18**, um einen reversiblen Antrieb für eine Motorausgangswelle **28** zu erhalten.

**[0022]** Eine Zuführpumpe **30** mit feststehender Verdrängung ist mit der hydraulischen Pumpe **12** verbunden und stellt sowohl eine Steuerfluidquelle als auch eine Zusatzfluidquelle für die Hauptschleife dar. Die Strömung von der Zuführpumpe **30** gelangt über eine Fluidleitung **32** zu einer Steuerung **34** für die Pumpenverdrängung, über eine Fluidleitung **36** zu einer Motor-Verdrängungssteuerung **38**, und über eine Leitung **40** zu einem Zuführ-Sicherheitsventil **42** und einem Paar Rückschlagventile **44**. Die Zuführpumpe **30** beliefert hierdurch in Abhängigkeit davon, welche Seite die Niederdruckseite der Hauptschleife ist, entweder die Hauptschleifenleitung **20** oder **22** mit Zusatzfluid, wie dies aus dem Stand der Technik bekannt ist.

**[0023]** Der Tandem-Hydraulikmotor **18** ist ebenfalls von der Art, die eine reversible variable Verdrängung aufweist, und enthält ein Paar Hydraulikeinheiten **46** und **48** mit variabler Verdrängung, die in einer parallelen Anordnung befestigt sind, um die gemeinsame Motorausgangswelle **28** anzutreiben. Wie nachstehend im einzelnen beschrieben wird, enthält die Motoreinheit **46** eine schrägstellbare Schrägscheibe **50**, die durch einen fluidbetätigten Servomechanismus **52** betrieben wird. Die Motoreinheit **48** weist eine schrägstellbare Schrägscheibe **54** auf, die durch einen fluidbetätigten Servomechanismus **56** betrieben wird. Die Positionen der Motor-Schrägscheiben **50** und **54** verändern zusammen die Größe des Drehmoments und der Geschwindigkeit, der vom Hauptantrieb **14** zur Motorausgangswelle **28** übertragen wird, indem das durch die Leitungen **20** und **22** gepumpte Fluid reguliert wird.

**[0024]** Die Pumpenverdrängungssteuerung **34** ist mittels eines drehbaren Hebels **58** betreibbar und enthält eine mechanische Schrägscheiben-Rückkopplung. Die Schrägscheiben-Rückkopplung sorgt für die Regelung des Steuerfluids über zu entgegengesetzten Enden des Servomechanismus **26** führende Leitungen **60** und **62**, um die Schrägscheibe **24** zu positionieren und dadurch den Betrag und die Richtung der Strömung zum Tandem-Hydraulikmotor **18** festzulegen. Die Motorverdrängungssteuerung **38** ist mittels eines Hebels **64** betreibbar und enthält ebenfalls eine mechanische Schrägscheiben-Rückkopplung. Die Rückkopplung der Motor-Schrägscheibe sorgt für die Regelung des Steuerfluids über zwei zu den Servoeinrichtungen **52** bzw. **56** führenden Leitungen **66** bzw. **70**, um die Motor-Schrägscheiben **50** bzw. **54** zu positionieren.

[0025] Die vorstehende Beschreibung ist typisch für eine hydrostatische Übertragungseinrichtung, in der Kraft von einer Pumpeneingangswelle zu einer Motorausgangswelle übertragen wird, wobei keine mechanische Verbindung zwischen der Pumpe und dem Motor vorhanden ist. Im folgenden wird nun der Aufbau des Tandem-Hydraulikmotors näher beschrieben, der die Regelung des Verhältnisses zwischen den Geschwindigkeits- und Drehmomentcharakteristiken der Pumpeneingangswelle und der Motorausgangswelle über einen weiten Bereich ermöglicht.

[0026] Jede Motoreinheit **46** und **48** mit variabler Verdrängung ist im Detail in den Fig. 2 und 3 gezeigt, wobei die Komponenten vergleichbar mit jenen von Fig. 1 sind, welche die gleiche Bezugszahl haben. Die Motoreinheit **46** weist einen drehbaren Zylinderblock **74** auf, der sich innerhalb eines Motorgehäuses **76** befindet, sowie eine interne Bohrung mit einer Keilwellenverbindung zu einer angetriebenen Ausgangs-Halbwellen **78**. Die Halbwellen weist ein Ende **80** mit reduziertem Durchmesser auf, welche mittels eines Nadellagers **82** in einem Mittelabschnitt **84** des Motorgehäuses **76** drehbar gelagert ist. Das nach außen gehende Ende der Halbwellen **78** ist mittels eines Kugellagers **86** drehbar gelagert und axial festgelegt, welches in einer Aussparung innerhalb des Gehäuses sitzt, wobei das Kugellager mittels eines Rückhalterings **88** an Ort und Stelle gehalten wird. Eine Lippendichtung **90** umgibt die Welle und dichtet das Innere des Motorgehäuses ab.

