



(10) **DE 10 2005 015 804 B4** 2018.05.17

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 015 804.8**

(22) Anmeldetag: **06.04.2005**

(43) Offenlegungstag: **03.11.2005**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **17.05.2018**

(51) Int Cl.: **F16H 48/06 (2006.01)**

B60K 6/365 (2007.10)

B60K 6/445 (2007.10)

F16H 37/08 (2006.01)

Innerhalb von neun 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).

(30) Unionspriorität:
10/819,399 07.04.2004 US

(73) Patentinhaber:
General Motors Corp., Detroit, Mich., US

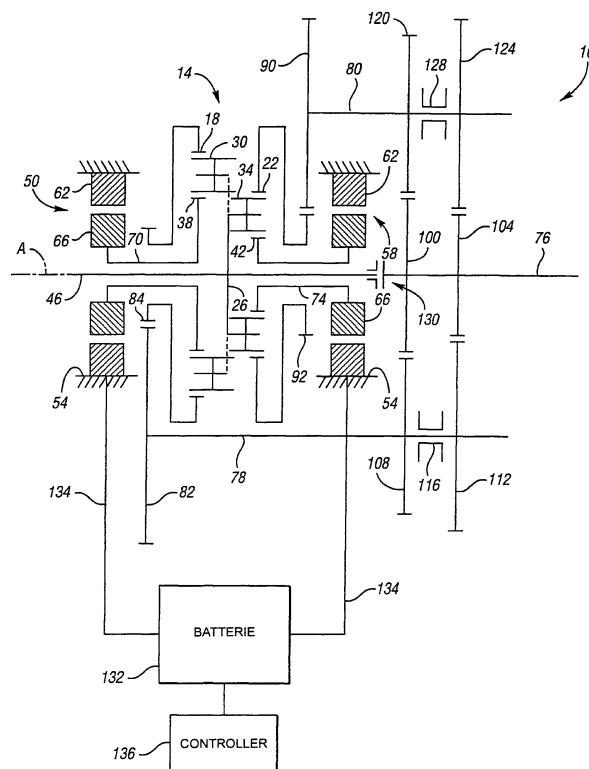
(74) Vertreter:
Manitz Finsterwald Patentanwälte PartmbB, 80336 München, DE

(72) Erfinder:
Holmes, Alan G., Fishers, Indiana, US

(56) Ermittelter Stand der Technik:
DE 199 44 999 A1
US 6 010 422 A

(54) Bezeichnung: **Vebund-Differenzialgetriebe mit doppelten Leistungswegen**

(57) Hauptanspruch: Fahrzeuggetriebe, umfassend:
ein feststehendes Element (54),
einen Differenzialzahnradatz (14) mit einem ersten, zweiten, dritten, vierten und fünften coaxialen Zahnradelement (18, 22, 26, 38, 42), die wirksam miteinander verbunden sind,
eine Antriebswelle (46), die wirksam mit dem ersten Zahnradelement (26) verbunden ist,
eine erste selektiv in Eingriff bringbare Drehmomentübertragungseinrichtung (50), die an dem feststehenden Element (54) montiert und wirksam mit dem zweiten Zahnradelement (38) verbunden ist,
eine zweite selektiv in Eingriff bringbare Drehmomentübertragungseinrichtung (58), die an dem feststehenden Element (54) montiert und wirksam mit dem dritten Zahnradelement (42) verbunden ist,
ein erstes Abtriebsselement (78), das wirksam mit dem vierten Zahnradelement (18) verbunden ist,
ein zweites Abtriebsselement (80), das wirksam mit dem fünften Zahnradelement (22) verbunden ist,
eine Abtriebswelle (76),
eine dritte Drehmomentübertragungseinrichtung (116), die selektiv in Eingriff bringbar ist, um das erste Abtriebsselement (78) wirksam mit der Abtriebswelle (76) zu verbinden, und
eine vierte Drehmomentübertragungseinrichtung (128), die selektiv in Eingriff bringbar ist, um das zweite Abtriebsselement (80) wirksam mit der Abtriebswelle (76) zu verbinden, wobei der Differenzialzahnradatz (14) derart ausgestaltet ist, dass die Drehgeschwindigkeiten von zweien der Zahnradelemente unabhängig hergestellt werden können und die Drehgeschwindigkeiten der anderen ...



Beschreibung

[0001] Diese Erfindung betrifft Fahrzeuggetriebe mit einem Differenzialzahnradatz und zwei Abtriebsselementen, die den Zahnradatz wirksam mit einer Abtriebswelle verbinden.

[0002] Ein Getriebe gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 ist beispielsweise aus der US 6 010 422 A oder der DE 199 44 999 A1 bekannt geworden.

[0003] Ein Fahrzeuggetriebe kann mechanische Leistung von einem Verbrennungsmotor an den Rest eines Antriebssystems, typischerweise feste Zahnräder, Achsen und Räder abgeben. Ein Getriebe erlaubt eine gewisse Freiheit im Verbrennungsmotorbetrieb, üblicherweise durch eine abwechselnde Auswahl von fünf oder sechs unterschiedlichen Fahrübersetzungsverhältnissen, eine Neutral-Auswahl, die es erlaubt, dass der Motor Zusatzeinrichtungen bei stationärem Fahrzeug betreiben kann, und durch Kupplungen oder Drehmomentwandler, die glatte Übergänge zwischen Fahrübersetzungsverhältnissen erlauben, um das Fahrzeug aus der Ruhe zu starten und auf die gewünschte Fahrgeschwindigkeit bei laufendem Verbrennungsmotor zu beschleunigen. Eine Getriebegangauswahl erlaubt typischerweise, dass Leistung von dem Verbrennungsmotor an den Rest des Antriebssystems mit einem Verhältnis von Drehmomentvervielfachung und Drehzahlreduktion, einem Verhältnis von Drehmomentreduktion und Drehzahlvervielfachung, das als Overdrive bekannt ist, oder mit einem Rückwärtsgang abgegeben wird.

[0004] Ein elektrischer Generator kann mechanische Leistung von dem Verbrennungsmotor in elektrische Leistung umwandeln, und ein Elektromotor kann diese elektrische Leistung zurück in mechanische Leistung mit unterschiedlichen Drehmomenten und Drehzahlen für den Rest des Fahrzeugantriebssystems umwandeln. Diese Anordnung erlaubt eine kontinuierliche Veränderung des Verhältnisses von Drehmoment und Drehzahl zwischen dem Verbrennungsmotor und dem Rest des Antriebssystems innerhalb der Grenzen der elektrischen Maschine. Eine elektrische Speicherbatterie, die als Leistungsquelle für den Antrieb verwendet wird, kann dieser Anordnung hinzugefügt werden, wodurch ein Reihen-Hybrid-Elektroantriebssystem gebildet wird.

