



(12)

Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: 199 81 968.8
(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/DE99/03086
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 2000/020243
(86) PCT-Anmelddatum: 23.09.1999
(87) PCT-Veröffentlichungstag: 13.04.2000
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 26.07.2012

(51) Int Cl.: **F16H 3/089 (2006.01)**
F16H 3/08 (2006.01)
F16H 63/00 (2006.01)
B60K 6/02 (2006.01)
F16H 3/12 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(66) Innere Priorität:
198 45 521.6 02.10.1998
198 51 606.1 09.11.1998
198 61 042.4 10.11.1998
198 58 043.6 16.12.1998
199 33 764.0 19.07.1999

(73) Patentinhaber:
**Schaeffler Technologies GmbH & Co. KG, 91074,
Herzogenaurach, DE**

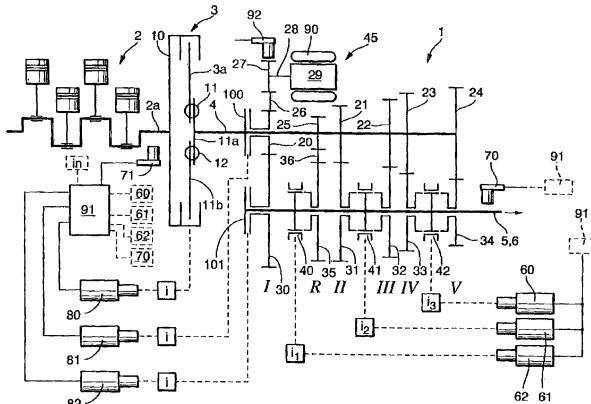
(72) Erfinder:
**Hirt, Gunter, 77839, Lichtenau, DE; Brandt, Martin,
77815, Bühl, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 41 22 628 A1
EP 0 845 618 A2

(54) Bezeichnung: **Getriebe mit zumindest zwei Wellen und einer Elektromaschine oder einer automatisierten Scheibenkupplung**

(57) Hauptanspruch: Getriebe (1), mit einer von einer Brennkraftmaschine (2) mittels einer Kurbelwelle (2a) antreibbaren Getriebeeingangswelle (4) und einer Getriebeausgangswelle (5, 6) und mit einer Mehrzahl von Zahnradpaaren, und mit einer Elektromaschine (45) mit zumindest einem Rotor (29) und einem Stator (90), dadurch gekennzeichnet, dass die Elektromaschine (45) mittels einer ersten Kupplung (101) mit der Abtriebswelle (5, 6) des Getriebes verbindbar ist, und dass die Elektromaschine (45) mittels einer zweiten Kupplung (100) mit der Antriebswelle (4) des Getriebes verbindbar ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Getriebe gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 insbesondere für Kraftfahrzeuge, wie Zahnräderwechselgetriebe, mit zumindest zwei Wellen, wie einer Eingangswelle, einer Ausgangswelle und gegebenenfalls einer Vorgelegewelle, mit einer Mehrzahl von Zahnradpaaren, mit mittels Kupplungen mit einer ersten Welle drehfest verbindbaren Zahnrädern, wie Losräder, und mit mit einer Welle drehfest angeordneten Zahnrädern, wie Gangräder.

[0002] Solche Getriebe sind in Kraftfahrzeugen allgemein bekannt. Sie weisen den Nachteil auf, daß sie nicht lastschaltfähig sind, das heißt, daß es jeweils eine Zugkraftunterbrechung bei einem Schaltvorgang zum Ändern der Getriebeübersetzung gibt.

[0003] Weiterhin ist insbesondere bei Fahrzeugen mit quer zur Fahrtrichtung eingebauten Brennkraftmaschinen der axiale Bauraum des Antriebsstrangs begrenzt, so daß axial an den Antriebsstrang montierte, zum Start der Brennkraftmaschine, als Generator zur Erzeugung von elektrischer aus kinetischer Energie und/oder als zusätzliche Antriebsquelle vorgesehene Elektromaschinen nur unter schwierigen Umständen integrierbar sind. Gerade der Einsatz derartiger Elektromaschinen mit vielerlei Verwendungszwecken ist jedoch in modernen Antriebskonzepten gewünscht.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Getriebe der Eingangs genannten Art zu verbessern, daß unter optimiertem Raumbedarf eine Elektromaschine, beispielsweise als Starter der Elektromaschine, als Stromgenerator und/oder als alternative oder zusätzliche Antriebsquelle in das Getriebe integriert werden kann, wobei das Getriebe keine oder zumindest nur eine verminderte Zugkraftunterbrechung während des Schaltvorgangs zwischen zwei Übersetzungsstufen aufweist.

[0005] Die Aufgabe wird durch ein Getriebe, mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 gelöst.,

[0006] Hierzu kann der Rotor direkt um eine Welle, Antriebswelle oder Abtriebswelle des Getriebes angeordnet sein, wobei zwischen Rotor und der Welle eine Kupplung wirksam ist und die zweite Welle ebenfalls über eine Kupplung an die Elektromaschine ankoppelbar sein kann. Weiterhin kann die Elektromaschine mittels der Rotorwelle parallel zu einer der beiden Wellen ausgerichtet sein, wobei die Rotorwelle von einer Welle drehangetrieben sein kann oder diese antreiben kann, beispielsweise über ein Gangrad oder ein separat hierfür vorgesehenes Zahnrad. Auch Antriebe über Riemen und Ketten, die zudem eine Übersetzung vorgeben können, die automatisch veränderbar ist, beispielsweise über ein kontinuierlich

verstellbares Umschlingungsmittelgetriebe, sind besonders vorteilhaft. Weiterhin kann die Kopplung der Elektromaschine über ein Schwungrad, insbesondere ein Schwungrad der Brennkraftmaschine erfolgen.

[0007] Ein vorliegende Getriebe kann prinzipiell ein Zahnräderwechselgetriebe mit zumindest zwei Wellen, beispielsweise mit einer Getriebeeingangswelle und einer Getriebeausgangswelle und gegebenenfalls einer Vorgelegewelle sein und eine Vielzahl von Zahnradpaaren aufweisen, wobei erste Zahnräder als Losräder der jeweiligen Zahnradpaare mittels Kupplungen beziehungsweise Schiebehülsen mit einer ersten Welle verbindbar und zweite Zahnräder fest mit einer zweiten Welle verbunden sind und zumindest eine der Kupplungen beziehungsweise Schiebehülse zur Änderung der Übersetzung mittels eines Aktors, beispielsweise eines Elektromotors, eines Elektromagneten oder mittels einer hydraulischen oder pneumatischen Einrichtung, automatisiert betätigt werden kann. Eine derartige Kupplung kann eine reibschlüssige oder formschlüssige Kupplung sein und kann – wie auch bei der Verwendung von Schiebehülsen als koppelbare Verbindung zwischen Welle und Losrad – entsprechende Synchronisierereinrichtungen verfügen.

[0008] Weiter kann für ein derartiges Getriebe vorteilhaft sein, die Elektromaschine zwischen den zumindest zwei Wellen beispielsweise der Getriebeeingangswelle und der Getriebeausgangswelle umschaltbar zu gestalten.

[0009] Weiterhin kann die Elektromaschine in der Art betrieben werden, daß bei einem Schaltvorgang zur Änderung der Übersetzung des Getriebes von einer Stufe in die nächste eine Zugkraftunterbrechung durch Einspeisung eines von der Elektromaschine generierten Drehmoments auf die Abtriebswelle reduziert wird. Hierzu kann beispielsweise die Elektromaschine während eines Schaltvorgangs, der beispielsweise in folgende, in der genannten Reihenfolge ablaufende Schritte Ausrücken der Anfahrkupplung, Ausrücken des aktuellen Gangs, Einrücken des folgenden Gangs Einrücken der Anfahrkupplung gegliedert ist, betrieben werden: die Aktivierung der Elektromaschine erfolgt, wenn das von der Brennkraftmaschine auf die Anfahrkupplung übertragene Moment nicht mehr vollständig auf die Antriebswelle des Getriebes übertragen wird, das heißt, wenn die Kupplung zu schlupfen beginnt. Dabei kann das sich abbauende, über die sich öffnende Anfahrkupplung übertragene Moment durch einen zunehmenden Drehmomentbeitrag der Elektromaschine zumindest teilweise kompensiert werden. Da die entsprechenden Zeitintervalle während einer Schaltung sehr kurz sind, kann es vorteilhaft sein, die Nennleistung der Elektromaschine bei Dauerbelastung unter dem maximal bei einem Schaltvorgang zu kompensierenden Drehmoment auszulegen und die Elektromaschi-

ne in diesem kurzen Zeitintervall thermisch, beispielsweise um maximal 300% der Nennleistung, zu überlasten, wodurch die Dimensionierung der Elektromaschine minimiert werden kann. Die Entfaltung des Drehmoments der Elektromaschine wird dabei vorteilhafterweise so gesteuert, daß das an der Ausgangswelle des Getriebes anliegende Drehmoment beginnend von dem erforderlichen Drehmoment für den eingelegten Gang in homogener, beispielsweise annähernd linearer und/oder stetiger Weise an das erforderliche Drehmoment der neuen Gangstufe herangeführt wird. Es kann aber auch vorteilhaft sein, das unterstützende Drehmoment der Elektromaschine, insbesondere bei sehr klein dimensionierten Elektromaschinen, so zu gestalten, daß während der Zugkraftunterbrechung nur ein kleineres Drehmoment als das zum Zeitpunkt der Schaltung kleinere für die beiden zu wechselnden Gangstufen erforderliche Drehmoment zur Verfügung gestellt wird, beispielsweise zwischen 100% und 30%, vorzugsweise zwischen 100% und 50% des erforderlichen Drehmoments der Gangstufe mit dem kleineren erforderlichen Drehmoment.

[0010] Vorteilhaft ist weiterhin, wenn die Getriebeingangswelle mit der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine verbindbar ist, beispielsweise über eine automatisch mit Hilfe eines Aktors oder manuell ansteuerbare Anfahrkupplung, die eine Trockenkupplung oder eine Lamellenkupplung oder einen hydrodynamische Kupplung, beispielsweise ein hydrodynamischer Wandler oder eine Föttinger-Kupplung, gegebenenfalls mit einer Wandlerüberbrückungskupplung sein kann. Ebenfalls vorteilhaft kann eine Anfahrkupplung sein, die auf einem geteilten Schwungrad angeordnet ist. Die Anfahrkupplung kann vorteilhafterweise in der Kupplungsglocke zwischen Brennkraftmaschine und Getriebe oder innerhalb des Getriebes untergebracht sein. Weiterhin kann die die Elektromaschine mit der Eingangswelle verbindende Kupplung mit der Anfahrkupplung als Doppelkupplung ausgebildet sein und in der Kupplungsglocke oder im Getriebe angeordnet sein. In speziellen Anwendungsfällen kann es auch vorteilhaft sein, die die Elektromaschine an die Welle koppelnde Kupplung außerhalb des Getriebes anzuordnen und auf eine Anfahrkupplung zu verzichten.

[0011] Die Schaltung der verschiedenen Kupplungen wie Anfahrkupplung, Kupplungen für Losräder sowie Kupplungen zum Ankoppeln der Elektromaschine an die Eingangs- und/oder Ausgangswelle erfolgt – wie bereits erwähnt – mit Hilfe von Aktoren. Dabei kann prinzipiell ein Aktor durch entsprechende Ausgestaltung alle oder zumindest mehrere, insbesondere zwei Kupplungen betätigen, beispielsweise durch einen Aktor, der mittels eines Steuerschiebers die entsprechende Hydraulik- oder Pneumatikeinrichtung, zumindest bestehend aus einem Geber-, einem Nehmerzylinder sowie einer Druckversorgungs-

einrichtung und den entsprechenden, die Bauteile verbindenden Leitungssystem oder durch einen Elektromotor, der über entsprechende Gestänge mehrere Kupplungen betätigen kann. Besonders vorteilhaft ist die Zusammenfassung von Kupplungen die in derselben Achse und vorteilhafterweise in unterschiedliche Richtungen oder durch unterschiedlich lange Ausrückwege betätigt werden, wie beispielsweise Doppelkupplungen und/oder Losräder einer Welle schaltende Kupplungen oder Schiebehülsen. So kann beispielsweise die Verwendung eines Aktors zum Schalten der Kupplungen und die Verwendung eines zweiten Aktors zum Auswählen der zu schaltenden Übersetzung mittels der entsprechenden Kupplung oder Schiebehülse – wie an sich von herkömmlichen, manuell oder automatisch, beispielsweise mittels zweier Elektromotoren, geschalteten Schaltgetrieben nach dem H-Schaltungsprinzip bekannt ist, besonders vorteilhaft sein. Zur Vorsehung eines optimierten Schaltverlaufs können die Aktoren, insbesondere Elektromotoren oder Elektromagneten, mit einem diesen nachgeschalteten Übersetzungs- oder Untersetzungsgtriebe ausgestattet sein.

[0012] Die Elektromaschine auf der Antriebswelle des Getriebes kann bei eingerückter Kupplung zwischen Antriebswelle und Elektromaschine die Brennkraftmaschine direkt starten, wobei es vorteilhaft sein kann, eine Anfahrkupplung vorzusehen, wodurch auch ein Impulsstart durchgeführt werden kann, indem ein an der Kurbelwelle vorgesehenes Schwungrad zuerst von der Elektromaschine beschleunigt und mit der entsprechend aufgebauten kinetischen Energie mit oder ohne gleichzeitige Unterstützung durch die Elektromaschine die Brennkraftmaschine gestartet werden kann. Wenn die Elektromaschine mit der Abtriebswelle koppelbar verbunden ist, kann über eine entsprechende Verbindung, beispielsweise ein Zahnradpaar einer Übersetzungsstufe eine Verbindung mit der Antriebswelle hergestellt werden und dadurch bei eingerückter Anfahrkupplung und bei Betrieb des abtriebsseitigen Zahnrads als Losrad die Brennkraftmaschine gestartet werden.

[0013] Weiterhin kann die Elektromaschine zumindest einen Teil des Getriebes, das heißt, zumindest eine Gangstufe als Antriebsquelle antreiben, beispielsweise die erste Gangstufe oder den Rückwärtsgang. Dabei kann die koppelbare Verbindung zwischen der Antriebswelle beziehungsweise Abtriebswelle durch das Zahnradpaar direkt hergestellt werden und das auf der Welle angeordnete, die Verbindung zur Elektromaschine bildende Zahnrad ein Losrad sein, das über eine Kupplung mit der Welle verbindbar ist.

[0014] Eine weitere Funktion der Elektromaschine deren Rotor durch ein Getriebeteil, beispielsweise ein Zahnradpaar einer Gangstufe, drehangetrieben sein kann, kann die Umwandlung mechanischer bzw. ki-

netischer Energie in elektrische Energie sein, wobei die elektrische Energie in einen Speicher, beispielsweise in eine Hochstrombatterie, speisbar sein kann. Die kinetische Energie kann dabei aus der Brennkraftmaschine, beispielsweise während der Fahrt oder im Stillstand bei eingelegter Neutralstellung des Getriebes gewonnen werden, indem über die Schaltungen der vorhandenen Kupplungen, beispielsweise durch Einrücken der Anfahr- und der die Elektromaschine mit der Antriebswelle beziehungsweise Abtriebswelle verbindenden Kupplung, ein Kraftfluß von der Brennkraftmaschine zur Elektromaschine freigeschaltet wird.

[0015] Ein weiterer Weg ist die Rückgewinnung von kinetischer Energie während Verzögerungsvorgängen des Fahrzeugs (Rekuperation). Durch Schaffung eines Kraftflußes zwischen Elektromaschine und Getriebeausgangswelle, beispielsweise bei auf der Abtriebswelle angeordneter Elektromaschine durch Schließen der Kupplung zwischen Abtriebswelle und Elektromaschine, beziehungsweise bei auf der Getriebeeingangswelle angeordneter Elektromaschine durch ein Zahnradpaar zwischen Abtriebs- und Antriebswelle, wobei ein entsprechend angeordnetes Losrad mittels einer Kupplung oder Schiebehülse drehfest mit der entsprechenden Welle – Abtriebs- oder Antriebswelle – verbunden ist und die Elektromaschine drehfest, beispielsweise mittels eines weiteren Zahnrads auf der Rotorwelle der Elektromaschine mit dem auf der Antriebswelle angeordneten Zahnrad des besagten Zahnrads in Wirkverbindung steht und wahlweise mittels einer weiteren Kupplung von der Antriebswelle abkoppelbar ist, kann die ansonsten als Wärmeenergie an den Bremsen oder dem Schleppmoment der Brennkraftmaschine entgegenwirkende Energie der Elektromaschine zugeführt und in elektrische Energie umgewandelt und gespeichert werden. Vorteilhaft kann dabei sein, die Brennkraftmaschine mittels der Anfahrkupplung je nach der erforderlichen Bremswirkung an- oder abzukoppeln.

[0016] Weiterhin kann die Elektromaschine als alleinige oder die Brennkraftmaschine unterstützende Antriebsquelle (Booster-funktion) zum Einsatz kommen, wobei je nach gewünschtem Fahrmodus die Anfahrkupplung eingerückt, ausgerückt oder schlupfend betrieben werden kann.

[0017] Die elektrische Maschine kann so in das Getriebe integriert werden, daß die Drehachse des Rotors der Elektromaschine koaxial zur Getriebeeingangswelle oder Getriebeausgangswelle angeordnet ist oder daß die Rotorwelle der Elektromaschine parallel zur Getriebeeingangswelle oder -ausgangswelle angeordnet ist.

[0018] Ein vorteilhaftes Ausführungsbeispiel des erfinderischen Getriebes kann vorteilhaft in Front-Quer-

Anordnung in dem Fahrzeug angeordnet werden. Ein anderes Ausführungsbeispiel kann eine vorteilhafte Front-Längs-Anordnung vorsehen, wobei es auch für andere vorteilhafte Triebstrangstrukturen vorsehbar ist.

[0019] Die Betätigungsaktoren der Kupplungen oder Schaltelemente können in unterschiedlichen Ausführungsbeispielen vorteilhaft mit Elektromotoren mit einer rotatorischen Ausgangsbewegung eines Ausgangselementes, Elektromotoren mit linearer Ausgangsbewegung, wie beispielsweise auch Linear-magnet, hydraulische Drehaktoren (wie beispielsweise Zahnradpumpe, Flügelzellenpumpe, etc.), hydraulische Linearaktoren (wie Kolben-/Zylindereinheiten etc.), pneumatische Drehaktoren (Flügelzellenpumpe, etc.), pneumatische Linearaktoren (Kolben, etc.), piezoelektrische Aktoren, und thermomechanische Aktoren ausgebildet sein.

[0020] Zwischen den Motoren und den Betätigungs-elementen kann der Betätigungsaktor Übersetzungsgetriebe aufweisen, wie beispielsweise mechanische Getriebe nach der folgenden Art: Hebel, Keil, Kurvengetriebe, Spindel, Schnecke, Stirnrad, Planetensatz, etc., hydraulische Getriebe, pneumatische Getriebe (Geber-/Nehmerzylinder oder allgemein Druckmittelgetriebe.

[0021] Zur Anlenkung des angesteuerten Elementes kann je nach Ausführungsbeispiel eine der folgenden Formen der Übertragungsstrecke vorteilhaft verwendet werden. Nachstellbare oder selbsteinstellende Übertragungsstrecken können eingesetzt werden, wie mechanische Strecken wie Hebel, Seilzug, Stange, Schieber, Keil, Kurvengetriebe etc., hydrostatische Strecke, wie Geber-/Nehmerzylinder mit/ohne Schnüffelbohrung, hydrodynamische Strecke, pneumatische Strecke.

[0022] Die Betätigungsaktoren zur Betätigung des Gangwechsels und der Auswahl des nachfolgenden Ganges können auch durch Zwischengetriebe zusammengefaßt werden. So ist es möglich mehr Gangpaare zu schalten als Aktoren gegeben sind. Beispiele hierfür sind Verteilergetriebe entsprechend des H-Schaltbildes oder eine Schaltwalze, welche beliebig viele Gänge mit einem Aktor schaltet.

[0023] Die Kupplung, wie Anfahrkupplung oder die Kupplungen zur Ankopplung der Elektromaschine können als konventionelle gedrückte oder gezogene Kupplungen ausgebildet sein, die durch einen Feder-vorspannung eines Energiespeichers in einem nicht betätigten Zustand von dem Kraftspeicher eingerückt gehalten wird. Weiterhin können derartige Kupplungen kraftreduzierte, selbstanpassende Kupplungen sein, die einen Verschleiß beispielsweise der Reibbeläge selbsttätig ausgleichen. Die Kupplung kann in einem weiteren Ausführungsbeispiel auch eine zuge-

drückte Kupplung sein, die mittels des Aktors zumindest teilweise oder mit einer Teilkraft betätigt werden muß, damit sie eingerückt wird.

[0024] Vorteilhaft ist ein Torsionsschwingungsdämpfer im Antriebsstrang beispielsweise mit einer Feder-Dämpfer-Einheit zwischen Anfahr-/Schaltkupplung und Motor. Dieser Dämpfer kann in die Kupplungsscheibe oder in ein Zweimassenschwungrad integriert sein.

[0025] Die Sensoren zur Ermittlungen der Umdrehungszahlen von Eingangs-, Ausgangs- und Kurbelwelle wie Drehzahlsensoren, detektieren die Drehzahlen von Motor und Getriebe. Wobei die Abtriebsdrehzahl auch aus den Raddrehzahlen zurückgerechnet werden kann. Weiterhin kann es zweckmäßig sein, wenn ein Drehzahlsensor an der Eingangsquelle angeordnet ist.

[0026] Weiterhin kann zum erfindungsgemäßen Getriebe eines Kraftfahrzeuges weiterhin erfindungsgemäß gehören:

- Steuereinheit mit Mikroprozessor mit Signalverarbeitung, Elektronik, Steuerlogik, Signalverstärkern, Datenbus-Systemen etc.
- Anzeigesysteme wie Warnlampe, Warntonggeber, Ganganzeige etc.
- Bedienelement wie Schaltknauf, Schalter, etc.
- Programme mit Wahlelement zur Auswahl von: Automatik, manuelle Gangwahl, Winter, Sport, Fahrererkennung etc.
- Elektronische Motorsteuerung mit elektronischer Kraftstoffzufuhrsteuerung, wie E-Gas, am Verbrennungsmotor (elektromotorisch, elektronisch, etc.)
- Sensorik zur Detektion der Motordrehzahl, Radzahl, Türöffnungserkennung, Motorhaubenöffnungserkennung, etc.
- Daten- und Steuersignalkommunikation zwischen Getriebesteuergerät und Motorsteuergerät des Verbrennungsmotors.

[0027] Bei einem oben genannten Getriebe kann eine Elektromaschine, wie Starter, wie Anlasser, Generator, wie Lichtmaschine, Starter-Generator, Retarder/Zusatzantrieb integrieren. Hierbei handelt es sich vorteilhaft um eine Elektromaschine die folgende Funktionen erfüllt, wie Starten des Verbrennungsmotors und Erzeugen des elektrischen Stromes für das Bordnetz des Kraftfahrzeuges und gegebenenfalls als elektrische Bremse mit Energierückgewinnung, wobei überschüssige elektrische Energie wieder dem Antrieb zugeführt wird. Vorteilhaft kann die Elektromaschine auch für die Synchronisierung des Getriebes unterstützend wirken und kann ebenso vorteilhaft eingesetzt werden, um bei stehendem Fahrzeug die Eingangswelle des Getriebes auf Drehzahl Null abzubremsen. Dadurch können in einzelnen Ausführungsbeispielen Synchronringe eingespart werden. Auch

um Drehmomentrückgänge während Schaltphasen zu glätten, ist die Elektromaschine vorteilhaft gezielt ansteuerbar um in diesen Phasen Drehmoment zur Verfügung zu stellen.

[0028] Die Elektromaschine kann auf der Motorseite, das heißt am Schwungrad, wie auch am Primär- oder Sekundärschwungrad eines Zweimassenschwungrades angreifen. In einem weiteren Ausführungsbeispiel ist es vorteilhaft, wenn die Elektromaschine auf die Getriebeeingangswelle wirkt oder an dieser angreift, wobei diese sowohl koaxial als auch achsversetzt angeordnet sein kann. Die Elektromaschine kann den Verbrennungsmotor oder die Eingangswelle direkt oder über ein Zwischengetriebe antreiben. Dieses Zwischengetriebe kann eine konstante oder variable Übersetzung haben. Es kann zwischen mehreren konstanten Übersetzungen umgeschaltet werden, oder die Übersetzung stufenlos eingestellt werden. Eine Übersetzung kann beispielsweise fliehkraftgesteuert oder mittels eines Aktors erfolgen.

[0029] Die Drehbewegung der Elektromaschine kann auf die Motorwelle oder Eingangswelle des Getriebes durch die folgenden Übertragungsmittel übertragen werden:

- Verzahnungen (Stirnrad, Kegelverzahnung etc.)
- Umschlingungsgetriebe (Retten, Keilriemen, Zahnriemen etc.)
- Hydraulische Getriebe (Pumpe/Motor etc.)

[0030] Der Startvorgang kann dabei unter anderem auf zweierlei Arten erfolgen. Entweder die Elektromaschine beschleunigt den Verbrennungsmotor direkt, oder die Elektromaschine wird zuerst alleine angetrieben und treibt dann ausgehend von der höheren Drehzahl den Verbrennungsmotor an, weil beispielsweise eine Reibkupplung geschlossen wurde. Ein solcher Motorstart bietet sich über die Anfahrkupplung an, nachdem die Elektromaschine zuvor die Eingangswelle des Getriebes beschleunigt hat.

[0031] Bei den erfindungsgemäßen Getrieben ist beispielsweise die volle Leistung der Elektromaschine auf den Abtriebsstrang oder auf die Abtriebswelle oder auf die Eingangswelle des Getriebes schaltbar. In anderen Betriebsbedingungen des Getriebes kann es jedoch auch genügen, einen Teil der vollen Leistung der Elektromaschine auf die Eingangs- oder Ausgangswelle zu schalten.

[0032] Die Elektromaschine ist umschaltbar zwischen der Eingangswelle des Getriebes und der Ausgangswelle des Getriebes.

[0033] Die Elektromaschine kann auf die Eingangswelle des Getriebes wirken, zum: Starten des Antriebsmotors, zum Generieren von elektrischer Energie aus kinetischer Energie des Motors oder des

Getriebes, zum Rekuperieren von Energie, um die Drehzahl an der Elektromaschine zu mindern (Übersetzungsänderung für die Elektromaschine zwischen Eingangs- und Abtriebswelle), für das Anfahren mit der Elektromaschine als Antriebsmotor für das Fahrzeug, für das Boosten mit der Elektromaschine als zusätzliche Antriebsquelle neben der Fahrzeugverbrennungsmaschine, zum rückwärts fahren.

[0034] Die Elektromaschine kann auf die Abtriebswelle des Getriebes geschaltet werden, zum: Auffüllen der Zugkraftunterbrechung bei einem Schaltvorgang des Getriebes, bei welchem beispielsweise die eingangsseitige Anfahrkupplung zumindest teilweise geöffnet wird, zum Generieren von elektrischer Energie aus kinetischer Energie des Motors oder des Getriebes, zum Rekuperieren von Energie, um die Drehzahl an der Elektronikmaschine zu mindern (Übersetzungsänderung für die Elektronikmaschine zwischen Eingangs- und Abtriebswelle), für das Anfahren mit der Elektronikmaschine als Antriebsmotor für das Fahrzeug, für das Boosten mit der Elektronikmaschine als zusätzliche Antriebsquelle neben der Fahrzeugverbrennungsmaschine, zum rückwärts fahren.

[0035] Vorteilhafte Ausführungsvarianten sind folgende:

Die Elektromaschine wirkt auf einen Radsatz eines Ganges

- Die Elektromaschine wirkt auf Zahnrad auf Eingangswelle
- Die Elektromaschine wirkt auf Zahnrad auf Abtriebswelle
- Die Elektromaschine wirkt auf Radsatz des Rückwärtsganges

[0036] Die Schaltkupplungen des Radsatzes mit Elektromaschine können vorteilhaft wie folgt ausgebildet sein:

- Form- oder Reibschlüssige Kupplung an Zahnrad auf Eingangswelle
- Form- oder Reibschlüssige Kupplung an Zahnrad auf Abtriebswelle

[0037] Eine reibschlüssige Kupplung kann an einem Zahnrad auf der Eingangswelle eingesetzt werden als Anfahrkupplung.

[0038] Die Aktoren können wie folgt vorteilhaft ausgebildet sein: elektrisch betätigt, druckmittelbetätigt, wie hydraulisch oder pneumatisch.

[0039] Vorteilhaft können Mehrfachbetätigung eines Aktors von Schaltkupplungen des Radsatzes mit Elektromaschine oder aller Schaltelemente (Schaltwalze, Zentrale Schaltwelle) erfolgen.

[0040] Ein Getriebe zwischen Elektromaschine und Gangradsatz ist vorteilhaft wie folgt ausgebildet:

- direkt (koaxial)
- mit konstanter Übersetzung/Untersetzung mit Zwischenzahnrad
- mit konstanter Übersetzung/Untersetzung mit Zahnradstufe
- mit einem stufenlos einstellbaren Getriebe
- mit einem in stufen schaltbaren Getriebe.

[0041] Eine Abschätzung für ein Fahrzeug bezüglich der Übersetzungen und des Leistungsbedarfs der Elektromaschine ergibt als Minimalforderung eine Nennleistung von ca. 2 bis 20 kW, vorteilhaft im Bereich von 10 kW bei Kurzzeitüberlastbarkeit der Elektromaschine. Wenn der elektromotorische Fahrtrieb dem verbrennungsmotorischen Fahrtrieb vergleichbar sein soll und z. B. die erste Übersetzungstufe durch elektrisch gesteuerte Übersetzung ersetzt werden soll, ist es zweckmäßig, wenn eine Nennleistung von ca. 35 kW vorgesehen werden.

[0042] Das Antriebsstrangkonzept eines erfindungsgemäßen Getriebes sieht vor, daß die Betätigung der Anfahrkupplung und des Schaltgetriebes automatisiert erfolgen. Eine Steuerung übernimmt die Koordinierung sowie die Regelung der Elektromaschine. Die Steuerung kommuniziert mit anderen Steuereinheiten des Fahrzeugs, z. B. über CAN-Bus.

[0043] Die Getriebesteuerung kann mit anderen Steuerungen, z. B. Verbrennungsmotorsteuerung und Bremsregelsystem (z. B. elektrische Bremse), zur Rekuperation von Bewegungsenergie, kombiniert werden. Die Vorgabe der Betriebsart und die Gangvorgabe kann aus einer übergeordneten Antriebsstrangsteuerung kommen.

[0044] In Verbindung mit

- elektromotorischer Servolenkung
- elektromotorischer Kühlwasserpumpe
- ggf. weiteren elektrifizierten Aggregaten

kann die Riemenscheibenebene komplett entfallen, wodurch der Verbrennungsmotor reibungsärmer wird.

Elektromaschine:

[0045] Die muß sowohl motorisch als auch generatorisch betrieben werden können und das Moment – innerhalb der Leistungsgrenze – mittels Spannungsregelung möglichst unabhängig von der Rotordrehzahl einstellbar sein, so daß über eine geeignete Ansteuerung der gewünschte Betriebspunkt im Kennfeld eingestellt werden kann (Erregerfeld-Schwächung). Günstig ist auch eine hohe Kurzzeit-Überlastbarkeit, da bei den Betriebsarten Anlassen und Zugkraftunterbrechung überbrücken nur kurzzeitig hohe Leistungen benötigt werden.

[0046] Wenn der Rückwärtsgang des Schaltgetriebes durch rein elektrischen Betrieb ersetzt werden soll, kann die Elektromaschine für beide Drehrichtungen ausgelegt werden und die Leistungselektronik die notwendige Ansteuerung realisieren.

[0047] Geeignet sind Elektromaschinen-Typen wie Reluktanzmaschine, Asynchronmotor, EC-Motor, Gleichstrom-Nebenschluß-Maschine und evtl. auch Synchron- und Schrittmotoren. Die Ansteuerung der Elektromaschine kann das Nutzbremsen ermöglichen.

[0048] Die Erfindung wird anhand der [Fig. 1](#) bis [Fig. 41b](#) näher erläutert. Dabei zeigen:

[0049] [Fig. 1–Fig. 19](#) vorteilhafte Ausgestaltungsformen des erfindungsgemäßen Getriebes,

[0050] [Fig. 20–Fig. 35](#) vorteilhafte Funktionsweisen des erfindungsgemäßen Getriebes,

[0051] [Fig. 36](#) ein Prinzipschaltbild zur Schaltung von Kupplungen,

[0052] [Fig. 37–Fig. 38](#) vorteilhafte Ausgestaltungsformen des erfindungsgemäßen Getriebes und

[0053] [Fig. 39a–Fig. 41b](#) Diagramme zur Erläuterung der bei einem Schaltvorgang auftretenden Momente und Drehzahlen.