[0027] Der drehbare Zylinderblock **74** weist eine Reihe von Kolbenaufnahmekammern **92** auf, die um die Drehachse der Halbwellen **78** herum beabstandet sind, wobei jede Kammer eine Öffnung **94** zu einer Ventilplatte **96** aufweist, die am Mittelabschnitt **84** anliegt. Jede Kolbenaufnahmekammer enthält einen hin- und hergehenden Kolben **98**. Die Kolben können von üblicher Bauart sein, wobei ein sphärisches Ende **100** in ein Gleitelement **102** schwenkbar eingreift. Ein zylindrischer Teil **104** des Gleitelements weist eine sphärische Ausnehmung auf, um das sphärische Ende **100** des Kolbens aufzunehmen, sowie einen Gleitelementfuß **106**, der mit der die Hubbewegung der Kolben steuernden Schrägscheibe **50** in Eingriff bringbar ist.

[0028] Die Gleitelemente werden mittels einer kielartigen Niederhaltevorrichtung **108** in Folgeingriff mit der Schrägscheibe **50** gedrängt. Die Niederhaltevorrichtung **108** enthält eine zwischen zwei Rückhaltescheiben **110** und **111** angeordnete Axialfeder **109**, wobei die Rückhaltescheibe **110** an der Ventilplatte **96** anliegt. Die Rückhaltescheibe **111** ist mit mehreren umfangsmäßig beabstandeten Niederhaltetiffen **112** in Eingriff, die zur Axialbewegung in Nuten geführt sind, welche entlang dem Umfang der Halbwellen **78** ausgebildet sind. Die Niederhaltetiffe sind unter axialer Vorspannung mit einem sphärischen Haltela-

ger **113** in Eingriff, das konzentrisch um die Halbwellen **78** befestigt und in Eingriff mit einer ringförmigen Gleitelementhalterung **114** ist. Die Gleitelementhalterung ist ähnlich wie eine Telefonwählscheibe geformt und weist mehrere umfangsmäßig beabstandete, kreisförmige Öffnungen auf, die jeweils lose einen zylindrischen Teil **104** des Gleitelements **102** aufnehmen.

[0029] Die Motoreinheit **48** ist im großen und ganzen identisch zur Motoreinheit **46** und weist einen drehbaren Zylinderblock **116** auf, der innerhalb des Motorgehäuses **76** angeordnet ist, sowie eine innere Bohrung mit einer Keilverbindung zu einer angetriebenen Ausgangs-Halbwellen **118**. Die Halbwellen **118** weist ein Ende **120** mit verringertem Durchmesser auf, welches mittels eines Nadellagers **122** in einem Mittelabschnitt **84** des Motorgehäuses **76** drehbar gelagert ist.

[0030] Das nach außen weisende Ende der Halbwellen **78** ist mittels eines Kugellagers **124** drehbar gelagert und in axialer Richtung festgelegt, welches in einer Ausnehmung innerhalb des Gehäuses sitzt, wobei das Kugellager durch einen Haltering **126** an Ort und Stelle gehalten wird. Eine Lippendichtung **128** umgibt die Welle und dichtet das Innere des Motorgehäuses ab. Der drehbare Zylinderblock **116** weist eine Reihe von Kolbenaufnahmekammern **30** auf, die um die Drehachse der Halbwellen **118** herum beabstandet sind, wobei jede Kammer eine Öffnung **132** zu einer Ventilplatte **133** aufweist, die am Mittelabschnitt **84** gegenüber der Ventilplatte **96** anliegt. Jede Kolbenaufnahmekammer weist einen hin- und hergehenden Kolben **134** mit einem ein Gleitelement **138** schwenkbar befestigenden sphärischen Ende **136** auf. Ein zylindrischer Teil **140** des Gleitelements weist eine sphärische Ausnehmung zur Aufnahme des sphärischen Endes **136** des Kolbens auf, sowie einen Gleitelementfuß **142**, der mit der Schrägscheibe **54** in Eingriff ist, um die hin- und hergehende Bewegung der Kolben zu steuern.

[0031] Die Gleitelemente werden mittels einer kielartigen Niederhaltevorrichtung **144** in Folgeingriff mit der Schrägscheibe **54** gedrängt. Die Niederhaltevorrichtung **144** enthält eine Axialfeder **146**, die zwischen einem Paar Haltescheiben **148** und **149** angeordnet ist, wobei die Haltescheibe **148** an der Ventilplatte **96** anliegt und die Haltescheibe **149** mit axial bewegbaren Niederhaltetiffen **150** in Eingriff ist. Die Niederhaltetiffe sind unter Vorspannung mit einem sphärischen Haltelager **152** in Eingriff, welches konzentrisch um die Halbwellen **118** herum befestigt und in Eingriff mit einer ringförmigen Gleitelementhalterung **154** ist. Die Gleitelementhalterung gleicht der Gleitelementhalterung **114** und weist eine Anzahl von umfangsmäßig beabstandeten, kreisförmigen Öffnungen auf, die jeweils lose einen zylindrischen Teil **140** eines Gleitelements **138** aufnehmen.