[0005] Das Reihen-Hybridsystem lässt zu, dass der Verbrennungsmotor relativ unabhängig von dem Drehmoment, der Drehzahl und der Leistung arbeiten kann, um ein Fahrzeug anzutreiben, so dass es für verbesserte Emissionen und einen verbesserten Wirkungsgrad gesteuert werden kann. Dieses System lässt auch zu, dass die elektrische Maschine, die an dem Verbrennungsmotor angebracht ist, als Motor arbeitet, um den Verbrennungsmotor zu starten, und

lässt zu, dass die elektrische Maschine, die an dem Rest des Antriebsstrangs angebracht ist, als Generator arbeitet, wodurch durch regeneratives Bremsen Energie in die Batterie zurückgewonnen wird. Jedoch erfordert ein Reihen-Elektroantrieb, dass die elektrische Maschine ausreichend bemessen ist, um die gesamte Leistung des Verbrennungsmotors von mechanischer in elektrische Form und von elektrischer in mechanische Form umzuwandeln, und bei dieser doppelten Umwandlung geht nutzbare Leistung verloren.

[0006] Ein Getriebe mit Leistungsaufteilung (power split transmission) kann als „Differenzialzahnradanordnung“ verwendet werden, um ein kontinuierlich veränderliches oder stufenlos verstellbares Drehmoment- und Drehzahlverhältnis zwischen dem Antrieb und dem Abtrieb zu erzielen, ohne die gesamte Leistung durch die verstellbaren Elemente hindurchzuschicken. Ein elektrisch verstellbares Getriebe kann die Differenzialzahnradanordnung verwenden, um einen Bruchteil seiner übertragenen Leistung durch ein Paar aus elektrischen Motoren/Generatoren und den Rest seiner Leistung durch einen anderen, parallelen Weg, der vollständig mechanisch und direkt mit einem festen Übersetzungsverhältnis oder alternativ auswählbar ist, zu übertragen. Eine Form einer Differenzialzahnradanordnung kann einen Planetenradteilsatz bilden. Tatsächlich ist ein Planetengetriebe gewöhnlich die bevorzugte Ausführungsform, die in mit differenzieller Zahnradübersetzung arbeitenden Erfindungen angewandt werden, mit dem Vorteil einer Kompaktheit und unterschiedlicher Drehmoment- und Drehzahlverhältnisse zwischen allen Elementen des Planetenradteilsatzes. Es ist jedoch möglich, diese Erfindung ohne Planetenräder aufzubauen, indem Kegelraddifferenziale oder andere Ausgleichsgetriebe verwendet werden.

[0007] Ein elektrisch verstellbares Hybrid-Getriebesystem für ein Fahrzeug umfasst auch eine elektrische Speicherbatterie, die zulässt, dass die mechanische Ausgangsleistung von der mechanischen Eingangsleistung abweicht, das ein Starten des Verbrennungsmotors mit dem Getriebesystem und ein regeneratives Bremsen des Fahrzeugs zulässt.

[0008] Ein elektrisch verstellbares Getriebe in einem Fahrzeug kann einfach mechanische Leistung übertragen. Um dies zu tun, gleicht die elektrische Leistung, die von einem Motor/Generator erzeugt wird, die elektrischen Verluste und die elektrische Leistung, die von dem anderen Motor/Generator verbraucht wird, aus. Ein elektrisch verstellbares Hybrid-Getriebesystem in einem Fahrzeug umfasst eine elektrische Speicherbatterie. So kann die elektrische Leistung, die von einem Motor/Generator erzeugt wird, größer oder kleiner sein kann als die elektrische Leistung, die von dem anderen verbraucht wird. Elektrische Leistung von der Batterie kann manchmal

zulassen, dass beide Motoren/Generatoren als Motoren arbeiten, insbesondere um den Verbrennungsmotor bei der Fahrzeugbeschleunigung zu unterstützen. Beide Motoren können manchmal als Generatoren arbeiten, um die Batterie wieder aufzuladen, insbesondere beim regenerativen Bremsen des Fahrzeugs.

[0009] Eine der erfolgreichsten Ersatzeinrichtungen für das Reihen-Hybridgetriebe ist das variable Parallel-Hybrid-Elektrogetriebe mit zwei Betriebsarten „Eingang-Aufteilung“ und „Verbund-Aufteilung“ (variable, two mode, input-compound-split, parallel hybrid electric transmission). Ein derartiges Getriebe verwendet ein Eingangsmittel, um Leistung von dem Verbrennungsmotor des Fahrzeugs aufzunehmen, und ein Leistungsabgabeelement, um Leistung zum Antreiben des Fahrzeugs zu liefern. Erste und zweite Motoren/Generatoren sind mit Energiespeichereinrichtungen, wie etwa Batterien verbunden, so dass die Energiespeichereinrichtungen Leistung von den ersten und zweiten Motoren/Generatoren aufnehmen bzw. diesen Leistung zuführen können. Eine Steuereinheit reguliert den Leistungsfluss zwischen den Energiespeichereinrichtungen und den Motoren/Generatoren sowie zwischen den ersten und zweiten Motoren/Generatoren.

[0010] Ein Betrieb in einer ersten oder zweiten Betriebsart kann wahlweise erzielt werden, indem Kuppelungen in der Natur von Drehmomentübertragungseinrichtungen verwendet werden. In einer Betriebsart, der Betriebsart mit Eingang-Aufteilung (Input-Split Mode), ist die Abtriebsdrehzahl des Getriebes proportional zu der Drehzahl von einem Motor/Generator, und in der zweiten Betriebsart, nämlich der Betriebsart mit Verbund-Aufteilung (Compound-Split Mode) nimmt die Abtriebsdrehzahl des Getriebes zusammen mit der Drehzahl des anderen Motors/Generators zu.

[0011] Bei manchen Ausführungsformen des variablen Parallel-Hybrid-Elektrogetriebes mit zwei Betriebsarten „Eingang-Aufteilung“ und „Verbund-Aufteilung“ wird ein Planetenradsatz selektiv zur Drehmomentvervielfachung angewandt. Zusätzlich können manche Ausführungsformen drei Drehmomentübertragungseinrichtungen benutzen - zwei, um die gewünschte Betriebsart des Getriebes auszuwählen, und die dritte, um das Getriebe selektiv von dem Verbrennungsmotor zu trennen. Bei anderen Ausführungsformen können alle drei Drehmomentübertragungen benutzt werden, um die gewünschte Betriebsart für das Getriebe auszuwählen.

[0012] Fachleute werden feststellen, dass ein Getriebesystem, das eine Leistungsaufteilungsanordnung verwendet, Leistung von zwei Quellen erhalten kann. Jedoch umfasst der Stand der Technik keinerlei

praktikable Zahnradschemata mit mehr als drei Betriebsarten mit Verbund-Aufteilung.

[0013] Es wird ein Fahrzeuggetriebe bereitgestellt, das die Merkmale des Anspruchs 1 oder des Anspruchs 9 aufweist.

[0014] Das Getriebe der Erfindung kann mit festen Übersetzungsverhältnissen arbeiten oder kann mit Motoren/Generatoren als die ersten und zweiten Drehmomentübertragungseinrichtungen angewandt werden, um eine große Anzahl von Verhältnisbereichen mit Verbund-Leistungsaufteilung als ein stufenloses Getriebe bereitzustellen. Die Leistung, die von den Motoren/Generatoren im kontinuierlich oder stufenlos verstellbaren Betrieb gefordert wird, wird auf einem kleinen Leistungsbruchteil durch das Getriebe gehalten, während die Übersetzungsverhältnisspreizung breit sein kann. Die Gesamtkapazität oder „Eckleistung“ der Motoren/Generatoren kann auch so niedrig gehalten werden, wie es Differenzialzahnradanordnung in der Praxis zulassen. Da hydraulische Motoren oder elektrische Motoren relativ teuer und ineffizient im Vergleich mit Zahnradanordnungen sind, wird eine Begrenzung ihrer Größe helfen, das Getriebe relativ kostengünstig und effizient zu machen.

