



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 043 700 A1** 2007.05.31

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 043 700.1**

(22) Anmeldetag: **14.09.2005**

(43) Offenlegungstag: **31.05.2007**

(51) Int Cl.⁸: **F16H 3/12 (2006.01)**
F16H 61/02 (2006.01)

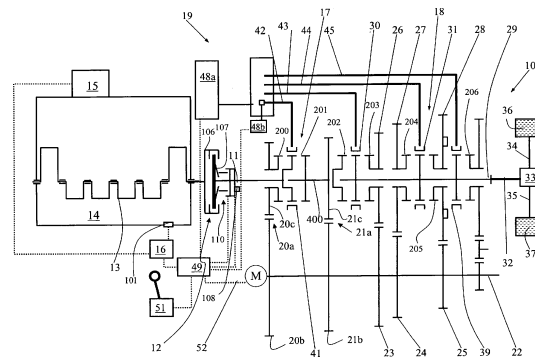
(71) Anmelder:
DaimlerChrysler AG, 70327 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Krieger, Karl-Ludwig, Dr.-Ing., 71397 Leutenbach, DE; Sager, Frank, Dr.-Ing., 70178 Stuttgart, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Schaltklauengetriebe und Schaltverfahren für ein solches**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Kraftfahrzeug - insbesondere Nutzfahrzeug - mit einem Schaltklauengetriebe und einem Elektromotor (M). Um bei der Schaltung im Stand das Zahn-auf-Zahn-Problem zu umgehen, ist die Vorgelegewelle (22) mittels des Elektromotors (M) verdrehbar.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft gemäß dem einteiligen Patentanspruch 1 ein Kraftfahrzeug mit einem Schaltklauengetriebe und gemäß dem einteiligen Patentanspruch 7 ein Schaltverfahren für ein Schaltklauengetriebe eines Kraftfahrzeugs.

[0002] Aus der US 5,560,249 ist ein Gruppengetriebe mit Klauenkupplungen bekannt, bei welchem ein „power synchronizer“ verwendet wird, der einen Elektromotor umfasst. Der Elektromotor treibt über ein Zwischenzahnrad auf eine Vorgelegewelle ab.

[0003] Ferner ist aus der gattungsfremden DE 42 020 83 C2 für ein Hybridfahrzeug ein Fahrzeuggetriebe mit einem reibschlüssigen Synchronisationsmittel und einer Drehstrommaschine bekannt. Die Drehstrommaschine ist mit einer Vorgelegewelle in Wirkverbindung bringbar, so dass dieser als Synchronisation zur Entlastung der reibschlüssigen Synchronisationsmittel eingesetzt werden kann.

[0004] Aus der gattungsfremden EP 1007383 B1 ist ebenfalls ein Antriebsstrang für ein Hybridfahrzeug mit Drehstrommaschine auf der Vorgelegewelle bekannt.

[0005] Aus der gattungsfremden DE 195 30 231 ist ein Hybridantrieb für ein Kraftfahrzeug bekannt, bei welchem ein Verbrennungsmotor und einem Elektromotor als Antrieb Anwendung finden. Der Verbrennungsmotor und der Elektromotor wirken gleichzeitig oder alternierend auf die Antriebswelle oder die Vorgelegewelle eines mit schaltbaren Zahnrädern und mit Synchronkupplungen zum Schalten mehrerer Gänge versehenen Geschwindigkeits-Wechselgetriebes. Zur Erzielung komfortabler Gangwechsel ist der Elektromotor über eine formschlüssige Kupplung mit der Antriebswelle kuppelbar. Diese Kupplung ist beim Einlegen eines Ganges gelöst und anschließend wieder geschlossen. Vor dem Schließen der Kupplung ist der Elektromotor zumindest angenähert auf Synchronlauf relativ zur Antriebswelle gesteuert.

[0006] Ein Elektromotor mit einem Schaltgetriebe ist ferner aus der gattungsfremden DE 198 59 458 A1 bekannt.

[0007] Aus der DE 10224357 A1 ist ein Schaltelement bekannt, bei welchem eine Feder vorgesehen ist, so dass es in dem Fall, dass die Schaltklauenkupplung Zahn-auf-Zahn steht, nicht zu einer Verformung von Bauteilen kommt.

[0008] Gemäß der nicht vorveröffentlichten DE 102005012308.2 wird zur Vermeidung des Zahn-auf-Zahn-Problems eine Kupplung geöffnet.

[0009] Aus der EP 0 873 902 B1 ist ein Schaltver-

fahren für ein Schaltklauengetriebe bekannt, bei welchem eine Drehzahldifferenz an der zu schaltenden Schaltklauenkupplung sichergestellt ist.

[0010] Aufgabe der Erfindung ist es, ein ausfallsicheres Nutzfahrzeuggetriebe zu schaffen.

[0011] Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen von Patentanspruch 1 und Patentanspruch 7 gelöst.