**[0032]** Der Mittelabschnitt **84** weist zwei Fluiddurchlässe **155a** und **155b** auf, die unter Druck stehendes Fluid von der gemeinsamen Fluidleitung **20** erhalten (**Fig. 1**). Der Fluiddurchlaß **155a** liefert Fluid zum Zylinderblock **74** durch eine bogenförmige Öffnung in der Ventilplatte **96** und die Öffnungen **94** in jeder Kolbenaufnahmekammer **92**. Das unter Druck stehende Fluid versucht, die Kolben **98** zu bewegen, und erzeugt hierdurch die Drehbewegung des Zylinderblocks **74** und der Halbwelle **78**. Der Fluiddurchlaß **155b** liefert Fluid zum Zylinderblock **116** durch eine bogenförmige Öffnung in der Ventilplatte **133** und die Öffnungen **132** in jeder Kolbenaufnahmekammer **130**. Das unter Druck stehende Fluid versucht, die Kolben **134** zu bewegen und erzeugt hierdurch eine Drehbewegung des Zylinderblocks **116** und der Halbwelle **118**.

**[0033]** Die Halbwellen **78** und **118** sind an ihren inneren Enden **80** bzw. **120** mittels einer zylindrischen Wellenkupplung **156** derart verbunden, daß die Halbwellen starr verbunden sind und eine gemeinsame Motorausgangswelle **28** bilden. Auf diese Weise leistet die Drehbewegung der Zylinderblöcke **74** und **116** jeweils ihren Beitrag zur Drehmomentgröße, die an die Motorausgangswelle übertragen wird, wobei die Position jeder Schrägscheibe **50** und **54** den Drehmomentanteil der Motoreinheiten **46** bzw. **48** bestimmt.

**[0034]** Zwei Fluiddurchlässe **188** bzw. **190** stehen mit drehbaren Zylinderblöcken **74** bzw. **116** in Verbindung, um Hydraulikfluid vom Motor **18** durch die Fluidleitung **22** zurückzuführen. Das Hydraulikfluid wird hierdurch mittels der Pumpe **10** mit variabler Verdrängung kontinuierlich durch die Hauptfluidleitungen **20** und **22** sowie den Hydraulikmotor **18** gepumpt.

**[0035]** Der Winkel der Schrägscheibe **50** wird durch die fluidbetätigte Servoeinrichtung **52** gesteuert, die innerhalb des Motorgehäuses **76** befestigt und mechanisch mit der Schrägscheibe mittels eines mechanischen Verbindungselements **159a** verbunden ist. Der Winkel der Schrägscheibe **54** wird durch eine fluidbetätigte Servoeinrichtung **56** gesteuert, die innerhalb des Motorgehäuses **76** befestigt und mechanisch mit der Schrägscheibe mittels eines mechanischen Verbindungselements **159b** verbunden ist.

**[0036]** Die Servoeinrichtungen **52** und **56** sind im allgemeinen von gleicher Bauart, wobei die in **Fig. 3** detailliert gezeigte Servoeinrichtung einen axial bewegbaren Hilfskolben **160** aufweist, der zwischen beabstandeten Endabdeckungen **161** und **162** aufgenommen und mit einer zylindrischen Seitenwand innerhalb des Motorgehäuses **76** in Eingriff ist. Der Hilfskolben **160** weist eine sich nach auswärts öffnende Ausnehmung **166** auf, die an einem seiner Enden ausgebildet ist und die Feder **53** der Servoeinrichtung aufnimmt. Eine sich entgegengesetzt öffnende Aus-

nehmung **170** ist im anderen Ende des Hilfskolbens ausgebildet und ist mit der Fluidleitung **66** durch ein in die Endabdeckung **162** eingebrachtes Loch **174** in Verbindung. Ungefähr mittig auf dem Umfang des Hilfskolbens **160** ist eine nach innen gerichtete, horizontale Nut **176** ausgebildet. Wie auch aus **Fig. 2** ersichtlich ist, nimmt die Nut **176** ein am Verbindungselement **159a** befestigtes Hülsenlager **178** auf. Die Axialverschiebung des Kolbens **160** der Servoeinrichtung erzeugt hierbei eine Winkelverschiebung der Schrägscheibe **50** und eine entsprechende Hubänderung der Kolben **98**, wenn der Zylinderblock **74** mit der Halbwelle **78** rotiert. Obwohl nicht im Detail gezeigt, ist die Hilfseinrichtung **56** von ähnlicher Bauart wie die Hilfseinrichtung **52** und mit einem auf dem Verbindungselement **159b** ausgebildeten Hülsenlager **180** in Eingriff, um die Position der Schrägscheibe **54** zu verändern.