[0054] Die [Fig. 1](#) zeigt schematisch ein Getriebe **1** eines Kraftfahrzeuges, welches einer Antriebseinheit **2**, wie Motor oder Brennkraftmaschine, und einer Anfahr- oder Schaltkupplung **3**, wie beispielsweise eine Reibungskupplung, nachgeordnet ist, die dreh-schlüssig auf der Kurbelwelle **2a** der Brennkraftmaschine **2** angeordnet ist. Das Getriebe **1** weist eine Eingangswelle **4**, eine Vorgelegewelle **5** und gegebenenfalls eine zusätzliche Ausgangswelle **6** auf, wobei im Ausführungsbeispiel der [Fig. 1](#) die Vorgelegewelle **5** gleich der Ausgangswelle **6** ist.

[0055] Zwischen Motor **2** und Getriebe **1** ist ein Schwungrad **10** angeordnet, auf welchem die Reibungskupplung **3** in einer an sich bekannten Ausführung mit Druckplatte und Kupplungsdeckel angeordnet ist. Ebenso kann statt des starren Schwungrades **10** ein Zweimassenschwungrad vorgesehen sein, welches zwei relativ zueinander verdrehbar gelagerte Schwungmassen aufweist, die entgegen Rückstellkräften beispielsweise von zwischen den Schwungmassen angeordneten Energiespeichern verdrehbar sind.

[0056] Zwischen der Kupplungsscheibe **3a**, beispielsweise mit radial außen angebrachten Reibbeläge für einen Reibeingriff auf die Druckplatte und eine nicht näher dargestellte Anpreßplatte, und der

Getriebeeingangswelle **4** ist ein Drehschwingungs-dämpfer **11** angeordnet. Dieser weist zumindest zwei relativ zueinander verdrehbar gelagerte scheibenförmige Bauteile **11a**, **11b** auf, die entgegen Rückstellkräften beispielsweise von zwischen den Bauteilen angeordneten, in Umlangsrichtung wirksamen Energiespeichern **12** verdrehbar sind.

[0057] Die Wellen, wie Eingangswelle **4**, Ausgangswelle **6** und gegebenenfalls Vorgelegewelle **5** des Getriebes **1** sind mittels – nicht dargestellter – Lager innerhalb eines – ebenfalls nicht dargestellten – Getriebegehäuses drehbar gelagert und in radialer Richtung zentriert und gegebenenfalls in axialer Richtung gelagert.

[0058] Die Eingangswelle **4** und die Ausgangswelle **6** sind im wesentlichen parallel zueinander ausgerichtet angeordnet. In einem anderen Ausführungsbeispiel kann die Ausgangswelle auch koaxial zur Eingangswelle angeordnet sein, wobei sie ebenfalls innerhalb des Getriebegehäuses gelagert und zentriert ist.

[0059] Die Anfahr- oder Schaltkupplung **3** ist in einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel beispielsweise als naß laufende Reibungskupplung innerhalb des Getriebegehäuses angeordnet. In einem weiteren vorteilhaften Ausführungsbeispiel ist die Kupplung **3** beispielsweise als Trockenreibungskupplung innerhalb einer Kupplungsglocke axial zwischen Motor **2** und Getriebe **1** angeordnet.

[0060] Mit der Eingangswelle **4** des Getriebes **1** sind die Gangräder **21**, **22**, **23**, **24** und **25** für die Gänge R, I, II, III, IV, V axial fest und drehfest verbunden und kämmen zur Bildung der entsprechenden Übersetzungen dieser mit den Zahnrädern mit den Zahnrädern **31**, **32**, **33**, **34** und **35**, die als Losräder auf der Abtriebswelle **6** angeordnet und mittels den Kupplungen **40**, **41**, **42** mit dieser drehfest verbindbar sind. Die Zahnräder **20**, **30** sind auf der Eingangswelle **4** beziehungsweise Ausgangswelle **6** verdrehbar angeordnet und sind mit der entsprechenden Welle jeweils mittels deren zugehöriger Kupplung **100** beziehungsweise **101** drehfest verbindbar. Die Kupplungen **100**, **101** können als Reibungskupplungen ausgestaltet sein und daher einen gewissen Schlupf erlauben, so daß eine Synchronisation entfallen kann. Mit dem Zahnrad **20** kämmt ein weiteres Zahnrad **26** zur Richtungsumkehr, das mit der Rotorwelle **28** mittels des Zahnrads **27**, das mit dieser drehfest verbunden ist, den Rotor **29** mit der Abtriebswelle **4** mittels der Kupplung **100** abkoppelbar verbindet. Über das Zahnrad **30**, das mit dem Zahnrad **20** kämmt, kann mittel der Kupplung **101** ebenfalls eine abkoppelbare Verbindung der Elektromaschine **45** mit der Abtriebswelle **6** hergestellt werden. Zwischen Zahnrad **25** und Zahnrad **35** ist das Zwischenzahnrad **36** zur Drehrichtungsumkehr angeordnet. Die Zahnradkombinati-

on **25**, **35**, **36** stellt somit die Paarung für den Rückwärtsgang R dar. Die Zahnradpaarung **20**, **30** stellt die Paarung für den Gang I und bildet die Verbindung zur Elektromaschine **45** dar. Die Zahnradpaarung **21**, **31** bilden Gang **11**, die Zahnradpaarung **22**, **32** den Gang **III**, die Zahnradpaarung **23**, **33** den Gang **IV** und die Zahnradpaarung **24**, **34** den Gang **V**. Es versteht sich, daß eine andere Anordnung von Zahnpaaren mit einer unterschiedlichen Anordnung der Übersetzungen, die geänderte Anordnung von Losräder auf der Eingangswelle oder Ausgangswelle ebenfalls vorteilhafte Ausgestaltungen beinhalten kann und in die Erfindung eingeschlossen sind.

[0061] Der Rückwärtsgang R ist unter axialer Verlagerung der Kupplung **40**, die als Schiebemuffe vorgenommen sein kann, aus einer Neutralstellung heraus mit der Ausgangswelle **6** drehfest formschlüssig verbindbar. Gleiches gilt für die Zahnräder **31**, **32** und **33**, **34**, welche unter axialer Verlagerung der jeweiligen Schiebemuffen **41**, **42** mit der Ausgangswelle **6** formschlüssig verbindbar sind. Dabei wird jeweils nur ein Zahnrad von zwei mittels einer Schiebemuffe geschalteten Gängen, beispielsweise der Gänge II und III beziehungsweise IV und V, mit der Welle **6** verbunden, da die Schiebemuffen **41**, **42** durch die axiale Verlagerung in die eine oder in die andere axiale Richtung eine formschlüssige Verbindung zwischen Welle **6** und Zahnrad **31**, **33** beziehungsweise **32**, **34** bilden und die Schiebemuffen **41**, **42** jeweils axial zwischen zwei Zahnräder angeordnet sind.

[0062] Das Getriebe **1** weist, wie dargestellt, drei Baugruppen auf, die durch jeweils zwei Zahnradpaare und eine dazwischen angeordnete Kupplung, wie Schiebemuffe, gebildet sind.

[0063] Die Kupplungen **40**, **41** und/oder **42** können in weiteren Ausführungsbeispielen vorteilhafterweise als formschlüssige Kupplungen, wie Klauenkupplungen, gebildet sein. Ebenso können sie als reibschlüssige Kupplungen mit konischen oder ebenen Reibflächen mit einer oder mehreren Reibflächen, beispielsweise als Lamellenkupplung, ausgebildet sein. Weiterhin können sie mit einer Synchronisiereinrichtung mit einem oder mehreren Synchronisierringen ausgebildet sein.

[0064] Wie zu erkennen ist, bilden die Zahnradpaare des Rückwärtsganges die erste Baugruppe und die Zahnradpaare des zweiten und dritten Ganges die zweite Baugruppe und die Zahnradpaare des vierten und fünften Ganges die dritte Baugruppe. Der Gang I wird mit Hilfe der Kupplungen **100**, **101**, die auch die Anbindung der Elektromaschine **45** an die Eingangs- und/oder Ausgangswelle **4**, **6** übernehmen geschaltet.

[0065] Die Schiebemuffen **40**, **41** und **42** zur Schaltung der Gänge R und II bis V des Getriebes **1** wer-

den durch die Betätigungsseinheiten **60**, **61**, **62** betätigt, wie axial verlagert, wobei zwischen den Betätigungsseinheiten **60**, **61**, **62** und den Schiebemuffen **40**, **41**, **42** jeweils eine Verbindung i_1 , i_2 , i_3 , wie ein Gestänge oder ein Seilzug oder ein Bowdenzug oder eine Schaltwelle vorgesehen ist. Die Betätigungsseinheit kann einen elektromotorischen, einen elektromagnetischen und/oder einen druckmittelbetätigten Antrieb, wie beispielsweise eine Hydraulikeinheit, vorsehen. Die Verbindungen i_1 , i_2 , i_3 können weiterhin eine Über- oder Untersetzungsgetriebe enthalten.

[0066] Entsprechende erfindungsgemäße Getriebe können auch beispielsweise mit einem Vierganggetriebe mit Rückwärtsgang (vier Vorwärtsgang) oder mit einem Sechsganggetriebe mit Rückwärtsgang (sechs Vorwärtsgang) ohne Beschränkung der Allgemeinheit ausgebildet werden.

[0067] Zur Detektion der Getriebeausgangsdrehzahl, der Drehzahl der Welle **6** ist ein Drehzahlsensor **70** vorgesehen. Zur Detektion der Getriebeeingangsdrehzahl, der Drehzahl der Welle **4** kann weiterhin ein zusätzlicher Drehzahlsensor **72** vorgesehen sein. Zur Detektion der Motordrehzahl ist ein Drehzahlsensor **71** vorgesehen.

[0068] Ein weiteres vorteilhaftes Merkmal des Getriebes ist, daß über ein Zahnrad des Getriebes, wie beispielsweise Zahnrad **20** bis **24** die Elektromaschine **45**, deren Stator **90** mit dem Getriebegehäuse fest verbunden sein kann als Anlasser der Brennkraftmaschine **2** die Welle **4** antreibt, wobei die Kupplung **101** geöffnet und die Kupplung **101** geschlossen ist. Ebenso kann die Elektromaschine **45** als Elektrogenerator, wie Lichtmaschine, angetrieben werden, wobei diese über die Abtriebswelle **6** bei geschlossenen Kupplungen **100**, **101** mittels Rekuperation und/oder bei ausgekuppelter Brennkraftmaschine **2** mit kinetischer Energie versorgt wird. Alternativ kann die Elektromaschine **45** bei geschlossener Anfahrkupplung **3** mit kinetischer Energie im Umkehrvorgang des Starts mit kinetischer Energie versorgt, das heißt, angetrieben werden. Dies kann bei stehendem Fahrzeug und dann offener Kupplung **101** oder bei fahrendem Fahrzeug mit geschlossener Kupplung **101** erfolgen, wobei Kupplung **100** stets geschlossen ist. Es versteht sich, daß in vereinfachten Ausgestaltungsformen die Elektromaschine **45** auch nur Starter- oder Generatorfunktion aufweisen kann.

[0069] Die Elektromaschine **45** ist radial außerhalb der Zahnradpaare zur Einstellung der Übersetzung in einer im Getriebegehäuse vorgesehenen Ausbuchung untergebracht und der Stator **90** ist fest mit dem Getriebegehäuse verbunden. Es kann auch vorteilhaft sein, die Elektromaschine außerhalb des Getriebes **1** mit einem separaten Gehäuse an das Getriebegehäuse anzuflanschen und die Rotorwelle **28** in das Gehäuse zu führen und über eine entsprechende

de kraftschlüssige Verbindung, beispielsweise eine Verzahnung mittels Zahnrädern und mittels zumindest einer Kupplung abkoppelbar mit der Getriebefingangswelle und/oder der Ausgangswelle zu verbinden. Desweiteren kann es unter anderem aus Gründen der effizienten Ausnutzung des Getriebebauraums sowohl vorteilhaft sein, die Elektromaschine mit der Ausgangsseite der Rotorwelle in oder entgegen der Richtung der Kurbelwelle auszurichten.

[0070] Bei der Erfindung handelt es sich um ein lastschaltendes oder lastschaltfähiges Getriebe 1. Die Lastschaltung wird dadurch durchgeführt, daß die Elektromaschine 45 mittels einer Kupplung 101 mit der Abtriebswelle 6 verbunden wird. Bei einem Schaltvorgang wird die Elektromaschine 45 bei einem beginnenden Ausrückvorgang der Anfahrkupplung 3 gestartet, wobei die Kupplungen 100, 101 eingrücken sind oder zumindest durch Schlupf ein Drehmoment an die Ausgangswelle 6 übertragen.

[0071] Erfindungsgemäß werden dabei die Kupplungen 3, 100, 101 mit den Kupplungsaktoren 80, 81, 82 automatisch betätigt, wobei die Aktoren 80, 81, 82 auch durch einen zentralen Aktor ersetzt sein können. Zwischen den Aktoren 80, 81, 82 und den Kupplungen 3, 100, 101 können ebenfalls – analog zu den Schaltaktoren 60, 61, 62 – Gestänge, Hydraulik- oder Pneumatikeinrichtungen sowie Unter-, beziehungsweise Übersetzungs- und/oder Verzweigungsgetriebe vorgesehen sein, so daß in einem besonders vorteilhaften Ausführungsbeispiel ein Kupplungsaktor, ein Schaltaktor und ein Wählaktor vorgesehen werden kann.

[0072] Zur Steuerung des Getriebes 1 und dessen Funktionen, insbesondere in Verbindung mit der Elektromaschine 45 umfaßt das Getriebe 1 weiterhin eine – nicht näher gezeigte – elektronische Steuereinheit 91 mit Mikroprozessor zur elektronischen Steuerung des Getriebes, eine Drehzahlerfassung, eine elektronische Drosselklappensteuerung oder Motorbefüllung und ein elektronisches Motorsteuerungssystem für den Verbrennungsmotor, ein manuell betätigbares Element zur Gangwahl, wie Hebel, Schalter oder ähnliches zur manuellen und/oder automatisierten Gangwahl, eine Anzeige im Fahrzeuginnenraum zur Ganganzeige. Die Eingabe dieser Fahrzeugwerte erfolgt über eine Schnittstelle In oder über einzelne Signaleingänge.

[0073] Für einen Anfahrvorgang wird ein niedriger Gang I, II oder R im Getriebe eingelegt. Die Anfahrkupplung 3 schließt durch die Betätigung des Betätigungsaktors 80, während der Motor 2 unter Gaspedalbetätigung Drehmoment aufbaut, um das Fahrzeug zu beschleunigen. Der Anfahrvorgang ist abgeschlossen, wenn die Anfahrkupplung 3 haftet. Das Motormoment wird nun über die geschlossene Kupplung 3 und den eingelegten Gang auf die Abtriebswelle 6 übertragen.

lung 3 und den eingelegten Gang auf die Abtriebswelle 6 übertragen.

[0074] Der Schaltvorgang wird in jedem Fall durch den Schaltwunsch des Fahrers oder der automatischen Steuerung eingeleitet.

[0075] Die Kupplungen 3, 100, 101 können vorteilhaft als eine der folgenden, nicht bezüglich der Verwendbarkeit erschöpfend aufgezählten Kupplungen ausgebildet werden:

- Naß laufende Kupplung
- Trocken laufende Kupplung
- Scheibenkupplung
- Konuskupplung mit konischer/konischen Reibfläche/n
- Kupplung mit einer Reibfläche
- Kupplung mit zwei Reibflächen
- Kupplung mehrere Reibflächen (wie beispielsweise Lamellenkupplung)

[0076] Die Kupplungen oder Schiebemuffen 40, 41, 42 zum Verbinden der Losräder 31, 32, 33, 34, 35 mit der Welle 6 können vorteilhaft wie folgt ausgebildet sein:

- formschlüssige Kupplung, wie Klauenkupplung,
- reibschlüssige Kupplung

[0077] Um den Wirkungsgrad des Getriebes 1 zu optimieren ist es besonders vorteilhaft, die Kupplungen 40, 41, 42 oder Schiebemuffen zur Verbindung von Welle 6 und Losrad 31, 32, 33, 34, 35 im wesentlichen ohne äußeren zusätzlichen Energieaufwand geschlossen zu halten. Diesbezüglich können formschlüssige Kupplungen eingesetzt werden. Um eine reibschlüssige Kupplung ohne Energieaufwand geschlossen zu halten, können vorteilhaft kraft- oder energiespeichernde Elemente, wie beispielsweise Federn, vorgesehen sein, die die Reibflächen gegeneinander beaufschlagen. Ebenso können Ziehkeilgetriebe oder federbeaufschlagte Reibkupplungen verwendet werden.

[0078] Die Verzahnung des Formschlußes bei formschlüssigen Kupplungen kann verschieden ausgeführt sein, wie beispielsweise: glatt mit Rundung, konvexe Klaue, Berlet-Klaue oder Abweisklaue.

[0079] Es kann vorteilhaft sein, den Gang 1 und/oder den Rückwärtsgang R mit einer Synchronisierung mit Synchronisierringen auszustatten. In einem weiteren Ausführungsbeispiel kann es zweckmäßig sein, wenn zumindest einzelne Gänge mit einer Synchronisierung mit Synchronisierringen ausgestattet sind.

[0080] Die Losräder 30 bis 35 und Kupplungen 40 bis 42 können bei Getrieben mit Vorgelegewelle unterschiedlich angeordnet werden. Das Losrad eines jeden Ganges kann entweder auf der Eingangswelle oder auf der Vorgelegewelle angeordnet sein. So-

mit kann auch die Lastschaltkupplung in unterschiedlichen Ausführungsbeispielen auf der einen oder der anderen Welle angeordnet sein.

[0081] Die [Fig. 2](#) zeigt ein mit dem Ausführungsbeispiel des Getriebes **1** in [Fig. 1](#) identisches Getriebe **1a**, bei dem die Kupplungen **100**, **101** durch einen einzigen Aktor **181** angesteuert werden. Der Aktor **181** und das nachgeschaltete Verzweigungsgetriebe **i** kann dabei vorteilhafterweise so ausgestaltet sein, daß beide Kupplungen **100**, **101** hintereinander oder unabhängig voneinander aus- und einrückbar sind.

[0082] Bei einem die Kupplungen **100**, **101** hintereinander, beginnend mit der Kupplung **100** einrückenden und in umgekehrter Reihenfolge ausrückenden Aktor **181** kann die Elektromaschine **145** bei eingrückter Kupplung **100** und bei ausgerückter Kupplung **101** die Brennkraftmaschine **102** direkt oder über einen Impulsstart, indem von der Elektromaschine **145** zuerst das Schwungrad **110** beschleunigt wird und anschließend die Anfahrkupplung **103** eingerückt und mit der kinetischen Energie des Schwungrads **110** die Brennkraftmaschine **102** gedreht wird, gestartet werden.

[0083] Wenn beide Kupplungen **100**, **101** eingerückt sind, ist das Getriebe **1a** blockiert. Diese Funktion kann als Parksperrre benutzt werden.

[0084] In [Fig. 3](#) ist ein erfindungsgemäßes, mit den Ausführungsmustern der [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) ähnliches Getriebe **201** dahingehend modifiziert, daß die Kupplung **200** zur Verbindung der Elektromaschine **245** mit der Antriebswelle **204** in der durch das Getriebegehäuse **207** abgegrenzte und ausgeformte Kupplungsglocke untergebracht ist und daher als Trockenkupplung ausgeführt werden kann. Die Kupplung **200** kann eine Dämpfungseinrichtung **200a**, beispielsweise in Form einer Kupplungsscheibe mit radial außen angebrachten Reibbelägen für einen Reibschluß mit einer Druck- und Anpreßplatte, die drehschlüssig mit der Kurbelwelle **202a** der Brennkraftmaschine **202** verbunden ist, aufweisen, so daß der Kraftfluß bei eingerückter Kupplung **200** von der Kurbelwelle **202a** über die Reibbeläge, das Eingangsteil und das relativ begrenzt gegen dieses entgegen der Wirkung von in Umfangsrichtung wirksamen Energiespeichern mit gegebenenfalls zugeschalteter Reibrichtung verdrehbare Ausgangsteil der Dämpfungseinrichtung **200a** über eine drehschlüssig auf der Hülse **200b** angeordnete Nabe an das die kraftschlüssige Verbindung zur Elektromaschine **245** bildende Zahnrad **220** geleitet wird, wobei die Hülse **200b** gegenüber der Getriebeeingangswelle **204** und gegenüber dem Getriebegehäuse **207** abgedichtet ist.

[0085] In dem gezeigten Getriebe **201** ist die Getriebeeingangswelle fest unter Zwischenschaltung einer

Dämpfungseinrichtung **211** mit dem Schwungrad **210** verbunden, wobei aus Montagegründen die Verbindung drehschlüssig aber axial steckbar sein kann.

[0086] Dabei kann das Schwungrad auch als geteiltes Schwungrad ausgeführt sein, wobei das Schwungrad mit beiden gegeneinander unter Zwischenschaltung der Dämpfer, wie beispielsweise Bogenfedern, begrenzt oder über eine Rutschkupplung unbegrenzt gegeneinander verdrehbaren Massen auf der Kurbelwelle oder auf der Getriebeeingangswelle angeordnet sein können und jeweils mit der komplementären Welle eine drehfeste Verzahnung bilden.

[0087] Von Vorteil kann weiterhin sein, eine Anfahrkupplung vorzusehen und die Kupplung **200** mit der Anfahrkupplung zu einer Doppelkupplung zu vereinigen und mit einem Aktor **280**, der ansonsten nur die Kupplung **200** betätigt und ein Zwischengetriebe **i** aufweisen kann, beide Kupplungen **200**, **203** zu betätigen.

[0088] In dem in [Fig. 3](#) gezeigten Ausführungsbeispiel wird die Brennkraftmaschine **202** bei eingerückter Kupplung **200** und bei geöffneter Kupplung **101** in der Neutralstellung des Getriebes **201**, das heißt die Schiebehülsen **240**, **241**, **242** sind in der Neutralstellung und bilden keine Verbindung der Ausgangswelle **206** mit der Eingangswelle **204** aus, da diese infolge der fehlenden Anfahrkupplung beim Startvorgang mitgedreht wird, gestartet.

[0089] Der Generatorbetrieb der Elektromaschine **245** erfolgt in derselben Funktionsweise wie der Start der Brennkraftmaschine **202** mit einer Momentumkehr.

[0090] Im Rekuperationsfall wird die Kupplung **101** eingerückt und die Kupplung **200** ausgerückt.

[0091] Die Antriebsquelle wird bei geöffneter Kupplung **101** durch die Kupplung **200** festgelegt. Bei geöffneter Kupplung **200** kann mit der Elektromaschine allein gefahren werden, wird die Kupplung **200** eingerückt, kann die Elektromaschine **245** im Leerlauf, im Generatorbetrieb oder als zusätzliche Antriebsquelle – als Booster – betrieben werden.

[0092] Während der Schaltvorgänge zwischen den Gängen II–IV kann die Elektromaschine **245** während das Moment der Brennkraftmaschine **202** mittels Drehzahlniedrigung abgesenkt wird, über den Gang I bei geschlossener Kupplung **101** und geöffneter Kupplung **200** auf die Ausgangswelle **206** Moment übertragen und damit das abnehmende Moment der Brennkraftmaschine **202** zumindest teilweise kompensieren, wobei während des Schaltvorgangs der eingelegte Gang ausgerückt und der neu einzulegende durch die Bildung eines Formschlusses ei-

nes der Losräder **231, 232, 233, 234** mit der Ausgangswelle **206** mittels einer der Schiebehülsen **240, 241, 242** Gang bei vorliegender Synchrongeschwindigkeit und Momentenfreiheit zwischen den den Formschluß bildenden Einheiten eingelegt wird. Die Einstellung der Synchrongeschwindigkeit erfolgt dabei mittels der Drehzahlregelung der Brennkraftmaschine **202**, mittels der Ansteuerung der Elektromaschine **245** oder einer Steuerung beider Aggregate. Eingangswerte zur entsprechenden Ansteuerung der Aggregate können dabei zumindest die Drehzahlen der Ausgangswelle **206** und der Kurbelwelle **202a** sein, die über entsprechende Sensoren, beispielsweise die Drehzahlgeber **270, 271** auswertbar sind.

[0093] Die [Fig. 4](#) zeigt ein den vorangegangenen Figuren ähnliches Ausführungsbeispiel eines Getriebes **301**, das sich durch eine geänderte Anordnung der Getriebestufen von dem Ausführungsbeispiel **201** der [Fig. 3](#) unterscheidet und deswegen ebenfalls ohne die in [Fig. 2](#) mit dem Bezugszeichen **101** bezeichnete Kupplung auskommt.

[0094] Gekennzeichnet ist das Getriebe **301** durch drei gleichartige Zahnradpaare mit auf der Getriebeeingangswelle **304** drehfest angeordneten Zahnradern **320, 321, 322, 323, 324, 325**, die zur Bildung der Übersetzungsstufen I, II, III, IV, V mit auf der Ausgangswelle **306** angeordneten Losrädern **330, 331, 332, 333, 334, 335** kämmen. Axial zwischen den jeweiligen Zahnradpaaren der Gänge beziehungsweise Übersetzungsstufen R und I, II und III, IV und V sind die Schiebehülsen **340, 341** und **342** auf einer Mittelposition, die einer Neutralposition entspricht, in der kein Losrad kraftschlüssig mit der Abtriebswelle **306** verbunden ist, angeordnet. Zur Aktivierung einer gewünschten Gangstufe I, II, III, IV, V oder R wird die entsprechende Schiebehülse **340, 341, 342** mittels eines der Aktoren **360, 361, 362** bei Anliegen der Synchrongeschwindigkeit und Momentenfreiheit zwischen Abtriebswelle und Losrad verschoben und die Getriebestufe aktiviert. Beispielsweise wird beim Schalten von Gang I auf Gang II der eingelegte Gang I zuerst mittels der Schiebehülse **340** deaktiviert, indem diese auf die Neutralposition verlagert wird und anschließend bei Erreichen der Synchrongeschwindigkeit die Schiebehülse **341** aus der Neutralposition axial in Richtung Losrad **331** verschoben und mit diesem mittels der Schiebehülse **341** und der Ausgangswelle **306** ein Formschluß gebildet. Entsprechend erfolgt die Schaltung der übrigen Gänge. Es versteht sich, daß die Elektromaschine **345** ebenfalls während den Schaltvorgang unterstützend auf das Abtriebsmoment wirken kann.

[0095] Die Kupplung beziehungsweise Schiebehülse **340** nimmt zudem die Funktion der Ankopplung der Elektromaschine **345** an die Ausgangswelle **306** dar, wobei je nach mit der Ausgangswelle **306** verbundenen Losrad **335** oder **330** die Dreh-

richtung der Elektromaschine **345** geändert werden kann. Die Kupplung **300** verbindet die Elektromaschine **345** mit der Brennkraftmaschine **302**, beispielsweise zum Starten dieser, und wird von dem Aktor **380** betätigt.

[0096] Die [Fig. 5](#) zeigt ein dem in [Fig. 2](#) dargestellten Getriebe **1a** ähnliches Getriebe **401** ohne die Kupplung **101** ([Fig. 2](#)). Deren Funktion übernimmt die Schiebehülse **440**, die von einer Neutralposition ausgehend die Losräder **430, 435** der Gänge I und R und dadurch die Elektromaschine **445** bei Auswahl des Gangs I mittels der Schiebehülse **440** mit der Ausgangswelle **405** verbindet. Die Elektromaschine **445** ist dabei mittels der Zahnräder **427, 426** mit dem Losrad **420** drehfestsitzig verbunden, wobei das Losrad **420** verdrehbar auf der Getriebeeingangswelle **404** angeordnet ist und den Gang I bildet, in dem es mit dem Losrad **430** kämmt. Das Losrad **420** ist dabei an Getriebeeingangswelle **402** mittels der Kupplung **400** ankoppelbar, wobei die Kupplung **400** von dem Aktor **481** betätigt wird.

[0097] Die Funktion der Elektromaschine **445** sieht dabei einen Start-, einen Generator-, einen Rekuperationsbetrieb und/oder einen alleinigen oder einen die Brennkraftmaschine unterstützenden Betrieb vor.

[0098] Der Startbetrieb zum Starten der Brennkraftmaschine **402** mittels der Elektromaschine **445** erfolgt bei geschlossener Kupplung **400** und geschlossener Anfahrkupplung **403**, die mittels des Aktors **480** betätigt wird, wobei alle Schiebehülsen **440, 441** und **442** sich in Neutralposition befinden, das heißt keine der Schiebehülsen bildet einen Formschluß zu den entsprechenden Losrädern **430, 435** aus.

[0099] Der Generatorbetrieb der Elektromaschine **445** erfolgt bei laufender Brennkraftmaschine **402** und geschlossener Anfahrkupplung **403** beim Stillstand des Fahrzeugs oder während der Fahrt. Hierbei ist die Kupplung **400** eingerückt.

[0100] Bei Vortrieb des Fahrzeugs mittels der Elektromaschine **445** ist die Kupplung **400** geschlossen und die Anfahrkupplung **403** geöffnet, wirkt die Elektromaschine **445** nur unterstützend auf den Betrieb des Elektromaschine Fahrzeugs mit der Brennkraftmaschine **402** ist die Anfahrkupplung **403** ebenfalls geschlossen. Bei Antrieb durch die **450** sind dabei prinzipiell zwei Pfade des Kraftflusses vorstellbar. Der eine verläuft über die Zahnräder **426, 427, 420, 430** bei geöffneter Kupplung **400** über die Schiebehülse **440** auf die Ausgangswelle **406** und der alternative Pfad über die geschlossene Kupplung **400** direkt auf die Getriebeeingangswelle **404** und von dort über eine der Gangstufen R, II, III, IV, V bei entsprechender Auswahl durch die Schiebehülsen **440, 441, 442** der Getriebestufen auf die Getriebeausgangswelle **406**.

[0101] Im Rekuperationsmodus wird der eingelegte Gang ausgerückt und die Schiebehülse **440** in Richtung Losrad **430** verschoben, wodurch eine dreh-schlüssige Verbindung mit der Elektromaschine hergestellt wird, wobei diese beschleunigt wird und dadurch im Generatorbetrieb elektrische Energie aus der zugeführten kinetischen Energie erzeugen und einem externen Speicher zuführen kann. Eine Momentbegrenzung des auf die elektrische Maschine **445** übertragenen Moments kann durch Einkoppen der Kupplung **400** erreicht werden, wodurch die Brennkraftmaschine bei geschlossener Anfahrkupplung **403** das Fahrzeug zusätzlich infolge eines anliegenden Schleppmomentes verzögern kann. Eine verzögernde Wirkung kann ebenfalls dadurch gegeben sein, daß ein noch eingelegter Gang II bis V und geöffneter Kupplung **400** einen Teil des Moments der Brennkraftmaschine **402** bei geschlossener Anfahrkupplung **403** zuführt. Die Kupplung **403** kann dabei dosierend eingesetzt werden, indem die Momentübertragung auf die Brennkraftmaschine über Schlupf geregelt wird.

[0102] In [Fig. 6](#) ist ein Getriebe **501** gezeigt, das bis auf die Vertauschung der Gänge I und II mit den daraus resultierenden Übersetzungsverhältnissen dem Getriebe **401** in [Fig. 5](#) entspricht. Dies hat den Vorteil, daß die Elektromaschine **545** im Generator- und Rekuperationsmodus mit vergleichsweise kleineren Drehzahlen betrieben wird und die durch die Zahnräder **520**, **526** und **527** festgelegte Übersetzung zum Start der Brennkraftmaschine **502** beibehalten werden kann.

[0103] [Fig. 7](#) zeigt ein Getriebe **601**, das bis auf die Betätigung der Schiebehülsen **640**, **641**, **642** mit dem Getriebe **301** der [Fig. 4](#) identisch ist. Die Schiebehülsen **640**, **641** und **642** werden im vorliegenden Ausführungsbeispiel von einem einzigen Aktor **660** betätigt, wobei ein Zwischengetriebe i zwischen dem Aktor **660** und den Schiebehülsen wirksam ist. Dieses Zwischengetriebe kann dergestalt sein, daß eine Schaltwalze die Schiebehülsen **640**, **641**, **642** unabhängig voneinander ansteuert und den gewünschten Gang entsprechend in einer bezüglich der Ausgangswelle axial erfolgenden Bewegung einlegt.

[0104] Das Getriebe **701** in [Fig. 8](#) sieht anstatt des einen Aktors **660** in [Fig. 7](#) zwei Akteure **761**, **760** vor, die über das Zwischengetriebe i die Schiebehülsen **740**, **741**, **742** betätigen, wobei vorzugsweise ein Aktor die Schiebehülsen betätigt – also schaltet – und der zweite Aktor die Auswahl, welche Schiebehülse von dem ersten Aktor betätigt wird, vornimmt. Dieses Schaltsystem ist dem Mechanismus von bekannten Handschaltgetrieben, bei denen mittels eines Schalthebels nach dem H-Prinzip geschaltet wird, ähnlich, wobei im vorliegenden Ausführungsbeispiel die Akteure **760**, **761** den automatisierten Schaltvorgang übernehmen und vorzugsweise direkt im Getriebege-

häuse untergebracht sind, aber auch in Spezialfällen als Aufsatz (add-on) zum Ersatz eines manuell mittels eines Schaltthebels betätigten Getriebes zu dessen Automatisierung außerhalb des Getriebes die Handschaltmimik ersetzend angeordnet sein können.