[0012] Nutzfahrzeuggetriebe mit Schaltklauen weisen aufgrund des Verzichts auf reibende Synchronisationsmittel eine hohe Lebensdauer und Zuverlässigkeit auf. Ferner sind Schaltklauen kostengünstiger als Sperrsynchroringe. Die mit dem Verzicht auf Sperrsynchroringe einhergehende Problematik, dass im Extremfall die Schaltverzahnungen der Schaltklauenkupplung Zahn-auf-Zahn stehen könnten, wird erfindungsgemäß sicher umgangen. Dabei stellt der Elektromotor sicher, dass der Anfahrang im Stand des Nutzfahrzeugs und bei niedrigen Geschwindigkeiten schnell eingelegt werden kann. So werden die Losräder und insbesondere das Losrad des einzulegenden Ganges mittels der Vorgelegewelle bzw. des Elektromotors verdreht, so dass es im Stand nicht zur Zahn-auf-Zahn-Problematik kommen kann. Da der in einer vorteilhaften Ausgestaltung sehr dynamische und damit nur relativ klein dimensionierte Elektromotor dabei nicht drehfest mit dem Antriebsmotor verbunden sein kann, kann eine Kupplung im Kraftfluss zwischen der Vorgelegewelle und der Vorgelegewelle geöffnet sein. Diese Kupplung kann beispielsweise die Anfahrkupplung sein. Ferner kann es sich um ein Schaltelement einer Zwischenwelle handeln, mit welchem die Vorgelegewelle im Direktgang entkoppelbar ist, um Schleppverluste der sich im Ölbad drehenden Vorgelegewelle zu verringern. Alternativ oder zusätzlich kann es sich um ein Schaltelement einer Splitgruppe handeln, dass eine Neutralstellung aufweist. Dieses Schaltelement mit Neutralstellung kann beispielsweise in einem Getriebekonzept vorgesehen sein, mit welchem ein Vorwärtsgang über die beiden Eingangskonstanten der Splitgruppe verläuft. Solche Getriebekonzepte mit einem und mit zwei von der Zwischenwelle entkoppelbaren Eingangskonstanten sind beispielsweise in den nicht vorveröffentlichten Anmeldungen PCT/EP2005/006449, DE 102005032224.7 und DE 102005033027.4 dargestellt.

[0013] In einer besonders vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird auch beim Gangwechsel in der Fahrt das Zahn-auf-Zahn-Problem ausgeschlossen. Dazu ändert der Elektromotor die Vorgelegewellendrehzahl, so dass bis zum formschlüssigen Eingriff der Verzahnungen eine geringe Drehzahldifferenz zwischen dem Losrad des einzurückenden Zielganges und der Schaltverzahnung an der Schiebemuffe der zugehörige Welle verbleibt. Somit kann dieser Elektromotor zum Hoch- und Rückschalten

sowohl abbremmend als auch beschleunigend betrieben werden. Dabei sind mehrere verschiedene Gänge der Hauptgruppe synchronisierbar, so dass der Elektromotor eine Zentralsynchronisierung bildet. Dieser Elektromotor muss nicht zwangsläufig auch für den alleinigen Antrieb des Nutzfahrzeuges geeignet sein, da ein so groß dimensionierter Elektromotor sehr träge ist. Ein solch träger Elektromotor könnte nicht die hohen dynamischen Anforderungen erfüllen, die ein Elektromotor erfüllen muss, um die Vorgelegewelle für komfortable und schnelle Gangwechsel schnell zu beschleunigen bzw. abzubremmen. Insbesondere beim Fahren eines schwer beladenen Nutzfahrzeuges an einer Ansteigung sind jedoch schnelle Gangwechsel von Vorteil.

[0014] Die erfindungsgemäße Verwendung von Schaltklauen bezieht sich primär auf die Schaltkupplungen in der Hauptgruppe. Eine eventuell zusätzliche Rangegruppe kann

- a) sowohl als Planetengetriebe mit einer Klauenkupplung,
- b) als auch als Stirnradgetriebe mit einer Klauenkupplung,
- c) als auch als Stirnradgetriebe mit reibschlüssigen Synchronisationsmitteln

ausgeführt sein. Ein solches unter c) aufgeführtes Getriebe mit Klauenkupplungen in der Hauptgruppe und reibschlüssige Synchronisationsmitteln in der Rangegruppe ist beispielsweise aus der US 5,560,249 bekannt. Ebenso kann eine möglich Splitgruppe sowohl mit reibschlüssigen Synchronisationsmitteln als auch mit Schaltklauen ausgeführt sein.

[0015] Das Nutzfahrzeug mit Schaltklauengetriebe kann aufgrund des geringen Drehzahlbandes des Antriebsmotors – insbesondere eines Dieselmotors – und der im beladenen Zustand hohen Nutzlast mit einer hohen Anzahl von Gängen – insbesondere mehr als sechs Vorwärtsgängen – ausgeführt sein. Dabei kann das Getriebe als Gruppengetriebe neben einer Hauptgruppe insbesondere eine Splitgruppe und/oder eine Rangegruppe aufweisen.

