



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 18 893 T2** 2008.05.15

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 572 491 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 18 893.1**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/EP03/14270**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 782 409.1**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2004/056604**

(86) PCT-Anmeldetag: **16.12.2003**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **08.07.2004**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **14.09.2005**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **23.01.2008**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **15.05.2008**

(51) Int Cl.⁸: **B60W 10/02** (2006.01)

B60W 10/10 (2006.01)

F16H 61/04 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
324646 **19.12.2002** **US**

(73) Patentinhaber:
ZF Friedrichshafen AG, 88046 Friedrichshafen, DE

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

(72) Erfinder:
MUETZEL, Ronald, 88045 Friedrichshafen, DE;
DEVORE, James, Henry, Laurinburg, NC 28352,
US; SAYMAN, Anthony, Robert, Laurinburg, NC
28352, US

(54) Bezeichnung: **KUPPLUNGSSTEUERUNG ZUR VERMEIDUNG VON ZAHN-AUF-ZAHN-STELLUNG**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0001] Diese Erfindung bezieht sich generell auf eine Steuerungsstrategie zur Vermeidung von Zahnkollisionszuständen in einem Fahrzeuggetriebe. Insbesondere bezieht sich diese Erfindung auf eine Kupplungssteuerungsstrategie zur Überwindung von Zahnkollisionszuständen.

[0002] Eine Methode bzw. ein System zur Vermeidung von Zahnkollision ist bekannt durch US-AI-2002/0137596. Dieses Dokument legt die Merkmale der Präambeln von Anspruch 1 und Anspruch 2 offen.

[0003] In Antriebssträngen von Fahrzeugen liefert typischerweise ein Motor eine Antriebskraft für die Radachsen mittels eines Getriebes, welches das Auswählen von Übersetzungen zwischen der Motorabtriebswelle und den Radachsen zulässt. Viele Anordnungen beinhalten eine Kupplung zwischen Motor und Getriebe zur selektiven Verbindung zwischen Motorantrieb und Getriebeeingang.

[0004] Eine Schwierigkeit bei solchen Systemen ist das richtige Einspielen der Getriebeelemente innerhalb des Getriebehäuses. Es gibt eine Vielzahl von Situationen, in denen eine eigene Steuerung für einen erfolgreichen Wechsel zwischen Übersetzungen erforderlich ist

[0005] Bei einer Gangschaltung kann es zu einem Zahnkollisionszustand kommen. Für den einwandfreien Eingriff der Getriebeelemente müssen die Zähne eines Getriebelements in die Räume zwischen den Zähnen eines kooperierenden Getriebelements passen. Gelegentlich sind die Getriebeelemente so ausgerichtet, dass die Zähne der kooperierenden Getriebelemente miteinander kollidieren anstatt in den Räumen zwischen den Zähnen einzugreifen. Dieser Zustand muss behoben werden, andernfalls kann der gewünschte Gang nicht eingelegt werden. Diese Situation kommt insbesondere dann vor, wenn eine Schaltung versucht wird, während sich das Fahrzeug nicht bewegt.

[0006] Eine der herkömmlichen Methoden zum Beheben eines Zahnkollisionszustandes beinhaltet das wiederholte Einkuppeln und Auskuppeln, in dem Versuch, die Eingangswelle des Getriebes etwas in Rotation zu bringen, damit sich die Getriebeelemente in ihrem Verhältnis zueinander bewegen und die Zähne dann nicht mehr aufeinander ausgerichtet sind. Mit dieser Methode sind mehrere Mängel und Nachteile verbunden.

[0007] Eine Schwierigkeit besteht darin, dass die optimale angestrebte geschlossene Position der

Kupplung sich je nach Getriebe, Fahrzeug und Betriebsbedingungen unterscheidet. Eine Reihe von Faktoren, wie Öltemperatur, Toleranzen und Drehmomentkurven, haben einen Einfluss auf die korrekte bzw. optimale angestrebte Kupplungsposition. Konventionelle Konfigurationen sehen solche Variationen nicht vor.