[0105] Das Getriebe **801** in [Fig. 9](#) kommt mit fünf Zahnradpaaren für die Getriebeübersetzungen R, I bis V aus, wobei die Elektromaschine **841** wiederum auf dem Zahnradpaar für den Gang R bzw. I dreh-schlüssig angeordnet ist und für die beiden Gänge R und I ein Zahnradpaar mit einem verdrehbar auf der Getriebeeingangswelle **804** angeordneten Zahnrad **820** und einem Losrad **830**, das verdrehbar auf der Ausgangswelle **806** angeordnet ist, vorgesehen ist. Die Zahnräder **820**, **830** sind dabei mittels der Kupplung **800** bzw. mittels der Schiebehülse **840** mit der Eingangswelle **804** bzw. Getriebeausgangswelle **806** drehschlüssig verbindbar.

[0106] Mit der Ausnahme der Verwendung nur eines Zahnradpaars für die Gänge R und I entspricht das Getriebe **801** dem Getriebe **301** in [Fig. 4](#). Der Antrieb im Rückwärtsgang R erfolgt dabei durch die Elektromaschine **845**, so daß das Zahnrad zur Drehrichtungsumkehr entfallen kann und daher die Übersetzung ebenfalls für den ersten Gang I benutzt werden kann. Die drehfeste Verbindung mit der Ausgangswelle **806** des Getriebes **801** erfolgt dabei mittels der Schiebehülse **840**, die einen Formschluß mit dem Losrad **830** bildet.

[0107] Das Getriebe **901** in [Fig. 10](#) ist eine vorteilhafte Weiterbildung des Getriebes **301** in [Fig. 4](#), wobei das Getriebe **901** entsprechend für einen Frontquer-einbau vorgesehen werden kann und die Ausgangswelle **906** mittels einen Zahnrades **906a** mit einem weiteren Zahnrad **990** verzahnt ist, wobei das Zahnrad **990** ein Differential **991** aufnimmt, das das Antriebsmoment gleichmäßig und unabhängig von dem beschriebenen Radius der Antriebsräder an diese abgibt. Der Drehzahlsensor **970** nimmt dabei die Drehzahl am Außenumfang am Zahnrad **906a** auf und gibt ein entsprechendes Signal an die nicht gezeigte Steuereinheit weiter.

[0108] Das Getriebe **1001** in [Fig. 11](#) zeigt eine entsprechende Anordnung des Getriebes **301** aus [Fig. 4](#) als beispielhafte Anordnung eines erfindungsgemäßigen Getriebes für einen Längseinbau der Brennkraftmaschine mit dem sich anschließendem Getriebe **301**. Das Differential **1091** schließt sich dabei direkt an der Getriebeausgangswelle **1006** an. Die Antriebswellen **1092**, **1093** sind dabei annähernd rechtwinklig zu der Ausgangswelle **1006** angeordnet, während die Antriebswellen **992**, **993** des Getriebes **901** in [Fig. 10](#) annähernd parallel zu der Getriebeausgangswelle **906** angeordnet sind. Der Drehzahlfühler **1070** greift die Drehzahl an einem drehfest mit der Getriebeausgangswelle **1006** verbundenen, zum

Differential gehörigen Zahnrad **1091a** ab, das hierzu entsprechende Anprägungen und/oder Ausnahmen oder Marken entsprechender Art aufweisen kann, die von dem Drehzahlfühler **1070** aufgenommen werden können.

[0109] Die [Fig. 12](#) zeigt ein Getriebe **1101** mit einer vorteilhaften Veränderung der Übersetzung der Elektromaschine **1145**, das abgesehen von diesem Unterschied mit dem Getriebe **301** der [Fig. 4](#) vergleichbar ist. Eine derartige Anordnung der Elektromaschine **1145** ist verständlicherweise auch für die übrigen Ausführungsformen, die in dieser Anmeldung beschrieben sind, anwendbar.

[0110] Die Elektromaschine **1145** ist dazu auf einem Zahnradpaar zur Einstellung einer Übersetzungsstufe beispielsweise auf dem Gang I mit dem Zahnradpaar **1130/1120** angeordnet. Mit dem Zahnrad **1120** kämmt ein weiteres Zahnrad **1126** zur Drehrichtungs-umkehr, das mit dem **1129** kämmt und eine Übersetzung der Drehzahl die von der Ausgangswelle **1106** oder von der Eingangswelle **1104** übertragen werden, ins Schnelle bewirkt bzw. die Drehzahlen der Elektromaschine **1145** untersetzen. Mit dem Zahnrad **1129** ist drehfest ein weiteres Zahnrad **1128** mit größerem Durchmesser verbunden, das mit einem auf der Rotorwelle **1145a** drehfest angeordneten Zahnrad kleineren Durchmessers **1127** kämmt, so daß insgesamt noch einmal eine in Richtung der Drehmaschine **1145** übertragene Drehzahl übersetzt bzw. eine von der Elektromaschine **1145** auf die Getriebeeingangswelle **1104** oder die Ausgangswelle **1106** übertragene Drehzahl untersetzt wird. Dadurch kann ein Start der Brennkraftmaschine **1102** bei geschlossener Anfahrkupplung **1103** mit vergleichsweise hoher Drehzahl der Elektromaschine **1145** und damit bei kleinerem Drehmoment, insbesondere als Direktstart, durchgeführt werden. Weiterhin ist die Möglichkeit der Rekuperation auch schon bei kleinen Drehzahlen der Ausgangswelle **1106**, also bei kleinen Geschwindigkeiten möglich. Die Erfassung der Drehzahlen der Elektromaschine **1145** kann unter Berücksichtigung der anliegenden Übersetzung an einem der Zahnräder **1127** oder – wie hier gezeigt – **1129** mittels des Drehzahlebers **1192** ermittelt werden.

[0111] Ein weiteres, vorteilhaftes Getriebe **1201**, das im wesentlichen mit dem Getriebe **301** in [Fig. 4](#) übereinstimmt, ist in [Fig. 13](#) gezeigt, wobei das Getriebe **1201** eine Elektromaschine **1245** aufweist, die über ein kontinuierlich verstellbares Getriebe mit der Getriebeeingangswelle **1204** bzw. der Getriebeausgangswelle **1206** verbindbar ist.

[0112] Die Anbindung über ein derartiges, vorzugsweise als Kegelscheibenumschlingungsmittelgetriebe ausgeführtes, bezüglich seiner Übersetzung kontinuierlich verstellbares Getriebe **1228** erfolgt in an sich bekannter Weise mittels eines auf der Rotor-

welle **1245a** drehfest angeordneten Scheibenpaares **1228a** und eines mittels eines Zahnrads **1227**, das mit den Zahnrad **1220** der Gangstufe I kämmt, mit dem Getriebe **1201** in Verbindung stehenden, zweiten Scheibensatz **1228b**, wobei zwischen beiden Kegelscheibensätzen **1228a**, **1228b** ein Umschlingungsmittel **1228c** axial eingeschlossen ist, das in Abhängigkeit von den Laufradien auf den Scheibensätzen eine entsprechende Übersetzung einstellt und über einen Reibschiß mit den Scheibensätzen **1228a**, **1228b** eine Drehmomentübertragung zwischen den beiden Scheibensätzen mit unterschiedlicher, variierender Übersetzung zuläßt. Hierzu ist zumindest jeweils eine Kegelscheibe der Kegelscheibensätze **1228a**, **1228b** zur Einstellung der Übersetzung axial verlagerbar. Die Ansteuerung der axial verlagerbaren Kegelscheiben ist hier nicht näher dargestellt und erfolgt in an sich bekannter Form, beispielsweise über Hydraulikeinheiten, Fliehkraftverstellung und/oder dergleichen. Es versteht sich, daß eine entsprechende Anordnung auch auf den Zahnradpaaren andere Gänge ausgeführt sein kann.

[0113] Von Vorteil ist die variable Übersetzung zwischen Elektromaschine **1245** und der Eingangswelle bzw. Ausgangswelle **1204**, **1206**, da hierdurch eine der Elektromaschine **1245** bezüglich ihres Leistungsmaximums entsprechende Drehzahl genau eingestellt werden kann. Beispielsweise kann beim Start der Brennkraftmaschine **1202** eine Übersetzung der Drehzahl der Elektromaschine **1245** ins Langsame eingestellt werden, das heißt, daß das Umschlingungsmittel im Bereich des Scheibensatzes **1228a** auf einem kleinen Radius und im Scheibensatz **1228b** auf einem großen Radius umläuft, um bei hohen Drehzahlen der Elektromaschine **1245** und daher geringerem erforderlichem Drehmoment die Brennkraftmaschine **1202** bei niedrigen Drehzahlen der Kurbelwelle **1202a** gestartet werden kann. Es versteht sich, daß hierzu die Anfahrkupplung **1203** geschlossen ist.

[0114] Im Generatorbetrieb kann bei entsprechend höherer Drehzahl der Getriebeeingangswelle **1204** bzw. Getriebeausgangswelle **1206** die Übersetzung entsprechend eingestellt werden, daß die Elektromaschine **1245** stets bei der Drehzahl des Leistungsmaximums betrieben werden kann. Dasselbe gilt für eine Steueroutine, die die Übersetzung des Umschlingungsmittelgetriebes **1228** im Rekuperationsmodus bzw. im antriebsunterstützenden bzw. alleinigen Antriebsmodus steuert bzw. einstellt. Die Anpassung des auf die Ausgangswelle **1206** zu übertragenen Moments während eines Schaltvorgangs kann ebenfalls durch die exakte Einstellung der Übersetzung des Umschlingungsmittelgetriebes verbessert werden.

[0115] [Fig. 14](#) zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Getriebes **1301**, bei dem die Elektromaschine **1345**

mit der Getriebeeingangswelle **1304** und/oder der Getriebeausgangswelle **1306** verbindbar ist, wobei die Elektromaschine **1345** im Unterschied zu den vorangegangenen Ausführungsbeispielen der [Fig. 1](#) bis [Fig. 14](#) drehschlüssig mit dem um die Ausgangswelle **1306** angeordneten Losrad **1330** der Gangstufe I drehschlüssig verbunden ist. Im übrigen ist das dargestellte Getriebe **1301** mit dem Getriebe **301** der [Fig. 4](#) vergleichbar, die Übertragung des Drehmoments erfolgt ebenfalls über ein drehfest mit der Rotorwelle **145** verbundenes Zahnrad **1327**, das mit einem Zahnrad zur Drehrichtungsumkehr **1326** kämmt, das wiederum mit Losrad **1330** der Getriebestufe I bzw. des Ganges I kämmt.

[0116] Das Ausführungsbeispiel eines Getriebes **1401** in [Fig. 15](#) zeigt die Möglichkeit der Anordnung einer Elektromaschine **1445** mit Einleitung bzw. Ausleitung des Drehmoments in das aus den Zahnradern **1425**, **1435** bestehende Zahnradpaar sowie einem Zahnrad zur Drehrichtungsumkehr **1436** des Rückwärtsganges R. Die Elektromaschine **1445** ist dabei mit der Rotorwelle **1445a** und dem drehfest auf dieser befestigten Zahnrad **1427** in Richtung Brennkraftmaschine **1402** ausgerichtet, wodurch sich eine vorteilhafte Unterbringung der Elektromaschine bezüglich ihres Durchmessers radial außerhalb radial kleiner bauenden Zahnräder **1420**, **1421** der Gänge I und II ergeben kann. Im übrigen ist das Getriebe **1401** dem Getriebe **301** in der [Fig. 4](#) ähnlich.

[0117] [Fig. 16](#) zeigt ein Getriebe **1501**, das mit dem Getriebe **301** der [Fig. 4](#) vergleichbar ist mit dem Unterschied, daß die Elektromaschine **1545** konzentrisch um die Getriebeeingangswelle **1504** angeordnet ist.

[0118] Der Startor **1590** der Elektromaschine **1545** ist dabei gehäusefest beispielsweise an einem Gehäuseteil **1507** angebracht. Der Rotor **1529** ist drehfest mit der auf der Getriebeeingangswelle **1504** gelagerten Hülse **1504a** verbunden, die gleichzeitig das Ausgangsteil der Dämpfungseinrichtung **1511** bildet, die die Torsionsschwingungen zwischen der Hülse **1504a** und der Kurbelwelle **1502a** bei geschlossener Anfahrkupplung **1503** dämpft. Auf der Hülse **1504a** sind weiterhin die Zahnräder **1520**, **1525** drehfest aufgenommen, die mit den Losräden **1530**, **1535** der Gänge R und I kämmen und damit eine Drehmomentübertragung der Elektromaschine **1545** auf die Abtriebswelle ermöglichen, wobei der entsprechende Drehschluß mittels der Schiebehülse **1540** zu der Getriebeausgangswelle **1506** hergestellt wird. Die Verbindung zur Getriebeeingangswelle **1504** erfolgt über die Anfahrkupplung **1503**.

[0119] Es versteht sich, daß der Rotor aus Gründen der Einhaltung des Spaltes zwischen Stator **1590** und Rotor **1529** separat gelagert sein kann, wobei ein mit dem Gehäuse verbundener Lagerflansch den Ro-

tor verdrehbar beispielsweise über Lager aufnehmen kann.

[0120] Die in [Fig. 17](#) gezeigte Anordnung eines Getriebes **1601** kommt ohne eine Anfahrkupplung aus. Die Brennkraftmaschine **1602** ist mittels einer Torsionsschwingungsdämpfungseinrichtung **1611** mit radial außen vorgesehenen Schwungmassen **1611a** direkt mit der Getriebeeingangswelle **1604** verbunden. Die Elektromaschine **1645** ist mittels des Losrades **1620** für den Gang I mit der Getriebeeingangswelle **1604** drehschlüssig verbindbar, wobei das Losrad **1620** mittels der Schiebehülse **1620a**, die von dem Aktor **1681** betätigt wird. Weiterhin ist die Elektromaschine **1645** mit der Ausgangswelle **1606** über die Kupplung **1600**, die mittels des Aktors **1680** bedient wird, drehschlüssig verbindbar.

[0121] Die nicht näher bezeichneten Gänge mit den entsprechenden Gangradpaaren werden wie in den vorher beschriebenen Ausführungsbeispielen angeordnet und eingelegt.

[0122] Das Zusammenwirken der Brennkraftmaschine **1602** und der Elektromaschine **1645** ohne eine Anfahrkupplung gestaltet sich folgendermaßen: Im Startbetrieb erfolgt eine kraftschlüssige bzw. formschlüssige Verbindung der Getriebeeingangswelle **1604** mit dem Losrad **1620** mittels der Schiebehülse **1620a**. Die Schiebehülsen **1641**, **1642** und **1643** sind in Neutralstellung angeordnet, so daß die entsprechenden Losräder frei auf der Ausgangswelle **1606** verdrehbar sind. Die Elektromaschine **1645** überträgt darauf ein Drehmoment über die Getriebeeingangswelle **1604** auf die Kurbelwelle **1602a** und startet die Brennkraftmaschine **1602**. Weiterhin ist denkbar, wenn die Brennkraftmaschine **1602** über elektrisch angesteuerte Ventile – wie in [Fig. 36](#) verdeutlicht – verfügt, in dieser Zeit die Ventile allesamt zu öffnen und die Kurbelwelle über die Schwungmassen **1611a** des Torsionsschwingungsdämpfers **1611** zuerst zu beschleunigen und dann die für den Startprozeß notwendigen Ventile zu schließen und die Brennkraftmaschine **1602** zu starten.

[0123] Während der Schaltvorgänge zwischen einem eingelegten und einem neu einzulegendem Gang, beispielsweise von Gang II nach Gang III, kann die Elektromaschine **1645** über das Zahnradpaar **1620/1630** des Ganges I Drehmoment in die Ausgangswelle **1606** einspeisen, wobei hierzu die Kupplung **1600** geschlossen sein kann oder schlupfen kann. Gleichzeitig mit der Absenkung der Drehzahl der Brennkraftmaschine **1602** bei einem Hochschaltvorgang wird die Elektromaschine **1645** aktiviert bzw. die Kupplung **1600** geschlossen, sofern die Elektromaschine **1645** bereits über die Schiebehülse **1620a** im Generatorbetrieb mitläuft, wobei die Kupplung bzw. Schiebehülse während des Schaltvorgangs geöffnet wird. Die Abstimmung der Drehzahlabsenkung

der Brennkraftmaschine **1602** und dem zunehmenden Drehmomentbeitrag der Elektromaschine **1645** erfolgt in der Weise, daß bei ausreichendem Drehmomentbeitrag der Elektromaschine der Gang II ausgerückt wird und bei entsprechender Synchronisationsdrehzahl, die ebenfalls durch die Elektromaschine **1645** eingestellt wird, die Schiebehülse **1642** aus der Neutralposition zur Bildung eines Formschlusses mit dem Losrad **1632** des Gangs III axial zur Bildung des Formschlusses verschoben wird und so dann der Drehmomentbeitrag der Elektromaschine **1645** abgesenkt und die Drehzahl der Brennkraftmaschine wieder erhöht wird. Alternativ ist es möglich, die Elektromaschine **1645** über die Kupplung **1600** von der Getriebeeingangswelle wieder abzukoppeln und zum Erreichen eines Generatorbetriebs wieder mit der Getriebeeingangswelle **1604** mittels der Schiebehülse **1620a** zu verbinden. Die Schaltvorgänge in die nächsten Gänge als Hochschaltvorgänge werden entsprechend ausgeführt. Rückschaltvorgänge werden entsprechend ausgeführt mit dem Unterschied, daß die Drehzahl der Brennkraftmaschine nach Ausrücken des eingelegten Gangs angehoben wird und die Elektromaschine die Ausgangswelle **1606** abbremst und dabei elektrische Energie erzeugt und diese auf einen Speicher, beispielsweise einen elektrischen Akkumulator wie Hochstrombatterie oder einen Kondensator überträgt. Bei Erreichen der Synchronisationsdrehzahl und Momentenfreiheit auf der Schiebehülse des neu einzulegenden Gangs wird der Formschluß zwischen Schiebehülse und entsprechendem Losrad für den neu einzulegenden Gang gebildet.

[0124] Der Generatorbetrieb erfolgt wie bereits beschrieben dadurch, daß die elektrische Maschine mittels der Schiebehülse **1620a** mit Losrad **1620** und damit mit der Getriebeeingangswelle **604** drehfest verbunden wird und damit entsprechend der eingestellten Übersetzung drehzahlabhängig mit der Drehzahl der Brennkraftmaschine **1602** betrieben wird. Alternativ ist es möglich den Generatorbetrieb über die geschlossene Kupplung **1600** bei frei drehendem Losrad **1620** in Abhängigkeit von der Drehzahl der Ausgangswelle **1606** vorzusehen. Dieser Kraftweg kann auch eingeschlagen werden, wenn das Fahrzeug mittels Rekuperation verzögert werden soll, wobei hierzu der gerade eingelegte Gang ausgerückt werden kann und die Elektromaschine **1645** allein und ohne das Schleppmoment der Brennkraftmaschine **1602** das Fahrzeug verzögert. Diese Betriebsweise ist bezüglich der Umwandlung von kinetischer Bremsenergie in elektrische Energie effektiver, für starke Verzögerungen kann es jedoch möglich sein, daß bei Nichtgebrauch der Fahrzeugsbremsen die Elektromaschine **1645** überlastet wird. Einer derartigen Überlastung der Elektromaschine kann durch entsprechende Programm routinen in der Steuereinheit vorgebeugt werden, wobei der bezüglich der an der Ausgangswelle

606 anliegenden Drehzahl entsprechende Gang eingerückt werden kann.

[0125] Das in [Fig. 18](#) dargestellte Getriebe **1701** weist – verglichen mit dem Getriebe **1601** in [Fig. 7](#) – eine zusätzliche Anfahrkupplung **1703** auf, die von dem Aktor **1781** angesteuert wird. Daraus ergibt sich der Vorteil, daß während der Rekuperation ein eingelegter Gang II bis V eingelegt bleiben kann und die Anfahrkupplung **1703** während der Rekuperationsphase geöffnet und bei drohender Überlastung der Elektromaschine **1745** die Kupplung **1703** geschlossen und dadurch das Schleppmoment des Motors zur zusätzlichen Verzögerung genutzt werden kann. Weiterhin ist es mit dieser Anordnung möglich mit der Elektromaschine **1745** einen Impulsstart der Brennkraftmaschine **1702** durchzuführen, wobei bei geöffneter Anfahrkupplung **1703** die Schwungmasse **1711** der Anfahrkupplung **1703** zuerst beschleunigt und dann diese geschlossen wird und mittels der im Schwungrad **1711** gespeicherten kinetischen Energie mit oder ohne Unterstützung der Elektromaschine **1745** die Brennkraftmaschine **1702** gestartet wird. Während Schaltvorgängen besteht zusätzlich die Möglichkeit, die Brennkraftmaschine **1702** ganz von der Getriebeeingangswelle **1704** abzukoppeln, wodurch die Synchronisationsdrehzahl unabhängig von dieser mittels der Elektromaschine **1745**, die hierzu gleichzeitig bei Hochschaltvorgängen Drehmoment in die Getriebeausgangswelle **1706** einleiten kann, eingestellt wird.

[0126] Die [Fig. 19](#) sieht ein Ausführungsbeispiel eines Getriebes **1801** vor, das mit dem Getriebe **1701** der [Fig. 18](#) bis auf das Fehlen der Kupplung **1700** der [Fig. 18](#) identisch ist, wobei die Funktion dieser Kupplung in der Schiebehülse **1841** integriert ist. Die Schiebehülse **1841** verbindet hierzu ein entsprechendes Losrad **1830** des ersten Ganges formschlüssig mit der Ausgangswelle **1806**.

[0127] Die [Fig. 20](#) bis [Fig. 35](#) geben die Pfade des Drehmoments beziehungsweise die Kraftwege für typische Fahrsituationen von erfindungsgemäßen Getrieben wieder. Dabei sind die entlang der Getriebebauteile auftretenden Kraftbeziehungsweise Momentenfade dicker ausgeführt und die Kraftbeziehungsweise Momentenrichtung ist mit einem Pfeil versehen.

[0128] [Fig. 20](#) zeigt den Kraftweg von der Brennkraftmaschine **2002** zur Abtriebswelle und nachfolgenden – nicht gezeigten – Antriebsrädern bei der Rückwärtsfahrt.

[0129] Die Brennkraftmaschine **2002** leitet das Antriebsmoment über die drehfest mit der Kurbelwelle **2002** verbundene geschlossene Anfahrkupplung **2003** an die auf der Getriebeeingangswelle **2004** gelagerten Hülse **2000b** weiter, von dort auf das dreh-

fest auf dieser angeordnete, zum Gangradpaar des Rückwärtsganges R gehörige Zahnrad **2025**, das mit dem Zahnrad **2036** zur Drehrichtungsumkehr kämmt und die Kraft auf das Losrad **2035** leitet, das verdrehbar auf der Getriebeausgangswelle **2006** angeordnet ist und über die Schiebehülse **2040** formschlüssig mit der Ausgangswelle **2006** verbunden ist, das das anliegende Drehmoment an die – nicht gezeigten – Antriebsräder weiter leitet.

[0130] [Fig. 21](#) zeigt den Kraftweg eines erfindungsgemäßen Getriebes im Generatorbetrieb während der Fahrt. Die Brennkraftmaschine **2102** treibt direkt die Getriebeeingangswelle **2104** an, die mittels der drehschlüssig angeordneten Zahnräder der Zahnradpaare II bis V – hier bei eingelegtem Gang III – mit Losräder, die mit entsprechenden Schiebehülsen drehschlüssig mit der Getriebeausgangswelle **2106** verbindbar sind, kämmen.

[0131] Über die geschlossene Schiebehülse **2140** wird ein Teil des auf die Getriebeausgangswelle **2106** übertragenen Moments auf das Losrad **2130** abgezweigt, das über die Zahnradkombination **2120** und **2127** die Elektromaschine **2145** antreibt, die durch das anstehenden Drehmoment beschleunigt wird und die ankommende kinetische Energie in elektrische Energie umwandelt. Die Drehzahl der Elektromaschine **2145** hängt dabei von der Drehzahl der Ausgangswelle **2106** ab und ist von der über die von den Zahnraddurchmessern bzw. Zähnezahl der Zahnräder **2127**, **2120**, **2130** festgelegte Übersetzung abhängig.

[0132] In [Fig. 22](#) ist ebenfalls der Generatorbetrieb während der Fahrt des Fahrzeugs dargestellt, wobei der Generator mit der Getriebeeingangswelle **2204** verbunden ist. Hierzu wird die Anfahrkupplung **2203** geschlossen und damit eine direkte Verbindung zwischen der Brennkraftmaschine **2202** und der Elektromaschine **2245** über die Hülse **2220b** gebildet, wobei auf der Hülse **2220b** das Zahnrad **2220** des Zahnradpaars für den Gang I bzw. R drehfest angebracht ist und das Zahnrad **2220** mit dem drehfest auf der Rotorwelle angeordneten Zahnrad **2227** kämmt und dadurch die Übersetzung zwischen der Drehzahl der Brennkraftmaschine **2202** und der Drehzahl der Elektromaschine **2245** festgelegt wird.

[0133] Über die Getriebeeingangswelle **2204** wird analog zu der [Fig. 21](#) das Fahrzeug über die Gänge II bis V – hier ebenfalls im Gang III gezeigt – angetrieben.

[0134] In der [Fig. 23](#) ist der Kraftweg bei stillstehendem Fahrzeug gezeigt, bei dem die Brennkraftmaschine **2202** – in zu [Fig. 22](#) analoger Weise – die Elektromaschine **2245** antreibt und alle Schiebehülsen **2240** bis **2242** in Neutralstellung stehen, so daß kein Drehmoment auf die Ausgangswelle **2206** über-

tragen wird und folglich das Fahrzeug nicht angetrieben wird. Die Drehzahl der Brennkraftmaschine **2202** kann dabei dem Ladezustand des Speichers entsprechend angepaßt werden.

[0135] [Fig. 24](#) zeigt einen Fahrzustand im Gang I, bei dem sowohl die Brennkraftmaschine **2202** als auch die Elektromaschine **2445** Drehmoment auf die Ausgangswelle **2206** übertragen. In diesem – Boostbetrieb genannten – Betriebsmodus ist die Brennkraftmaschine **2202** mittels der Anfahrkupplung **2203** und Hülse **2200b** mit dem drehfest auf der Hülse angeordneten Zahnrad **2220** der Getriebeübersetzungsstufe I verbunden, das mit dem mittels der Schiebehülse **2240** mit der Getriebeausgangswelle drehfest verbundenen Losrad **2230** kämmt und damit das von der Brennkraftmaschine **2202** und von der elektrischen Maschine **2445** in die Übersetzungsstufe I eingetragene Drehmoment an die – nicht gezeigten – Antriebsräder überträgt. Der Boostbetrieb dient vorzugsweise zur schnelleren Beschleunigung des Fahrzeugs in der Getriebestufe I also im Gang I, wobei verständlicherweise die Brennkraftmaschine **2202** mittels einer weiteren Gangübersetzung der Übersetzungsstufen II bis V ein Antriebsdrehmoment auf die Getriebeausgangswelle übertragen kann und gleichzeitig die Elektromaschine **2345** über die Gangstufe I ein Moment auf die Ausgangswelle **2206** übertragen kann und damit ein Boostbetrieb vorgesehen sein kann, der über zwei verschiedene Getriebestufen auf die Ausgangswelle **2206** wirkt, beziehungsweise die Elektromaschine **2245** die Brennkraftmaschine **2245** auch in anderen Gängen unterstützt.

[0136] [Fig. 25](#) zeigt an einem erfindungsgemäßen Getriebe den Betriebsmodus der Rekuperation. Über die Getriebeausgangswelle **2206** wird bei geschlossener Schiebehülse **2240** der Gangstufe I ein Moment von den Antriebsräder auf die Elektromaschine mittels der Zahnräder **2230**, **2220**, **2227**, die jeweils miteinander kämmen, übertragen. Die Elektromaschine **2245** wird dabei im Generatorbetrieb gefahren und wandelt die von der Getriebeausgangswelle **2206** übertragene kinetische Energie in elektrische Energie um, wodurch das Fahrzeug verzögert wird. Die Leistung der elektrischen Maschine **2045** sowie durch die im Kraftfluß dazwischen liegenden Zahnräder festgelegte Übersetzung bestimmt dabei die Verzögerungswirkung. Bei mangelnder Bremswirkung kann zusätzlich über Anfahrkupplung **2203** das Schleppmoment der Brennkraftmaschine **2202** zur Verzögerung herangezogen werden, bzw. die im Fahrzeug vorgesehenen Bremsen.

[0137] Die [Fig. 26](#), [Fig. 26a](#), [Fig. 27](#), [Fig. 27a](#), [Fig. 28](#) zeigen den Ablauf einer durch die Elektromaschine **2445** lastunterstützten Schaltung am Beispiel einer Zughochschaltung von Gang II nach Gang **111**.

[0138] In [Fig. 26](#) ist dabei das Getriebe in Fahrstufe II, daß heißt die Brennkraftmaschine **2202** überträgt über die Getriebeeingangswelle **2204** und das Gangradpaar **2221/2231** das Drehmoment der Brennkraftmaschine auf die Ausgangswelle **2206**, wobei die Schiebehülse **2241** das als Losrad ausgebildete Zahnrad **2231** formschlüssig mit der Getriebeausgangswelle **2206**. Die Elektromaschine **2245** kann dabei im Generatorbetrieb vorgesehen sein, beispielsweise über eine Verbindung mit der Getriebeeingangswelle mittels der Kupplung **2203** oder – wie in der [Fig. 26](#) gezeigt – mittels eines Formschlusses der Schiebehülse **2240** mit dem Losrad **2230** der Getriebestufe I mit der Ausgangswelle **2206**, wobei die elektrische Maschine auf der Getriebeübersetzung des Gangs I angeordnet ist.

[0139] Zur Einleitung der Schaltung wird die Elektromaschine **2245** mit elektrischer Energie aus dem externen Speicher bestromt und leitet über die Gangstufe I bei geschlossener Schiebehülse **2240** Drehmoment in die Getriebeausgangswelle **2206** ein. Gleichzeitig wird die Drehzahl der Brennkraftmaschine **2202** vermindert.

[0140] In [Fig. 27](#) ist der nächste Schritt gezeigt, bei dem die Schiebehülse **2241** in Neutralstellung verschoben wurde und die Elektromaschine **2245** über die Gangstufe I den Vortrieb des Fahrzeugs aufrecht erhält. Entsprechend der Leistung der Elektromaschine **2245** wird das fehlende Drehmoment der Brennkraftmaschine **2202** während des Schaltvorgangs, wenn der vorhergehende Gang bereits ausgerückt und der neu einzulegende Gang noch nicht eingelegt ist, vollständig oder nur teilweise kompensiert. In dieser Phase wird die Drehzahl der Brennkraftmaschine **2202** so verändert, daß die Synchrondrehzahl für die neue Gangstufe III erreicht wird.

[0141] Ist – wie in [Fig. 27a](#) gezeigt – die Synchrondrehzahl erreicht und die Schiebehülse **2241** momentfrei, wird die Schiebehülse axial in Richtung Losrad **2232** verschoben und bildet mit diesem einen Formschluß, so daß die Brennkraftmaschine **2202** über die Getriebeeingangswelle **2204** und das drehfest auf diese angeordnete Zahnrad **2222** der Getriebestufe III Moment auf die Getriebeausgangswelle **2206** übertragen kann und die neue Gangstufe dadurch eingelegt ist.

[0142] In [Fig. 28](#) wird die Bestromung der Elektromaschine **2245** beendet und die Maschine wieder im Generatorbetrieb wie in [Fig. 26](#) gezeigt betrieben.

[0143] In [Fig. 29](#) ist beispielhaft die Möglichkeit einer Beschaltung des Getriebes zum Verhindern eines unbeabsichtigten Wegrollens des Fahrzeugs gezeigt. Bei geschlossener Anfahrkupplung **2203** werden die Schiebehülsen **2240** zur Verbindung des Losrades **2220** der Getriebestufe I bzw. des Rückwärts-

gangs R und die Schiebehülse einer weiteren Getriebeübersetzung, beispielsweise die Schiebehülse **2241** für den dritten Gang zur Verbindung des Losrades **2222** mit der Ausgangswelle **2206** verbunden, mit der die – nicht gezeigten – Antriebsräder verbunden sind. Durch Verbindung der Hülse **2200b** mit der Getriebeeingangswelle **2204** mittels der Anfahrkupplung **2203** sind die beiden Gangstufen I und III mit ihren unterschiedlichen Übersetzungen formschlüssig miteinander verbunden, so daß sich das Getriebe selbst blockiert.