[0015] Die Erfindung wird im Folgenden beispielhaft anhand der Zeichnungen beschrieben; in diesen ist:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Fahrzeuggetriebes, das einen erfindungsgemäßen Differenzialzahnradatz umfasst; und

Fig. 2 eine graphische Darstellung der Drehzahlen der Zahnradelemente des Zahnradatzes von **Fig. 1** bei einem beispielhaften Betrieb des Fahrzeuggetriebes.

[0016] In **Fig. 1** ist ein Fahrzeuggetriebe **10** schematisch dargestellt. Das Getriebe **10** umfasst einen Verbund-Differenzial-Ravigneaux-Zahnradatz **14**. Der Zahnradatz **14** umfasst ein erstes Hohlrad **18**, ein zweites Hohlrad **22**, eine Planetenträgeranordnung **26**, die einen ersten Satz Planetenräder **30** und einen zweiten Satz Planetenräder **34** umfasst, die daran drehbar montiert sind, ein erstes Sonnenrad **38** und ein zweites Sonnenrad **42**. Das erste Sonnenrad **38** steht kämmend mit dem ersten Satz Planetenräder **30** in Eingriff. Das zweite Sonnenrad **42** steht kämmend mit dem zweiten Satz Planetenräder **34** in Eingriff. Das erste Hohlrad **18** steht kämmend mit dem ersten Satz Planetenräder **30** in Eingriff, und das zweite Hohlrad **22** steht kämmend mit dem zweiten Satz Planetenräder **34** in Eingriff. Der erste Satz Planetenräder **30** steht kämmend mit dem zweiten Satz Planetenräder **34** in Eingriff.

[0017] Der Differenzialzahnradatz **14** weist fünf Elemente **18, 22, 26, 38, 42** auf einer gemeinsamen Achse A auf und ist derart ausgestaltet, dass die

Drehzahlen von irgendwelchen zweien der Zahnradelemente unabhängig voneinander hergestellt werden können, und die Drehzahlen der anderen drei Zahnradelemente von den Drehzahlen, die für die beiden Zahnradelemente hergestellt sind, abhängig sind. Somit können beispielsweise die Drehgeschwindigkeiten des Planetenträgers **26** und des ersten Sonnenrades **38** unabhängig hergestellt werden, und die Drehgeschwindigkeiten des zweiten Sonnenrades **42**, des ersten Hohlrades **18** und des zweiten Hohlrades **22** sind durch die Drehzahlen des Planetenträgers **26** und des ersten Sonnenrades **38** vorgegeben. Ähnlich können die Drehgeschwindigkeiten des Planetenträgers **26** und des zweiten Sonnenrades **42** unabhängig hergestellt werden, und die Drehgeschwindigkeiten des ersten Sonnenrades **38**, des ersten Hohlrades **18** und des zweiten Hohlrades **22** sind durch die Drehzahlen des Planetenträgers **26** und des zweiten Sonnenrades **42** vorgegeben.

[0018] Eine Antriebswelle **46** ist wirksam mit der Planetenträgeranordnung **26** verbunden. Eine erste Drehmomentübertragungseinrichtung **50** verbindet wirksam das erste Sonnenrad **38** und ein feststehendes Element, wie etwa das Getriebegehäuse **54**. Eine zweite Drehmomentübertragungseinrichtung **58** verbindet wirksam das zweite Sonnenrad **42** und das Getriebegehäuse **54**. Die erste und die zweite Drehmomentübertragungseinrichtung **50**, **58** können Reibungsbremsen, elektrische Motoren/Generatoren, hydraulische Motoren/Pumpen usw. innerhalb des Umfangs der beanspruchten Erfindung sein. In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Drehmomentübertragungseinrichtungen **50**, **58** elektrische Motoren, die jeweils einen Stator **62**, der starr mit dem Gehäuse **54** verbunden ist, und einen Rotor **66**, der starr an einem der Sonnenräder **38**, **42** zur Drehung mit diesem befestigt ist, aufweisen. Der Rotor **66** der ersten Drehmomentübertragungseinrichtung **50** ist an dem Sonnenrad **38** über eine Hülse **70** um die Antriebswelle **46** herum befestigt. Der Rotor **66** der zweiten Drehmomentübertragungseinrichtung **58** ist an dem Sonnenrad **42** über eine Hülse **74** um die Antriebswelle **46** herum befestigt.

[0019] Das Getriebe **10** umfasst zwei Abtriebsselemente, nämlich eine erste Vorgelegewelle **78** und eine zweite Vorgelegewelle **80**, die wirksam mit dem Zahnradsatz **14** verbunden sind und zwei Leistungswege definieren, durch die Leistung zu einer Abtriebswelle **76** fließen kann. Die erste Vorgelegewelle **78** ist wirksam mit dem ersten Hohlrad **18** verbunden, um durch dieses angetrieben zu werden. Genauer ist die erste Vorgelegewelle starr mit dem Zahnrad **82** verbunden, das kämmend mit dem Zahnradelement **84** in Eingriff steht. Das Zahnradelement **84** ist starr mit dem ersten Hohlrad **18** zur Drehung mit diesem verbunden. Ähnlich ist die zweite Vorgelegewelle **80** wirksam mit dem zweiten Hohlrad **22** verbunden, um durch dieses angetrieben zu werden. Im Besonderen

ist die zweite Vorgelegewelle **80** starr mit dem Zahnrad **90** verbunden, das kämmend mit dem Zahnradelement **92** in Eingriff steht. Das Zahnradelement **92** ist starr mit dem zweiten Hohlrad **22** zur Drehung mit diesem verbunden.

[0020] Zwei Zahnradelemente **100**, **104** sind mit der Abtriebswelle **76** zur Drehung mit dieser verbunden. Die Vorgelegewelle **78** weist ein drehbar darauf gelagertes Zahnradelement **108** auf, das kämmend mit dem Zahnradelement **100** in Eingriff steht. Die Vorgelegewelle **78** weist auch ein drehbar darauf gelagertes Zahnradelement **112** auf, das kämmend mit dem Zahnradelement **104** in Eingriff steht. Eine Kupplung, wie etwa eine Klauenkupplung oder Synchronisierungsanordnung **116** ist mit der Vorgelegewelle **78** verbunden und derart ausgestaltet, dass sie selektiv die Vorgelegewelle **78** mit der Abtriebswelle **76** über das Zahnrad **108** oder das Zahnrad **112** wirksam verbindet. Genauer ist die Synchronisierungsanordnung **116** derart ausgestaltet, dass sie selektiv eine Antriebsverbindung zwischen dem Zahnrad **108** und der Vorgelegewelle **78** herstellt. Die Synchronisierungsanordnung **116** ist ebenfalls derart ausgestaltet, dass sie selektiv eine Antriebsverbindung zwischen dem Zahnrad **112** und der Vorgelegewelle **78** herstellt. Die Synchronisierungsanordnung **116** zeichnet sich auch durch eine neutrale Stellung aus, so dass weder das Zahnrad **108** noch das Zahnrad **112** mit der Vorgelegewelle **78** in Antriebsverbindung steht.