[0008] Aufgrund der Variation der erforderlichen Kupplungsschließposition je nach Getriebe oder Fahrzeug, wird die konventionell kalibrierte angestrebte Position einer Kupplung zur Vermeidung eines Zahnkollisionszustandes zu hoch gewählt für manche Situationen. Eine konsistente hohe angestrebte Kupplungsposition kann zwar einwandfreien und vollständigen Eingriff in den meisten Situationen erlauben, aber dies kann zu schlechterem Schaltkomfort oder unerwünschten Getriebeausfällen führen. Es kann beispielsweise vorkommen, dass der Fahrer beim Einrücken einen Stoß spürt. Umgekehrt kann eine konsistente niedrige angestrebte Kupplungsposition in vielen Situationen und bei einigen Getriebevarianten ein einwandfreies Einrücken verhindern.

[0009] Es besteht Bedarf für eine bessere Strategie zur Überwindung eines Zahnkollisionszustandes, ohne dass das System teurer oder komplexer wird. Diese Erfindung erfüllt diesen Bedarf und vermeidet dabei gleichzeitig die Mängel und Nachteile des Standes der Technologie.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0010] Diese Erfindung bezieht sich generell auf eine Strategie zur Überwindung eines Zahnkollisionszustandes durch Variation einer angestrebten Kupplungsposition innerhalb einer Zeitspanne, damit erfolgreiches Einlegen eines Ganges möglich wird.

[0011] In einem System gemäß dieser Erfindung ist eine Kupplung einem Getriebe zugeordnet, welches eine Vielzahl von selektiv einrastbaren Getriebelementen beinhaltet. Die Kupplung verbindet selektiv einen Motor mit dem Getriebe. Ein Regler bestimmt, wann ein Zahnkollisionszustand besteht und schließt die Kupplung automatisch in einer angestrebten Position, um eine Verbindung zwischen Motor und Getriebe herzustellen. Der Regler variiert die angestrebte Kupplungsposition während einer Zeitspanne bis eine Gangschaltung erfolgreich abgeschlossen ist oder der Regler feststellt, dass ein ausgewähltes Kriterium erfüllt ist. Der Regler bestimmt außerdem wenigstens einen Parameter des Getriebes und modifiziert die Kupplungssteuerung als Reaktion auf den bestimmten Parameter.

[0012] Eine Methode zur Überwindung eines Zahnkollisionszustandes gemäß dieser Erfindung beinhaltet die Feststellung, dass ein Zahnkollisionszustand

besteht. Eine Kupplung wird dann in einer angestrebten Position geschlossen, in einem Versuch, wenigstens eines der Getriebeelemente im Verhältnis zum anderen zu bewegen, indem für eine beschränkte Zeit der Motor mit dem Getriebe selektiv verbunden wird. Die angestrebte geschlossene Position basiert auf mindestens einem festgestellten Getriebeparameter. Sollte der Zahnkollisionszustand noch immer bestehen, dann wird die Kupplung in einer zweiten, anderen angestrebten Position geschlossen, um damit einen anderen Verbindungszustand zwischen Motor und Getriebe herzustellen. Dieser Vorgang sollte ausreichend oft wiederholt werden, damit der Zahnkollisionszustand überwunden wird oder bis ein ausgewähltes Kriterium erfüllt ist.

[0013] Bei der Modifikation oder Anpassung der Art und Weise, wie die verschiedenen angestrebten Kupplungseinrückpositionen gewählt werden können viele Faktoren berücksichtigt werden.

[0014] Die verschiedenen Merkmale und Vorteile dieser Erfindung werden dem Versierten aufgrund der folgenden detaillierten Beschreibung der gegenwärtig bevorzugten Ausführungsformen offenbar werden. Die Zeichnungen zur detaillierten Beschreibung können kurz wie folgt beschrieben werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0015] Bild 1 ist eine schematische Darstellung von ausgewählten Bereichen des Fahrzeugtriebstrangs gemäß dieser Erfindung.