[0016] In besonders kostengünstiger Weise kann die Vorgelegewelldrehzahl von der Getriebesteuerung mittels der Induktionsgrößen am Elektromotor ermittelt werden. Je größer die Drehzahl der Vorgelegewelle ist, desto größer ist die im Elektromotor induzierte Spannung, wobei ein proportionaler Zusammenhang besteht.

[0017] Eine besonders kostengünstige Ausführungsform des Elektromotors ist der stromrichtergeführte Käfigläufer-Asynchronmotor.

[0018] Der Elektromotor hat gegenüber hydraulischen Stellgliedern – wie beispielsweise einer hydraulischen Getriebebelmellenbremse – den Vorteil,

dass keine Abhängigkeit von der Getriebeöltemperatur auftritt. Gegenüber einer solchen Getriebebelmellenbremse treten auch keine Planschverluste im Getriebeölbad auf, so dass der Gesamtwirkungsgrad des Schaltklauengetriebes verbessert wird und der Kraftstoffverbrauch reduziert wird.

[0019] In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann der Elektromotor im sogenannten „Boost-Betrieb“ die Antriebsleistung des Verbrennungsmotors beispielsweise bei Überholvorgängen unterstützen. Um die zuvor genannten Dynamikanforderungen für komfortable Gangwechsel zu ermöglichen, ist die Leistung des Antriebsmotors jedoch auf eine Unterstützung des Antriebsmotors begrenzt.

[0020] Zwischen der Vorgelegewelle und dem Elektromotor kann eine Kupplung vorgesehen sein. Jedoch bringt der Verzicht auf eine solche Kupplung Vorteile mit sich. So sind bei entsprechend kleiner Dimensionierung des Elektromotors die umlaufenden Massen gegenüber der Vorgelegewelle gering, so dass positive und negative Beschleunigungen der Vorgelegewelle sehr dynamisch erfolgen. Durch den Verzicht auf eine solche Kupplung sind keine zusätzlichen Stellelemente vorhanden, die Dynamikeinbußen mit sich bringen könnten.

[0021] Patentanspruch 14 zeigt eine besonders vorteilhafte Ausführungsform, bei welcher die Drehzahl der Vorgelegewelle mittels des Elektromotors im Gegensatz zu einer reinen Steuerung eingeregelt werden kann. Damit gehen Dynamikvorteile insbesondere gegenüber Reibungsbremsen einher, die wegen ihrer Dynamik nicht für einen geregelten Betrieb taugen.

[0022] In besonders vorteilhafter Weise ist steuerungstechnisch vorgesehen, dass die Vorgelegewelle mittels des Elektromotors sowohl bei stehendem Fahrzeug als auch bei fahrendem Fahrzeug zur Vermeidung einer Zahn-auf-Zahn-Stellung der Schaltklauen verdrehbar ist.

[0023] Weitere Vorteile der Erfindung gehen aus den weiteren Patentansprüchen, der Beschreibung und der Zeichnung vor.

[0024] Die Erfindung ist nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels erläutert.

[0025] Dabei zeigt die einzige Zeichnung schematisch einen kompletten Antriebsstrang **10** eines ansonsten nicht dargestellten Nutzfahrzeuges. Der Antriebsstrang **10** umfasst einen Antriebsmotor **14**, dessen Einspritzsystem **15** von einer Steuerungseinrichtung **16** angesteuert wird. Der Antriebsmotor **14** ist nutzfahrzeugtypisch als aufgeladener Dieselmotor ausgeführt. Dieser Dieselmotor kann beispielsweise

als 6-Zylinder- oder 8-Zylinder-Motor ausgeführt sein.

[0026] Eine Kurbelwelle **13** ist über einen nicht näher dargestellten Kurbelwellenflansch drehfest mit einer Primärhälfte **106** einer trockenen reibschlüssigen Anfahrkupplung **12** verbunden, welche auch die Schwungmasse des Antriebsmotors **14** bildet. Diese Primärhälfte **106** ist reibschlüssig koppelbar mit einer Sekundärhälfte **107** der Anfahrkupplung **12**.

[0027] Die Anfahrkupplung **12** ist axial zwischen der Kurbelwelle **13** und einer Getriebeeingangswelle **11** eines automatisierten synchronringfreien Schaltklauengetriebes **19** angeordnet. Die Anfahrkupplung **12** und das Schaltklauengetriebe **19** werden von einer Getriebesteuerung **49** angesteuert. Die Getriebesteuerung **49** steht in Signalverbindung mit

- einem Stellglied **110** der Anfahrkupplung **12**,
- einem Getriebeeingangswellendrehzahlsensor **108**, mit welchem die Drehzahl einer Getriebeeingangswelle **11** erfassbar ist und
- nicht dargestellten Sensoren der Anfahrkupplung **12** und des Schaltklauengetriebes **19**.