[0021] Ähnlich weist die Vorgelegewelle **80** ein drehbar darauf gelagertes Zahnradelement **120** auf, das kämmend mit dem Zahnradelement **100** in Eingriff steht. Die Vorgelegewelle **80** weist auch ein drehbar darauf gelagertes Zahnradelement **124** auf, das kämmend mit dem Zahnradelement **104** in Eingriff steht. Eine Kupplung, wie eine Synchronisierungsanordnung **128**, ist mit der Vorgelegewelle **80** verbunden und derart ausgestaltet, dass sie selektiv die Vorgelegewelle **80** mit der Abtriebswelle **76** über das Zahnrad **120** oder das Zahnrad **124** wirksam verbindet. Genauer ist die Synchronisierungsanordnung **128** derart ausgestaltet, dass sie selektiv eine Antriebsverbindung zwischen dem Zahnrad **120** und der Vorgelegewelle **80** herstellt. Die Synchronisierungsanordnung **128** ist auch derart ausgestaltet, dass sie selektiv eine Antriebsverbindung zwischen dem Zahnrad **124** und der Vorgelegewelle **80** herstellt. Die Synchronisierungsanordnung **128** zeichnet sich auch durch eine neutrale Stellung aus, so dass weder das Zahnrad **120** noch das Zahnrad **124** mit der Vorgelegewelle **80** in Antriebsverbindung steht.

[0022] Wenn das Zahnradelement **108** mit der Vorgelegewelle **78** in Antriebsverbindung steht, ist ein erstes Drehzahlverhältnis zwischen der Vorgelegewelle **78** und der Abtriebswelle **76** hergestellt. Wenn das Zahnradelement **112** mit der Vorgelegewelle **78** in Antriebsverbindung steht, ist ein zweites Dreh-

zahlverhältnis zwischen der Vorgelegewelle **78** und der Abtriebswelle **76** hergestellt. Wenn ähnlich das Zahnradelement **120** mit der Vorgelegewelle **80** in Antriebsverbindung steht, ist ein erstes Drehzahlverhältnis zwischen der Vorgelegewelle **80** und der Abtriebswelle **76** hergestellt. Wenn das Zahnradelement **124** mit der Vorgelegewelle **80** in Antriebsverbindung steht, ist ein zweites Drehzahlverhältnis zwischen der Vorgelegewelle **80** und der Abtriebswelle **76** hergestellt. Es ist anzumerken, dass die erste Vorgelegewelle **78** und die zweite Vorgelegewelle **80** gleichzeitig wirksam mit der Abtriebswelle **76** verbunden sein können, so dass beide Vorgelegewellen Leistung auf die Abtriebswelle übertragen.

[0023] Somit zeichnet sich das Getriebe **10** von **Fig. 1** durch zwei feste Zahnradübersetzungsverhältnisse aus, wie das erste und das fünfte Drehzahlverhältnis, bei denen Leistung auf die Abtriebswelle durch nur eine der Vorgelegewellen übertragen wird. Das Getriebe **10** zeichnet sich auch durch drei feste Zahnradübersetzungsverhältnisse aus, wobei beide Vorgelegewellen wirksam mit der Abtriebswelle verbunden sind, wie etwa das zweite, das dritte und das vierte Drehzahlverhältnis. Die Antriebswelle **46** kann auch selektiv direkt mit der Abtriebswelle **76** über eine Direktantriebskupplung **130** in Eingriff gebracht werden, um die Vorgelegewellen für ein zusätzliches festes Zahnradübersetzungsverhältnis, wie etwa das sechste Drehzahlverhältnis, zu umgehen.

[0024] Die Drehmomentübertragungseinrichtungen **50**, **58** steuern selektiv die Drehgeschwindigkeit der Sonnenräder **38**, **42**. Unterschiedliche Drehzahlverhältnisse zwischen der Antriebswelle **46**, der ersten Vorgelegewelle **78** und der zweiten Vorgelegewelle **80** werden durch selektiven Eingriff der Drehmomentübertragungseinrichtungen **50**, **58** und eine entsprechende Steuerung der Sonnenraddrehzahl hergestellt. Beispielsweise wenn die Drehmomentübertragungseinrichtung **50** in Eingriff steht, um zu verhindern, dass das Sonnenrad **38** rotiert, rotieren das Hohlrad **18** und die Vorgelegewelle **78** langsamer als das Hohlrad **22** bzw. die Vorgelegewelle **80** mit einer konstanten Drehzahl der Antriebswelle. Wenn die Drehmomentübertragungseinrichtung **58** verhindert, dass das Sonnenrad **42** rotiert, rotieren das Hohlrad **22** und die Vorgelegewelle **80** langsamer als das Hohlrad **18** bzw. die Vorgelegewelle **78** mit einer konstanten Drehzahl der Antriebswelle. Somit stellt ein selektives Einrücken der Drehmomentübertragungseinrichtungen **50**, **58** einen besonderen Satz von Drehzahlverhältnissen zwischen den Elementen des Zahnradsatzes **14** und entsprechend einen Satz von Drehzahlverhältnissen zwischen der Vorgelegewelle **78** und der Vorgelegewelle **80** her.

[0025] Wenn die Drehmomentübertragungseinrichtungen **50**, **58** Reibungsbremsen oder feststehende Kupplungen sind, kann ein Schalten des Getrie-

bes **10** bewerkstelligt werden, indem eines der Vorgelegewellenzahnrad getrennt wird, die Drehmomentübertragungseinrichtung **58** außer Eingriff gebracht wird, während die Drehmomentübertragungseinrichtung **50** in Eingriff gebracht wird, und die freie Vorgelegewelle mit einem Zahnrad verbunden wird, das mit einem neuen arbeitenden Übersetzungsverhältnis synchronisiert ist. Um in den nächsthöchsten Gang zu schalten, wird das Zahnrad auf der Vorgelegewelle **78** von der Vorgelegewelle **78** entkoppelt. Die Drehmomentübertragungseinrichtung **50** wird in Eingriff gebracht, während die Drehmomentübertragungseinrichtung **58** außer Eingriff gebracht wird. Die Drehzahl der Vorgelegewelle **78** fällt ab, so dass die Drehzahl der Vorgelegewelle **78** kleiner ist als die Drehzahl der Vorgelegewelle **80**. Für eine feste Drehzahl der Abtriebswelle nimmt auch die Drehzahl der Antriebswelle ab. Wenn die Drehmomentübertragungseinrichtung **50** vollständig in Eingriff steht, kann ein anderes Zahnrad auf der Vorgelegewelle **78** mit einem kleineren Drehzahlverhältnis zwischen sich selbst und der Abtriebswelle, einem „höheren Gang“, das notwendige Übersetzungsverhältnis aufweisen, um mit der Vorgelegewelle **78** gekoppelt zu werden, wodurch ein Hochschalten abgeschlossen wird.