[0016] Bild 2 ist eine schematische Darstellung von ausgewählten Bereichen eines Getriebes in einem ersten Betriebszustand.

[0017] Bild 3 ist eine schematische Darstellung der Ausführungsform von Bild 2 in einem zweiten Betriebszustand.

[0018] Bild 4 ist eine graphische Darstellung einer beispielhaften Kupplungsschließstrategie gemäß dieser Erfindung.

[0019] Bild 5 ist eine graphische Darstellung eines weiteren Beispiels einer Kupplungsschließstrategie gemäß dieser Erfindung.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0020] Bild 1 illustriert schematisch ausgewählte Bereiche eines Fahrzeugtriebstrangsystems **20**. Ein Motor **22** liefert Antriebsmoment für die Räder (nicht gezeigt) des Fahrzeugs mittels eines Getriebes **24**. Wie bekannt ist, beinhaltet das Getriebe **24** eine Vielzahl von Getriebeelementen, welche selektiv zur Bereitstellung einer gewünschten Übersetzung zwi-

schen Motor und Fahrzeugrädern eingreifen.

[0021] Eine Kupplung **26** koppelt selektiv einen Abtrieb **28** des Motors **22** mit einer Eingangswelle **30** des Getriebes **24**. Eine Vielzahl von bekannten Kupplungskonfigurationen kann als Kupplung **26** eingesetzt werden. Ein Regler **32** steuert automatisch und selektiv den offenen oder geschlossenen Zustand der Kupplung **26** zur Herstellung eines gewünschten Verbindungsniveaus zwischen Motor **22** und Getriebe **24**. Im gezeigten Beispiel versorgen viele konventionelle Sensoren **34** den Regler **32** mit Informationen über den Zustand des Getriebes (d.h. Neutralstellung, Gang eingelegt, etc.).

[0022] Für den Regler **32** kann eine Vielzahl von handelsüblichen Mikroprozessoren verwendet werden. In einem Beispiel ist der Regler **32** ein Teil einer bereits im Fahrzeug installierten Steuereinheit. In einem anderen Beispiel ist der Regler **32** ein exklusiver Mikroprozessor. Versierte werden anhand dieser Beschreibung in der Lage sein, einen für ihre spezielle Situation geeigneten Regler auszuwählen. Versierte werden anhand dieser Beschreibung in der Lage sein, einen Regler so zu programmieren, dass die Funktionen des Beispiel-Reglers dieser Beschreibung ausgeführt werden können.

[0023] Bei einigen Betriebszuständen, besonders bei Fahrzeugstillstand, kann im Getriebe **24** ein Zahnkollisionszustand bestehen. Ein in Bild 2 auf der Getriebeeingangswelle **30** gestütztes Getriebeelement **40** steht nicht im Eingriff mit einem kooperierenden Getriebeelement **42** auf der Vorgelegewelle **44**. Wie bekannt ist, kann eine Schaltmuffe **46** dazu verwendet werden, Getriebeelement **40** in eine Position zu bewegen, in der ein Eingriff mit Getriebeelement **42** möglich ist, für die Fahrt im ersten Gang beispielsweise. Diese Situation ist in Bild 3 dargestellt.

[0024] Der Übergang von der Getriebesituation in Bild 2 zu jener in Bild 3 kann durch einen Zahnkollisionszustand behindert werden, wobei die Zähne von Getriebeelement **40** mit den Zähnen von Getriebeelement **42** ausgerichtet sind (anstatt mit den Räumen zwischen den Zähnen von Getriebeelement **42**).