[0028] Damit kann die Getriebesteuerung **49** die Anfahrkupplung **12** öffnen oder schließen und Gangwechsel im Schaltklauengetriebe **19** durchführen. Von dem Getriebeeingangswellendrehzahlsensor **108** wird die Getriebeeingangswellendrehzahl ermittelt und in der Getriebesteuerung **49** abgeleitet.

[0029] Die Getriebesteuerung **49** steht in Signalverbindung mit der Steuerungseinrichtung **16**, wodurch ein Austausch von Daten, beispielsweise von Betriebsgrößen des Antriebsmotors **14** oder des Schaltklauengetriebes **19**, sowie eine Anforderung von Drehzahländerungen des Antriebsmotors **14**, welche dann von der Steuerungseinrichtung **16** umgesetzt werden, möglich sind. Insbesondere kann das Steuergerät **16** die Drehzahl der Kurbelwelle **13** an die Steuerungseinrichtung **49** weitergeben. Diese Drehzahl der Kurbelwelle **13** wird mittels des Drehzahlsensors **101** erfasst. Die Getriebesteuerung **49** ist außerdem mit einer Bedieneinheit **51** verbunden, mittels welcher ein Fahrzeugführer Gangwechsel des Schaltklauengetriebes **19** anfordern kann. Alternativ dazu können Gangwechsel von einem Ursprungs- in einen Zielgang auch in vollautomatisierter Weise von der Getriebesteuerung **49** ausgelöst werden. Die Ermittlung des Zielgangs ist dabei unter anderem von der Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs und einem Betätigungsgrad eines Fahrpedals durch den Fahrzeugführer abhängig.

[0030] Das Schaltklauengetriebe **19** ist als ein sogenanntes Zwei-Gruppen-Getriebe ausgeführt. In einer alternativen Ausgestaltung kann es jedoch auch als Drei-Gruppen-Getriebe ausgeführt sein, wobei sich einer Hauptgruppe **18** eine Rangegruppe anschließt.

[0031] Drehfest verbunden mit der Getriebeeingangswelle **11** ist ein Vorschaltgetriebe in Form einer Splitgruppe **17** angeordnet. Der Splitgruppe **17** nachgeordnet ist die besagte Hauptgruppe **18**. Somit sind bei dem Schaltklauengetriebe **19** axial aufeinander folgend

- die Getriebeeingangswelle **11**,
- eine Zwischenwelle **400** und
- die Hauptwelle **29**

angeordnet. Dabei ist die Zwischenwelle **400** an ihrem einen vorderen axialen Ende in der Getriebeeingangswelle **11** und an ihrem hinteren axialen Ende in der Hauptwelle **29** gelagert.

[0032] Mittels der Splitgruppe **17** kann die Getriebeeingangswelle **11** über zwei verschiedene Zahnradpaarungen **20a**, **21a** mit einer parallel zur Getriebeeingangswelle **11** angeordneten Vorgelegewelle **22** in Wirkverbindung gebracht werden. Dazu umfasst die vordere Zahnradstufe **20a**

- eine Festrad **20b**, welches drehfest und koaxial am vorderen Ende der Vorgelegewelle **22** angeordnet ist und
- ein Losrad **20c**, welches drehbar und koaxial zur Getriebeeingangswelle **11** in der Ebene des Festrades **20b** mit letzterem im verzahnten Eingriff angeordnet ist.

[0033] Die hintere Zahnradstufe **21a** umfasst hingegen

- ein Festrad **21b**, welches drehfest und koaxial auf der Vorgelegewelle **22** hinter dem Festrad **20b** angeordnet ist und
- ein Zahnrad **21c**, welches drehfest und koaxial zur Zwischenwelle **400** in der Ebene des Festrades **21b** mit letzterem im verzahnten Eingriff angeordnet ist.

[0034] Die beiden Zahnradpaarungen **20a**, **21a** weisen eine unterschiedliche Übersetzung auf und werden auch als Eingangskonstanten bezeichnet. Die Übersetzung der jeweiligen Zahnradpaarung **20a**, **21a** wird ausgewählt,

- indem eine Schiebemuffe **41** aus einer Neutralstellung axial nach vorne geschoben wird, um eine drehfeste Verbindung zwischen der Getriebeeingangswelle **11** und dem Losrad **20c** der vorderen Zahnradpaarung **20a** oder
- indem die Schiebemuffe **41** aus der Neutralstellung axial nach hinten geschoben wird, um eine drehfeste Verbindung zwischen der Getriebeeingangswelle **11** und der mittleren Zwischenwelle **400** bzw. dem Zahnrad **21c** herzustellen.