**[0037]** Die vorstehend erläuterte Wirkungsweise der hydrostatischen Übertragungseinrichtung **10** und des Tandem-Hydraulikmotors **18** wird im folgenden kurz zusammengefaßt. Der Hebel **58** auf der Pumpenverdrängungssteuerung **34** wird manuell betätigt, um die Schrägscheibe **24** der Hydraulikpumpe **12** zu positionieren, und bestimmt hierdurch einen Betrag und eine Richtung der Strömung von der Pumpe zum Tandem-Hydraulikmotor **18**. Durch die Leitung **20** wird Fluid zu den Durchlässen **155a** und **155b** geliefert, die Fluid mit den drehbaren Zylinderblöcken **74** bzw. **116** austauschen. Der Hebel **64** auf der Motorverdrängungssteuerung **38** wird zur Messung von Steuerfluid betätigt, welches von der Zuführpumpe **30** zu den Servoeinrichtungen **52** und **56** strömt. Obwohl in **Fig. 1** die Verdrängungssteuerungen **34** und **38** als separate Steuerungen gezeigt sind, ist es im Rahmen der vorliegenden Erfindung ohne weiteres möglich, daß optional eine Eingliederung der beiden Steuerungen in eine einzige Steuereinheit vorgesehen ist. Weiterhin ist die vorliegende Erfindung, obwohl für jede der Verdrängungssteuerungen **34** und **38** eine Handhebeleingabe gezeigt ist, vollständig betreibbar mit jeder Art von Steuerung zum Messen von Steuerfluid, das zu einem fluidbetätigten Steuermittel fließt, um eine schrägstellbare Schrägscheibe auf einer Hydraulikeinheit zu positionieren. Beispiele für andere Steuerungen bekannter Technologie sind hydraulisch gesteuerte Verdrängungssteuerungen, System-Druckkompensationssteuerungen, elektrische Verdrängungssteuerungen, die ein Servoventil verwenden, und impulsweitenmodulierte Magnetspulensteuerungen.

**[0038]** Wie vorstehend unter Bezugnahme auf **Fig. 3** beschrieben ist, ist die Hilfseinrichtung **52** ein Minimum-Maximum-Typ, in der der Kolben **160** der Hilfseinrichtung axial zwischen einer ersten und einer zweiten Position bewegbar ist, in denen alternativ eine maximale oder minimale Verdrängung (Verschiebung) der Motoreinheit **46** erreicht wird. Wird die

Kammer **170** der Hilfseinrichtung mit keinem Steuerfluid versorgt, befindet sich der Kolben **160** unter Federvorspannung in einer ersten Position, in der die sich daraus ergebende Position der Schrägscheibe **50** einen maximalen Hub der Kolben **98** festlegt. Wenn Steuerfluid durch die Leitung **66** in die Kammer **170** der Hilfseinrichtung geliefert wird, drückt der Kolben der Hilfseinrichtung die Feder **53** zusammen und positioniert die Schrägscheibe **50** derart, daß die Kolben **58** einen minimalen Hub aufweisen. Die Hilfseinrichtung **56** ist in gleicher Weise eine Minimum-Maximum-Steuerung, die in dem Falle, daß kein Steuerfluid vorhanden ist, eine Position der Schrägscheibe **54** mit maximalem Hub festlegt. Die Betätigung der Hilfseinrichtung **56** führt zu einer Drehung der Schrägscheibe **54**, so daß der Hub der Kolben **134** minimiert wird.

**[0039]** Der Tandem-Hydraulikmotor **18** sorgt somit für eine dreifache Veränderung der von der Pumpeneingangswelle **16** zur Motorausgangswelle **28** übertragenen Kraft. Befindet sich jede der Motor-Schrägscheiben **50** und **54** in einer Lage mit maximaler Verdrängung, so wird die Ausgangswelle **28**, wenn kein Steuerfluid zu den Hilfseinrichtungen **52** bzw. **56** geliefert wird, direkt durch das Hydraulikfluid in der Leitung **20** angetrieben, das mittels der Pumpe **12** mit variabler Verdrängung gepumpt wird. Bei dieser Sachlage legt die Position der Pumpen-Schrägscheibe **24** den Output der Motorwelle **28** über einen ersten Betriebsbereich der Übertragungseinrichtung fest.

**[0040]** Wenn eine der Motor-Schrägscheiben **50** oder **54** in eine Lage mit minimaler Verdrängung gedreht wird, beispielsweise durch eine manuelle Betätigung des Hebels **64** und eine entsprechende Betätigung einer der Hilfseinrichtungen **52** bzw. **56**, wirken die Motoreinheiten **46** und **48** zusammen, um den Output der Welle **28** zu regulieren. In diesem Falle regulieren Veränderungen in der Verdrängung der Hydraulikpumpe **12** den Wellen-Output des Tandem-Hydraulikmotors **18** über einen zweiten Betriebsbereich.

**[0041]** Letztendlich reguliert, wenn eine der Motor-Schrägscheiben **50** und **54** in eine Lage mit minimaler Verdrängung positioniert ist, eine Veränderung in der Position der Pumpen-Schrägscheibe **24** die von der Eingangswelle **16** zur Motorausgangswelle **28** übertragene Kraft über einen dritten Betriebsbereich. Die Hilfseinrichtungen sorgen somit bei einer ganz bestimmten Position der Schrägscheibe **24** für einen wahlweisen Dreigang-Betrieb der Ausgangswelle **28**.