[0025] Das Erfindungssystem überwindet einen solchen Zahnkollisionszustand durch selektive Steuerung der Kupplung **26** zur Vermittlung von etwas Rotation an die Getriebeeingangswelle **30** und an die entsprechenden Getriebeelemente, beispielsweise Getriebeelement **40**, wobei der Motor **22** selektiv mit dem Getriebe **24** gekoppelt wird. Gemäß dieser Erfindung wird die Kupplung **26** vorzugsweise in einer angestrebten Position geschlossen, welche innerhalb einer Zeitspanne variiert. In einem Beispiel erhöht sich die angestrebte geschlossene Position mit der Zeit bis ein Gang erfolgreich eingerückt ist oder ein vorgegebenes Steuerungskriterium erfüllt ist.

[0026] Bild 4 ist eine schematische Darstellung einer beispielhaften Strategie zur Steuerung einer Kupplung **26** zur Überwindung eines Zahnkollisionszustandes gemäß dieser Erfindung. Das Diagramm **50** zeigt eine Vielzahl geschlossener Kupplungspositionen innerhalb eines Zeitraums, in dem versucht wurde, das einwandfreie Einrasten eines Ganges zuzulassen. Die Kurve **52** zeigt die sich innerhalb des Zeitraums verändernde Kupplungsposition. Bei **52** ist die Kupplungsposition "ganz offen". Wenn der Regler **32** im Getriebe **24** einen Zahnkollisionszustand feststellt, der das Einrasten eines gewünschten Ganges im Getriebe **24** verhindert, veranlasst der Regler **32** automatisch die Kupplung **26** dazu, temporär in eine geschlossene Position wie bei **56** gezeigt zu gehen. In der Annahme, dass noch kein Gang eingelegt ist, bewegt der Regler **32** daraufhin die Kupplung **26** in eine geschlossene Position bei **58**. Gemäß dem Beispiel in Bild 4 ist die zweite geschlossene Position geschlossener (d.h. mehr Verbindung zwischen Motor **22** und Getriebe **24**) als die geschlossene Position **56**. In der Annahme, dass der Zahnkollisionszustand immer noch nicht überwunden ist, schließt der Regler **32** daraufhin die Kupplung **26** in Position **60**. Wie anhand der Illustration in diesem Beispiel ersichtlich ist, veranlasst der Regler die Kupplung nicht zur Rückkehr in eine "ganz offene" Position zwischen den verschiedenen geschlossenen Positionen.

[0027] In einem Beispiel ist der Regler **32** darauf programmiert, so lange neue geschlossene Kupplungspositionen zu versuchen, bis der Zahnkollisionszustand überwunden ist oder eine vorgegebene Zeitspanne abgelaufen ist. In einem anderen Beispiel ist der Regler **32** darauf programmiert, mit verschiedenen geschlossenen Kupplungspositionen so lange zu versuchen, den Zahnkollisionszustand zu beheben, bis eine vorgegebene Anzahl von Versuchen gemacht wurde. In einem anderen Beispiel verwendet der Regler verschiedene geschlossene Kupplungspositionen bis eine maximal wünschenswerte Verbindung zwischen Motor und Getriebe besteht.

[0028] Mittels schrittweiser Veränderung der geschlossenen Position der Kupplung während einer Zeitspanne erlaubt die Erfindungskonfiguration die Verwendung einer grundlegenden oder initialen geschlossenen Position, welche sich für einige Betriebsbedingungen und Getriebemodelle als zufriedenstellend erweisen mag. Veränderung (d.h. Erhöhung) der geschlossenen Position der Kupplung bei jedem Versuch erlaubt dem System die Anpassung an verschiedene Betriebszustände, wie Temperaturniveaus, Ölviskosität, Komponentenverschleiß etc.

[0029] In dem Beispiel in Bild 4 wird die geschlossene Kupplungsposition zunehmend um eine vorgegebene Menge erhöht. In einem Beispiel ist der Regler darauf programmiert, die angestrebte Kupplungsposition mit der folgenden Formel zu bestimmen: ange-

strebte Kupplungsposition = Basisposition + Ausgleich (Versuch # - 1). In einem Beispiel erhöht der Regler **32** die geschlossene Kupplungsposition um die Ausgleichsmenge bis die maximale Zahl von Versuchen erreicht ist, eine vorgegebene Zeitspanne abgelaufen ist oder die geschlossene Kupplungsposition eine maximal wünschenswerte Position erreicht.