[0035] Auf der Vorgelegewelle **22** sind ferner drehfest Festräder **23**, **24**, **25** für drei verschiedene Übersetzungsverhältnisse der Hauptgruppe **18** angeordnet. Die Festräder **23**, **24**, **25** kämmen jeweils mit zugehörigen Losrädern **26**, **27**, **28**, welche drehbar auf

der koaxial zur Getriebeeingangswelle **11** angeordneten Hauptwelle **29** angeordnet sind. Das Losrad **26** kann mittels einer Schiebemuffe **30** verdrehfest und formschlüssig mit der Hauptwelle **29** verbunden werden. Die Losräder **27** und **28** können hingegen mittels einer Schiebemuffe **31** verdrehfest und formschlüssig mit der Hauptwelle **29** verbunden werden.

[0036] Am vorderen Ende ist die Vorgelegewelle **22** mit dem Rotor eines Elektromotors M gekoppelt, dessen Steuerung so ausgelegt ist, dass der Elektromotor M auch als Generator betreibbar ist. Alternativ kann ein zur Abbremsung der Vorgelegewelle aktiv in die Gegenrichtung betreibbarer Elektromotor Einsatz finden. Der Elektromotor M ist dabei als stromrichtergeführter Käfigläufer-Asynchronmotor ausgeführt und weist einen nicht näher dargestellten Umrichter auf. Ein Vorteil der Verwendung eines Käfigläufers liegt in der fehlenden Kommutierung. Alternativ kann ein bürstenloser Gleichstrommotor mit permanent erregtem Rotor Einsatz finden. Der Verzicht auf Bürsten bringt bei den hohen an Lastkraftwagen gestellten Anforderungen an Laufzeit und Wartungsfreiheit Vorteile mit sich. Zusätzlich zum Verbrennungsmotor kann – beispielsweise zur Spitzenlastabdeckung bei Überholvorgängen – mittels des Elektromotors M ein Drehmoment eingespeist werden. Ein solcher Betrieb mit addierten Antriebsmomenten kann auch als „Boost-Betrieb“ bezeichnet werden. Mittels des Elektromotors M kann die Drehzahl der Vorgelegewelle **22** und damit auch die Drehzahl der Getriebeeingangswelle **11** gezielt erhöht und verringert werden. D.h. die Vorgelegewelle kann positiv und negativ beschleunigt werden.

[0037] Die Schiebemuffe **41** der Splitgruppe **17** und die Schiebemuffen **30**, **31**, **39** der Hauptgruppe **18** sind jeweils mit Schaltstangen **42**, **43**, **44**, **45** betätigbar. Damit kann eine formschlüssige Verbindung zwischen zugehörigen Schaltelementen mit Schaltklauen und der Hauptwelle **29** hergestellt oder unterbrochen werden. Die Schaltstangen **42**, **43**, **44**, **45** können mit einem Stellglied in Form eines xy-Stellers **48a**, **48b**, welcher von der Getriebesteuerung **49** angesteuert wird, betätigt werden. Wenn kein Gang im Schaltklauengetriebe **19** eingelegt ist, also kein Losrad formschlüssig mit der Hauptwelle **29** verbunden ist, dann befindet sich das Schaltklauengetriebe **19** in einer sogenannten Neutralstellung.

[0038] Von der Hauptwelle **29** wird das gewandelte Drehmoment und die Drehzahl des Antriebsmotors **14** mittels einer angeflanschten Antriebswelle **32** an ein Achsgetriebe **33** übertragen, welches bei ausgegogenem Drehmoment die Drehzahl über ein Differential in gleichen oder unterschiedlichen Anteilen über zwei Abtriebswellen **34**, **35** an Antriebsräder **36**, **37** überträgt. In einer alternativen Ausgestaltung ist das Achsgetriebe als Durchtriebsachse ausgeführt, so dass die Antriebsleistung auf mehrere Achsen ver-

teilt wird.

[0039] Bei einem Gangwechsel von einem Ursprungsgang in einen Zielgang muss zuerst der Ursprungsgang ausgelegt werden. Da das Schaltklauengetriebe **19** als ein Getriebe ohne Synchronringe ausgeführt ist, muss zumindest bei Rückschaltungen, um den Zielgang einlegen zu können, die Vorgelegewelle **22** und damit auch die Getriebeeingangswelle **11** mittels des Antriebsmotors **14** bei geschlossener Anfahrkupplung **12** ungefähr auf die Synchrondrehzahl des Zielgangs eingestellt werden. Die Synchrondrehzahl ist erreicht, wenn das Losrad des Zielgangs und die zweite Hauptwelle **29** zumindest näherungsweise die selbe Drehzahl aufweisen. Dabei ist ein geringfügiger Drehzahlunterschied zwischen der Hauptwelle **29** und dem jeweiligen Losrad **26** bzw. **27** bzw. **28** bzw. **29**. Bei Hochschaltungen mit geöffneter Anfahrkupplung **12** kann die Vorgelegewelle **22** mittels des Elektromotors M in seiner Funktion als Generator abgebremst und damit die Getriebeeingangswelle **11** synchronisiert werden. Hingegen kann bei Rückschaltungen mit geöffneter Anfahrkupplung **12** die Vorgelegewelle **22** mittels des Elektromotors M beschleunigt und damit die Getriebeeingangswelle **11** synchronisiert werden.