[0144] In [Fig. 30](#) ist der Start der Brennkraftmaschine **2202** mittels der Elektromaschine **2245** über den entsprechenden Kraftweg gezeigt, wobei die Brennkraftmaschine **2205** direkt von der Elektromaschine **2245** gestartet werden kann oder über einen sogenannten Impulsstart, bei dem zuerst bei geöffneter Anfahrkupplung **2203** die Schwungmasse der Kupplung beschleunigt wird und anschließend mittels der kinetischen Energie der Schwungmasse der Anfahrkupplung **2203** gestartet wird, wobei die Elektromaschine **2245** zusätzlich unterstützend bestromt werden kann. Die Anfahrkupplung **2203** verbindet dabei reibschlüssig die Getriebeeingangswelle **2204**, die mit der Kurbelwelle **2202a** direkt verbunden ist, mit der Hülse **2200b**, die die Elektromaschine **2245** über eine Verzahnung mittels der Zahnräder **2227**, **2220** drehschlüssig verbindet.

[0145] Eine weitere Form des Starts der Brennkraftmaschine **2202** ist der Start während der Rekuperation als Schleppstart. Der hier vorliegende Kraftweg ist in [Fig. 31](#) dargestellt. Von den Antriebsräder wird kinetische Energie in Form eines Drehmoments in die Ausgangswelle **2206** und von dort über die geschlossene Schiebehülse **2240** in das Gangradpaar **2230/2220** eingeleitet, wobei über die drehfeste Befestigung des Zahnrades **2220** auf der Hülse **2200b** das Drehmoment über die geschlossene Kupplung **2203** auf die Kurbelwelle **2202a** geleitet und damit die Brennkraftmaschine **2202** entgegen dem von dieser entgegengehaltenen Schleppmoment gestartet wird. Zur Erhöhung des Startkomforts kann dabei vorgesehen werden, daß die Kupplung **2203** erst mit zunehmendem, von der Getriebeausgangswelle **2206** eingetragenem Drehmoment langsam geschlossen oder schlupfend betrieben wird. Weiterhin kann vorgesehen werden, daß die Elektromaschine **2245** zusätzlich über die Hülse **2220** einen Drehmomentbeitrag leistet und dadurch den Komfort des Schleppstarts noch erhöht. Die Schiebehülsen der übrigen Gangübersetzungen II bis V sind hierbei Neutralposition.

[0146] Entsprechend folgt ein Schleppstart der Brennkraftmaschine **2202** während der Fahrt nur mit der Elektromaschine **2245**, wie in [Fig. 32](#) gezeigt. Die Elektromaschine **2245** treibt dabei über die Gangstufe I die Abtriebswelle **2206** an. Zum Einleiten des Startvorgangs wird dann die Anfahrkupplung **2203**

geschlossen und über die kinetische Energie einerseits der Elektromaschine **2245** und andererseits durch das von den Antriebsräder auf die Ausgangswelle **2206** und mittels der Gangstufe I auf die Hülse **2200b** übertragene Drehmoment das Schleppmoment der Brennkraftmaschine **2202** überwunden und diese gestartet.

[0147] In [Fig. 33](#) ist der Kraftweg eines Anfahrvorgangs im ersten Gang gezeigt. Durch schließen der Anfahrkupplung **2203** wird die Brennkraftmaschine mit der Hülse **2200b** verbunden und die Kraft in die Getriebestufe I eingeleitet, bei der die Schiebehülse **2240** mit dem Losrad **2220** drehfest verbunden ist und dadurch das von der Brennkraftmaschine **2202** ankommende Moment in die Getriebeausgangswelle **2206** eingeleitet wird.

[0148] Eine alternative Anfahrmethode kann mittels der Elektromaschine **2245** – wie in [Fig. 34](#) gezeigt – vorgesehen werden. Mit der Elektromaschine **2245** kann über die Gangstufe I/R elektrisch vorwärts oder rückwärts angefahren werden. Dabei gibt die Drehrichtung der Elektromaschine **2245** die Anfahrrichtung vor, das heißt, der Anfahrvorgang vorwärts unterscheidet sich vom Anfahrvorgang rückwärts lediglich in der Polung der Elektromaschine **2245**. Zum Anfahren wird die Schiebehülse **2240** der Getriebeübersetzung I/R geschlossen und die Elektromaschine **2245** entsprechend beschleunigt.

[0149] [Fig. 35](#) zeigt eine weitere Ausgestaltungsform einer Parksperre, wobei hier zwei zu den Schiebehülsen **2241** und **2442** zugehörige Losräder drehfest mit der Antriebswelle **2206** verbunden werden, wodurch das Getriebe verblockt wird. Eine Parksperre dieser Art ist nur dann möglich, wenn die beiden Schiebehülsen von verschiedenen Aktoren angesteuert werden und hat den Vorteil, daß das Getriebe formschlüssig blockiert ist.

[0150] Die [Fig. 36](#) zeigt eine schematische Darstellung eines Kraftfahrzeugs mit einem erfindungsgemäßen Getriebe **3220**. Dabei zeigt **3200** den Antriebsmotor oder Brennkraftmaschine, die mit steuerbaren Ventilen **3201** ausgestattet ist, so daß beispielsweise mittels eines elektrischen Aktors die steuerbaren Ventile der Brennkraftmaschine unabhängig von einem an die Kurbelwelle gekoppelten Ventiltrieb geöffnet und geschlossen werden können und somit das Schleppmoment der Brennkraftmaschine **3200** gezielt gesteuert werden kann, was beispielsweise bei einem Start der Brennkraftmaschine **3200** von Vorteil sein kann, da die Elektromaschine **3226** bei nicht so leistungsstark dimensioniert werden muß.

[0151] Die Drosselklappe **3202** kann ebenfalls mit einer Aktorik, beispielsweise einem Elektromotor zu dessen Betätigung ausgestattet sein, um eine Au-

tomatisierung dieser zu erleichtern und die Drehzahl der Brennkraftmaschine, beispielsweise um bei einem Schaltvorgang die Synchronisationsdrehzahl auszusteuern. Prinzipiell zum gleichen Zweck kann unter anderem auch die Einspritzanlage **3203** von der Steuereinheit automatisch angesteuert werden.

[0152] Das Ausgangsventil **3201** ist an einen Abgaskatalysator **3204** mit Lambda-Sonde und gegebenenfalls einem Temperatursensor zur Detektion der Abgasbeziehungsweise der Katalysatortemperatur angeschlossen.

[0153] Im Kraftfluß zwischen der Brennkraftmaschine **3200** und dem Getriebe **3220** ist die Kupplung **3210** angeordnet, die als Anfahrkupplung die Brennkraftmaschine **3200** von dem Getriebe **3220** abkoppelbar macht. Die Kupplung **3210** kann als Trockenkupplung vorgesehen sein und dazu in der Kupplungsglocke **3210a** untergebracht sein oder als Naßkupplung im Getriebe angeordnet sein. In manchen Anwendungsfällen kann die Kupplung entfallen und die Kurbelwelle **3200a** direkt mit der Getriebeeingangswelle **3221** verbunden sein. Die Kupplung **3210** wird mittels eines Kupplungsaktors **3211** automatisch betätigt, wobei zwischen Kupplung **3210** und Kupplungsaktor **3211** die Kupplungsbetätigung mit einer Übersetzung **3212** oder Mitteln zur Anlenkung wirksam ist.

[0154] Das Getriebe **3220** ist aus einer Getriebeeingangswelle **3221** und einer Getriebeausgangswelle **3222** aufgebaut, wobei zwischen den beiden Wellen **3221**, **3222** die Übersetzung für die Gänge bildende Zahnradpaare miteinander kämmen, wobei die Zahnräder auf der Ausgangswelle **3222** für jede Gangstufe oder Übersetzung als Losräder verdrehbar angebracht sind, die mit entsprechenden Schaltkupplungen **3223**, beispielsweise Schiebehülsen, drehfest mit der Ausgangswelle **3222** verbindbar sind und bei Verbindung mit der Ausgangswelle eine entsprechende Gangstufe bilden. Die Schaltkupplungen werden dabei von einer Getriebeaktorik **3240** betätigt, die die Aktoren **3421–3444** enthält, wobei die Anzahl der Aktoren von der Art der Beschaltung und Anordnung der Schaltkupplungen **3223** sowie von der Plazierung der Getriebeaktorik **3240**, beispielsweise außerhalb oder innerhalb des Getriebegehäuses, abhängig sein kann. Entsprechende Ausführungsbeispiele sind unter den [Fig. 1–Fig. 19](#) näher erläutert.

[0155] Auf einem Zahnradpaar – hier am Beispiel des Ganges beziehungsweise Gangradpaars **3224**, **3225** mit der größten Übersetzung gezeigt – ist über eine Zahnrad **3227** die Elektromaschine **3226** dreh schlüssig aufgenommen. Sie kann mittels des als Losrad ausgestalteten Zahnrads **3224** und einer zugehörigen Schaltkupplung **3224a**, die über den Aktor **3241** automatisch angesteuert wird, mit der Getriebeeingangswelle **3221** sowie mittels der Schalt-

kupplung 3223a der Übersetzungsstufe, mit der sie drehschlüssig verbunden ist, mit der Ausgangswelle 3222 drehschlüssig verbunden werden, wodurch – wie in den vorangegangenen Figuren näher erläutert – ein lastschaltfähiges Getriebe mit Unterstützung der Elektromaschine 3226 bei Zugkraftunterbrechung der Brennkraftmaschine 3200 während eines Schaltvorgangs vorgesehen ist und die Elektromaschine 3226 weiterhin als Stromgenerator, Booster und Anlasser eingesetzt werden kann.

[0156] Zur Überwachung der Drehzahlen der einzelnen Wellen mit einer entsprechenden Auswertung in der Steuereinheit sind zumindest Drehzahlsensoren 3205, 3228 an der Kurbelwelle 3200a und an der Rotorwelle 3226a der Elektromaschine 3226 vorgesehen. Die Erfassung der Ausgangswelle 3222 kann entweder über einen an dieser angeordneten Drehzahlsensor und/oder – wie gezeigt über Raddrehzahlssensoren 3252, beispielsweise eines Antiblockiersystems für die Bremsen 3251 an den Rädern 3254 erfolgen. Die Räder sind mit der Ausgangswelle 3222 über ein Differential 3252 kraftschlüssig verbunden.

[0157] Das Getriebe 3220 wird weitgehend automatisch betrieben und von der zentralen Steuereinheit 3280 gesteuert. Der Fahrer wirkt auf die Steuerung 3280 über das Fahrpedal 3271, das Bremspedal 3272 und über das Handbetätigungsselement oder Schalthebel 3270 ein, wobei die Steuereinheit 3280 auch einen Handschaltmodus vorsehen kann, bei dem der Fahrer den gewünschten Gang über das Handbetätigungsselement auswählt.

[0158] Die Steuereinheit 3280 steuert über die Signalleitung 390 die entsprechenden Untersteuerungen oder Nebenaggregate, beispielsweise den Klimakompressor und dergleichen an. Als Untersteuereinheiten sind zumindest die Motorsteuerung, die Steuerung des Kupplungsstellers 3282, die Steuerung der Getriebeaktorik, die Steuerung des Antiblockiersystems 3286 und die Steuerung der Elektromaschine 3284 mittels der Steuerleitung 3290, die beispielsweise als CAN-Bus ausgeführt sein kann, an die Steuereinheit 3280 angebunden. Die Untersteuereinheit verfügen zumindest teilweise über Leistungselektronik, die mittels der Stromversorgungsleitung 3291 an das Bordnetz angebunden sind. Das Bordnetz wird einem Akkumulator 3261, beispielsweise einer Hochstrombatterie und/oder einem entsprechend ausgelegten Leistungskondensator 3260 gespeist. Die Elektromaschine 3226 entnimmt Strom oder speist je nach Betriebsmodus die Stromspeicher 3260, 3261.

[0159] Die [Fig. 37](#) zeigt eine mit dem Getriebe 401 in [Fig. 5](#) vergleichbare Ausführungsform eines Getriebes 1901, bei dem die Elektromaschine 1945 auf einer dem Zahnradpaar 1924/1934 der Gangstufe V angeordnet ist.

[0160] Die erfindungsgemäße, alternative Anbindung an die Getriebeeingangswelle 1904 oder Ausgangswelle 1906 erfolgt dabei mittels einer Schaltkupplung 1900, die wahlweise, beispielsweise mittels einer Schiebehülse mit den Zahnrädern 1927, 1927a verbindbar sind, die ihrerseits eine drehschlüssige Verbindung mit der Getriebeeingangswelle 1904 über ein weiteres Zahnrad 1926 oder über eine kraftschlüssige – hier gestrichelt gezeichnete – Verbindung 1927b, beispielsweise eine Zahnrad-, Riemen- oder Kettenverbindung, mit der Ausgangswelle 1906 mit einem drehfest auf der Ausgangswelle 1906 verbunden Zahnrad 1927c bilden.

[0161] Die [Fig. 38](#) zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Getriebes 2301, bei dem die Brennkraftmaschine 2302 mittels einer in der Anfahrkupplung 2303 integrierten Kupplung 2303a mit dem Gehäuse fest verbunden werden kann, beispielsweise über einen Reibschluß der als Trockenkupplung mit Reibbelägen ausgeführten Kupplung 2303a. Hierdurch kann die Elektromaschine 2345 das Fahrzeug mit Momenten antreiben, die höher als das Schleppmoment der Brennkraftmaschine 2202 sind sowie im Rekupurationsbetrieb Momente in derselben Weise zur Umwandlung in elektrische Energie aufnehmen. Eine derartige Anordnung ist für leistungsstarke Elektromaschine, die einen hohen Anteil eines dargestalt vorgesehenen Hybridantriebs, aufweisen.

[0162] Die [Fig. 39a](#), [Fig. 39b](#), [Fig. 40a](#), [Fig. 40b](#), [Fig. 41a](#) und [Fig. 41b](#) zeigen Diagramme zur Darstellung einer Zughochschaltung mit einer nach der erfinderischen Art angeordneten Elektromaschine, wie in den vorhergehenden Figuren beschriebenen. Der Schaltvorgang wird dabei in die Phasen a–e eingeteilt und in den [Fig. 39a](#)–[Fig. 41b](#) eine Auswahl von drei möglichen Beschaltungsbeispielen gezeigt.

[0163] Die [Fig. 39a](#) und [Fig. 39b](#) zeigen ein Beschaltungsbeispiel mit vollständiger Zugkraftauffüllung durch die Elektromaschine mit dem Momentenverlauf M in [Fig. 39a](#) und dem Drehzahlverlauf n in [Fig. 39b](#) Abhängigkeit vom Schaltablauf in willkürlichen Einheiten.

[0164] Die Phase a gibt die Zustände vor der Schaltung, beispielsweise einer Zughochschaltung von Gang II nach Gang III, wieder. Die Brennkraftmaschine überträgt das Moment M(BM) auf die Getriebeeingangswelle, die ein der Übersetzung der Gangstufe II entsprechendes Moment M(SK2) auf die Schaltkupplung des Gangs II überträgt. Die Elektromaschine überträgt kein Moment M(EM) und ist mit der Getriebeeingangswelle verbunden, wobei sie mit der durch die Übersetzung zwischen der Getriebeeingangswelle und der Elektromaschine eingestellten Übersetzung mit der Drehzahl n(EM) dreht und im Generatorbetrieb einen Teil des von der Brennkraftmaschine in die Getriebeeingangswelle eingespeisten Dreh-

moments $M(BM)$ zur Erzeugung elektrischer Energie aufnimmt. Wahlweise kann die Elektromaschine auch im Ruhezustand mitdrehen. Hieraus stellt sich für die Ausgangswelle des Getriebes ein Antriebsmoment $M(AB)$ und eine Antriebsdrehzahl $n(AB)$.

[0165] In Phase b wird die Schaltung eingeleitet, indem die Elektromaschine über eine weitere Gangstufe, beispielsweise die Gangstufe I Drehmoment bei gleicher Drehzahl unter Bestromung auf die Getriebearringungswelle und dadurch folgend auf die Getriebearringungswelle einspeist, wobei gleichzeitig das von der Brennkraftmaschine eingeleitete Moment $M(BM)$ durch eine Erniedrigung der Drehzahl $n(BM)$ vermindert wird. Nach Abbau des Übertragungsmoments M (SK2) wird die Schaltkupplung des Gangs II geöffnet. Das auf den Abtrieb übertragene Drehmoment bleibt dabei durch den Drehmomentbeitrag der Elektromaschine annähernd gleich.

[0166] Ist die Schaltkupplung des Gangs II geöffnet, wird der Synchronisationsvorgang der Schaltkupplung, beispielsweise die Synchronisierung der Schiebehülse mit dem Losrad, des Gangs III eingeleitet. Eine Momentenfreiheit bei Synchronisationsdrehzahl der Schaltkupplung des Gangs III wird erreicht, wenn die Elektromaschine das zum Antrieb notwendige Moment $M(AB)$ übernimmt. Dann kann die Schaltkupplung des Gangs III geschlossen werden.

[0167] In Phase c wird die Brennkraftmaschine auf die Drehzahl $n(SK3)$ der Schaltkupplung für den Gang III synchronisiert. Dazu wird die Drehzahl $n(BM)$ der Brennkraftmaschine soweit verringert, daß er mit seinem Schleppmoment die Drehzahl der Getriebearringungswelle – ersichtlich aus der Drehzahl der mit ihr über die Übersetzung der Gangstufe III zusammenhängenden Drehzahl $n(SK3)$ der Schaltkupplung für Gang III – abbremst.

[0168] In Phase d wird nach Erreichen der Synchronisation die Brennkraftmaschine wieder beschleunigt und gleichzeitig die Bestromung der Elektromaschine zurückgefahren.

[0169] Die Wirkung der vollständigen Zugkraftauffüllung wird an dem Verlauf der Momentenkurve $M(AB)$ der Getriebearringungswelle dadurch ersichtlich, daß ein Momenteneinbruch unter das Moment des neu eingelegten Ganges III unterbleibt.

[0170] Phase e gibt die Moment- und Drehzahlverhältnisse des neu eingelegten Gangs – hier Gang III – wieder.

[0171] Die [Fig. 40a](#) und [Fig. 40b](#) geben in einer der Beschreibung der [Fig. 39a](#), [Fig. 39b](#) entsprechenden Weise das Verhalten bei nur teilweiser Zugkraftauffüllung durch die in diesem Fall weniger leistungs-

fähig dimensionierte Elektromaschine wieder. Auch hier wird die Elektromaschine wie in dem vorangegangenen Ausführungsbeispiel während des Schaltvorgangs – am Beispiel Gang II nach Gang III – bei konstanter Drehzahl betrieben. Im Unterschied zu dem Ausführungsbeispiel mit voller Zugkraftauffüllung kann die schwächer dimensionierte Elektromaschine das während der Synchronisation der Schaltkupplung des Gangs III zur Momentenfreiheit der Schaltkupplung notwendige Moment $M(EM)$, das in der Höhe des Moments $M(BM)$ nach dem Ausrücken der Schaltkupplung des Gangs II ist, nicht aufbringen. Zur Gewährleistung der Momentenfreiheit der Schaltkupplung des Gangs III wird daher in dem gezeigten Ausführungsbeispiel das Moment der Brennkraftmaschine am Ende der Phase b auf das Moment $M(EM)$ der Elektromaschine zurückgefahren, wodurch während des Schaltvorgangs eine Zugkraftauffüllung in Höhe des von der Elektromaschine zur Verfügung stehenden Moments $M(EM)$ erfolgt und eine leichte Absenkung des Antriebsmoments $M(AB)$ während des Schaltvorgangs resultiert.

[0172] Die [Fig. 41a](#) und [Fig. 41b](#) zeigen eine leicht modifiziertes Ausführungsbeispiel der [Fig. 40a](#), [Fig. 40b](#), bei dem die Drehzahl $n(EM)$ der Elektromaschine erst zu Beginn eines Schaltvorgangs erhöht und nach dem Schaltvorgang die Elektromaschine wieder abgeschaltet wird.

Patentansprüche

1. Getriebe (1), mit einer von einer Brennkraftmaschine (2) mittels einer Kurbelwelle (2a) antreibbaren Getriebearringungswelle (4) und einer Getriebearringungswelle (5, 6) und mit einer Mehrzahl von Zahnradpaaren, und mit einer Elektromaschine (45) mit zumindest einem Rotor (29) und einem Stator (90), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Elektromaschine (45) mittels einer ersten Kupplung (101) mit der Abtriebswelle (5, 6) des Getriebes verbindbar ist, und dass die Elektromaschine (45) mittels einer zweiten Kupplung (100) mit der Antriebswelle (4) des Getriebes verbindbar ist.
2. Getriebe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Elektromaschine (45) zwischen den zumindest zwei Wellen umschaltbar ist.
3. Getriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Elektromaschine (45) bei einem Schaltvorgang zur Änderung der Übersetzung des Getriebes eine Zugkraftunterbrechung durch Einspeisung von einem Drehmoment auf die Abtriebswelle reduziert.
4. Getriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Getriebearringungswelle (4) mit der Kurbelwelle (2a) der Brennkraftmaschine (2) über eine Schaltkupplung (102) verbunden ist.

schine (2) über eine Anfahr- oder Schaltkupplung (3) verbindbar ist.

5. Getriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Getriebeeingangswelle (204) mit der Kurbelwelle (202a) der Brennkraftmaschine (202) fest unter Zwischenschaltung einer Dämpfungseinrichtung (211) mit dem Schwungrad (210) verbunden ist.

6. Getriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektromaschine der Antriebswelle des Getriebes mittels einer Kupplung zuschaltbar ist und dadurch die Brennkraftmaschine mittels der Elektromaschine gestartet werden kann.

7. Getriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mittels der Elektromaschine zumindest ein Teil des Getriebes antreibbar ist.

8. Getriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mittels der Elektromaschine, deren Rotor durch ein Getriebeteil drehangetrieben wird, mechanische Energie in elektrische Energie umwandelbar und in einen Speicher speisbar ist.

9. Getriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Eingangswelle des Getriebes mit der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine mittels einer schaltbaren Kupplung verbindbar ist.

10. Getriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Drehachse des Rotors der Elektromaschine koaxial zur Getriebeeingangswelle oder zur Getriebeausgangswelle angeordnet ist.

11. Getriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Rotorwelle der Elektromaschine parallel zur Getriebeeingangswelle oder zur Getriebeausgangswelle angeordnet ist.

12. Getriebe, nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit mittels Kupplungen mit einer ersten Welle drehfest verbindbaren Losräder, und mit mit einer zweiten Welle drehfest angeordneten Gangräder und mit einer eingangsseitig angeordneten schaltbaren Anfahrkupplung, wobei zumindest eine Kupplung zur Änderung der Übersetzung des Getriebes mittels zumindest einer Betätigungsseinheit automatisiert betätigbar sind, und wobei die Kupplung zur Verbindung zumindest eines Losrades mit einer Welle eine reibschlüssige Kupplung ist.

13. Getriebe Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Kupplung zur Verbindung zumindest eines Losrades mit einer Welle eine zwischengeschaltete Synchronisiereinrichtung aufweist.

14. Getriebe nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Anfahrkupplung eine reibschlüssige Kupplung ist, oder daß die Anfahrkupplung eine hydrodynamische Kupplung ist, oder daß die Anfahrkupplung in einem Raumbereich einer Kupplungsglocke angeordnet ist.

15. Getriebe nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Anfahrkupplung und/oder eine weitere Kupplung eine Trockenreibungskupplung sind.

16. Getriebe nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Anfahrkupplung innerhalb des Getriebegehäuses angeordnet ist.

17. Getriebe nach einem der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Anfahrkupplung ein hydrodynamischer Drehmomentwandler mit oder ohne Wandlerüberbrückungskupplung ist.

18. Getriebe nach einem der Ansprüche 12 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Betätigungsseinheit zur Betätigung von zumindest der Anfahrkupplung und/oder einer weiteren Kupplung ein druckmittelbetätigter Aktor mit einer Druckmittelversorgung und zumindest einem Ventil ist, das die Druckmittelzuführung zu jeweils einem Nehmerzylinder an den Kupplungen steuert.

19. Getriebe nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Aktor zur Betätigung von zumindest der Anfahrkupplung und/oder einer weiteren Kupplung ein elektrisch angetriebener Aktor, mit einem einem Elektromotor oder Elektromagnet nachgeschalteten Übersetzungs- oder Untersetzungsgetriebe ist, oder daß der Aktor zur Betätigung von Kupplungen zum Gangwechsel ein druckmittelbetätigter Aktor mit einer Druckmittelversorgung und zumindest einem Ventil ist, das die Druckmittelzuführung zu jeweils einem Nehmerzylinder an den Kupplungen steuert, oder daß der Aktor zur Betätigung zumindest einer Kupplung ein elektrisch angetriebener Aktor mit einem einem Elektromotor oder Elektromagnet nachgeschalteten Übersetzungs- oder Untersetzungsgetriebe ist.

20. Getriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektromaschine als Starter der Brennkraftmaschine eines Fahrzeugs und/oder als Generator zur Erzeugung elektrischer Energie aus kinetischer Energie und dessen Rückführung oder Rückspeisung in einen Speicher dient.

21. Getriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektromaschine über ein Gangrad des Getriebes antreibbar ist oder dieses antreibt, oder daß die elektrische Maschine über ein Schwungrad der Brennkraftmaschine antreibbar ist oder diesen antreibt, oder daß die Elektromaschine über die Eingangswelle des Getriebes antreibbar ist oder diese antreibt.

22. Getriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Stator und Rotor der elektrischen Maschine koaxial zur Getriebewellenebene angeordnet sind und der Rotor mit einem Schwungrad oder einem mit der Getriebewellenebene verbundenen Element drehfest verbunden ist.

23. Getriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektromaschine während eines Schaltvorgangs – mit zu mindest den in der genannten Reihenfolge ablaufenden Schritten Ausrücken der Anfahrkupplung, Ausrücken eines aktuellen Ganges, Einrücken eines folgenden Ganges, Einrücken der Anfahrkupplung – dann aktiviert wird, wenn das von der Brennkraftmaschine auf die Anfahrkupplung übertragene Moment nicht mehr vollständig auf die Antriebswelle des Getriebes übertragen wird.

24. Getriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß durch einen wachsenden Drehmomentbeitrag der Elektromaschine während des Schaltvorgangs das sich bei Öffnen der Anfahrkupplung abbauende Moment der Brennkraftmaschine zumindest teilweise kompensiert wird.

25. Getriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Momentbeitrag der Elektromaschine nach vollständiger Öffnung der Anfahrkupplung vom anliegenden auf ein in einer neu gewählten Schaltstufe erforderliches Moment geführt wird.

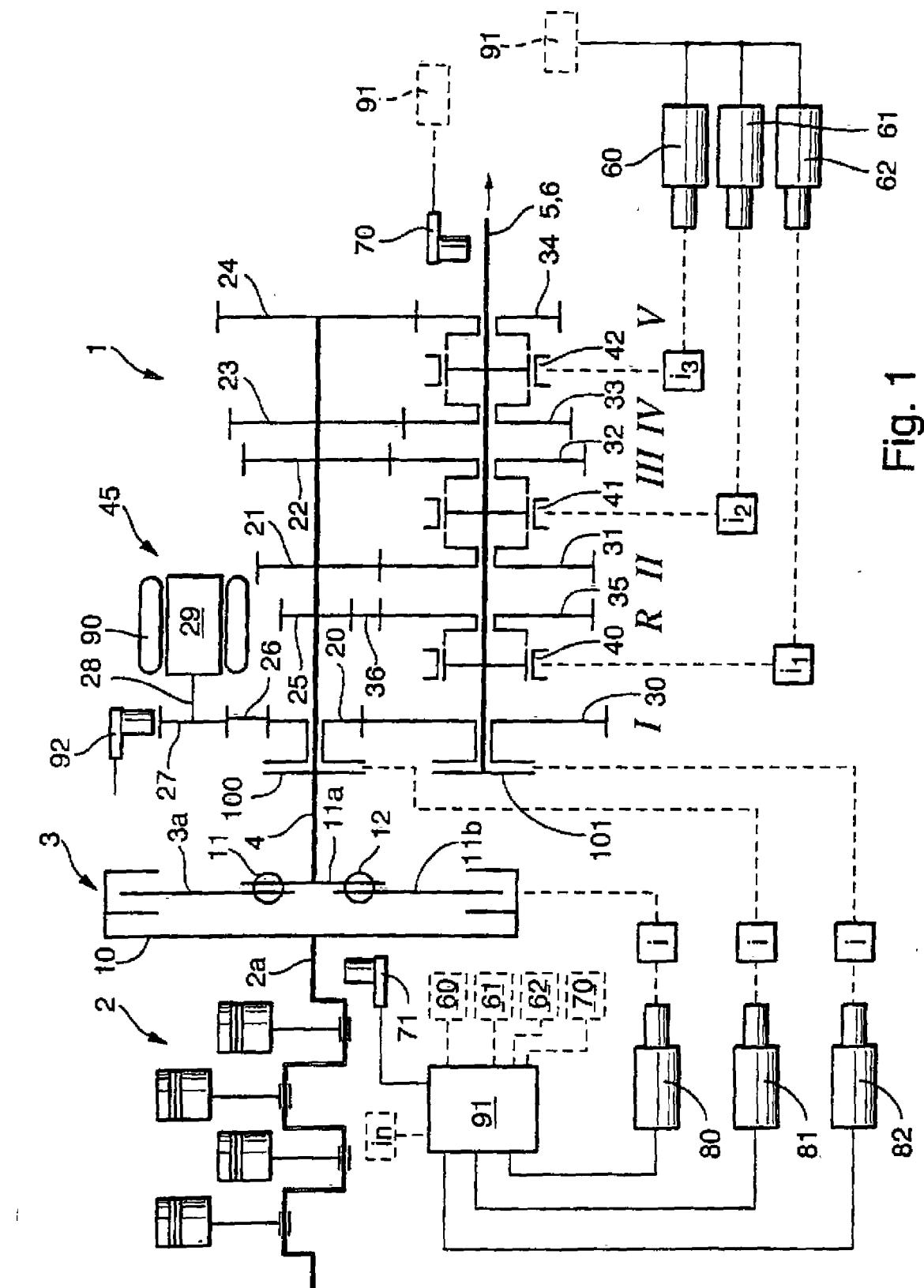
26. Getriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das von der Elektromaschine beigetragene Moment bei offener Anfahrkupplung während des gesamten Schaltvorgangs zwischen den erforderlichen Momenten der beiden Schaltstufe gehalten wird.

27. Getriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das von der Elektromaschine beigetragene Moment bei offener Anfahrkupplung zumindest in einem Teilbereich des Schaltvorgangs kleiner als das mindestens erforderliche Moment der Schaltstufe mit dem kleineren erforderlichen Moment ist.

28. Getriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß während des

Schaltvorgangs die Drehzahl der Elektromaschine konstant gehalten wird.