[0030] In einem Beispiel, bei dem der Zahnkollisionszustand nach Nutzung aller verfügbaren geschlossenen Kupplungspositionen durch den Regler noch nicht eliminiert wurde, wird daraufhin ein automatisierter Gangwechselmechanismus (nicht illustriert) zur Wahl eines anderen Ganges angesteuert, und dieser Prozess setzt sich fort bis ein Gang erfolgreich eingelegt ist oder andere vorgegebene Steuerungsparameter erfüllt sind.

[0031] In einem Beispiel bestimmt der Regler **32** die Temperatur von ausgewählten Bereichen des Getriebes **24**, etwa des Schmierstoffes. Wenn die Temperatur unter einer vorgegebenen Kälteschwelle liegt, kann der Ausgleichs- oder Additionswert mit einem gewünschten Faktor multipliziert werden. In einem Beispiel, bei dem die festgestellte Temperatur des Getriebes **24** unter einer vorgewählten Schwelle liegt, wird der Ausgleichswert verdoppelt – verglichen mit dem Ausgleichswert, der verwendet wird, wenn die Temperatur über der Schwelle liegt.

[0032] In einem anderen Beispiel nutzt der Regler **32** Temperaturinformationen über das Getriebe **24** zur Bestimmung der grundlegenden angestrebten geschlossenen Kupplungsposition. Fällt die Temperatur unter eine vorgewählte Schwelle, wird die ursprüngliche Kupplungsposition durch einen selektierten Wert ausgeglichen. In einem anderen Beispiel wird die grundlegende oder die am wenigsten geschlossene angestrebte Kupplungsposition verdoppelt, wenn die Getriebetemperatur unter die gewählte Schwelle fällt.

[0033] In einem anderen Beispielsystem gemäß dieser Erfindung wird die Maximalzahl der Versuche des Reglers **32** erhöht, wenn die Temperatur unter eine Kälteschwelle fällt.

[0034] Bild 5 ist eine schematische Darstellung einer weiteren Variation, bei der die Zunahme der angestrebten Kupplungsposition sich mit der Zeit verändert. In Bild 5 ist der Unterschied zwischen Kupplungsposition **72** und Kupplungsposition **74** größer als der Unterschied zwischen Kupplungsposition **74** und Kupplungsposition **76**. Durch Reduzieren der Größenordnung der Veränderung der Kupplungsposition mit der Zeit, nähert sich eine nicht-lineare Kurve **78** den Veränderungen der angestrebten Kupplungsposition im Laufe der Zeit.

[0035] Die Erfindungsanordnung erlaubt das Über-

winden eines unerwünschten Zahnkollisionszustandes für eine große Bandbreite von Fahrzeuggetrieben und Betriebsbedingungen. Die grundlegende oder am wenigsten geschlossene Position kann für einige Situationen niedrig genug eingestellt sein, das Erfindungssystem eignet sich für Situationen, welche eine geschlossenere Kupplungsposition erfordern. Des weiteren erlaubt die Erfindungsanordnung eine konsistentere und wünschenswertere Einrückung der gewünschten Übersetzung.

[0036] Die vorstehende Beschreibung ist eher exemplarisch als beschränkend. Variationen und Modifizierungen der offen gelegten Beispiele, welche nicht notwendigerweise vom wesentlichen Bestandteil dieser Erfindung abweichen, mögen für Versierte offenkundig werden. Der Umfang des Rechtsschutzes für diese Erfindung kann nur durch Prüfung der folgenden Ansprüche bestimmt werden.