[0040] Das Auslegen des Ursprungsgangs kann entweder bei geschlossener oder geöffneter Kupplung durchgeführt werden. Ein häufiges Öffnen und Schließen der Anfahrkupplung **12** führt dabei zu einem starken Verschleiß und damit zu hohen Kosten für einen Tausch der Kupplung und Ausfall des Kraftfahrzeugs während des Tauschs. Deshalb ist es das Ziel, einen möglichst hohen Anteil der Gangwechsel mit geschlossener Kupplung durchzuführen. Die Schaltungen mit geschlossener Kupplung erfolgen dabei nach den Kriterien, welche ausführlich in der DE 102 49 951 A1 dargestellt sind.

[0041] Befindet sich das Nutzfahrzeug im Stand, so steht auch die Vorgelegewelle **22** und die Schiebemuffen **41**, **30**, **31**, **39** befinden sich in der Neutralstellung. Eine Innenverzahnung dieser Schiebemuffen **41**, **30**, **31**, **39** stellt somit keine drehfeste Verbindung mit Schaltverzahnungen **200**, **201**, **202**, **203**, **204**, **205**, **206** der Zahnräder **20c**, **21c**, **26**, **27**, **28** her. Diese Schaltverzahnungen **200**, **201**, **202**, **203**, **204**, **205**, **206** sind dabei als Außenverzahnungen ausgeführt. Wird nun zum Einlegen eines Ganges eine der Schiebemuffen **41** bzw. **30** bzw. **31** bzw. **39** derart verschoben, dass sie in Kontakt mit der jeweiligen Schaltverzahnungen **200** bzw. **201** bzw. **202** bzw. **203** bzw. **204** bzw. **205** bzw. **206** kommt, so kann es im seltenen Extremfall dazu kommen, dass die Innenverzahnung der Schiebemuffe und die Schaltverzahnung Zahn-auf-Zahn stehen. Um dies zu vermeiden, gibt die Getriebesteuerung **49**, die von der Steuerungseinrichtung **16** die Information erhält, dass das Nutzfahrzeug steht, an den Umrichter des Elektromo-

tors E ein Signal zum Verdrehen der Vorgelegewelle 22.

[0042] Das Signal kann dabei in einer ersten Ausführungsform an den Elektromotor E geleitet werden, wenn von der Getriebesteuerung 48a sensiert wird, dass der Strombedarf zum Verschieben der Schiebemuffe mittels der jeweiligen Schaltstange über einen Schwellwert ansteigt. Ein solch hoher Strombedarf lässt nämlich darauf schließen lässt, dass der XY-Steller die Schiebemuffe deshalb nicht weiter verschieben kann, weil sie Zahn-auf-Zahn mit der Schaltverzahnung steht.

[0043] In einer zweiten Ausführungsform kann das Signal der Getriebesteuerung zum Verdrehen der Vorgelegewelle mittels Elektromotor M jedes mal erfolgen, wenn ein Gang eingelegt werden soll. Damit kann es von vorneherein nicht zur Zahn-auf-Zahn-Problematik kommen.

[0044] Der Elektromotor kann koaxial zur Vorgelegewelle angeordnet sein. In einer alternativen Ausgestaltung kann der Elektromotor auch über ein Untersetzungsgetriebe $i > 1$ mit der Vorgelegewelle gekoppelt sein. Mittels dieses Untersetzungsgetriebes wird zum einen erreicht, dass der Elektromotor sehr klein dimensioniert sein kann und dennoch ein ausreichendes Drehmoment zur Verfügung stellen kann, um die Vorgelegewelle zu beschleunigen. Zum anderen wird die Drehzahl der Vorgelegewelle zum Elektromotor ins Schnelle übersetzt, so dass auch geringe Drehzahlen der Vorgelegewelle eine relativ höhere Drehzahl und damit eine höhere Spannung am Elektromotor induzieren. Somit können auch geringe Drehzahlen am Elektromotor sensiert werden. Als Untersetzungsgetriebe kann sowohl ein Planetengetriebe vorgesehen sein, so dass das der Elektromotor koaxial zur Vorgelegewelle angeordnet ist. Alternativ kann ein achsversetzendes Stirnradgetriebe vorgesehen sein, so dass der Elektromotor parallel versetzt zur Vorgelegewelle angeordnet ist.

[0045] In einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung ist das Nutzfahrzeuggetriebe als Gruppengerie mit drei Getriebegruppen ausgeführt, wobei diese Getriebegruppen aufeinander folgend eine Splitgruppe, eine Hauptgruppe und eine Rangegruppe umfassen. Die Rangegruppe kann ein Planetengetriebe oder ein Vorgelegegetriebe sein, das sich der Hauptwelle 29 anschließt. Die Rangegruppe kann insbesondere zwei Schaltzustände aufweisen, von denen der eine Schaltzustand zur Wirkungsgradverbesserung als direkter Durchtrieb ausgeführt ist.