**[0042]** Wenn eine der Motor-Schrägscheiben unbegrenzt durch die Verdrängungssteuerung **38** gesteuert wird, ist es möglich, die Schrägscheibe senkrecht zur Antriebswelle zu positionieren, um eine Position mit der Verdrängung 0 zu erreichen. Diese Eigen-

schaft ermöglicht eine vierte effektive Verdrängung des Tandem-Motors, um eine noch größere Motorwellengeschwindigkeit zu erzeugen, wenn ein Motor eine minimale Verdrängung und der andere Motor eine Verdrängung von 0 aufweist.

**[0043]** Der Unterschied im Antriebsmoment, das durch den Tandem-Motor in jeder der drei Motor-Betriebsbedingungen übertragen wird, ist umgekehrt proportional zur Differenz in der Wellengeschwindigkeit, so daß in dem Falle, daß sich beide Motor-Schrägscheiben in einer Position mit maximaler Verdrängung/minimaler Wellengeschwindigkeit befinden, ein maximales Drehmoment mittels des Motors übertragen wird. Umgekehrt wird, wenn sich beide Motor-Schrägscheiben in einer Lage mit minimaler Verdrängung/maximaler Wellengeschwindigkeit befinden, ein minimales Drehmoment mittels des Motors übertragen. Infolgedessen ist der Geschwindigkeits- und Drehmomentbereich, der mit der vorliegenden Erfindung erreicht werden kann, größer als derjenige bekannter Vorrichtungen, die nur eine einzige Motoreinheit mit variabler Verdrängung aufweisen.

**[0044]** Die Antriebseinrichtung ist in ein vierradgetriebenes Fahrzeug eingebaut, das in **Fig. 4** mit **189** bezeichnet ist. Das Fahrzeug weist ein Paar beabstandeter, paralleler Antriebsachsen **191** und **192** mit jeweils gegenüberliegend befestigten Antriebsrädern **194** bzw. **196** auf. Ein Tandem-Hydraulikmotor **18** ist in einer Kraftübertragungseinheit zum hydrostatischen Antrieb des vierradgetriebenen Fahrzeugs **189** und zur Beaufschlagung der Achsen **191** und **192** mit einem Antriebsmoment vorgesehen. Die Bauart des Motors **18** mit durchgehender Welle erleichtert den synchronen Antrieb der Achsen **191** und **192** über Übertragungswellen **198** und **200**. Die Übertragungswelle **198** ist an einem Ende mit einem Ende **202** der Motorausgangswelle verbunden und überträgt von dieser Drehmoment zur Antriebsachse **191** über ein Differenzialgetriebe **204**. Die Übertragungswelle **200** ist mit einem Ende **202** der Motorwelle verbunden und überträgt von dieser Drehmoment zur Antriebsachse **192** über ein Differenzialgetriebe **208**. Da die Enden der Motorwellen **202** und **206** für eine synchrone Umdrehung mittels der Wellenkupplung **156** verbunden sind, wird Drehmoment zu den Differenzialgetrieben **204** und **208** für eine genaue Steuerung der Antriebsgeschwindigkeit der Achsen **191** bzw. **192** übertragen.

**[0045]** Die Verwendung einer gemeinsamen durchgehenden Welle zur Übertragung von Antriebsmoment auf jede Achse **191** und **192** erlaubt eine einfache Reihenaufbauart, in der sich die Übertragungswellen **198** und **200** kollinear zwischen dem Motor **18** und den Differenzialgetrieben **204** bzw. **208** erstrecken. Wie oben ausgeführt ist, ist es aufgrund der weiten Verdrängungsverhältnisse, die mit dem Tan-

dem-Hydraulikmotor **18** erreichbar sind, nicht erforderlich, ein zusätzliches Getriebe vorzusehen, wenn die Verdrängung des Motors in geeigneter Weise ausgewählt wird. Hierdurch liegt eine besonders gute Eignung für einen einfachen Antrieb mit einem weiten Leistungsbereich vor.