Patentansprüche

1. Eine Methode zur Überwindung eines Zahnkollisionszustandes in einem Fahrzeuggetriebe, welche folgende Schritte umfasst:
 - (A) Feststellen des Bestehens eines Zahnkollisionszustandes.
 - (B) Selektives Regeln einer Kupplung zum Erreichen einer angestrebten geschlossenen Position.
 - (C) Feststellen, ob der Zahnkollisionszustand weiterhin besteht.
 - (D) Ändern der angestrebten geschlossenen Position und Regeln der Kupplung zum Erreichender geänderten angestrebten geschlossenen Position, gekennzeichnet durch das Ändern der angestrebten geschlossenen Position von Schritt (B), basierend auf zumindest einer bestimmten Kennlinie des Getriebes.
2. Methode nach Anspruch 1, wobei die Kennlinie die Temperatur, die Schmiermittelviskosität oder das Alter des Getriebes betrifft.
3. Methode nach Anspruch 1 oder 2, einschließlich des Ermitteln der Temperatur von zumindest einem ausgewählten Bereich des Getriebes und des Modifizierens der Kupplungssteuerung, wenn die Temperatur unter einer selektierten Schwelle liegt.
4. Methode nach einem der Ansprüche 1 bis 3, einschließlich des wiederholten Ausführens von Schritt (D) bis eine selektierte Kondition erfüllt ist.
5. Methode nach Anspruch 4, wobei die selektierte Kondition das erfolgreiche Einrücken einer gewünschten Gangübersetzung beinhaltet.
6. Methode nach Anspruch 4, wobei die selektierte Kondition das Ablaufen einer vorgewählten Zeitspanne beinhaltet.
7. Methode nach Anspruch 4, wobei die selektierte Kondition das Vollenden einer maximalen Anzahl von Versuchen beinhaltet.
8. Methode nach Anspruch 4, wobei die selektierte Kondition das Erreichen einer maximal erwünschten geschlossenen Position der angestrebten geschlossenen Position beinhaltet.
9. Methode nach Anspruch 4, einschließlich des Inkrementierens der geschlossenen Kupplungsposition um einen selektierten Wert bei jedem Versuch.
10. Methode nach Anspruch 9, einschließlich des Inkrementierens der geschlossenen Kupplungsposition unter Verwendung eines variierenden Inkrements zwischen jedem sukzessiven Versuch.
11. Ein Fahrzeugantriebsstrang welcher folgende Elemente umfasst:
 - ein Getriebe mit einer Vielzahl von Gängen, welche zum Bereitstellen einer Vielzahl von Übersetzungen selektiv einlegbar sind;
 - eine dem Getriebe zugehörige Kupplung zum selektiven Verbinden des Getriebes mit einem Motor;
 - ein Regler zum selektiven Schließen der Kupplung in einer angestrebten geschlossenen Position während eines Zahnkollisionszustands und zum Verändern der angestrebten geschlossenen Kupplungsposition bis eine selektierte Kondition erfüllt ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Regler zumindest eine Kennlinie des Getriebes bestimmt und die Kupplungssteuerung entsprechend der bestimmten Kennlinie modifiziert.
12. System nach Anspruch 11, wobei der Regler die Kupplungssteuerung modifiziert, wenn eine dem Getriebe zugehörige Temperatur unter einer selektierten Schwelle liegt.
13. System nach Anspruch 11 oder 12, wobei die selektierte Kondition das erfolgreiche Einrücken einer gewünschten Gangübersetzung beinhaltet.
14. System nach Anspruch 11 oder 12, wobei die selektierte Kondition das Ablaufen einer vorgewählten Zeitspanne beinhaltet.
15. System nach Anspruch 11 oder 12, wobei die selektierte Kondition das Vollenden einer maximalen Anzahl von Versuchen beinhaltet.
16. System nach Anspruch 11 oder 12, wobei die selektierte Kondition das Erreichen einer maximalen erwünschten geschlossenen Position der angestrebten geschlossenen Position beinhaltet.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