Es folgen 34 Blatt Zeichnungen



1
Eig.

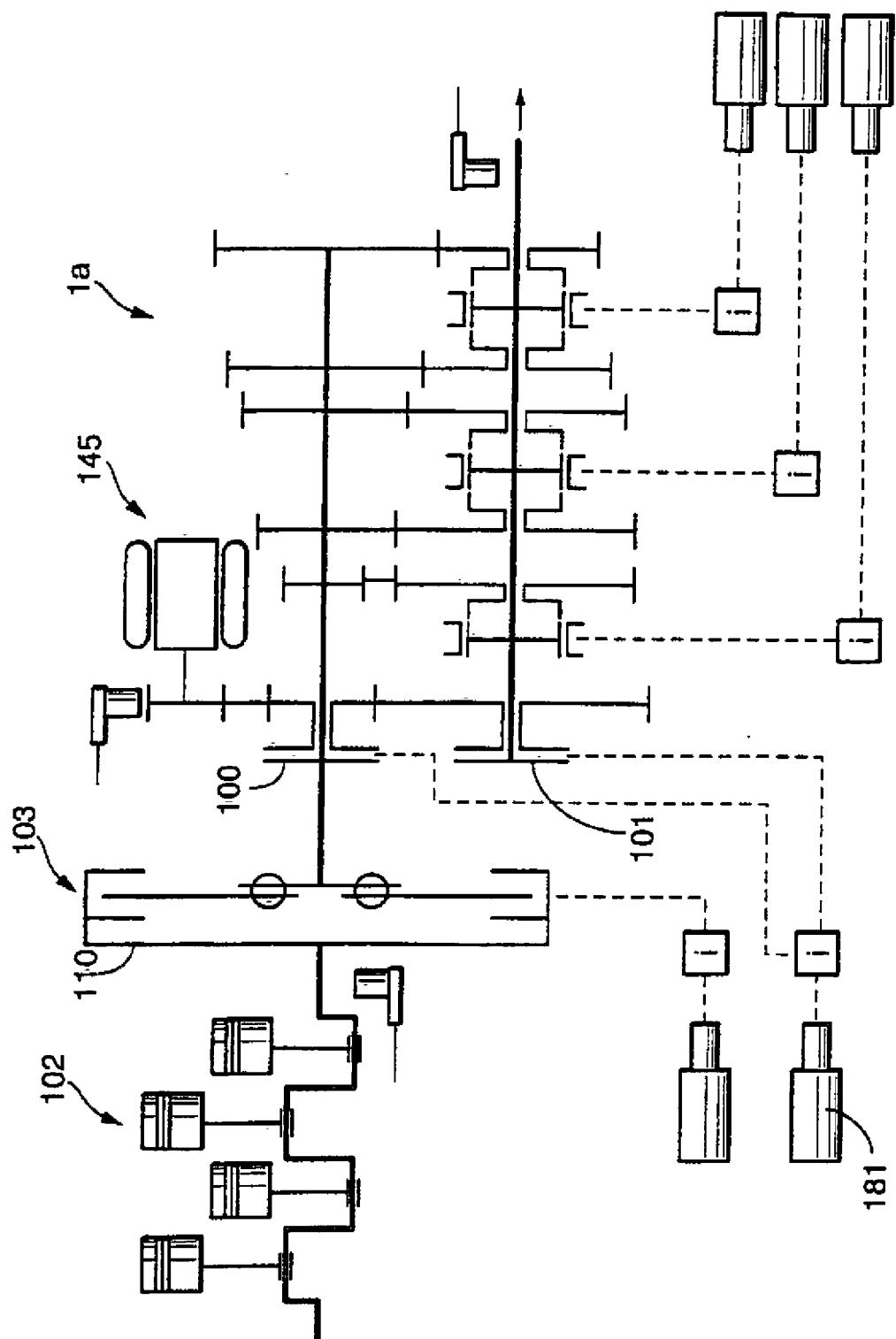
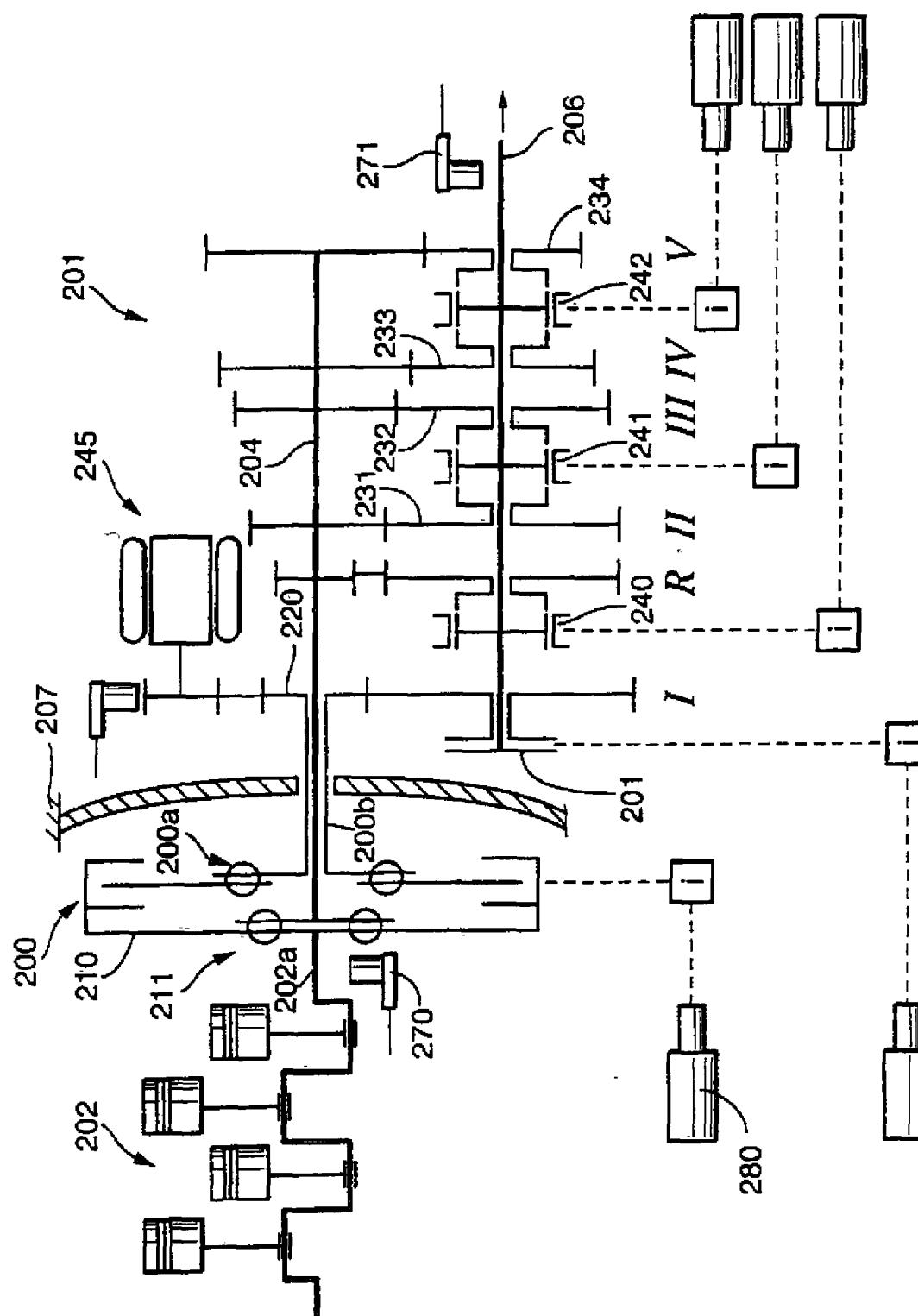


Fig. 2



三
五

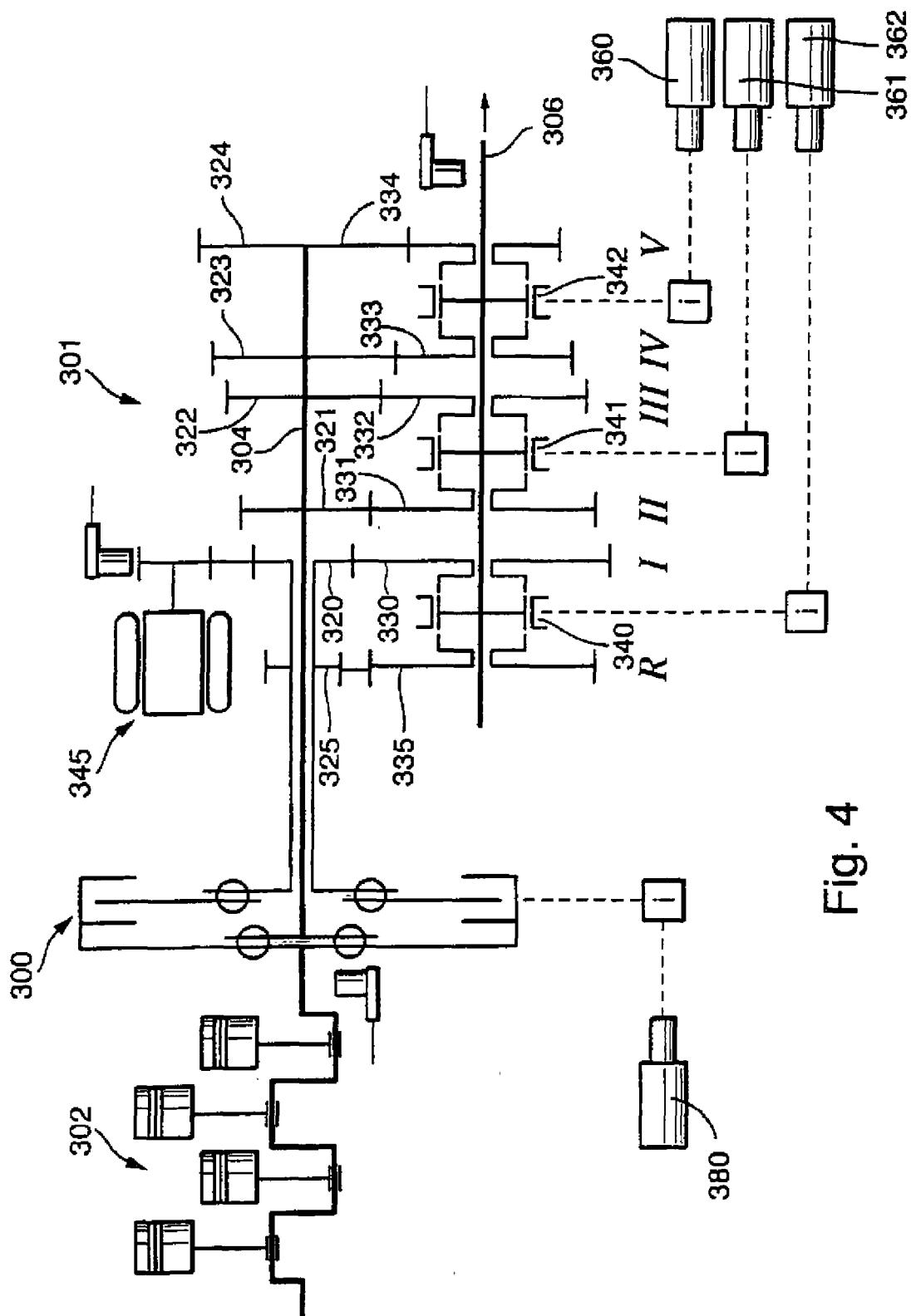


Fig. 4

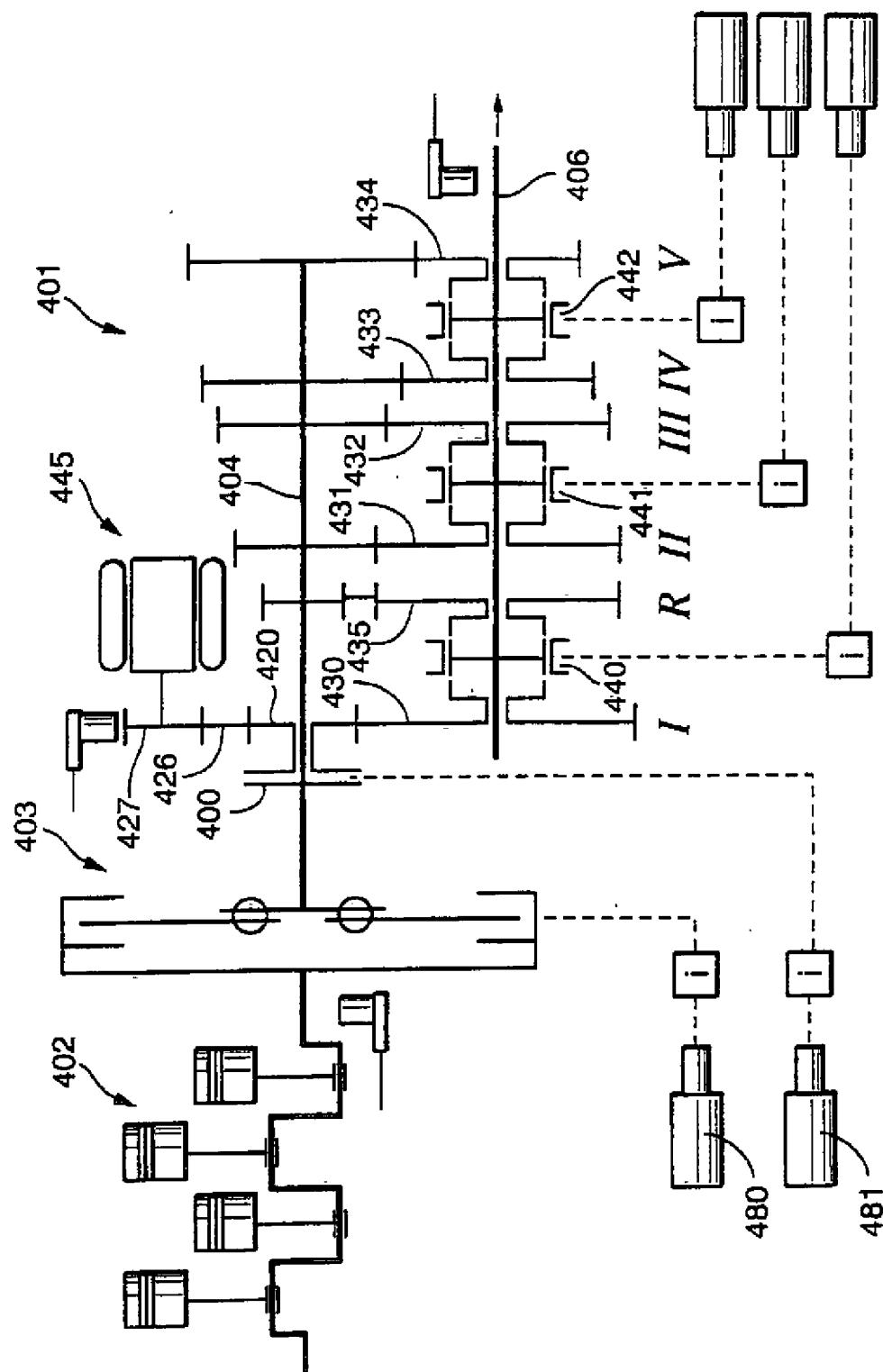
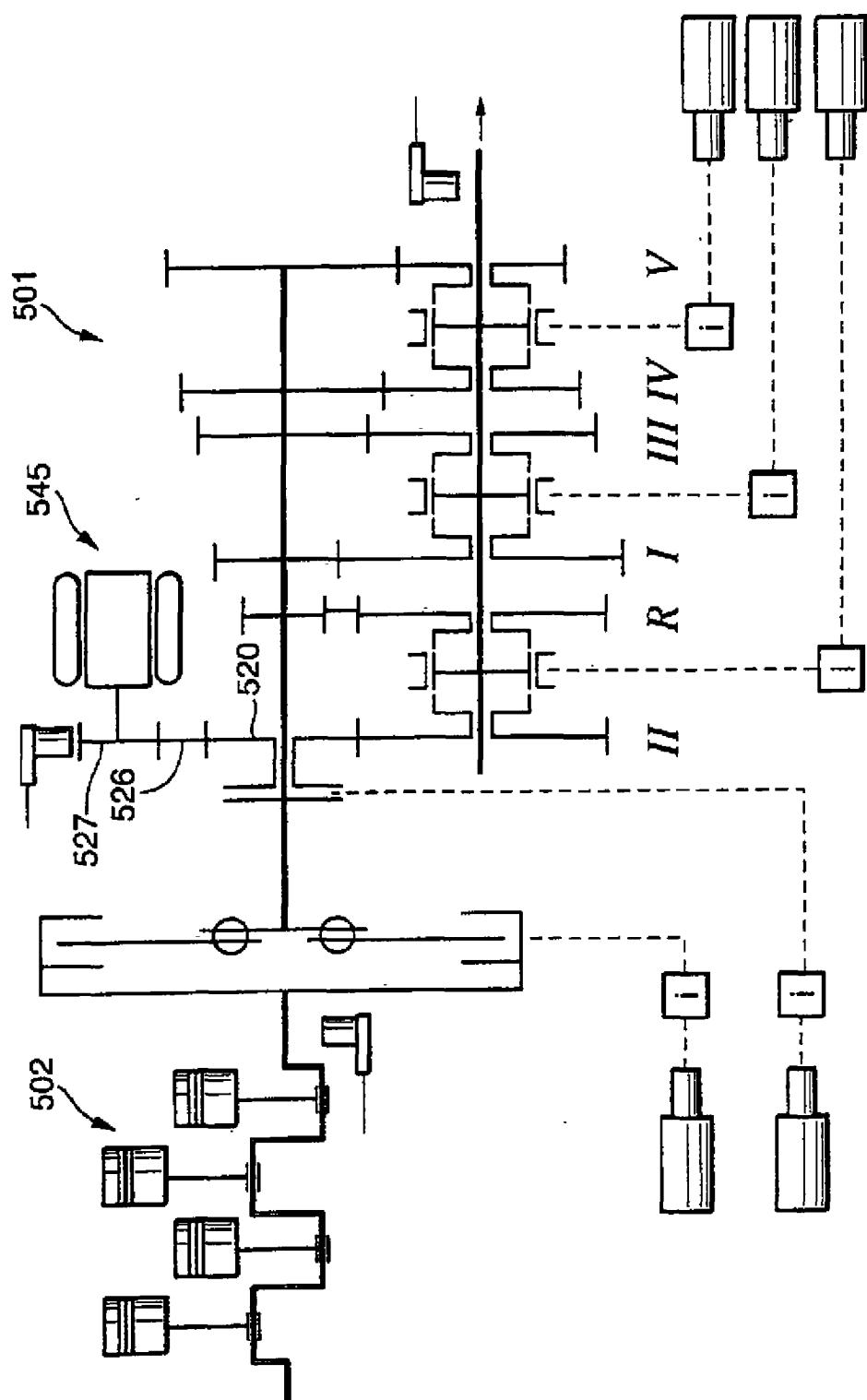


Fig. 5



6
Fig.

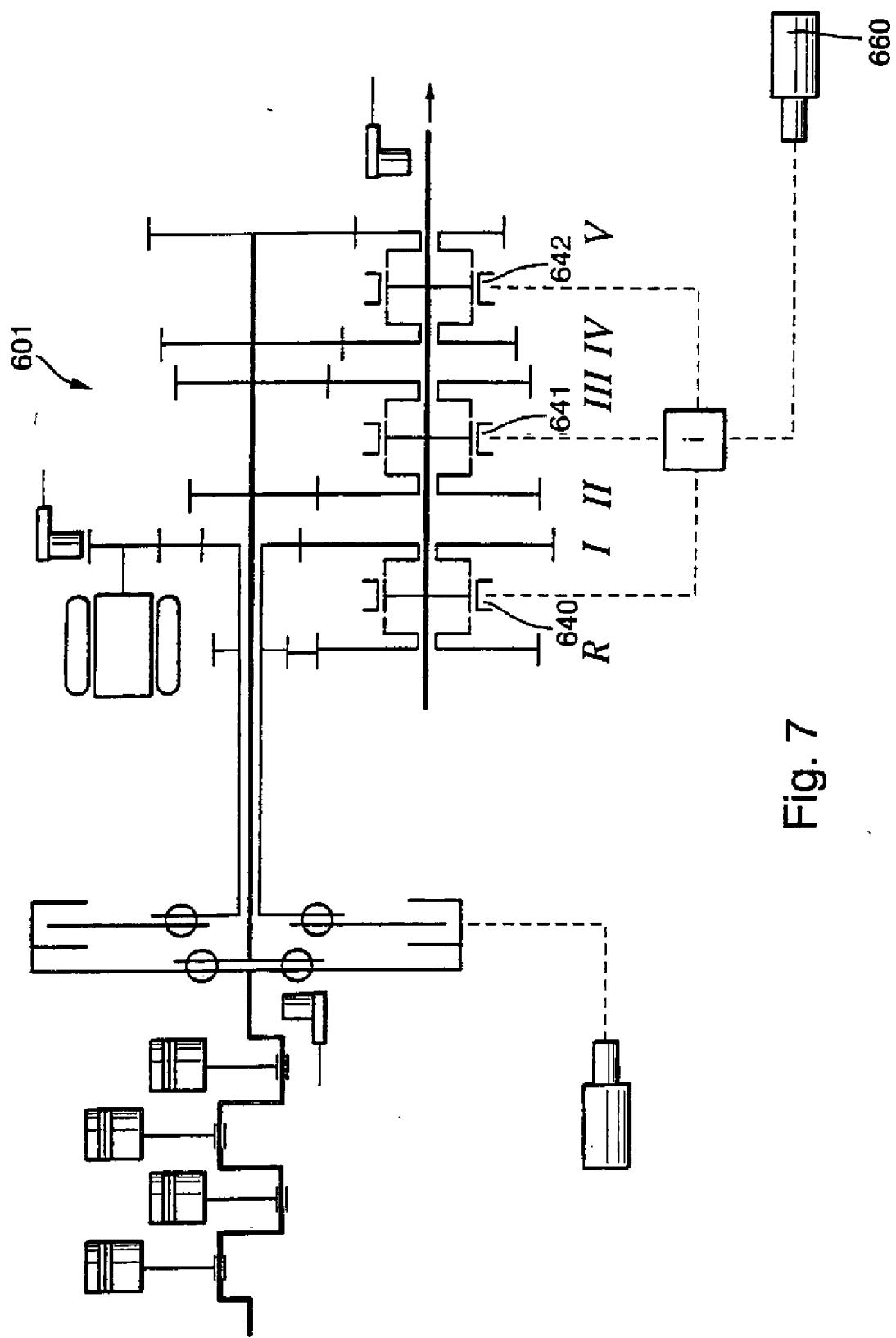
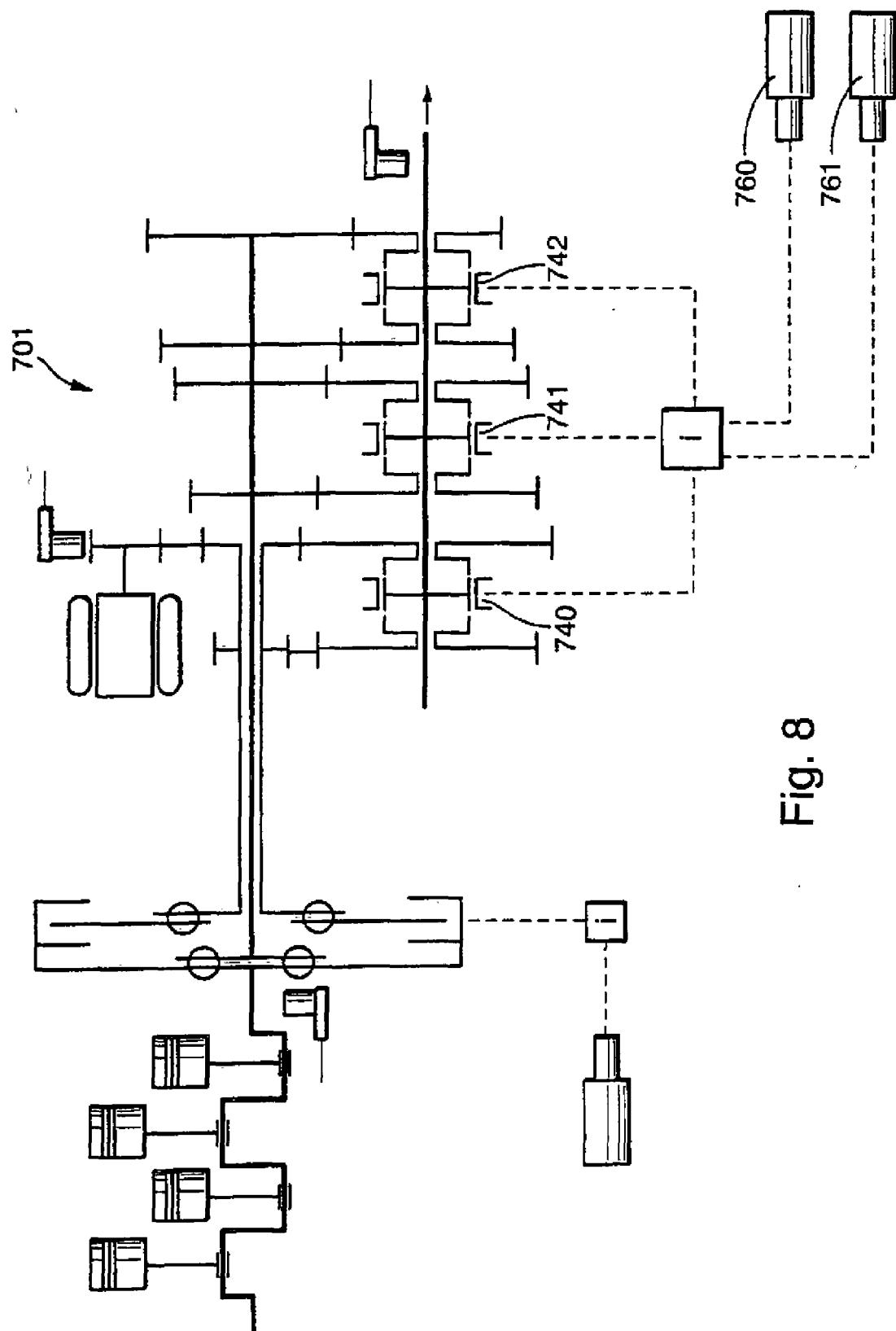
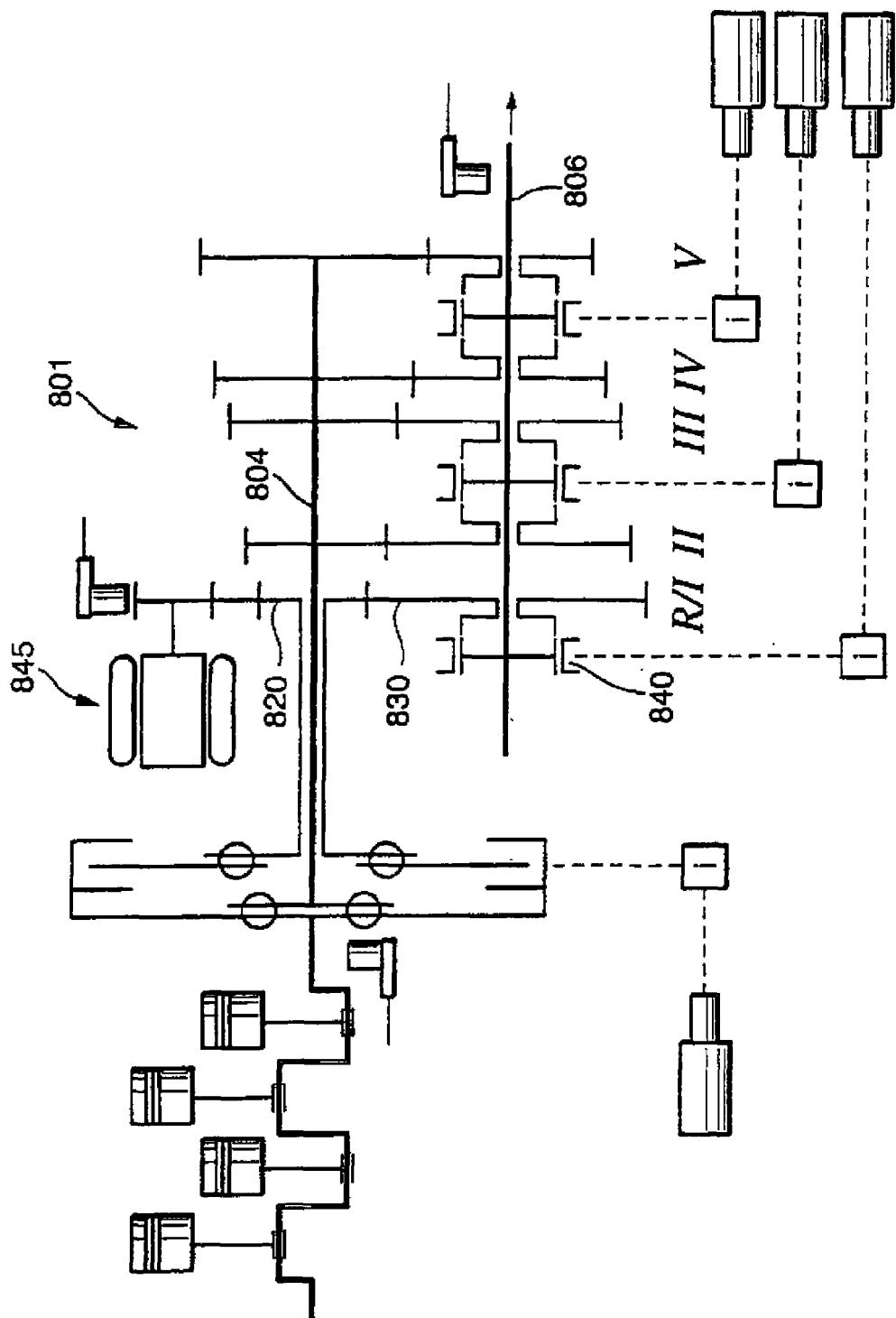