### Patentansprüche

1. Antriebseinrichtung für ein vierradgetriebenes Fahrzeug, mit zwei voneinander beabstandeten, parallelen, von einer Hauptantriebsvorrichtung (**14**) angetriebenen Antriebsachsen (**190, 192**), die jeweils zwei Enden aufweisen, mit denen zwei der vier Räder (**194, 196**) antriebsmäßig verbunden sind, zwei Differenzialgetrieben (**204, 208**), von denen jedes zwischen den beiden Enden einer jeweiligen Antriebsachse (**190, 192**) angeordnet ist, einer hydrostatischen Kraftübertragungseinrichtung (**10**), die zwischen die Hauptantriebsvorrichtung (**14**) und die Antriebsachsen (**190, 192**) geschaltet ist und eine Steuerfluidquelle (**30**), eine Hydraulikpumpe (**12**) mit stufenloser Verdrängungssteuerung, die eine von der Hauptantriebsvorrichtung (**14**) angetriebene Eingangswelle (**16**) aufweist, und einen zwei Ausgänge aufweisenden Tandem-Hydraulikmotor (**18**) in Reihenbauweise, der mit den Differenzialgetrieben (**204, 208**) antriebsmäßig verbunden ist und mit der Hydraulikpumpe (**12**) in Fluidverbindung steht, aufweist, wobei der Hydraulikmotor (**18**) ein Gehäuse (**76**) mit einem vorderen Gehäuseabschnitt, einem hinteren Gehäuseabschnitt und einem den vorderen Gehäuseabschnitt und den hinteren Gehäuseabschnitt miteinander verbindenden mittleren Gehäuseabschnitt (**84**), eine gemeinsame Motorausgangswelle (**28**), die zwei Wellenenden (**78, 118**) hat, die sich axial fluchtend durch das Gehäuse (**76**) im wesentlichen senkrecht zu den Antriebsachsen (**190, 192**) erstrecken, wobei die Wellenenden (**78, 118**) mit den Antriebsachsen (**190, 192**) über die Differenzialgetriebe (**204, 208**) verbunden sind, um sie synchron anzutreiben, zwei Motoreinheiten (**46, 48**) mit variabler Verdrängung, die in dem vorderen und dem hinteren Gehäuseabschnitt jeweils angeordnet sind und antriebsmäßig mit der gemeinsamen Motorausgangswelle (**28**) verbunden sind, wobei jede Motoreinheit (**46, 48**) einen drehbaren Zylinderblock (**44, 116**) mit hin- und herbewegbaren Kolben (**98, 134**), die mit der Hydraulikpumpe (**12**) in Verbindung stehen, und eine schrägstellbare Schrägscheibe (**50, 54**) aufweist, deren Schrägstellung den Hub der hin- und herbewegbaren Kolben (**98, 194**) bestimmt, und eine Ventilplatte (**96, 133**) zwischen dem mittleren Gehäuseabschnitt (**84**) und dem Zylinderblock (**74, 116**) hat, und eine Servoeinrichtung (**52, 56**) aufweist, die mit der Steuerfluidquelle (**30**) verbunden ist, wobei der Tandem-Hydraulikmotor (**18**) in einem ersten Betriebsbereich ist, wenn die Schrägscheiben (**50, 54**) in einer Stellung maximaler Verdrängung sind, in ei-

nem zweiten Betriebsbereich ist, wenn eine Schrägscheibe (**50**) in einer Stellung maximaler Verdrängung ist und die andere Schrägscheibe (**54**) in einer Stellung minimaler Verdrängung ist, in einem dritten Betriebsbereich ist, wenn die eine Schrägscheibe (**50**) in einer Verdrängungszwischenstellung und die andere Schrägscheibe (**54**) in einer Stellung minimaler Verdrängung ist, und in einem vierten Betriebsbereich ist, wenn die eine Schrägscheibe (**50**) keine Verdrängung bewirkt und die andere Schrägscheibe in einer Stellung minimaler Verdrängung ist.

2. Antriebseinrichtung nach Anspruch 1, ferner mit einer ersten Übertragungswelle (**198**), die die Motorausgangswelle (**28**) mit einer (**190**) der Antriebsachsen (**190, 192**) verbindet und mit einer zweiten Übertragungswelle (**200**), die die Motorausgangswelle (**28**) mit der anderen (**192**) der Antriebsachsen (**190, 192**) verbindet.

3. Antriebseinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, ferner mit einem gemeinsamen Fluid-Zufuhrdurchlaß (**20**) zur Verbindung beider Motoreinheiten (**46, 48**) mit der Hydraulikpumpe (**12**).

4. Antriebseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner mit einem gemeinsamen Fluid-Abfuhrdurchlaß (**22**) zur Verbindung beider Motoreinheiten (**46, 48**) mit der Hydraulikpumpe (**12**).

5. Antriebseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Hydraulikpumpe (**12**) einen drehbaren Zylinderblock mit hin- und herbewegbaren Kolben aufweist, wobei die Pumpe (**12**) eine schrägstellbare Schrägscheibe (**24**) zur Festlegung des Hubes der hin- und herbewegbaren Kolben aufweist, um die Verdrängung der Pumpe und die Richtung der Fluidströmung zu verändern.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen



Anhängende Zeichnungen

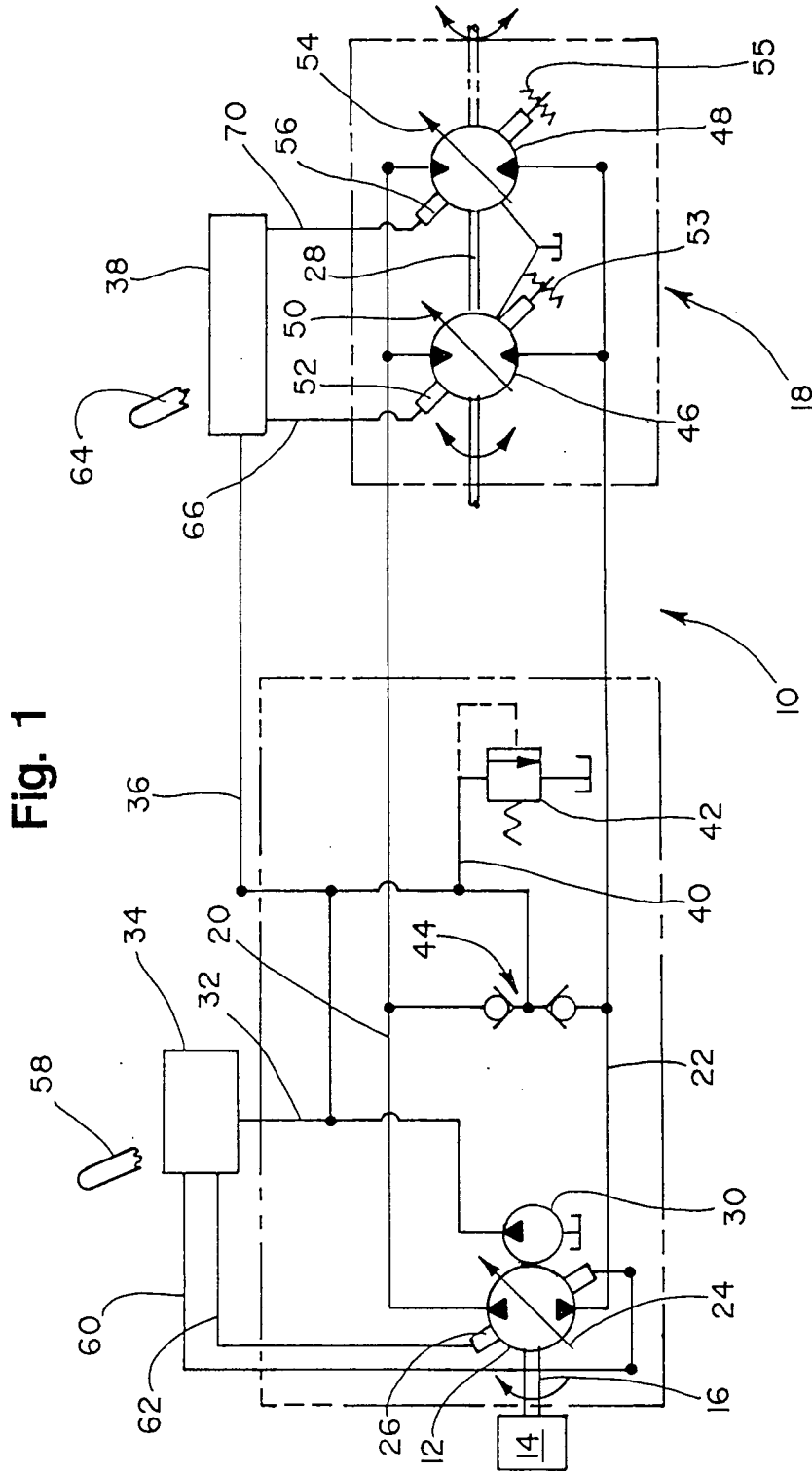
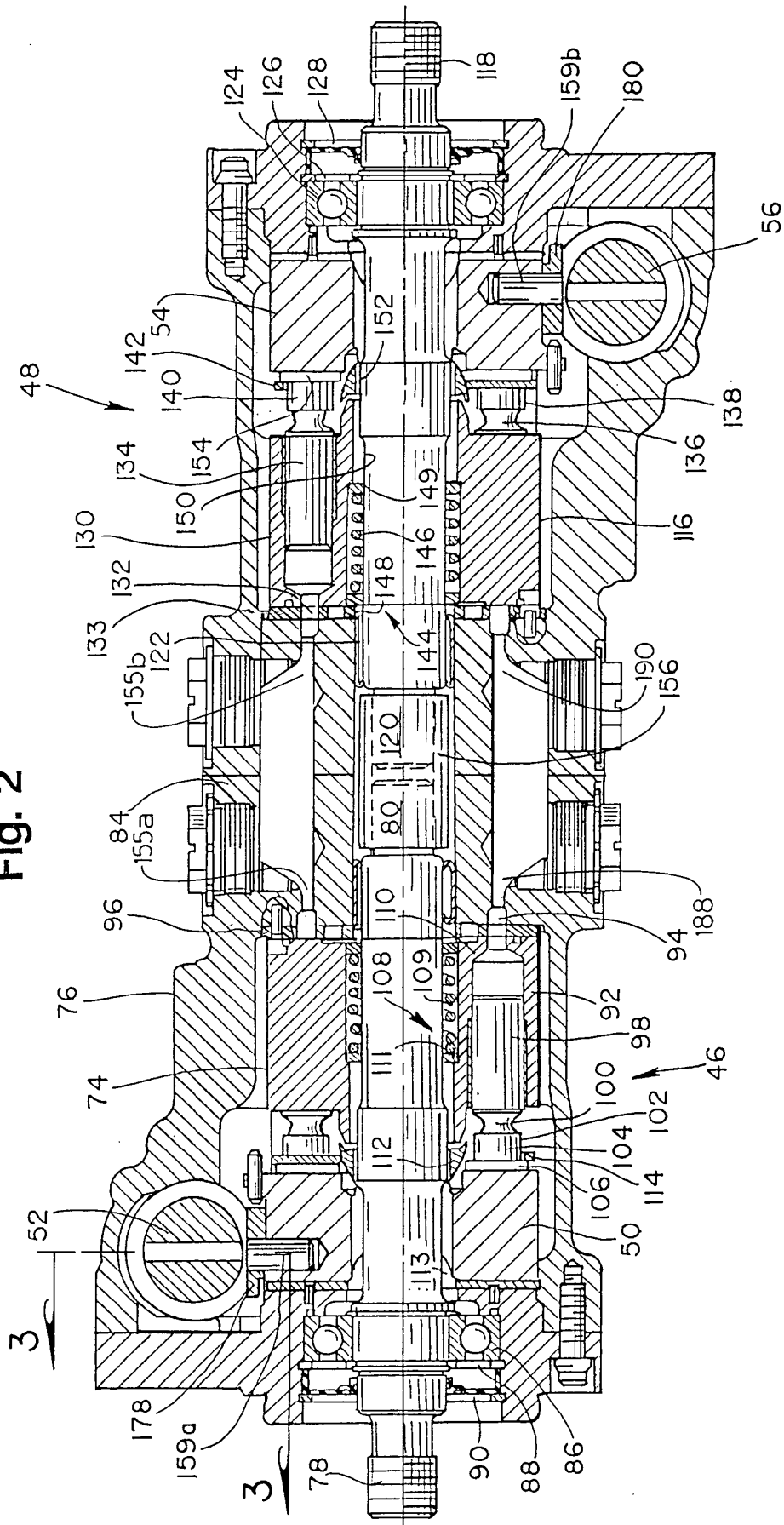