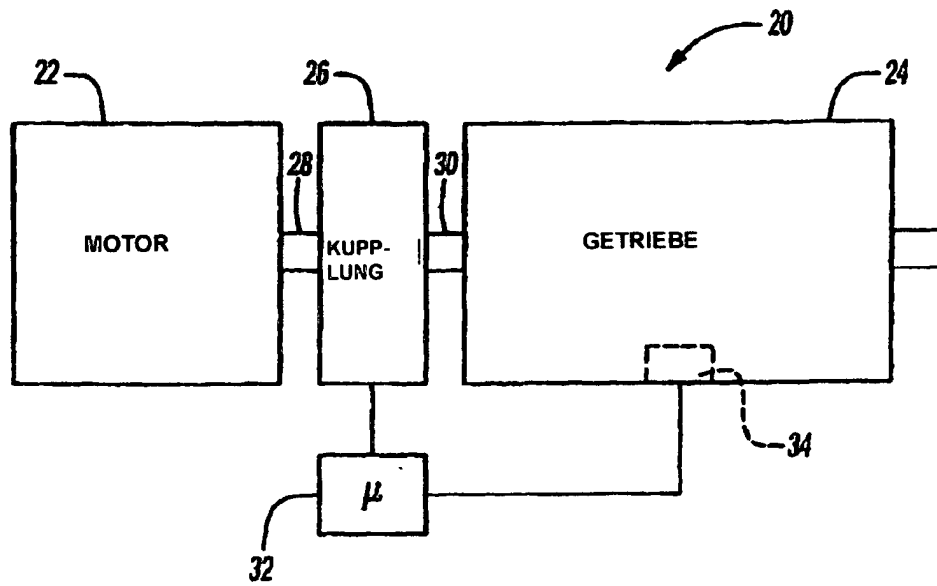


Fig-1

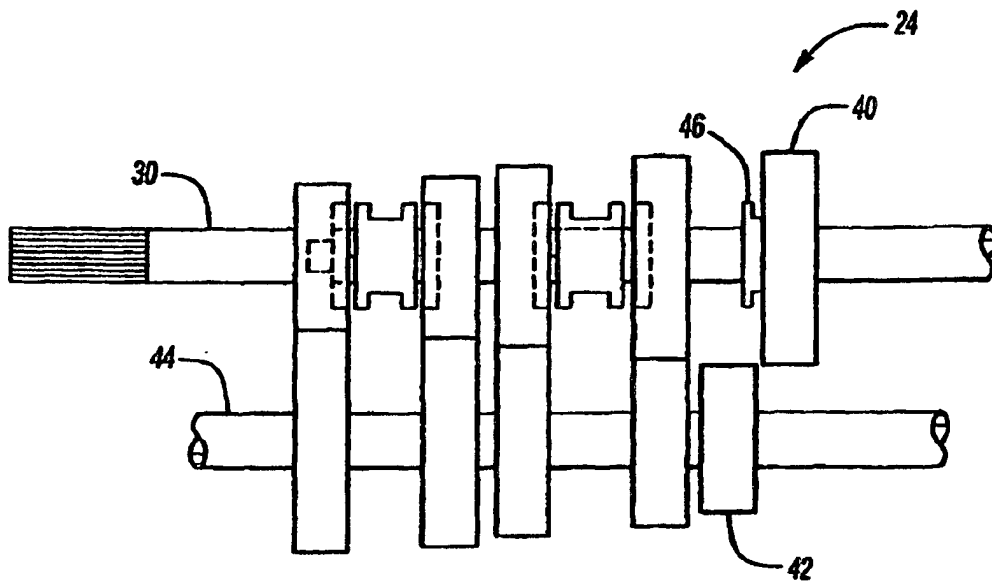


Fig-2

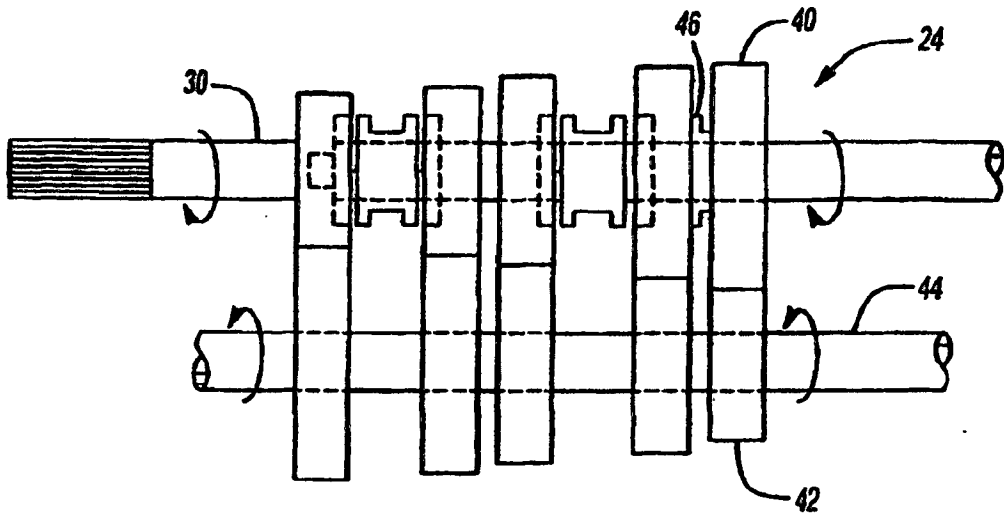