[0026] Beispielsweise könnten die Zahnräder auf den Vorgelegewellen **78**, **80**, die vor dem Schalten in Gebrauch waren, jene mit den höchsten und zweithöchsten Übersetzungsverhältnissen mit der Abtriebswelle gewesen sein. Normalerweise würden jene in einer Doppel-Vorgelegewellen- oder Doppel-Nebenwellengetriebe als „erste“ und „zweite“ gedacht sein. Stattdessen treibt der Zahnradsatz **14** die Vorgelegewelle **78** schneller und die Vorgelegewelle **80** langsamer an, so dass beide Zahnradelemente zusammenarbeiten können, um durch das Getriebe den tatsächlichen „zweiten“ Gang zu bilden. Während des Schaltens transportiert die Vorgelegewelle **80** die Last durch das Getriebe und behält eine konstante Drehzahl, während die Vorgelegewelle **78** die Drehzahl und den Gang von dem was man normalerweise als „ersten“ bezeichnen würde, zu dem „dritten“ wechselt. Nach dem Schalten treibt der Zahnradsatz **14** die Vorgelegewelle **78** langsamer an als die Vorgelegewelle **80**, und die Antriebsdrehzahl ist niedriger, wodurch durch das Getriebe der „dritte“ Gang gebildet wird.

[0027] Während bei einer bevorzugten Ausführungsform die Vorgelegewellen **78**, **80** als Abtriebs-elemente angewandt werden, werden Fachleute eine Vielfalt von unterschiedlichen Abtriebs-element-ausgestaltungen erkennen, die innerhalb des Umfangs der Erfindung angewandt werden können, um doppelte Leistungswege von dem Zahnradsatz **14** zu einer Abtriebswelle **76** zu bilden. Beispielsweise können Elemente eines zweiten Planetenradsatzes wirksam mit den ersten und zweiten Hohlrädern ver-

bunden werden und selektiv über Kupplungen mit einer Abtriebswelle in Eingriff gebracht werden. Darüber hinaus werden Fachleute erkennen, dass es erwünscht sein kann, zusätzliche Zahnräder zu der Vorgelegewelle und der Abtriebswelle hinzuzufügen, um die Anzahl von Drehzahlverhältnissen, die zwischen den Vorgelegewellen und der Abtriebswelle verfügbar sind, zu erhöhen.

[0028] In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das Getriebe **10** auch eine Energiespeichereinrichtung, wie etwa eine Batterie **132**, die über leitende Drähte **134** mit den Motoren der Drehmomentübertragungseinrichtungen **50**, **58** verbunden sind, um von diesen Leistung zu empfangen und diese Leistung zuzuführen. Ein Controller **136** ist wirksam mit der Batterie und den Motoren verbunden, um den Leistungsfluss dazwischen zu regulieren. Dadurch ist ein Hybridgetriebe gebildet. Wenn die Drehmomentübertragungseinrichtungen **50**, **58** hydraulische Pumpen oder elektrische Generatoren sind, können sie indefinit Drehmoment aufbringen, selbst wenn ihre Wellen rotieren. Somit können die oben beschriebenen Schaltvorgänge in Betriebsbereiche mit Verbund-Leistungsaufteilung umgeformt werden. Das heißt, das Bremsdrehmoment und die Drehzahl, die durch eine der Drehmomentübertragungseinrichtungen aufgebracht werden, um das Zahnrad element gemäß einer der Vorgelegewellen langsamer als den Antrieb umlaufen zu lassen, kann in Leistung umgeformt werden, die von der anderen Drehmomentübertragungseinrichtung verwendet wird, um das Element, das der anderen Vorgelegewelle entspricht, schneller als den Antrieb umlaufen zu lassen.

[0029] Wenn die Drehmomentübertragungseinrichtungen **50**, **58** Motoren sind oder Motoren umfassen, kann das Getriebe **10** als CVT betrieben werden, indem Leistung mit einem Motor aufgenommen und sie in dem anderen Motor verwendet wird. Das Getriebe **10** von **Fig. 1** ist zu vier stufenlos verstellbaren Bereichen oder Betriebsarten in der Lage. Jeder CVT-Bereich oder jede CVT-Betriebsart wird abgedeckt, wenn die Drehzahl von einer Drehmomentübertragungseinrichtung verringert und die Drehzahl der anderen erhöht wird. Somit entspricht jede CVT-Betriebsart einem Teil des Schaltvorganges des oben beschriebenen Getriebes mit festem Drehzahlverhältnis. Übergänge zwischen aufeinanderfolgenden Betriebsarten oder Bereichen treten auf, wenn das Vorgelegewellengetriebe selektiv in Eingriff und außer Eingriff gebracht wird.

[0030] Beispielsweise könnte der Motor **58** das Sonnenrad **42** auf einer Drehzahl von Null halten, und die Vorgelegewelle **80** könnte die Last durch das Getriebe mittels des Vorgelegewellenzahnades **120** und des Abtriebszahnades **100** transportieren. Das Drehzahlverhältnis durch das Getriebe könnte dann bei der Drehzahl des „ersten Gangs“ liegen. Der an-

dere Motor **50** würde sich schnell drehen und könnte elektrische Leistung erzeugen, um den stationären Motor **58** zu versorgen. Um das Drehzahlverhältnis des Getriebes gleichmäßig und kontinuierlich von der Drehzahl des „ersten Gangs“ zu der Drehzahl des „zweiten Gangs“ zu ändern, würde die Drehzahl des feststehenden Motors **58** gleichmäßig und kontinuierlich zunehmen und die Drehzahl des anderen Motors **50** würde gleichmäßig und kontinuierlich auf eine Drehzahl von Null abnehmen.

[0031] **Fig. 2** zeigt einen beispielhaften Betrieb des Getriebes **10** als CVT. Drehgeschwindigkeiten der Elemente des Zahnradsatzes **14** sind in Bezug auf die Drehzahl der Abtriebswelle dargestellt. Somit stellt der Graph von links nach rechts die Beschleunigung der Fahrzeuggeschwindigkeit dar. Nach den **Fig. 1** und **Fig. 2** wird die Drehzahl der Antriebswelle **46** und dementsprechend die Drehzahl des Planetenträgers **26**, die durch Linie **144** in **Fig. 2** dargestellt ist, konstant gehalten. In einem ersten Bereich oder einer ersten Betriebsart **146** des CVT-Betriebes, d.h. vor einer vorbestimmten Drehzahl **148** der Abtriebswelle, bewirkt der Controller **136**, dass die Drehzahl des ersten Motors **50** und dementsprechend die Drehzahl des ersten Sonnenrades **38**, die durch Linie **152** in **Fig. 2** dargestellt ist, mit einem hohen Wert beginnt und mit zunehmender Drehzahl der Abtriebswelle abnimmt. Gleichzeitig beginnt die Drehzahl des zweiten Motors **58** und dementsprechend die Drehzahl des zweiten Sonnenrades **42**, die durch Linie **156** dargestellt ist, bei einem niedrigen Wert und nimmt mit zunehmender Drehzahl der Abtriebswelle zu. Die Drehzahl des ersten Hohlrades **18**, die durch die Linie **160** dargestellt ist, und dementsprechend die Drehzahl der ersten Vorgelegewelle **78**, steigt proportional mit der Drehzahl der Abtriebswelle an, während die Drehzahl des zweiten Hohlrades **22**, die durch die Linie **164** in **Fig. 2** dargestellt ist, und dementsprechend die Drehzahl der zweiten Vorgelegewelle **80**, proportional mit der Drehzahl der Abtriebswelle abnimmt. Die Synchronisiereinrichtung **116** steht in Eingriff, um das Zahnrad **108** wirksam mit der ersten Vorgelegewelle **78** zu verbinden, so dass die Abtriebswelle **76** des Getriebes mit dem ersten Hohlrad **18** über die erste Vorgelegewelle **78** verbunden ist.