Fig. 7



8
Fig.



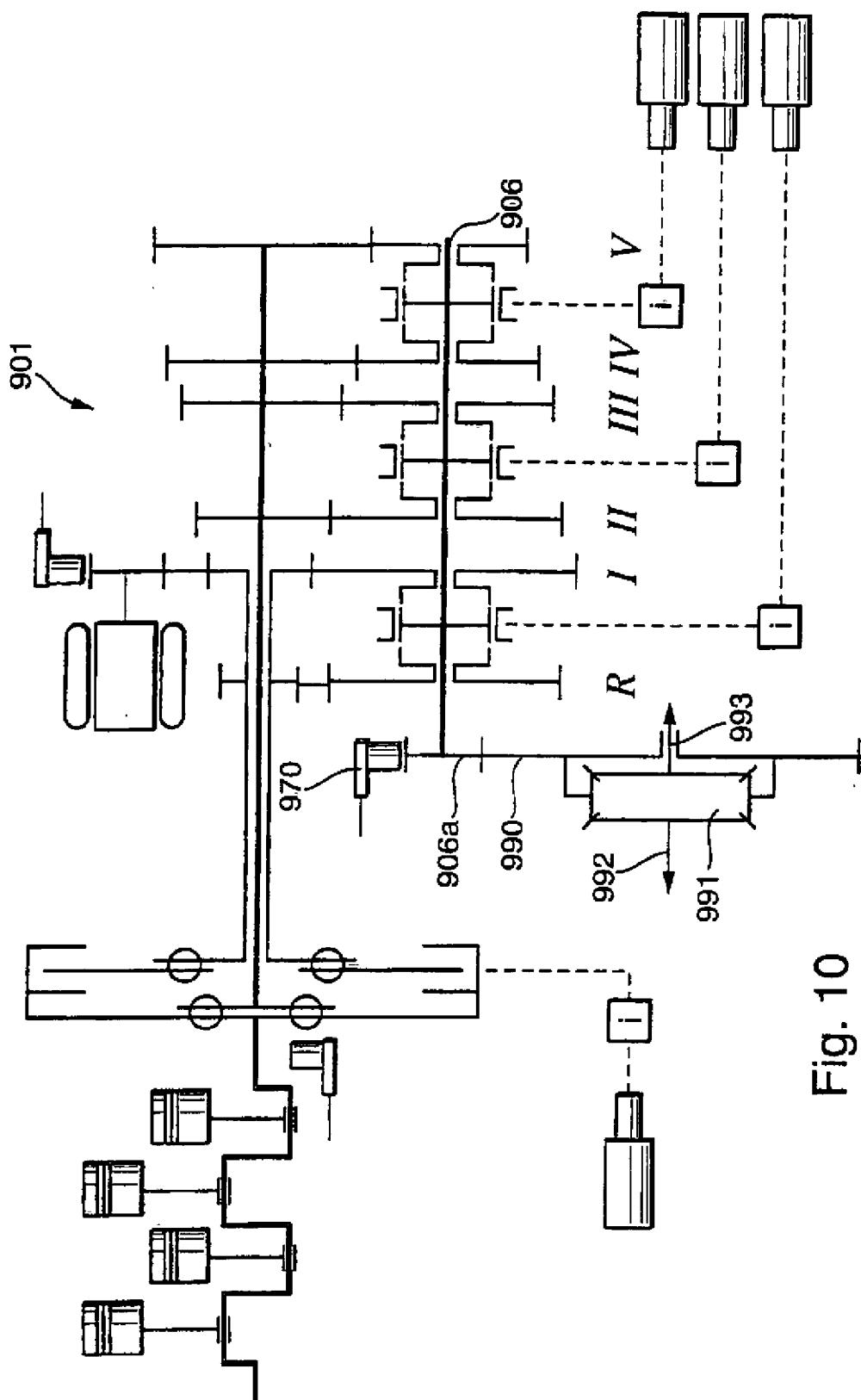


Fig. 10

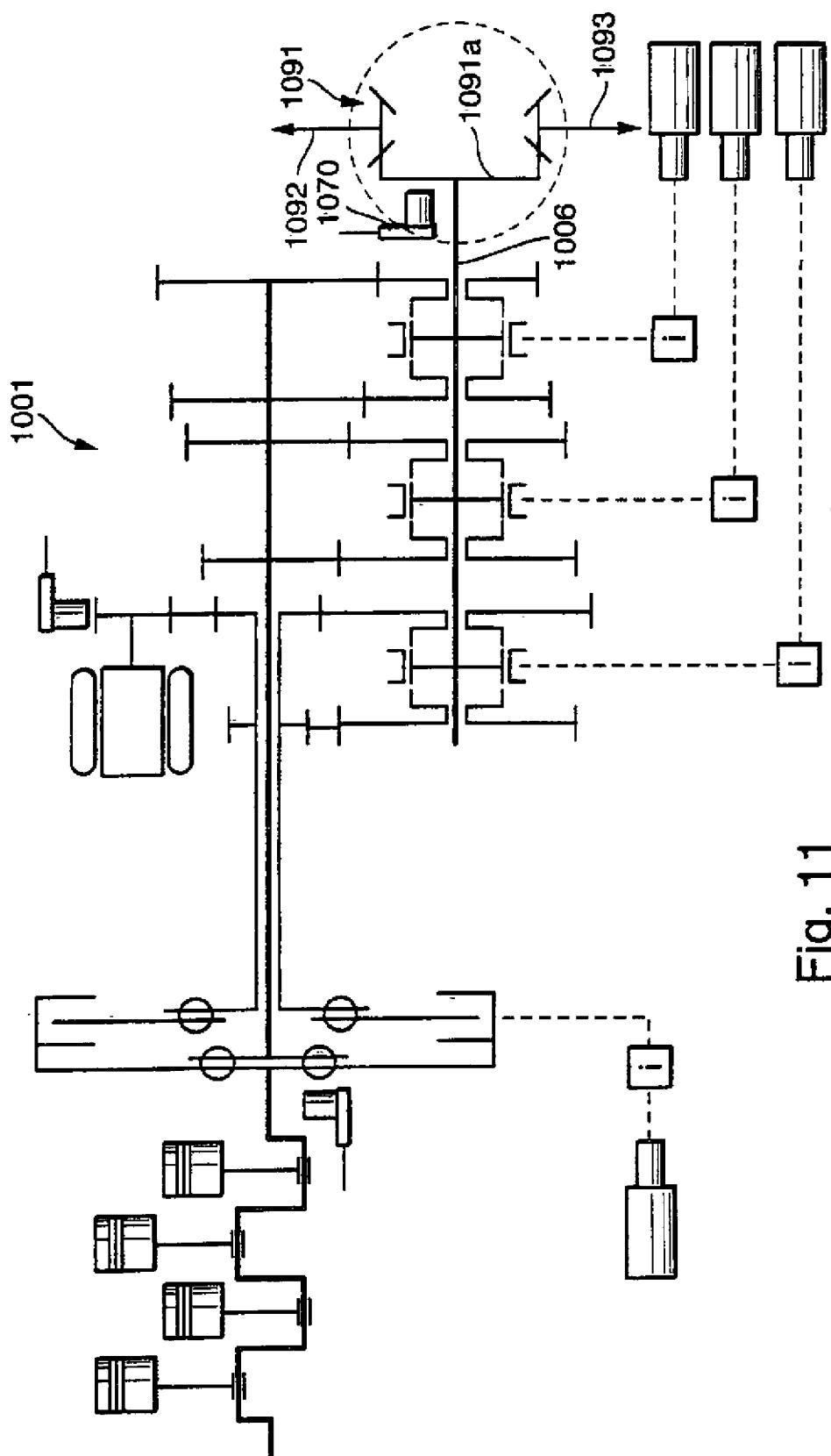


Fig. 1

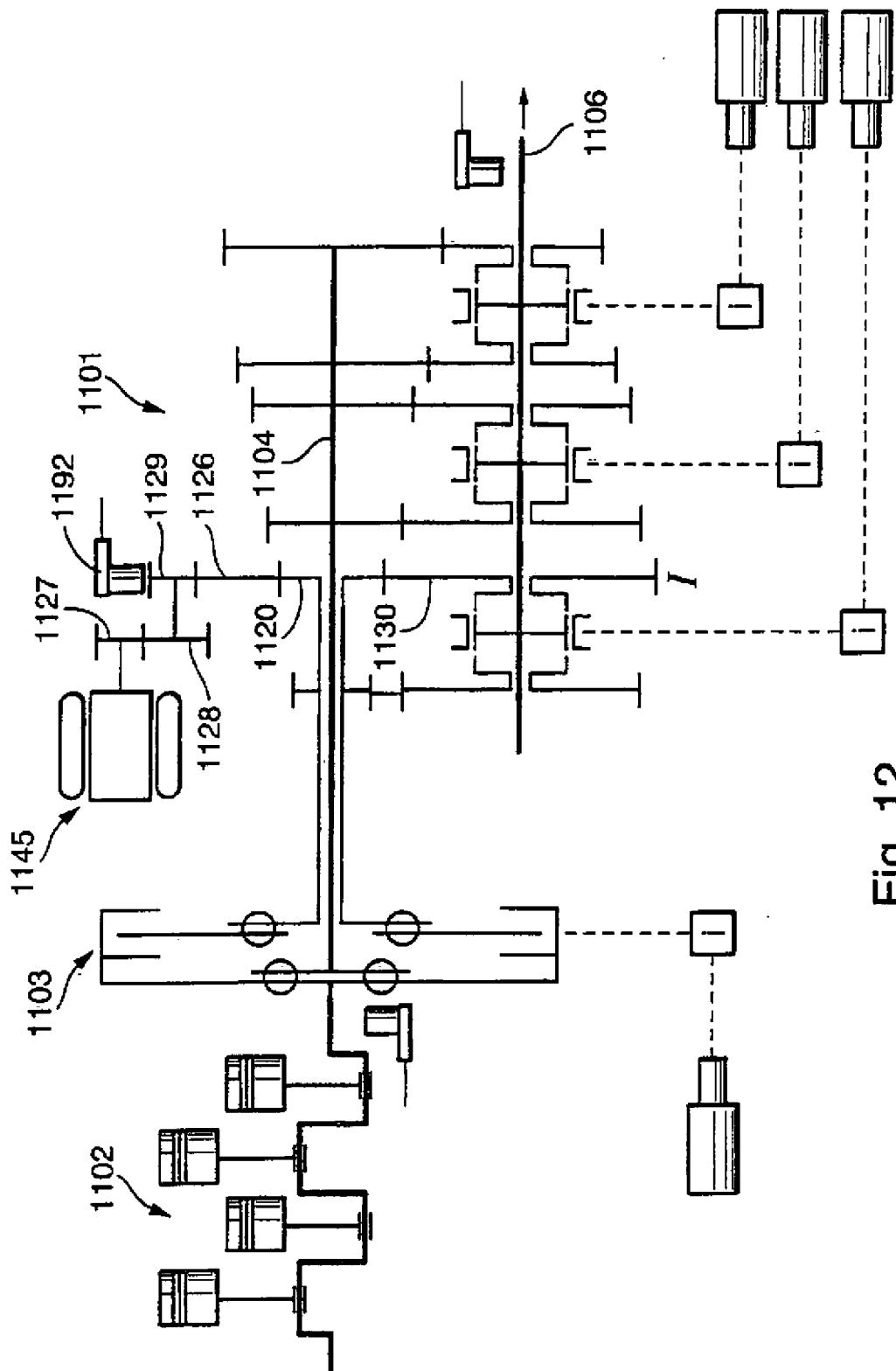


Fig. 12

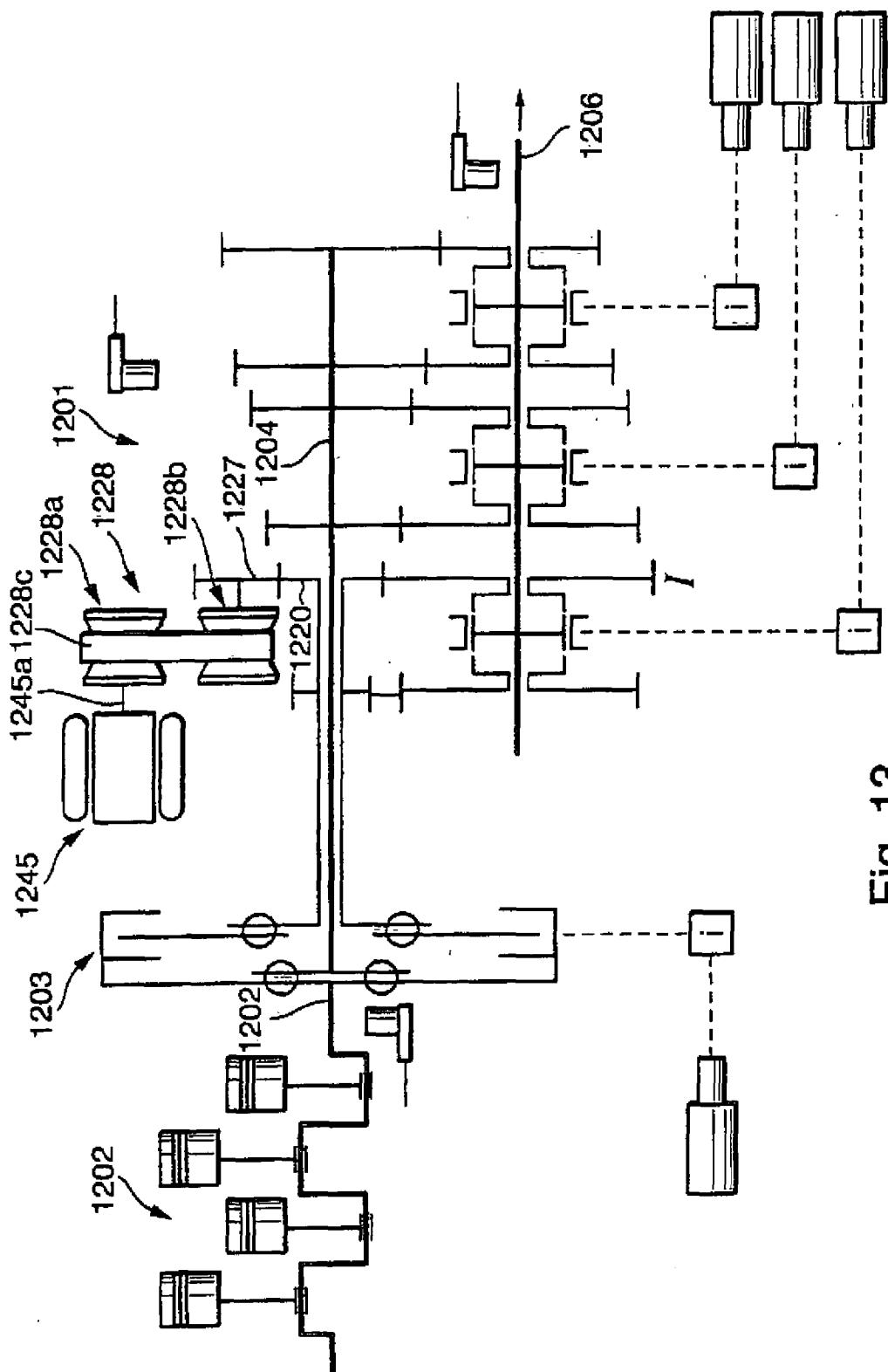


Fig. 13

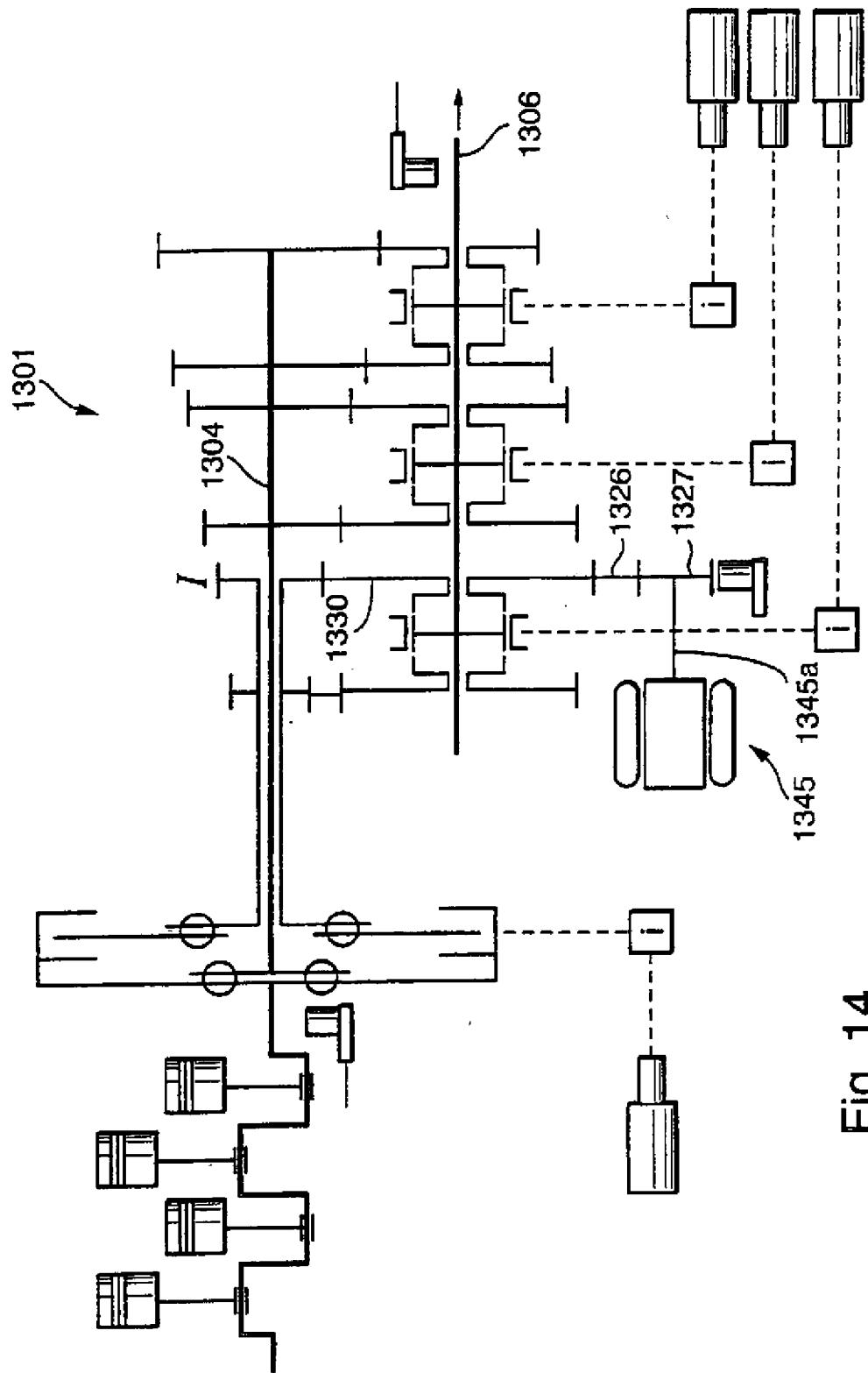


Fig. 14

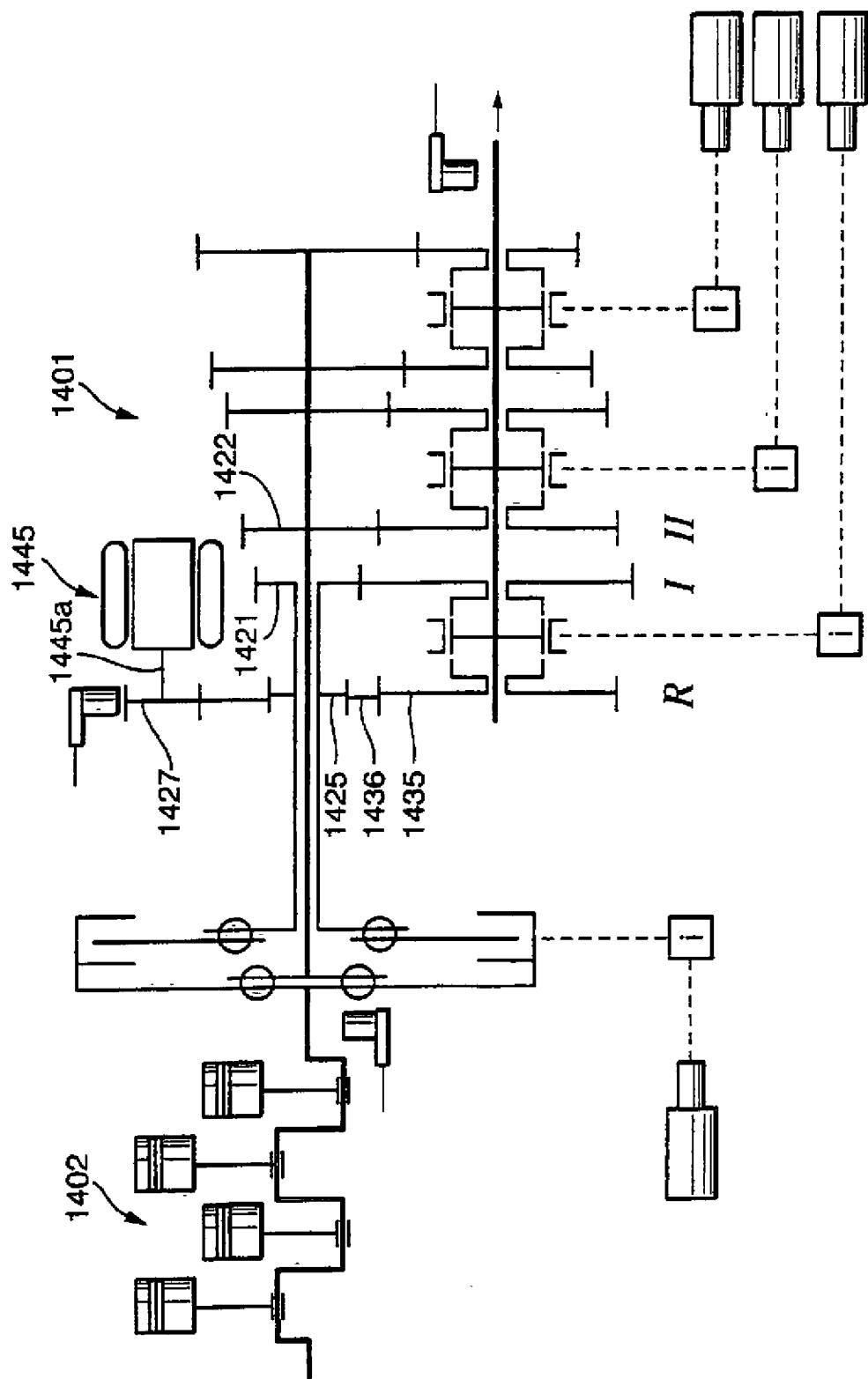


Fig. 15

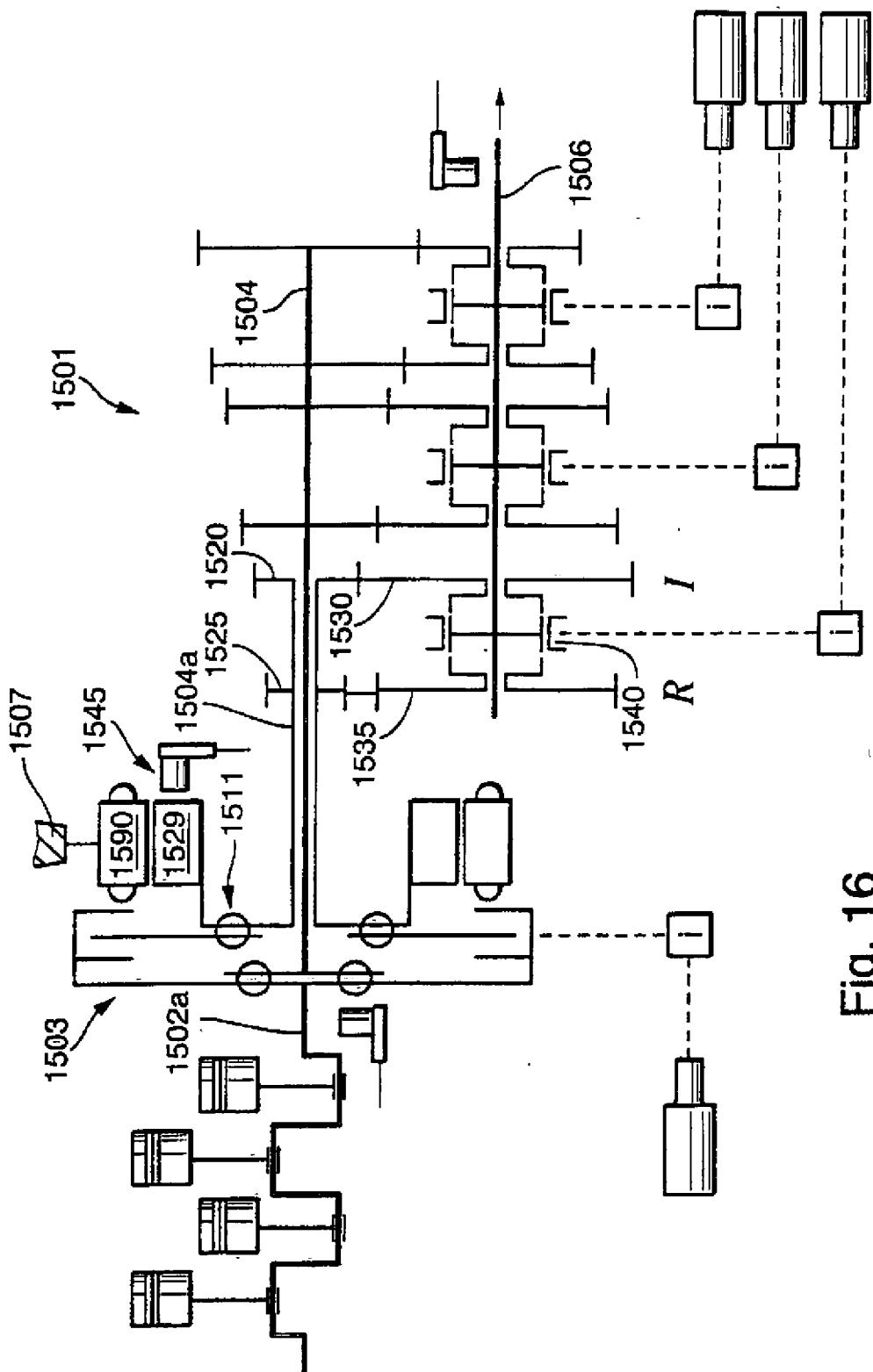


Fig. 16

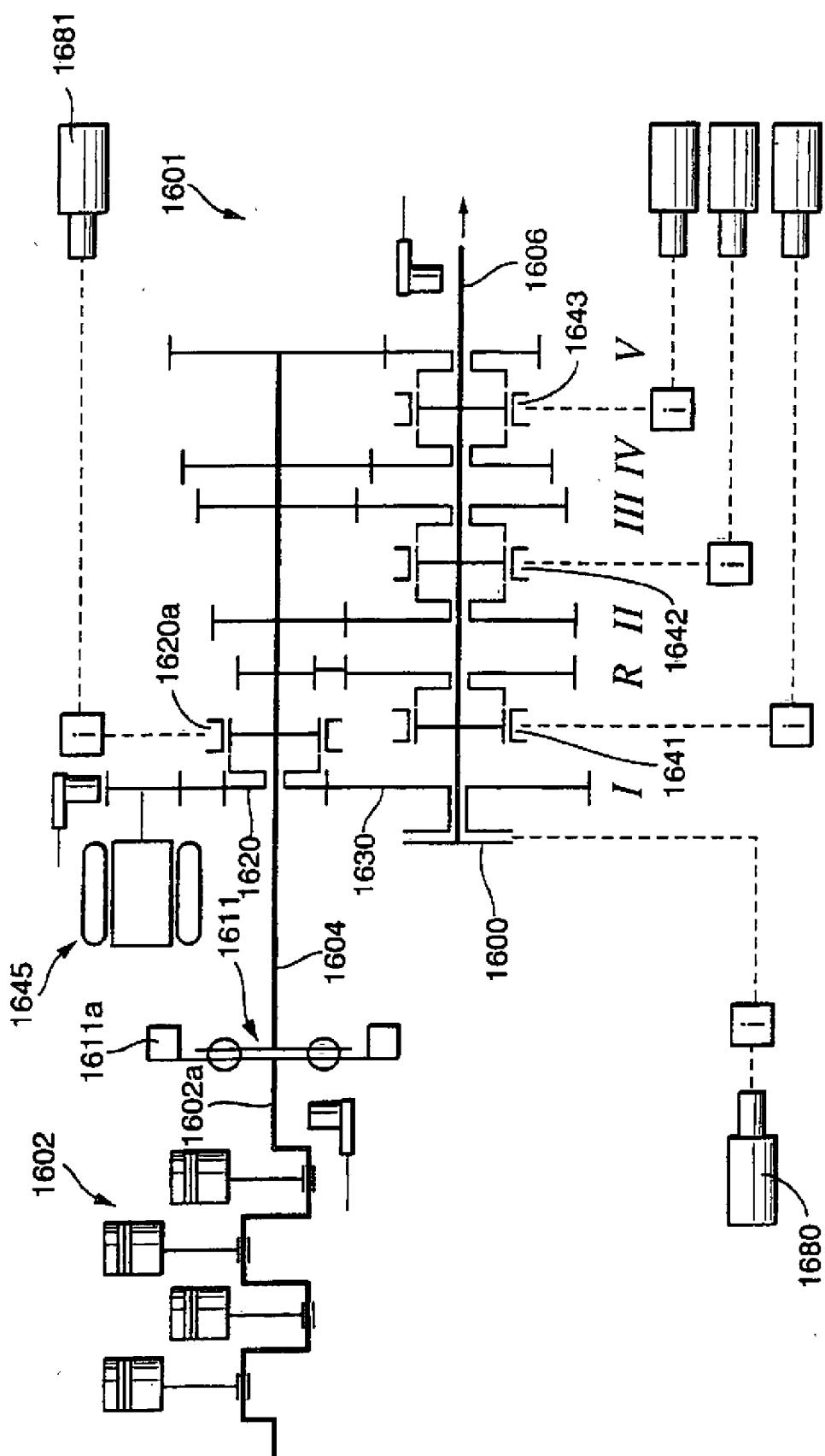


Fig. 17

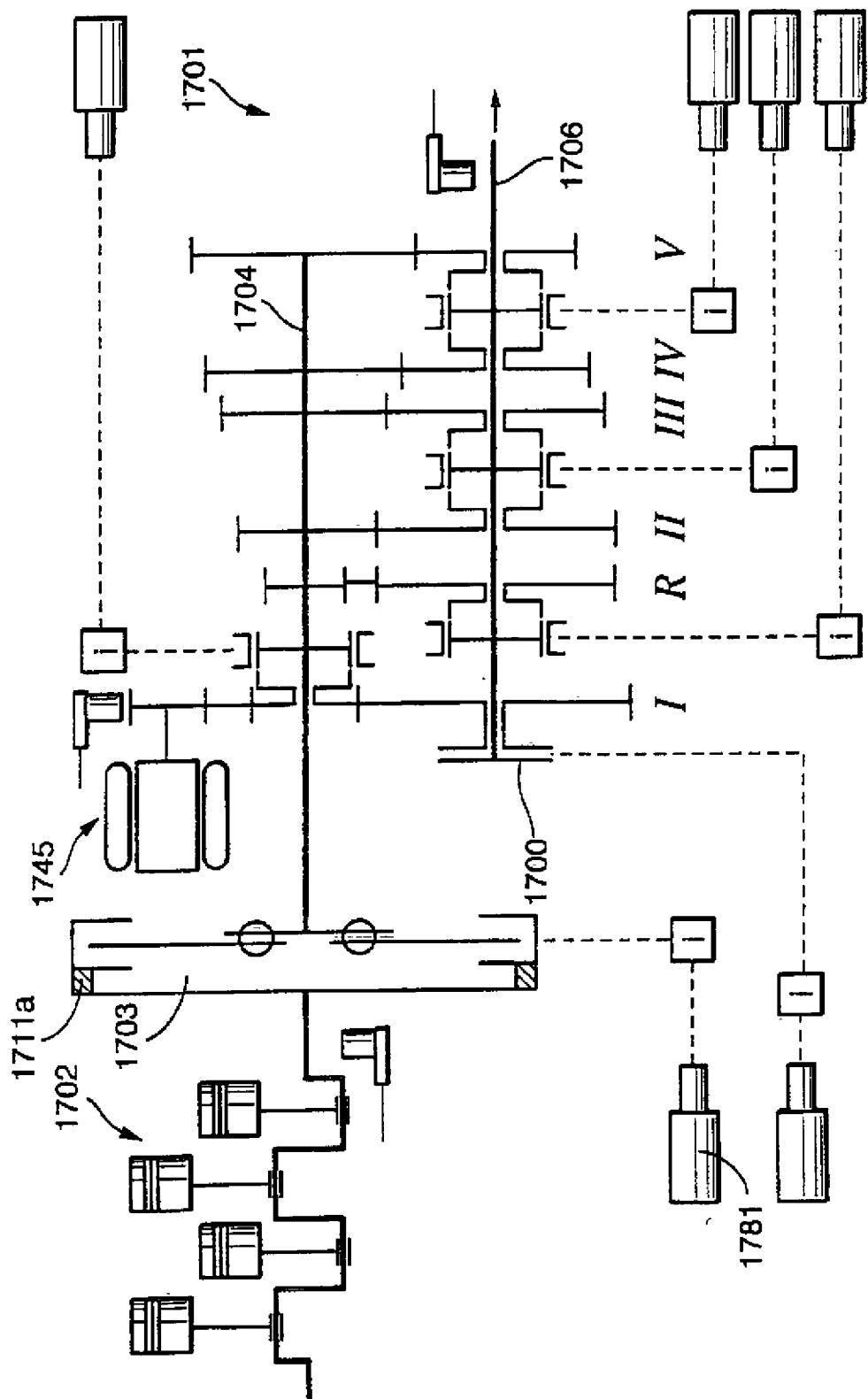


Fig. 18

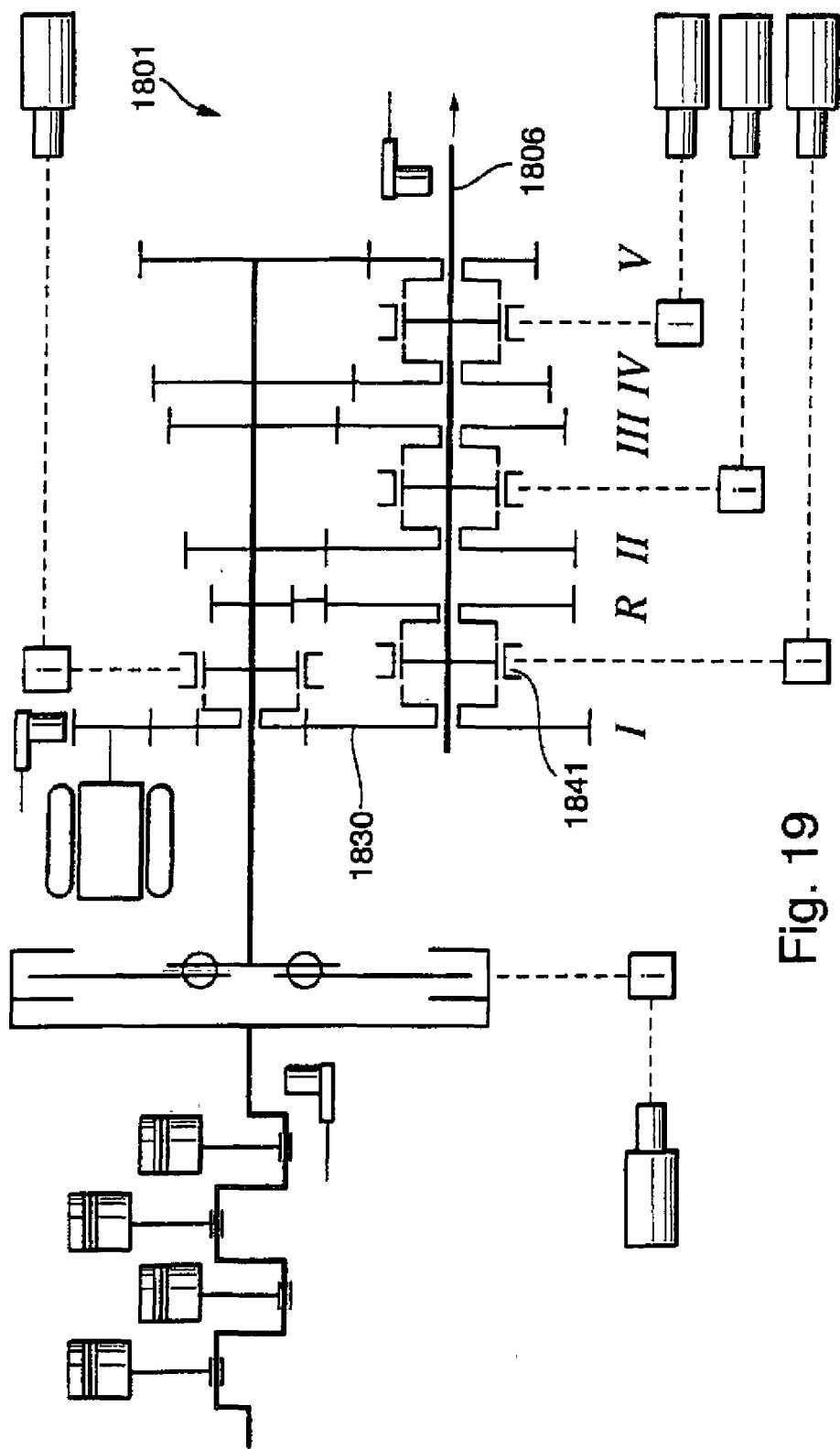
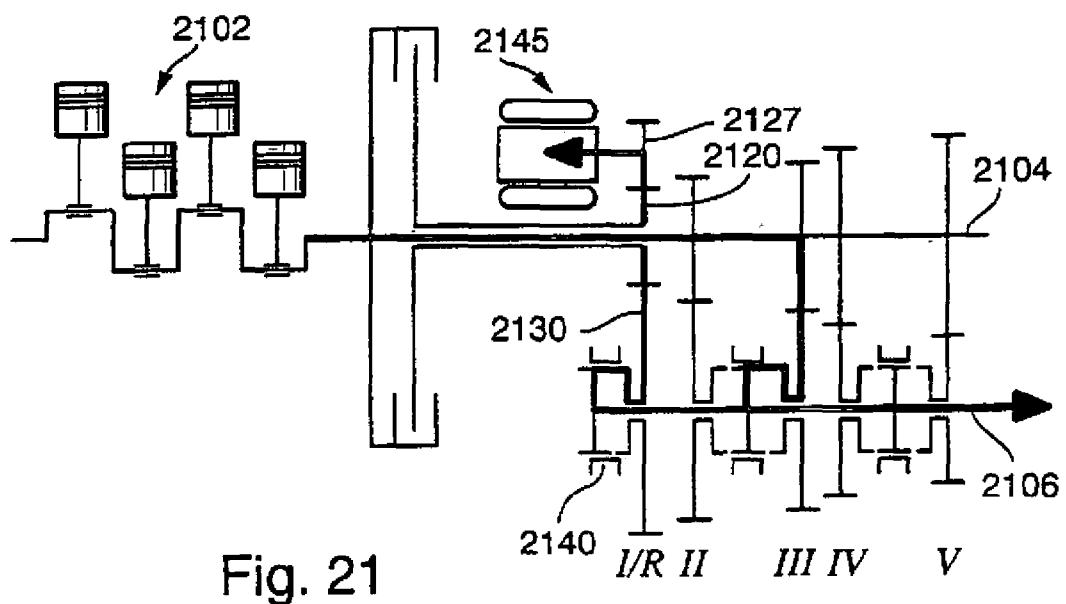
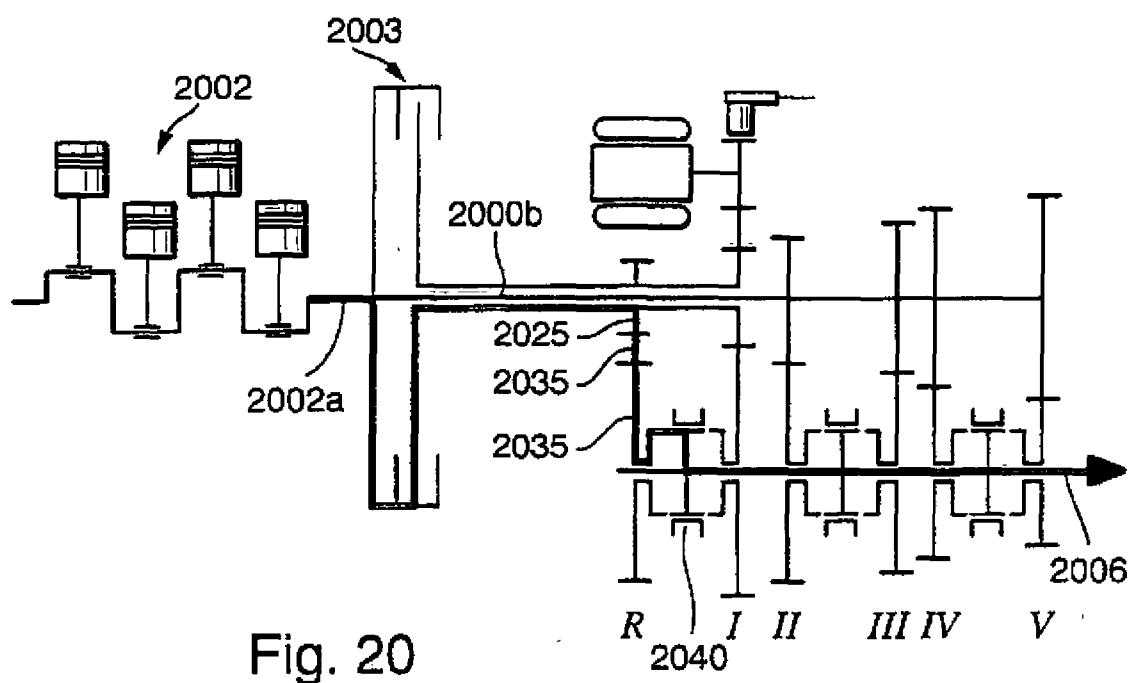