[0046] In einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung sind entsprechend der US 5,560,249 zwei parallel versetzt angeordnete Vorgelegewellen vorgesehen, von denen jedoch nur eine mit einem Elektromotor verbunden ist.

[0047] In einer weiteren alternativen Ausgestaltung kann die Vorgelegewelle bei eingelegtem direktem Gang entkoppelbar sein, so dass zur Wirkungsgradverbesserung im direkten Gang an der Vorgelegewelle keine Schleppverluste auftreten. Die Vorgelegewellendrehzahl ist währenddessen also Null.

[0048] Die im Ausführungsbeispiel dargestellte Aufteilung, dass sich die Losräder koaxial auf der Getriebeeingangswelle 11 und der Hauptwelle 29 befinden, wohingegen sich die Festräder auf der Vorgelegewelle 22 befinden, kann auch umgekehrt ausgeführt sein. Ferner sind Mischformen möglich, bei welchen auf der jeweiligen Welle sowohl Festräder als auch Losräder angeordnet sind.

[0049] Bei den beschriebenen Ausführungsformen handelt es sich nur um beispielhafte Ausgestaltungen. Eine Kombination der beschriebenen Merkmale für unterschiedliche Ausführungsformen ist ebenfalls möglich. Weitere, insbesondere nicht beschriebene Merkmale der zur Erfindung gehörenden Vorrichtungsteile, sind den in den Zeichnungen dargestellten Geometrien der Vorrichtungsteile zu entnehmen.

Patentansprüche

1. Kraftfahrzeug – insbesondere Nutzfahrzeug – mit einem Schaltklauengetriebe (19) und einem Elektromotor (M), der in Wirkverbindung mit einer Vorgelegewelle (22) bringbar ist, wobei diese Vorgelegewelle (22) Zahnräder (20b, 21b, 23, 24, 25) trägt, die mit Zahnrädern (20c, 21c, 26, 27, 28) einer Hauptwelle (29) kämmen, wobei die Zahnräder (20b, 21b, 23, 24, 25, 20c, 21c, 26, 27, 28) als Festräder und als Losräder ausgeführt sind, wobei die Losräder mittels der Schaltklauen mit der dem jeweiligen Losrad zugeordneten Welle (22 bzw. 29) drehfest kuppelbar sind, und wobei die Vorgelegewelle (22) bei stehendem Fahrzeug mittels des Elektromotors (M) zur Vermeidung einer Zahn-auf-Zahn-Stellung der Schaltklauen verdrehbar ist.

2. Kraftfahrzeug nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Elektromotor (M) ferner zur zentralen Synchronisation der Gangwechsel ansteuerbar ist.

3. Kraftfahrzeug nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Elektromotor (M) koaxial zur Vorgelegewelle (22) angeordnet ist.

4. Kraftfahrzeug nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Elektromotor (M) als stromrichtergeführter Käfigläufer-Asynchronmotor ausgeführt ist.

5. Kraftfahrzeug nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet,

dass die Gangwechsel bei geschlossener Anfahrkupplung (12) durchführbar sind.

6. Kraftfahrzeug nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Antriebsmotor (14) des Kraftfahrzeugs ein aufgeladener Dieselmotor ist und das Kraftfahrzeug ein Gruppengetriebe mit mehr als sechs Vorwärtsgängen ist, welches eine Splitgruppe (17) mit zumindest zwei Eingangskonstanten und einer Hauptgruppe (18) umfasst.

7. Schaltverfahren für ein Schaltklauengetriebe eines Kraftfahrzeugs, wobei eine Vorgelegewelle (22) zeitlich vor oder bei dem Einrücken eines Schaltelementes bei stehendem Fahrzeug mittels des Elektromotors (M) zur Vermeidung einer Zahn-auf-Zahn-Stellung der Schaltklauenverbindung zwischen einem Losrad (20c bzw. 21c bzw. 26 bzw. 27 bzw. 28) und einer Schiebemuffe (41 bzw. 30 bzw. 31 bzw. 39) beschleunigbar ist.

8. Schaltverfahren nach Patentanspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass eine im Kraftfluss zwischen dem Antriebsmotor (12) und der Vorgelegewelle (22) angeordnete Kupplung zumindest teilweise geöffnet ist.

9. Schaltverfahren nach Patentanspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die besagte Kupplung eine Anfahrkupplung (12) ist.

10. Schaltverfahren nach Patentanspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die besagte Kupplung ein Schaltelement ist, welches einer Getriebeeingangswelle zugehörig ist und mit welchem die Vorgelegewelle bei eingelegtem Direktgang entkoppelbar ist.

11. Schaltverfahren für ein Kraftfahrzeug nach Patentanspruch 8 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die besagte Kupplung ein Schaltelement ist, welches einer Splitgruppe (17) zugehörig ist und welches zur Öffnung in eine Neutralstellung verschoben wird.