[0032] Bei der Drehzahl **148** der Abtriebswelle wird das Getriebe von dem ersten CVT-Bereich oder der ersten CVT-Betriebsart **146** in den zweiten CVT-Bereich oder die zweite CVT-Betriebsart **168** geschaltet, indem die Synchronisiereinrichtung **128** in Eingriff gebracht wird, um das Zahnrad **120** wirksam mit der zweiten Vorgelegewelle **80** zu verbinden, und die Synchronisiereinrichtung **116** gelöst wird, um das Zahnrad **108** von der ersten Vorgelegewelle **78** zu trennen. Diese Änderung trennt das erste Hohlrad **18** von der Abtriebswelle **76** und verbindet das zweite Hohlrad **22** mit der Abtriebswelle **76**. Danach nimmt die Drehzahl des zweiten Motors **58** und dementspre-

chend die Drehzahl des zweiten Sonnenrades **42** mit zunehmender Drehzahl der Abtriebswelle ab, während die Drehzahl des ersten Motors **50** und des ersten Sonnenrades **38** ansteigt. Gleichzeitig nimmt die Drehzahl des ersten Hohlrades **18** mit zunehmender Drehzahl der Abtriebswelle ab, und die Drehzahl des zweiten Hohlrades **22** und dementsprechend die Drehzahl der zweiten Vorgelegewelle **80** steigt proportional mit der Drehzahl der Abtriebswelle an.

[0033] Ein dritter Bereich oder eine dritte Betriebsart des CVT-Betriebes kann danach hergestellt werden, indem die Synchronisiereinrichtung **128** außer Eingriff gebracht wird, um das Zahnrad **120** von der zweiten Vorgelegewelle **80** zu trennen, und die Synchronisiereinrichtung **116** in Eingriff gebracht wird, um das Zahnrad **112** mit der ersten Vorgelegewelle zu verbinden. Die Motordrehzahlen würden sich dann wie in dem ersten Bereich oder der ersten Betriebsart des CVT-Betriebes verhalten, wobei die Drehzahlen des ersten Motors **50** und des ersten Sonnenrades **38** absteigen und die Drehzahlen des zweiten Motors und des zweiten Sonnenrades ansteigen. Auf die gleiche Weise kann ein vierter Bereich oder eine vierte Betriebsart des CVT-Betriebes im Anschluss an den dritten Bereich oder die dritte Betriebsart hergestellt werden, indem das Zahnrad **112** von der ersten Vorgelegewelle **78** gelöst wird, das Zahnrad **124** wirksam mit der zweiten Vorgelegewelle **80** verbunden wird, und bewirkt wird, dass die Drehzahl des ersten Motors und des ersten Sonnenrades **38** mit der Drehzahl der Abtriebswelle ansteigt, und bewirkt wird, dass die Drehzahl des zweiten Motors und des zweiten Sonnenrades **42** mit zunehmender Drehzahl der Abtriebswelle absteigt.

[0034] Somit kann dieselbe Getriebezahnradanordnung, Verbund-Planetenradanordnung und Doppel-Vorgelegewellen-Zahnradanordnung in sowohl Stufengetrieben als auch stufenlosen Getrieben nützlich sein, und tatsächlich kann ein Getriebe derart konstruiert werden, so dass es auf beiden Wegen effektiv arbeitet. Wenn die Drehmomentübertragungseinrichtungen **50**, **58** Motoren und Reibungsbremsen umfassen, kann dann das Getriebe in der Praxis als Stufengetriebe, CVT oder eine Kombination der beiden betrieben werden.

[0035] Zusammengefasst umfasst ein Fahrzeuggetriebe einen Differenzialzahnradatz mit fünf coaxialen Zahnradelementen und zwei Abtriebselementen. Zwei der Zahnradelemente sind über Drehmomentübertragungseinrichtungen, wie etwa Reibungsbremsen oder Elektromotoren steuerbar, um eine Vielzahl von Drehzahlverhältnissen zwischen der Antriebswelle und den beiden Abtriebselementen herzustellen. Die beiden Abtriebselemente sind selektiv wirksam mit einer Abtriebswelle über eine Zahnradanordnung verbindbar, die eine Vielzahl von Drehzahlverhältnissen zwischen den Abtriebselementen und

der Abtriebswelle zulässt. Wenn die Drehmomentübertragungseinrichtungen elektrische Motoren oder hydraulische Pumpen sind, ist dann ein stufenlos verstellbares Drehzahlverhältnis zwischen der Antriebswelle und der Abtriebswelle erzielbar. Die Vielzahl von Drehzahlverhältnissen zwischen den beiden Abtriebselementen und der Abtriebswelle ermöglicht eine Vielzahl von Betriebsarten mit Verbund-Aufteilung, wodurch kleinere und weniger leistungsstarke Motoren oder Pumpen im Vergleich mit dem Stand der Technik eingesetzt werden können.

Patentansprüche

1. Fahrzeuggetriebe, umfassend:
 ein feststehendes Element (54),
 einen Differenzialzahnradatz (14) mit einem ersten, zweiten, dritten, vierten und fünften coaxialen Zahnradelement (18, 22, 26, 38, 42), die wirksam miteinander verbunden sind,
 eine Antriebswelle (46), die wirksam mit dem ersten Zahnradelement (26) verbunden ist,
 eine erste selektiv in Eingriff bringbare Drehmomentübertragungseinrichtung (50), die an dem feststehenden Element (54) montiert und wirksam mit dem zweiten Zahnradelement (38) verbunden ist,
 eine zweite selektiv in Eingriff bringbare Drehmomentübertragungseinrichtung (58), die an dem feststehenden Element (54) montiert und wirksam mit dem dritten Zahnradelement (42) verbunden ist,
 ein erstes Abtriebselement (78), das wirksam mit dem vierten Zahnradelement (18) verbunden ist,
 ein zweites Abtriebselement (80), das wirksam mit dem fünften Zahnradelement (22) verbunden ist,
 eine Abtriebswelle (76),
 eine dritte Drehmomentübertragungseinrichtung (116), die selektiv in Eingriff bringbar ist, um das erste Abtriebselement (78) wirksam mit der Abtriebswelle (76) zu verbinden, und eine vierte Drehmomentübertragungseinrichtung (128), die selektiv in Eingriff bringbar ist, um das zweite Abtriebselement (80) wirksam mit der Abtriebswelle (76) zu verbinden, wobei der Differenzialzahnradatz (14) derart ausgestaltet ist, dass die Drehgeschwindigkeiten von zweien der Zahnradelemente unabhängig hergestellt werden können und die Drehgeschwindigkeiten der anderen drei Zahnradelemente bestimmen;
dadurch gekennzeichnet,
 dass das erste Abtriebselement (78) eine erste Vorgelegewelle umfasst;
 dass das zweite Abtriebselement (80) eine zweite Vorgelegewelle umfasst; und
 dass ein sechstes Zahnradelement (100) und ein siebtes Zahnradelement (104), die wirksam mit der Abtriebswelle (76) zur Rotation mit dieser verbunden sind, ein achttes Zahnradelement (108) und ein neuntes Zahnradelement (112), die wirksam mit dem sechsten bzw. siebten Zahnradelement verbunden sind und selektiv wirksam mit der ersten Vorgelegewelle (78) verbindbar sind, und ein zehntes und ein

elftes Zahnradenelement (120, 124) vorgesehen sind, die wirksam mit dem sechsten bzw. siebten Zahnradenelement verbunden sind und selektiv wirksam mit der zweiten Vorgelegewelle (86) verbindbar sind.