Fig. 19



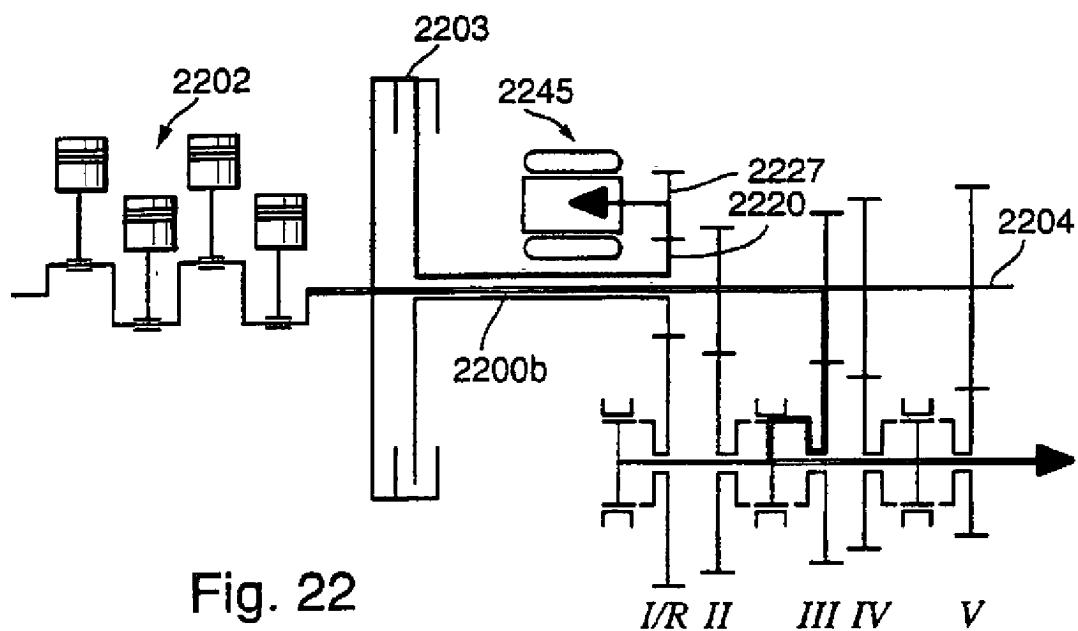


Fig. 22

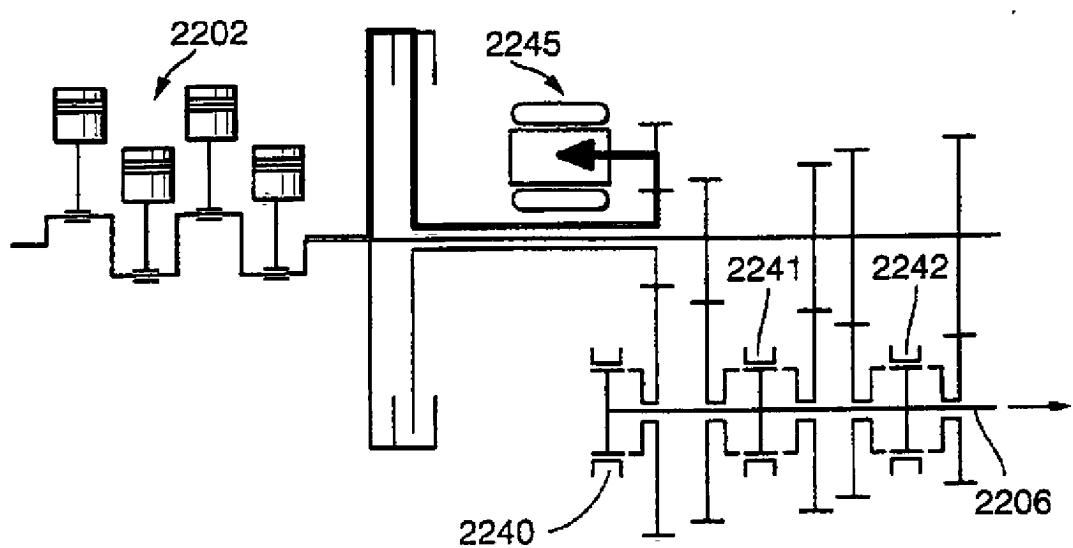


Fig. 23

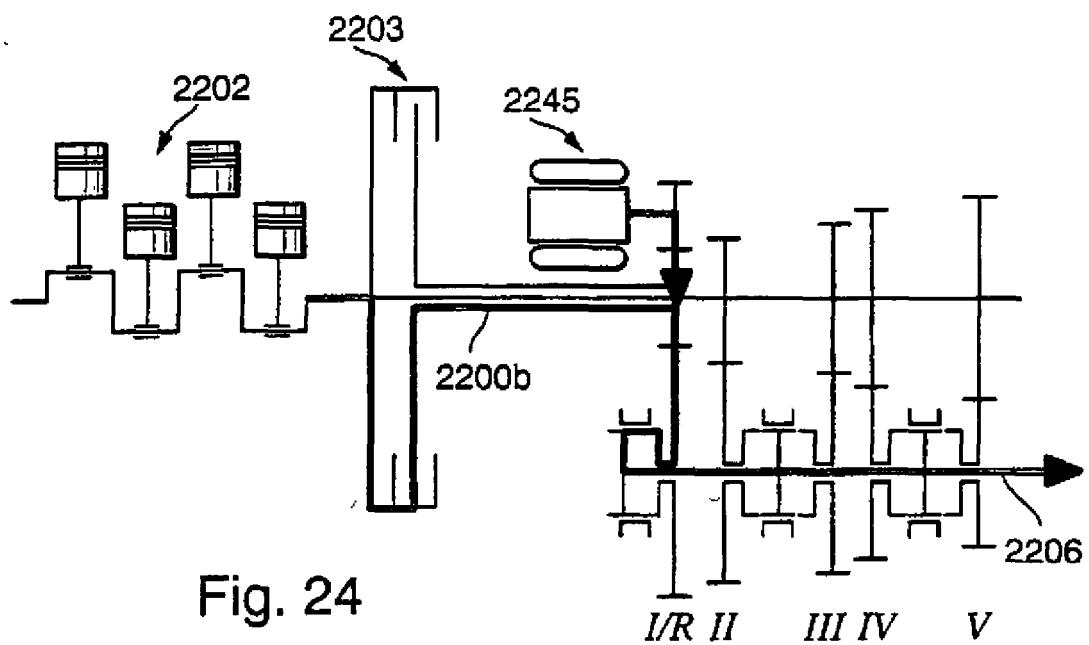


Fig. 24

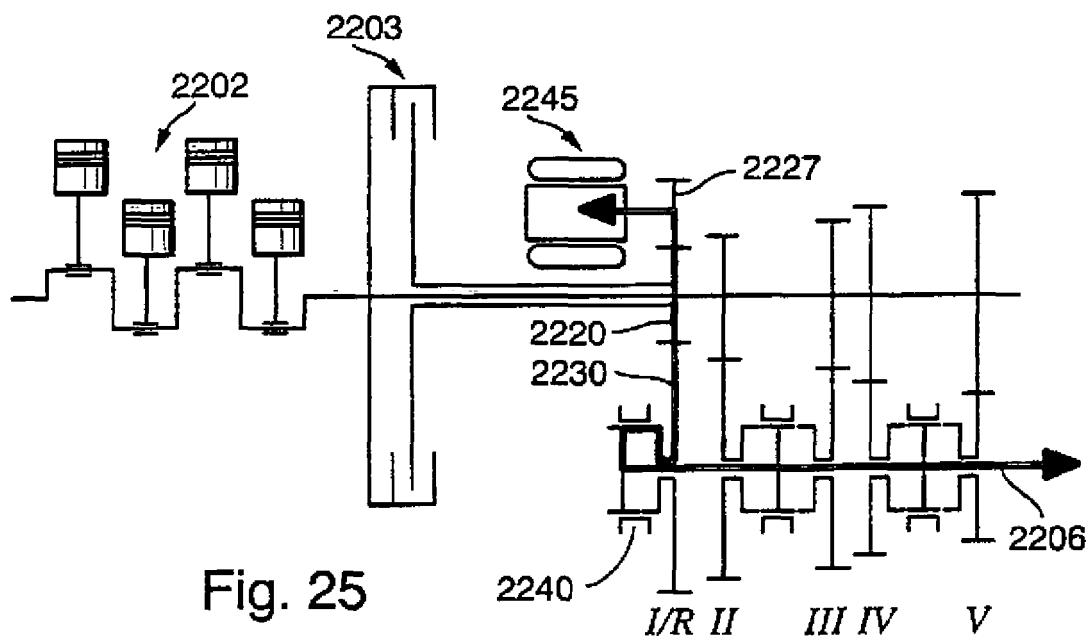
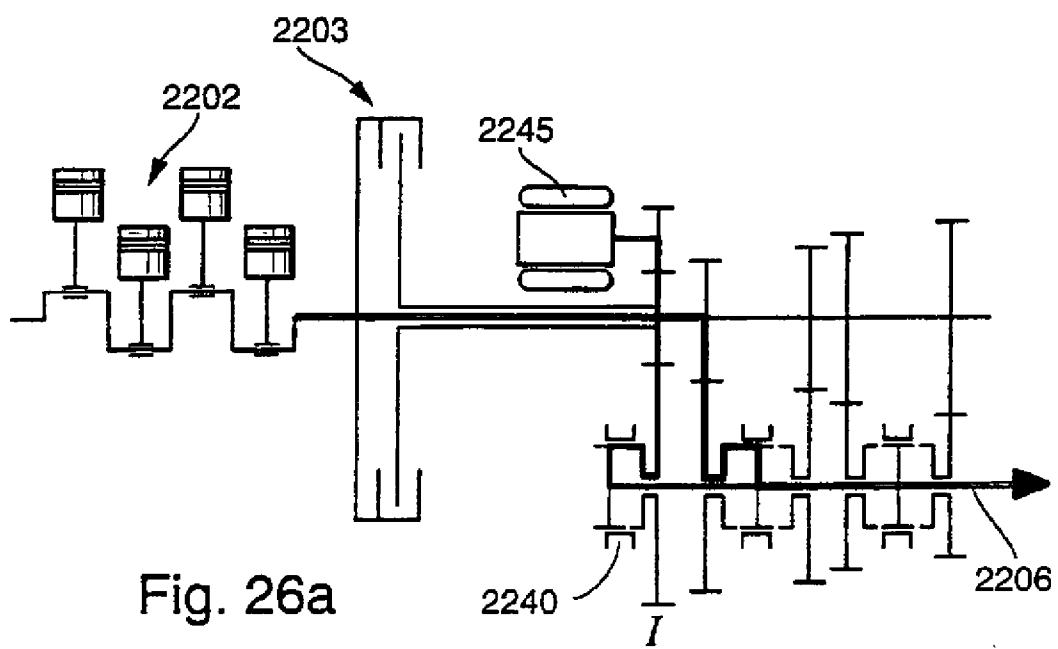
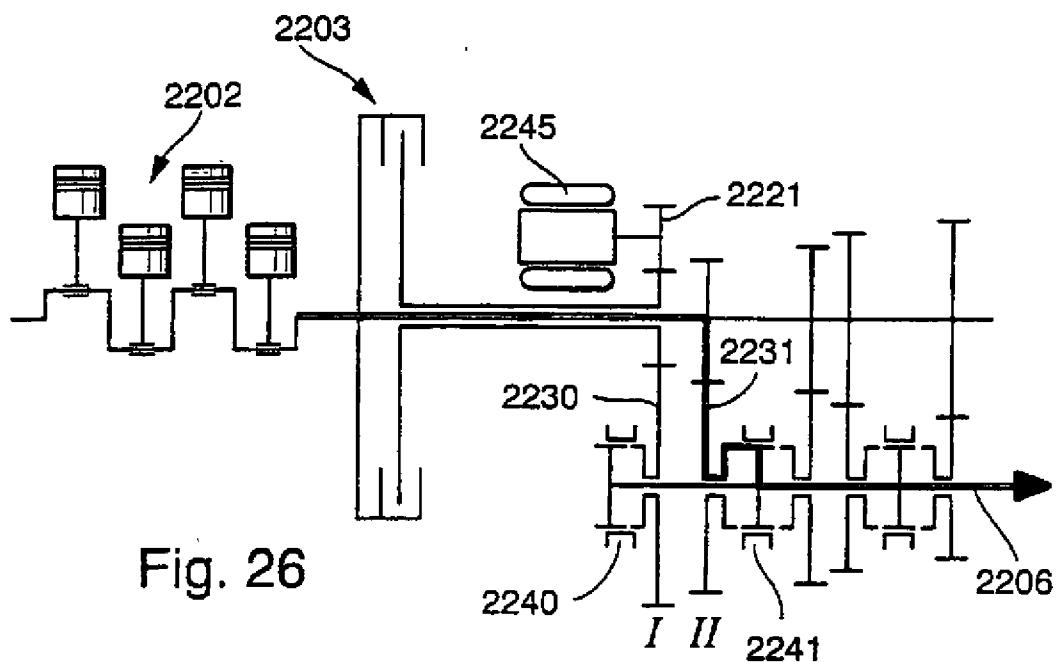
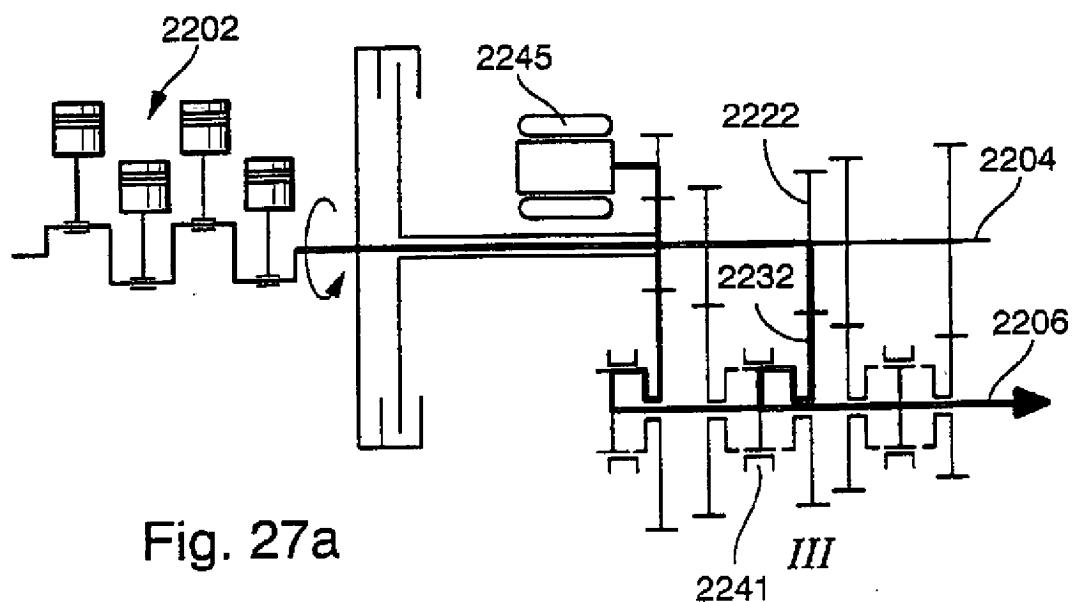
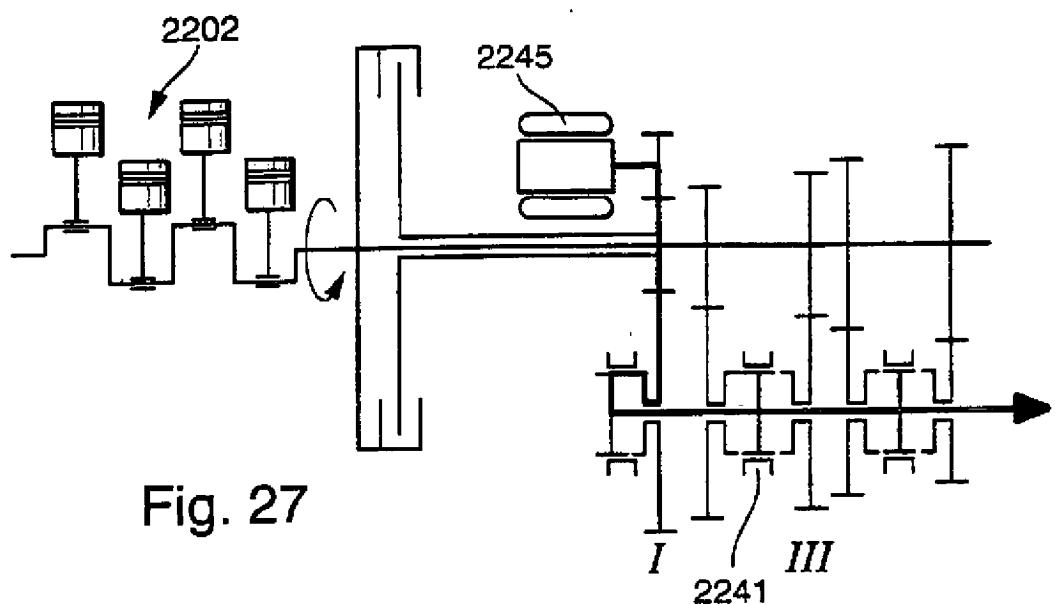
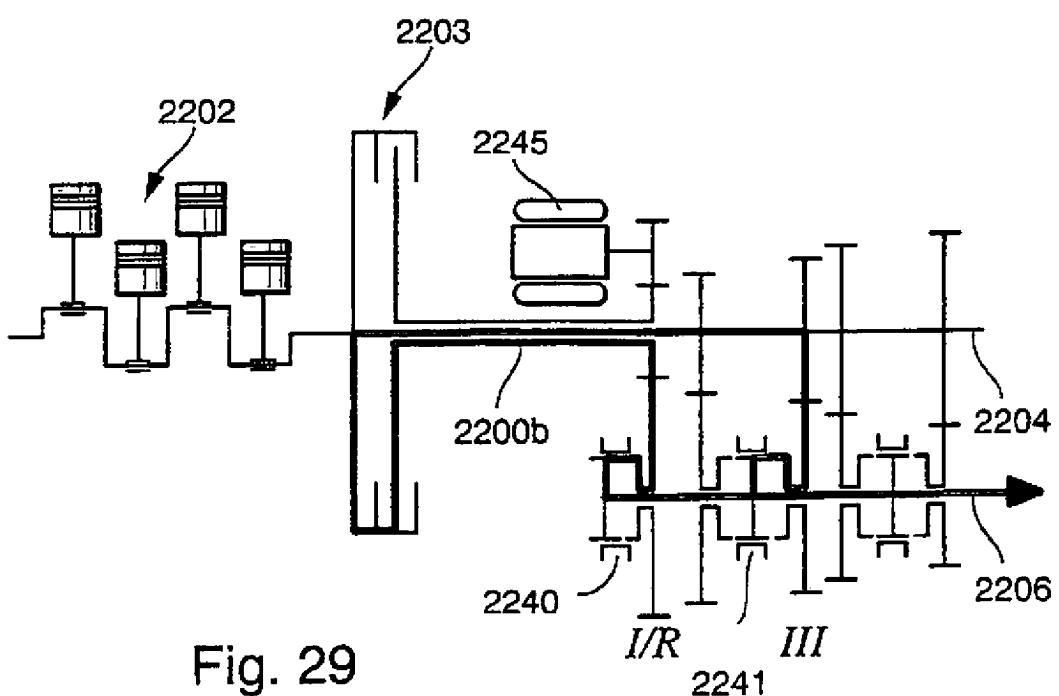
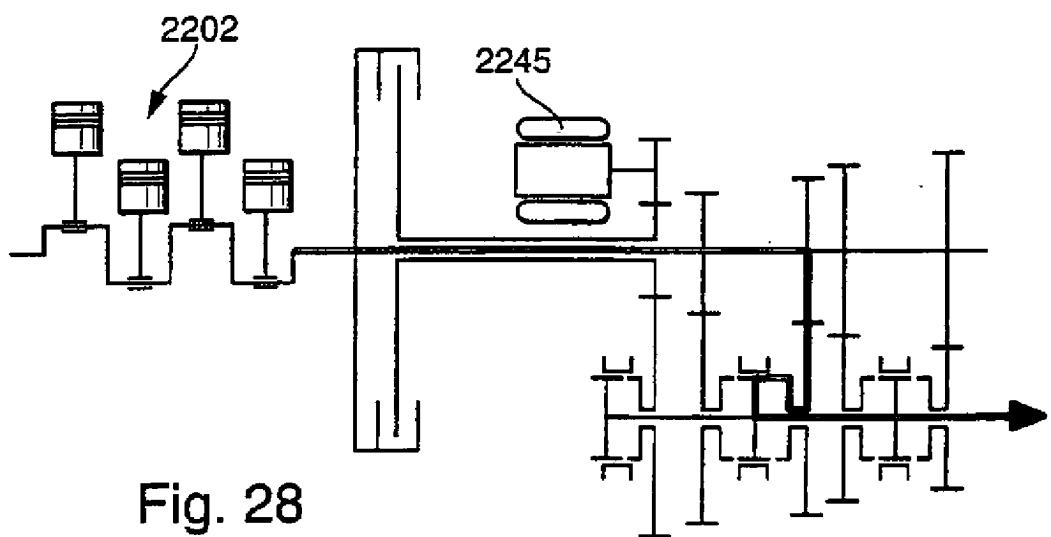