Fig-3

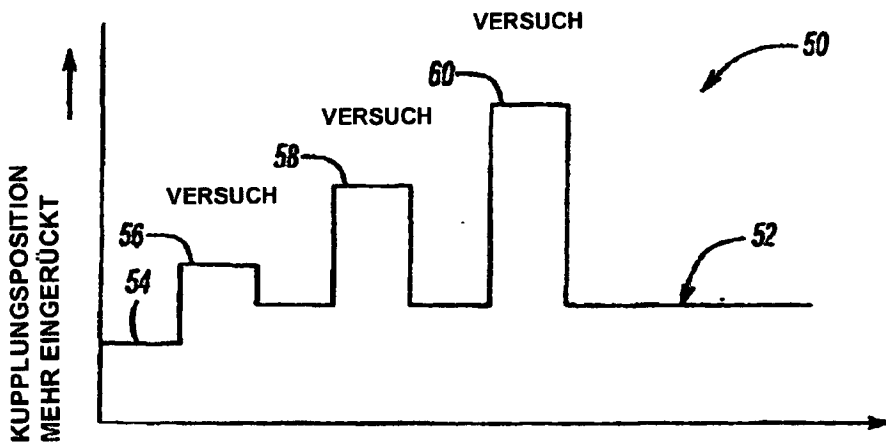


Fig-4

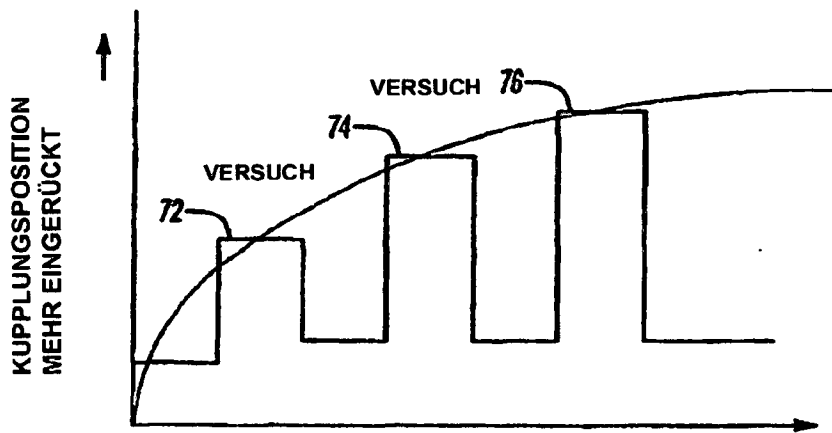


Fig-5