2. Getriebe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Drehzahlverhältnis zwischen der ersten und der zweiten Vorgelegewelle (78, 80) selektiv veränderbar ist, indem selektiv die dritte und die vierte Drehmomentübertragungseinrichtung (116, 128) in Eingriff gebracht werden, um die Drehgeschwindigkeit des zweiten bzw. dritten Zahnradenelementes (38, 42) zu steuern.

3. Getriebe nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein erstes Drehzahlverhältnis zwischen der ersten Vorgelegewelle (78) und der Abtriebswelle (76) hergestellt ist, wenn das achte Zahnradenelement (108) wirksam mit der ersten Vorgelegewelle (78) verbunden ist, wobei ein zweites Drehzahlverhältnis, das sich von dem ersten Drehzahlverhältnis unterscheidet, zwischen der ersten Vorgelegewelle (78) und der Abtriebswelle (76) hergestellt ist, wenn das neunte Zahnradenelement (112) wirksam mit der ersten Vorgelegewelle (78) verbunden ist, wobei ein drittes Drehzahlverhältnis zwischen der zweiten Vorgelegewelle (80) und der Abtriebswelle (76) hergestellt ist, wenn das zehnte Zahnradenelement (120) wirksam mit der zweiten Vorgelegewelle (80) verbunden ist, und wobei ein viertes Drehzahlverhältnis, das sich von dem dritten Drehzahlverhältnis unterscheidet, zwischen der Abtriebswelle (76) und der zweiten Vorgelegewelle (80) hergestellt ist, wenn das elfte Zahnradenelement (124) wirksam mit der zweiten Vorgelegewelle (80) verbunden ist.

4. Getriebe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Differenzialzahnradatz (14) einen Planetenträger (26), ein erstes Sonnenrad (38), ein zweites Sonnenrad (42), ein erstes Hohlrad (18) und ein zweites Hohlrad (22) umfasst, wobei der Planetenträger (26) mit einem ersten Satz Planetenräder (30) ausgestattet ist, die mit dem ersten Sonnenrad (38) und dem ersten Hohlrad (18) kämmen, und einem zweiten Satz Planetenräder (34), die mit dem zweiten Sonnenrad (42) und dem zweiten Hohlrad (22) kämmen, und wobei der erste Satz Planetenräder (30) mit dem zweiten Satz Planetenräder (34) kämmt.

5. Getriebe nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Zahnradenelement der Planetenträger (26) ist, das zweite Zahnradenelement eines der Sonnenräder (38, 42) ist, und das dritte Zahnradenelement das andere der Sonnenräder (38, 42) ist, das vierte Zahnradenelement eines der Hohlräder (18, 22) ist, und das fünfte Zahnradenelement das andere der Hohlräder (18, 22) ist.

6. Getriebe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Drehmomentübertragungseinrichtung (50) und die zweite Drehmomentübertragungseinrichtung (58) elektrische Motoren/Generatoren sind.

7. Getriebe nach Anspruch 6, **gekennzeichnet durch**

eine Energiespeichereinrichtung (132) zur Aufnahme von Leistung von und zum Zuführen von Leistung zu der ersten und der zweiten Drehmomentübertragungseinrichtung (50, 58), und einen Controller (136) zum Regulieren des Leistungsflusses zwischen der Energiespeichereinrichtung (132) und der ersten und der zweiten Drehmomentübertragungseinrichtung (50, 58).

8. Getriebe nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** eine fünfte Drehmomentübertragungseinrichtung (130), die selektiv in Eingriff bringbar ist, um eine direkte Antriebsverbindung zwischen der Abtriebswelle (46) und der Abtriebswelle (76) herzustellen.

9. Fahrzeuggetriebe, umfassend:

ein feststehendes Element (54),
einen Differenzialzahnradatz (14), der einen Planetenträger (26), ein erstes Sonnenrad (38), ein zweites Sonnenrad (42), ein erstes Hohlrad (18) und ein zweites Hohlrad (22) aufweist, wobei der Planetenträger (26) mit einem ersten Satz Planetenräder (30) ausgestattet ist, die mit dem ersten Sonnenrad (38) und dem ersten Hohlrad (18) kämmen, und einem zweiten Satz Planetenräder (34), die mit dem zweiten Sonnenrad (42) und dem zweiten Hohlrad (22) kämmen, und wobei der erste Satz Planetenräder (30) mit dem zweiten Satz Planetenräder (34) kämmt,
eine Abtriebswelle (46), die wirksam mit dem Planetenträger (26) verbunden ist,
einen ersten elektrischen Motor/Generator (50), der an dem feststehenden Element (54) montiert und wirksam mit dem ersten Sonnenrad (38) verbunden ist,
einen zweiten elektrischen Motor/Generator (58), der an dem feststehenden Element (54) montiert und wirksam mit dem zweiten Sonnenrad (42) verbunden ist,
eine Abtriebswelle (76),
ein erstes Abtriebsselement (78), das wirksam mit dem ersten Hohlrad (18) verbunden ist,
ein zweites Abtriebsselement (80), das wirksam mit dem zweiten Hohlrad (22) verbunden ist,
eine erste Drehmomentübertragungseinrichtung (116), die selektiv in Eingriff bringbar ist, um das erste Abtriebsselement (78) wirksam mit der Abtriebswelle (76) zu verbinden, und eine zweite Drehmomentübertragungseinrichtung (128), die selektiv in Eingriff bringbar ist, um das zweite Abtriebsselement (80) wirksam mit der Abtriebswelle (76) zu verbinden.

10. Getriebe nach Anspruch 9, **gekennzeichnet durch**
eine Energiespeichereinrichtung (132) zur Aufnahme von Leistung von und zum Zuführen von Leistung zu dem ersten und dem zweiten elektrischen Motor/Generator (50, 58), und
einen Controller (136) zum Regulieren des Leistungsflusses zwischen der Energiespeichereinrichtung (132) und dem ersten und dem zweiten Motor/Generator (50, 58).