12. Schaltverfahren für ein Kraftfahrzeug nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Elektromotor zum Abbremsen der Vorgelegewelle (22) auch als Generator betreibbar ist.

13. Schaltverfahren für ein Kraftfahrzeug nach einem der Patentansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Elektromotor zum Abbremsen der Vorgelegewelle (22) in die zur Vorgelegewellendrehrichtung gegenläufige Drehrichtung aktiv angetrieben werden kann.

14. Schaltverfahren für ein Kraftfahrzeug nach ei-

nem der vorhergehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Elektromotor in seiner Drehzahl und/oder seinem Drehwinkel regelbar ist.

15. Schaltverfahren für ein Kraftfahrzeug nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorgelegewellendrehzahl von der Getriebesteuerung (49) mittels der Induktionsgrößen am Elektromotor (M) ermittelbar ist.

16. Kraftfahrzeug nach einem der Patentansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorgelegewelle (22) auch bei fahrendem Fahrzeug mittels des Elektromotors (M) zur Vermeidung einer Zahn-auf-Zahn-Stellung der Schaltklauen verdrehbar ist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

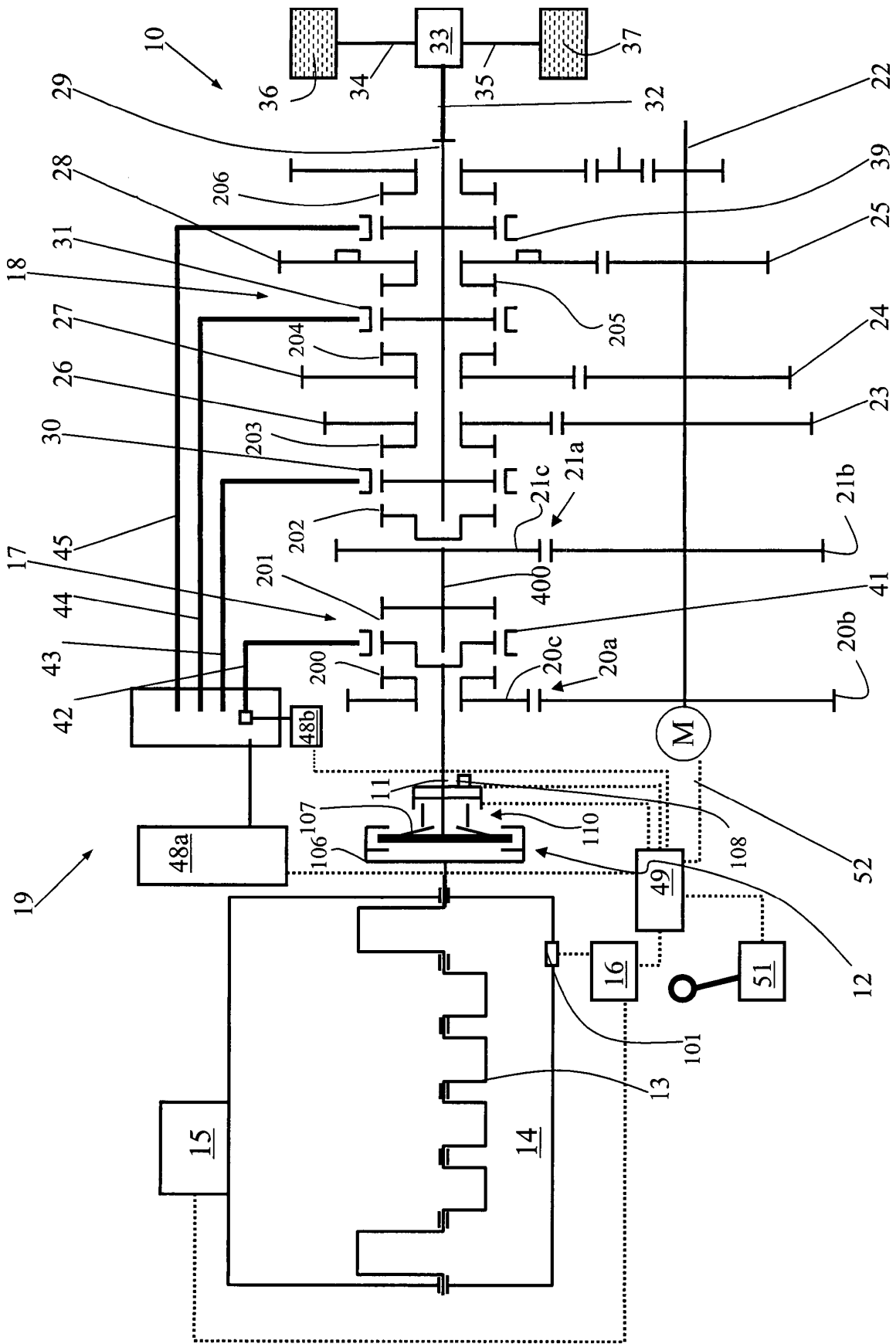


Fig.