Fig. 25







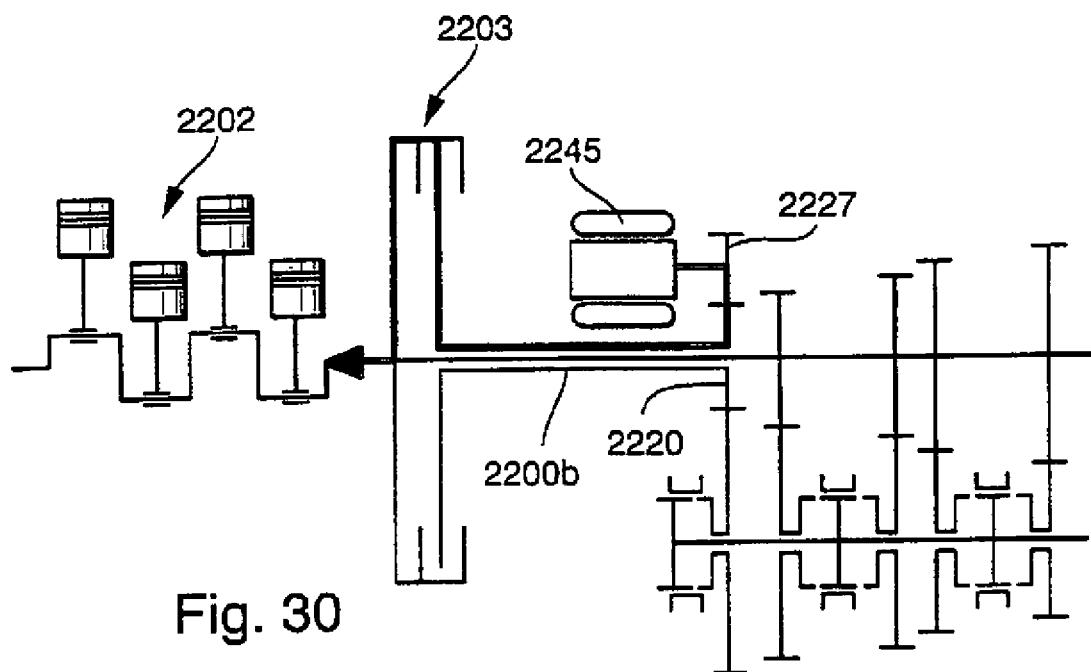


Fig. 30

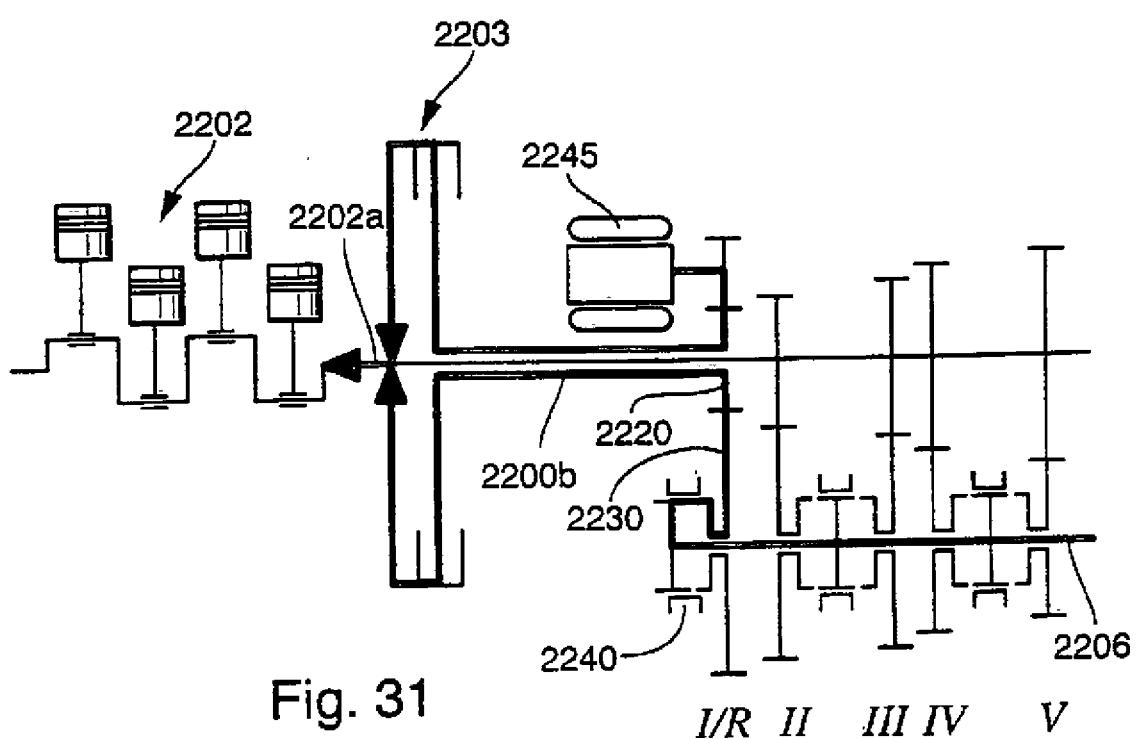
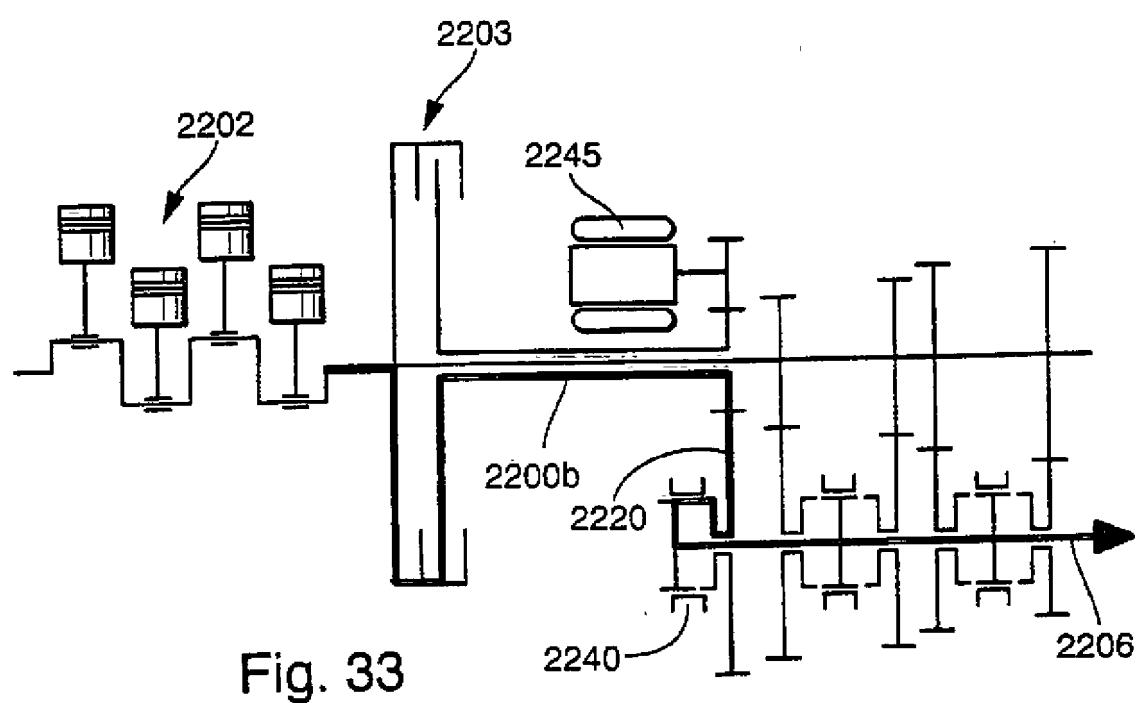
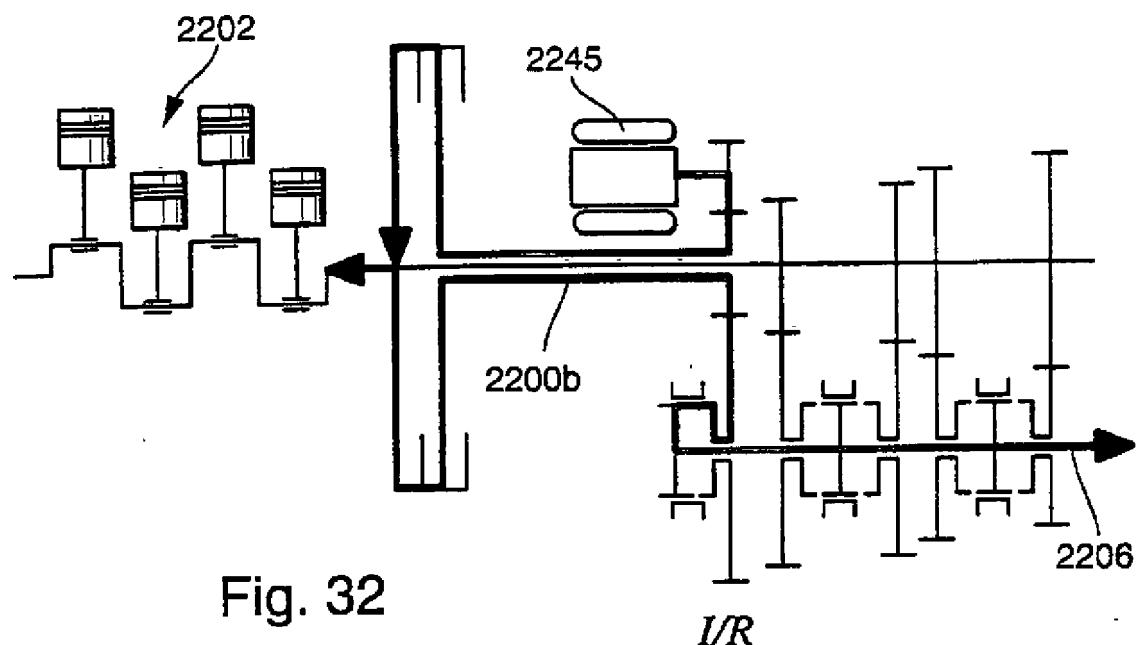
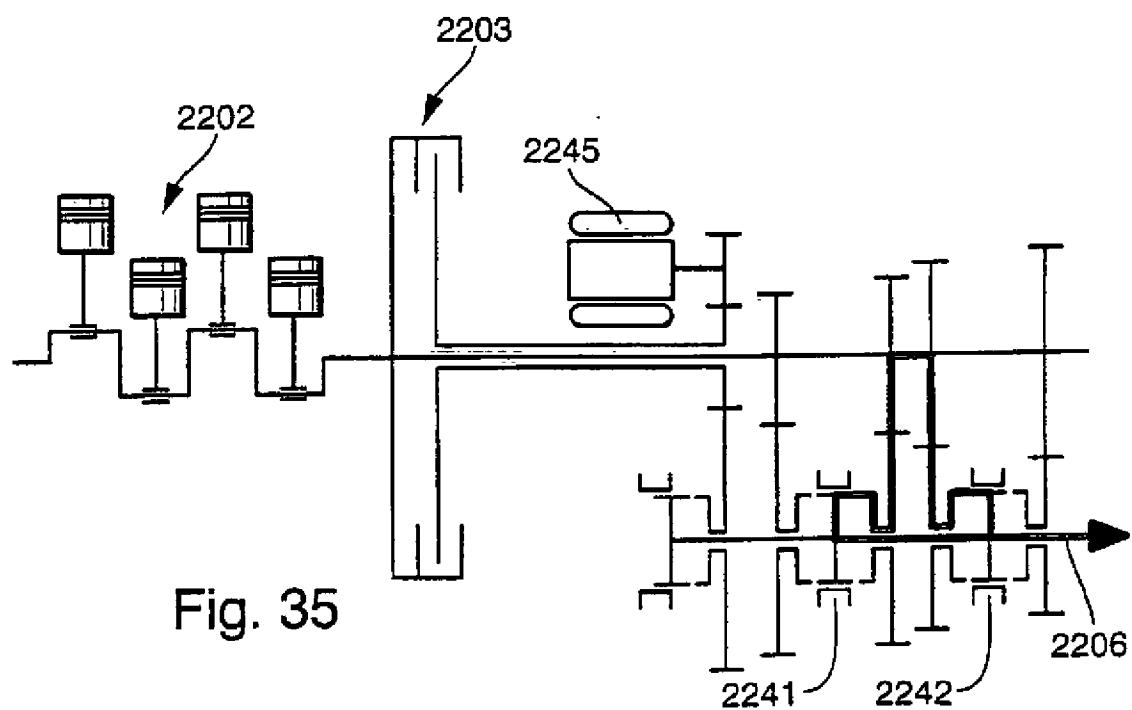
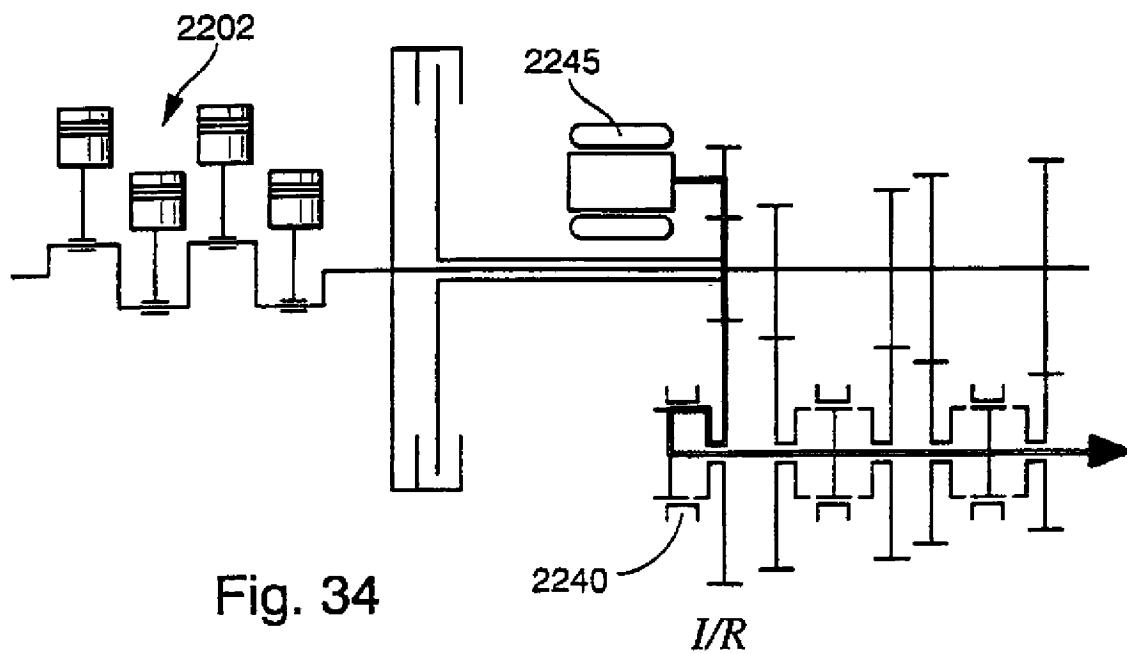


Fig. 31





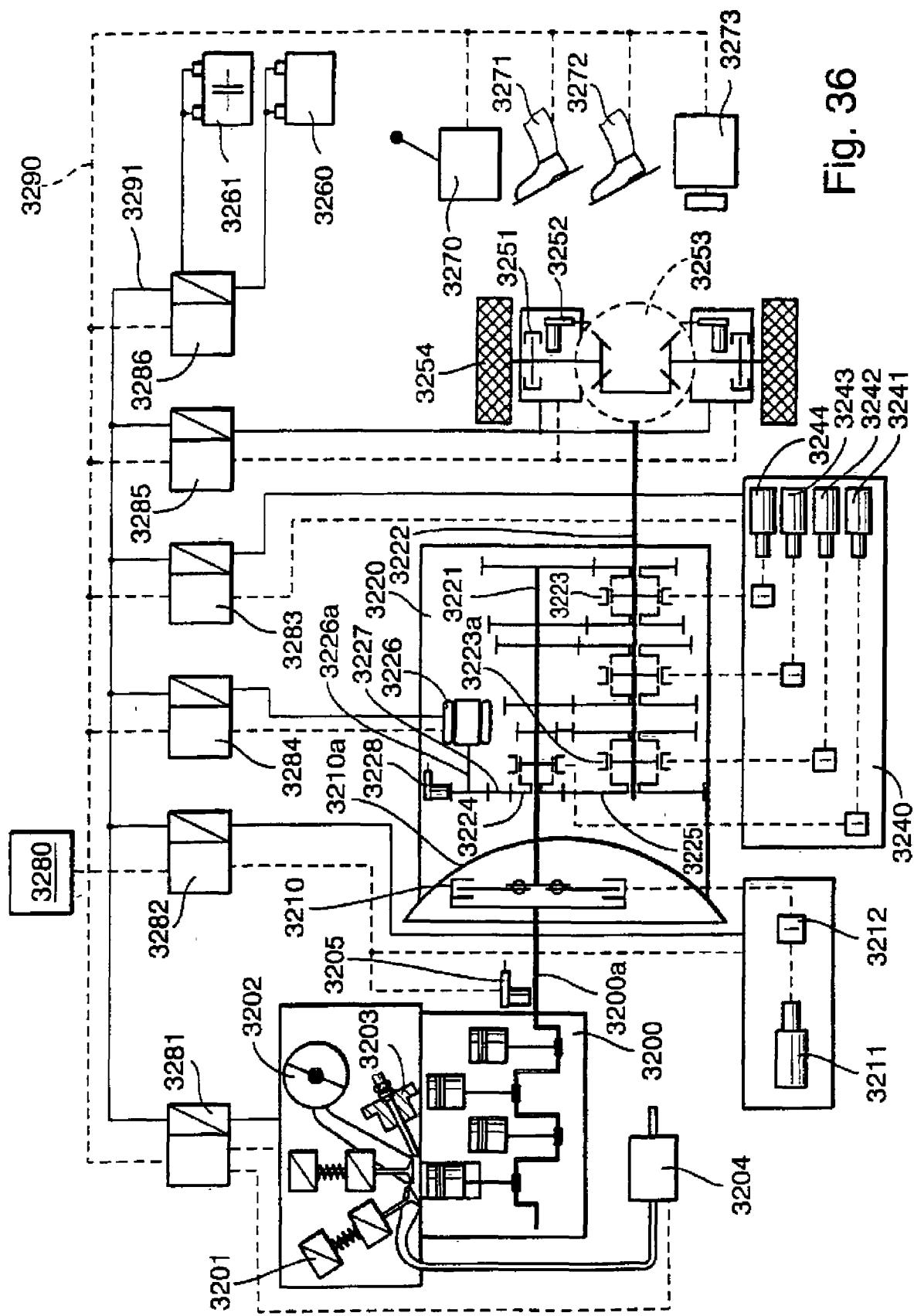


Fig. 36

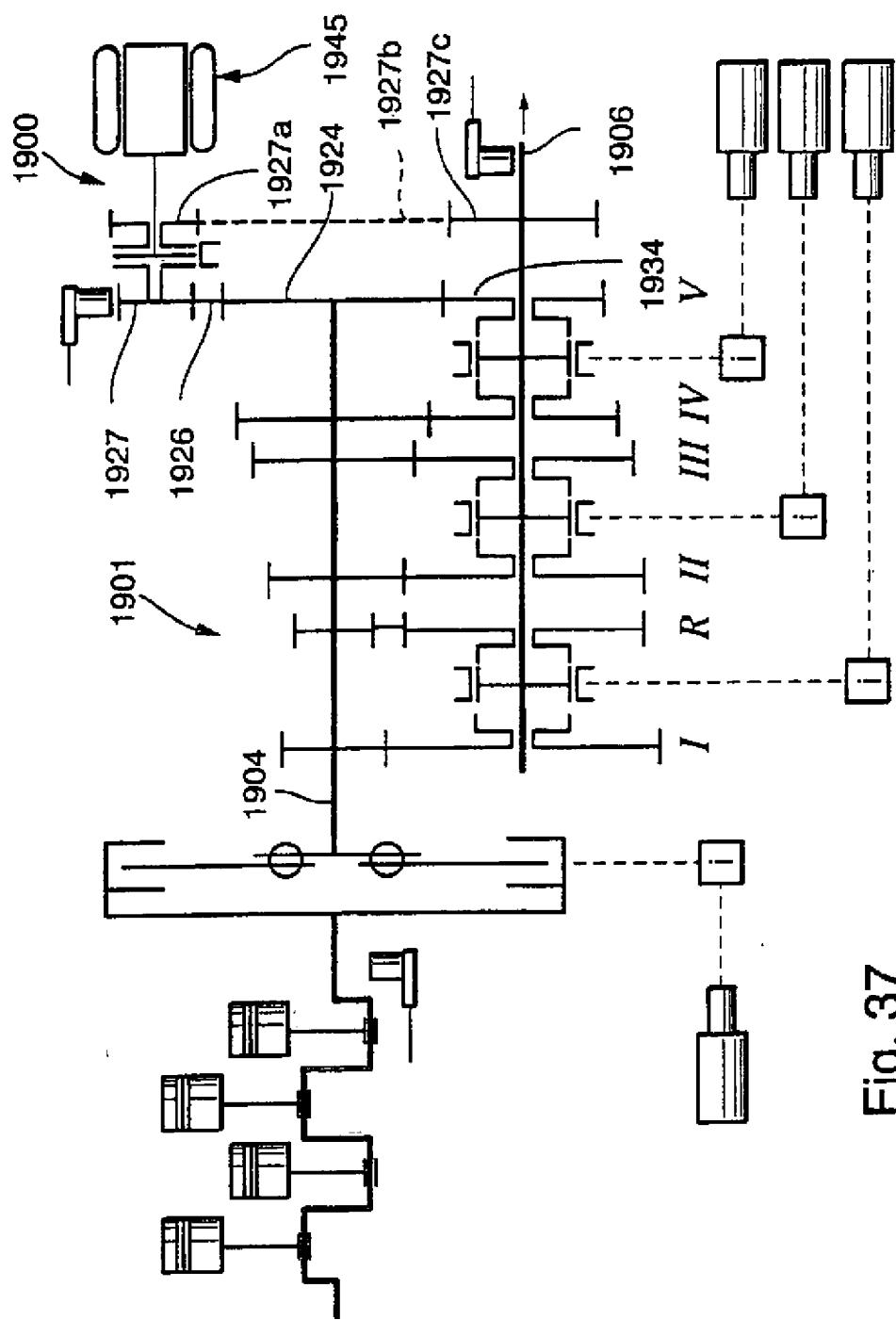


Fig. 37

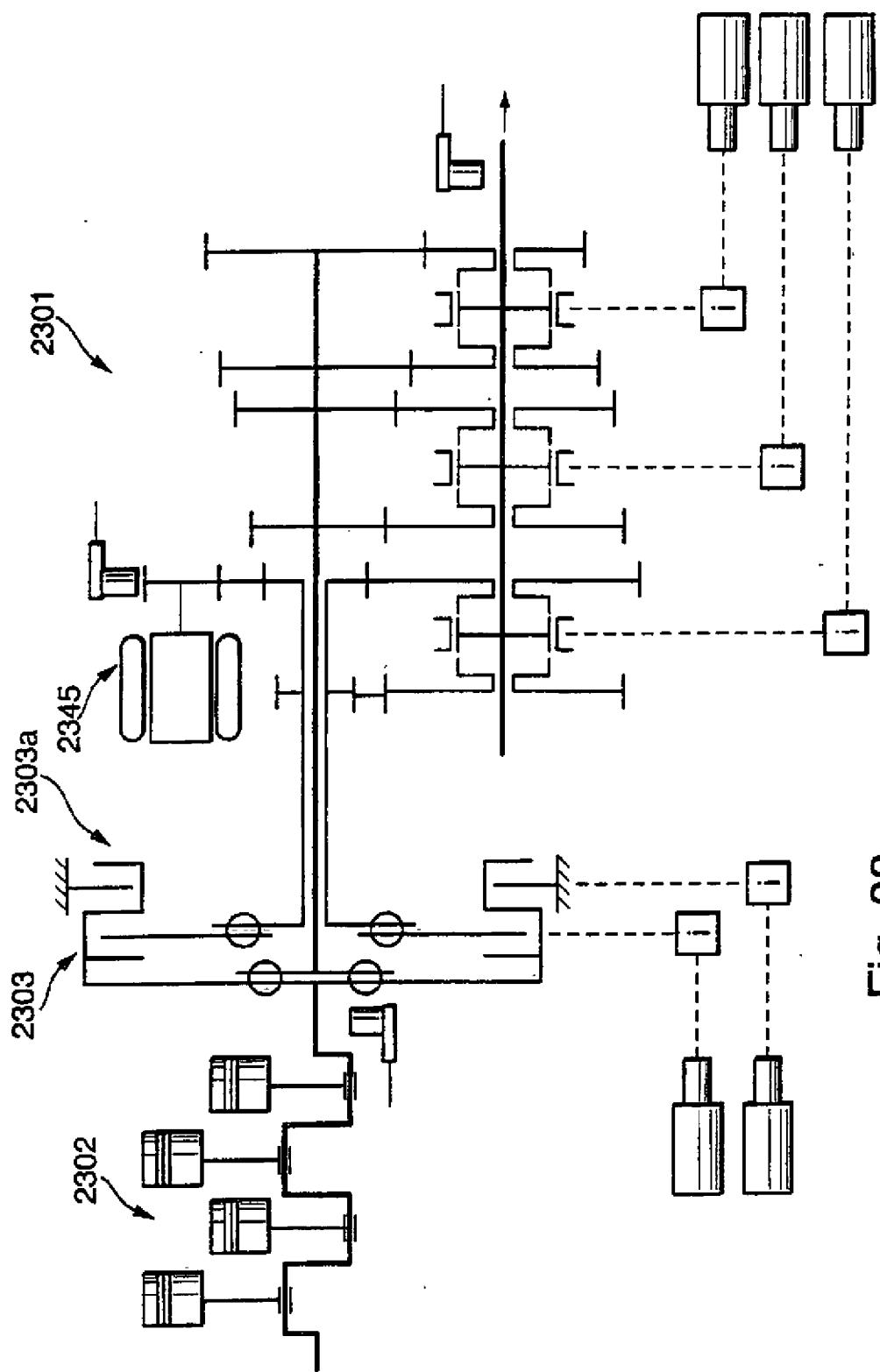


Fig. 38

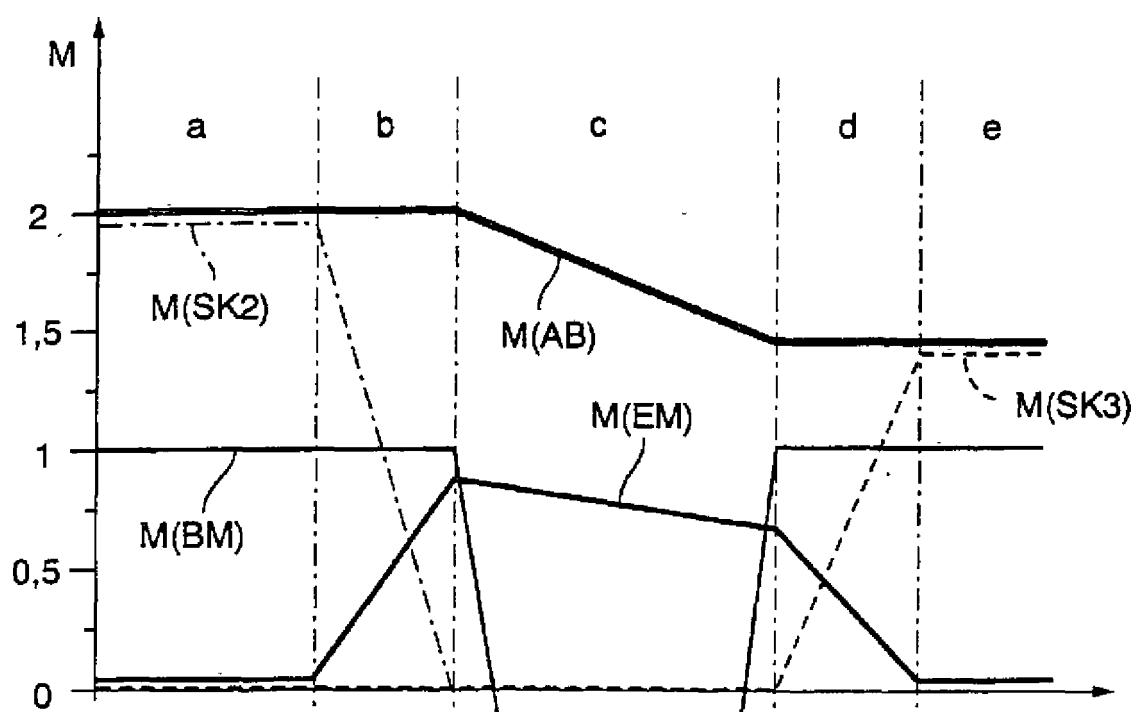


Fig. 39a

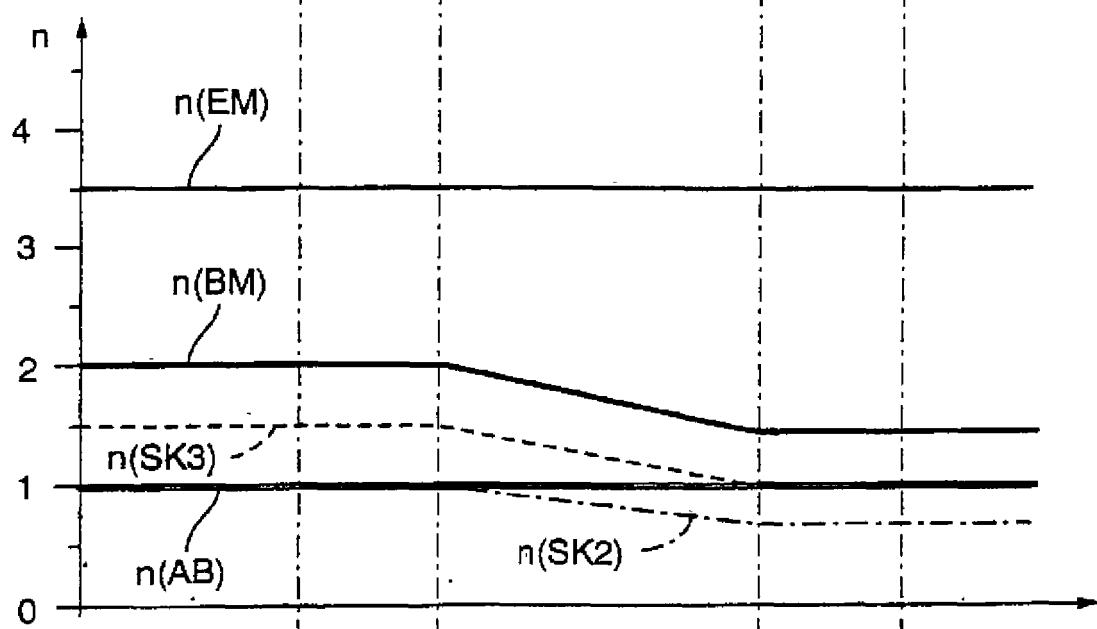


Fig. 39b

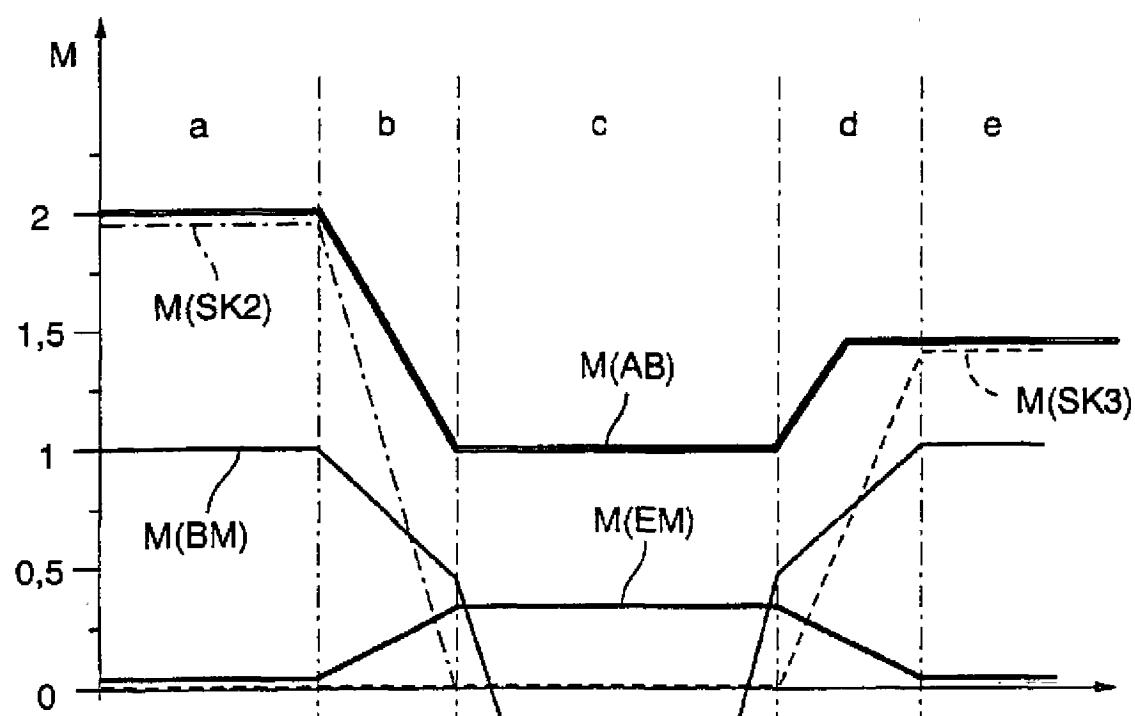


Fig. 40a

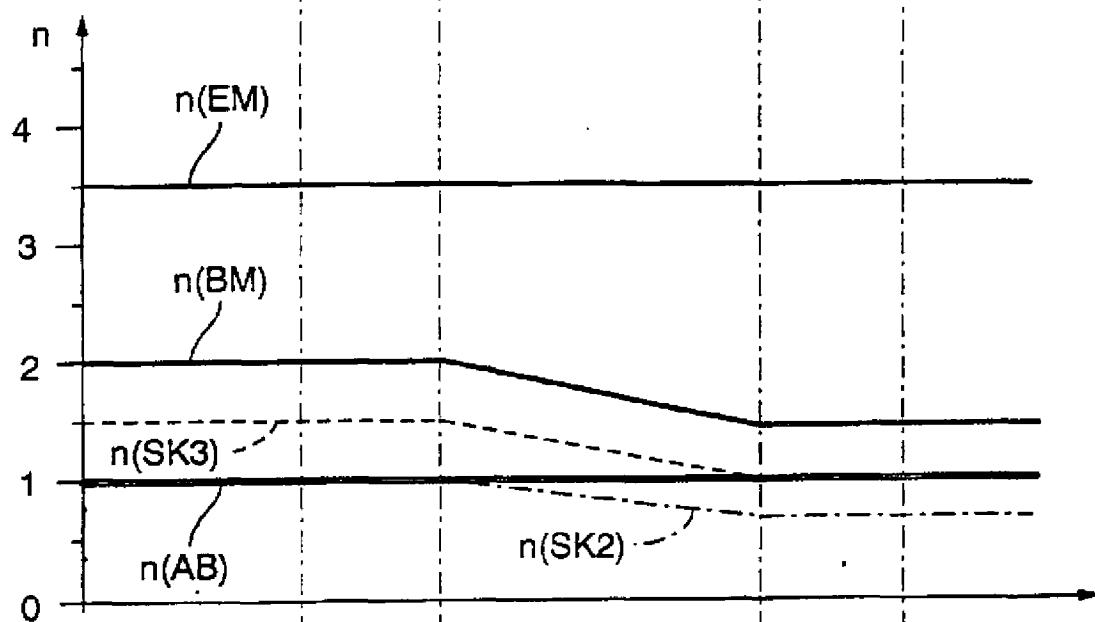


Fig. 40b

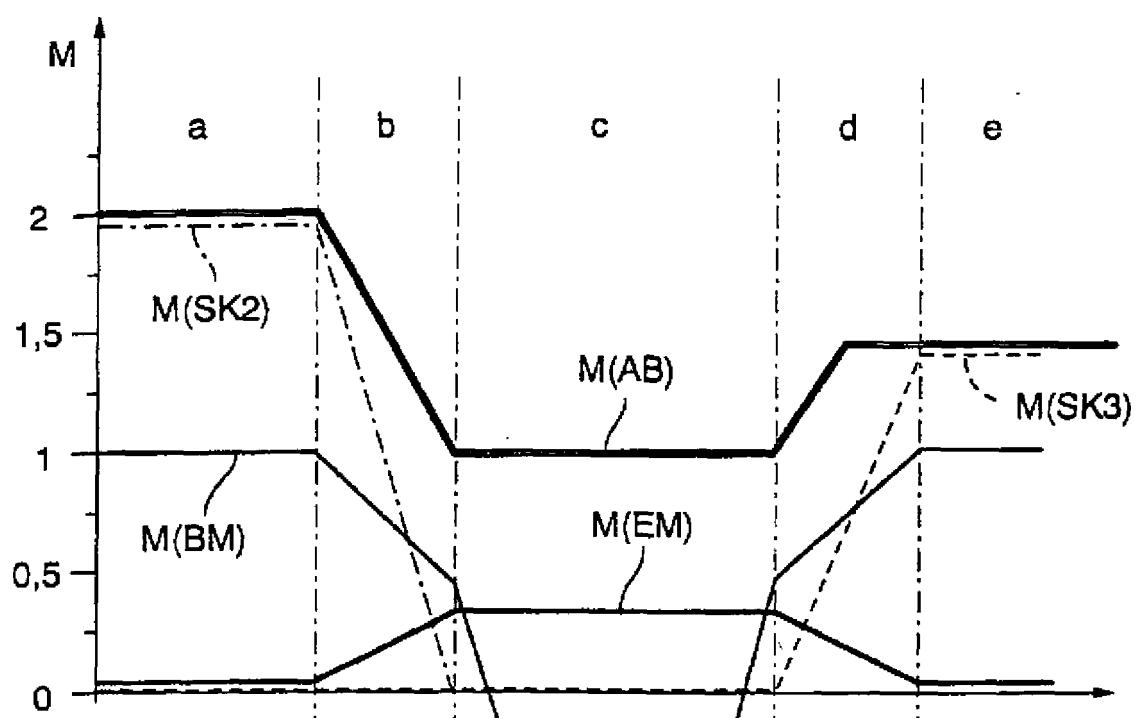


Fig. 41a

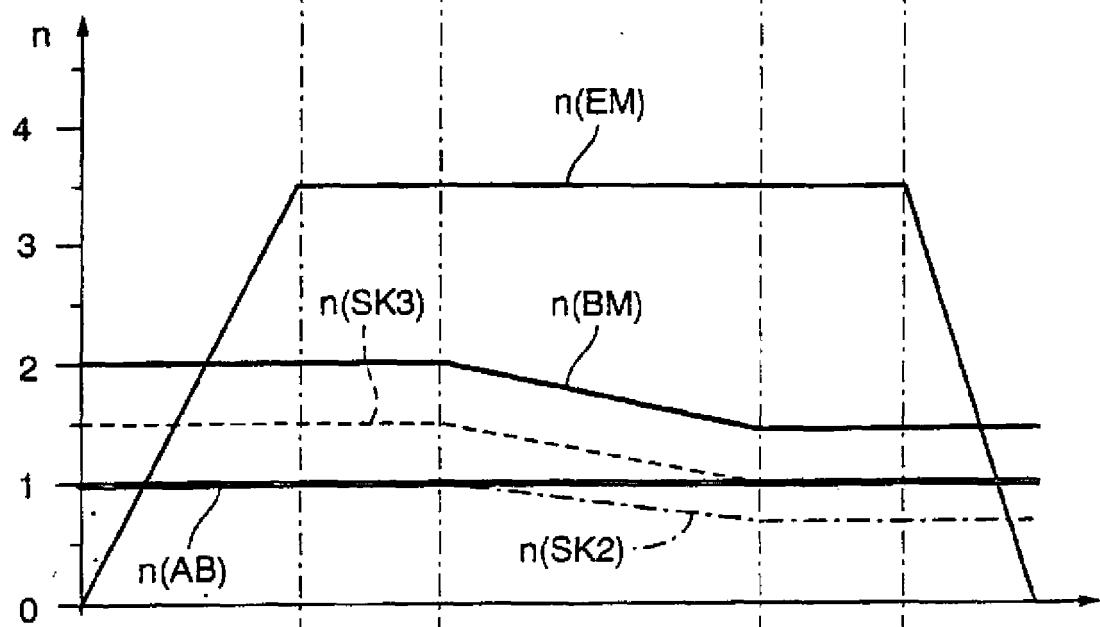


Fig. 41b