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

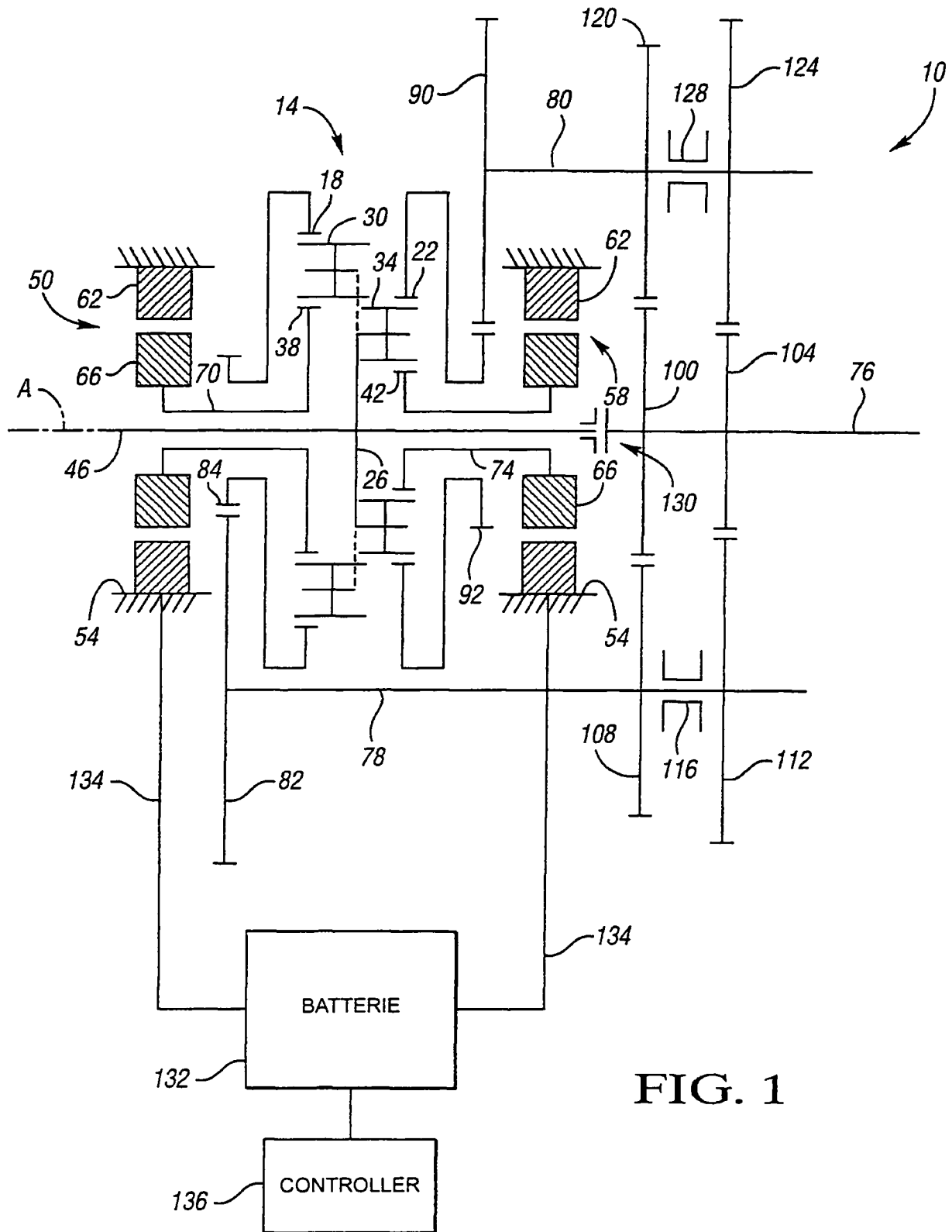


FIG. 1

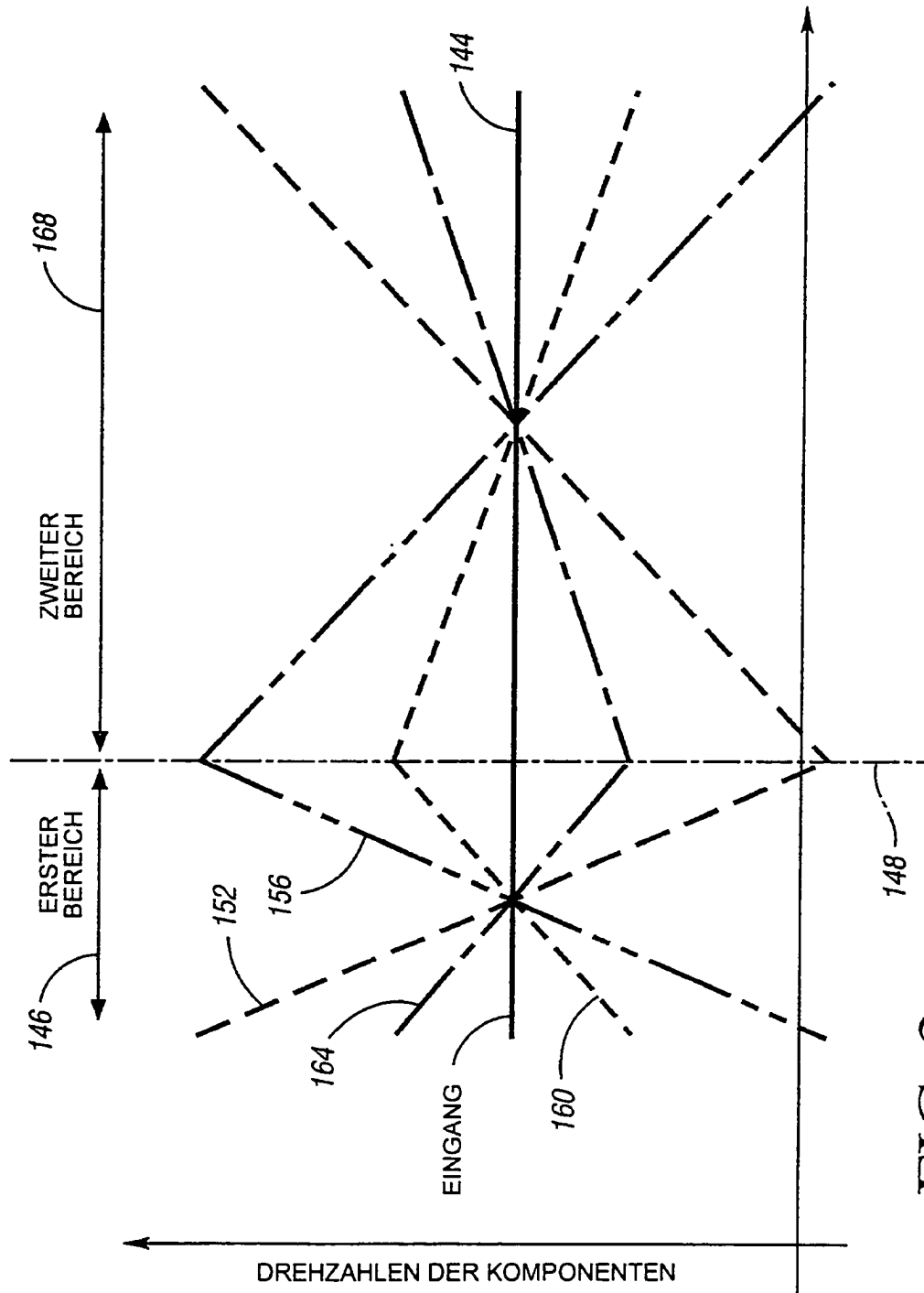


FIG. 2