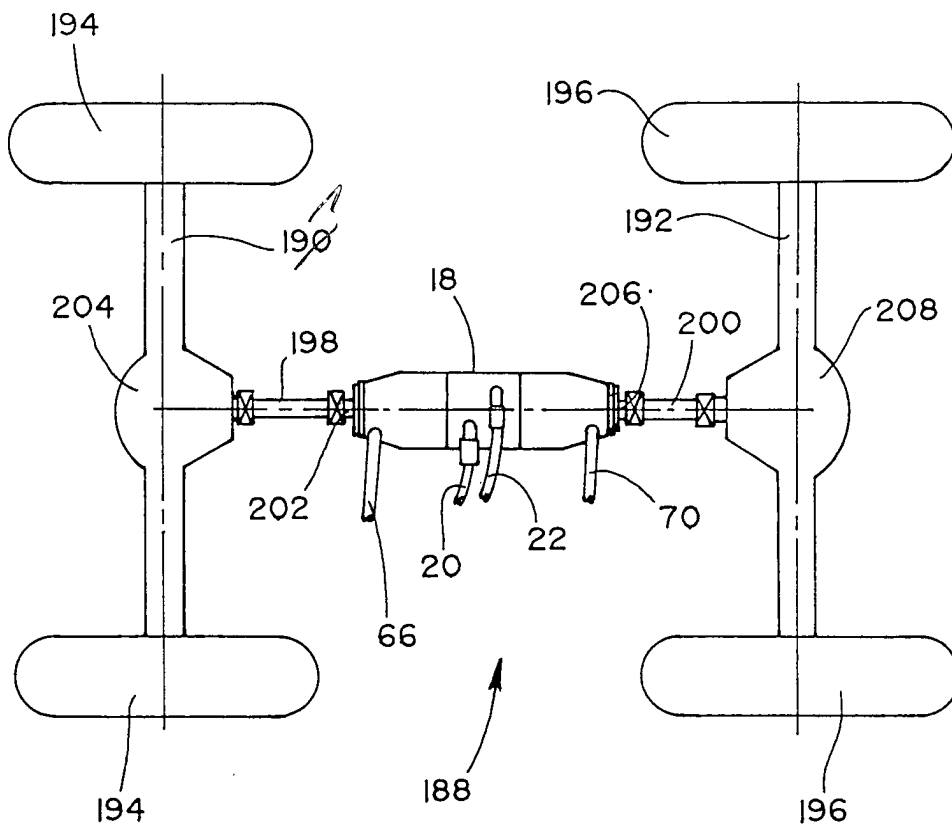
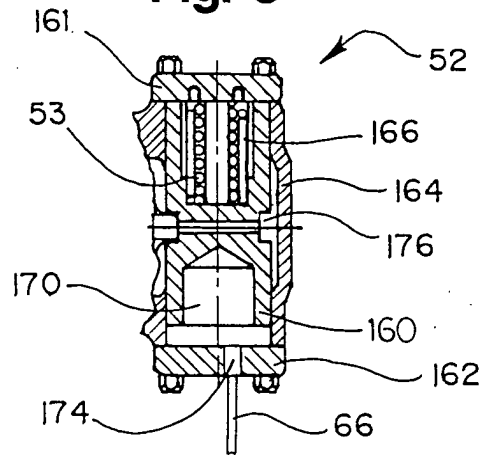


Fig. 1

Fig. 2



**Fig. 3**



**Fig. 4**