

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
3. November 2005 (03.11.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/103530 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F16H 61/04**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/003970

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. April 2005 (15.04.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 019 215.4 21. April 2004 (21.04.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **ZF FRIEDRICHSHAFEN AG** [DE/DE]; 88038
Friedrichshafen (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **OLESCHKO, Johann**
[DE/DE]; Stockerholzstrasse 10, 88048 Friedrichshafen
(DE). **PRANGE, Stefan-Ulrich** [DE/DE]; Möttelinstr.
12, 88212 Ravensburg (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **ZF FRIEDRICHSHAFEN**
AG; 88038 Friedrichshafen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA,
MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM,
PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU,
ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL,
PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu ver-
öffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der
PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: METHOD FOR ADJUSTING THE SHIFT PERIOD OF AN AUTOMATIC GEARBOX

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR EINSTELLUNG DER SCHALTDAUER EINES AUTOMATGETRIEBES

(57) Abstract: The invention relates to a method for controlling transmission modification steps of an automatic gearbox, wherein actuators for selecting and/or engaging or disengaging a gear are operated. In specific driving situations the shortest possible gear change can be achieved and the operating noise in addition to the wear and tear of the gear components distributed on the gear mechanism can be kept to a minimum. According to the invention, the duration of the transmission modification step is controlled according to the driving situation.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung von Übersetzungsänderungsvorgängen eines automa-
tisierten Schaltgetriebes, in deren Verlauf Aktuatoren zum Auswählen und/oder zum Einlegen oder Auslegen eines Getriebegangs
betätigt werden. Um einerseits in bestimmten Fahrsituationen möglichst kurzdauernde Schaltvorgänge realisieren zu können und
andererseits die Schaltgeräusche sowie die Abnutzung der an der Schaltung beteiligten Getriebebauteile gering zu halten, wird vor-
geschlagen, dass die Dauer der Übersetzungsänderungsvorgänge in Abhängigkeit von der Fahrsituation gesteuert wird.

WO 2005/103530 A2

Verfahren zur Einstellung der Schaltdauer eines Automatgetriebes

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung von Übersetzungsänderungsvorgängen eines automatisierten Schaltgetriebes gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Es ist bekannt, dass automatisierte Schaltgetriebe in Personen- und Nutzfahrzeugen verbaut sind. Diese Automatgetriebe erleichtern die Fahrbarkeit von solchermaßen ausgestatteten Fahrzeugen, da dem Fahrer die Schalt- und Kupplungsbetätigung zumindest im sogenannten Automatikbetriebsmodus abgenommen wird. Der Fachmann weiß auch, dass solche automatisierten Schaltgetriebe hinsichtlich ihres Aufbaus sehr stark manuell schaltbaren Stufengetrieben ähneln, bei denen einzelne Übersetzungsstufen bildende Zahnradpaare auf Getriebewellen als Los- bzw. Festräder angeordnet sind.

Zur Durchführung eines Übersetzungsänderungsvorgangs wird eine Anfahr- und Schaltkupplung vorzugsweise mit Hilfe eines geeigneten Aktuators geöffnet sowie durch andere Aktuatoren Stellglieder des Getriebes in Gangwähl- und/oder Gangschaltrichtung betätigt. Letztlich werden gangbezogen Synchronisier- und Koppereinrichtungen betätigt, mit deren Hilfe eine Drehzahlangleichung sowie eine mechanische Kopplung zwischen einem Losrad des Zielgangs und der diesem Losrad zugeordneten Getriebewelle durchgeführt wird.

Sofern ein solches automatisiertes Schaltgetriebe nicht gerade als Lastschaltgetriebe ausgebildet ist, wird es bei deren Nutzung gegenüber herkömmlichen Stufenautomatgetrieben als nachteilig empfunden, dass während eines Übersetzungsänderungsvorgangs eine merkbare Zugkraftunterbrechung stattfindet. Diese Zugkraftunterbrechung macht sich insbesondere bei der Übertra-

gung von großen Drehmomenten bemerkbar, also beispielsweise bei einer Fahrt an einer vergleichsweise großen Fahrwegsteigung oder bei einem Anfahrvorgang mit einem stark beladenen Fahrzeug. Zudem ist es wünschenswert, wenn beispielsweise bei einem Beschleunigungsvorgang während eines Überhohlmanövers des Fahrzeugs eine möglichst kurzdauernde Zugkraftunterbrechung realisierbar ist.

Es ist daher nicht verwunderlich, dass Getriebehersteller durch geeignete Maßnahmen versuchen, das Ausmaß der Zugkraftunterbrechung zu verringern und/oder die Dauer derselben zu reduzieren. Um die Dauer der Zugkraftunterbrechung reduzieren zu können, wird bei manchen Automatgetrieben die Übersetzungsänderung so schnell wie technisch möglich durchgeführt, welches jedoch zu einer nachteiligen Geräuscentwicklung führt. Tatsächlich verhält sich in diesem Zusammenhang die Schaltdauer umgekehrt proportional zu dem durch die Schaltung erzeugten Schallpegel.

Zudem ist zu beachten, dass der bei vergleichsweise schnellen Schaltvorgängen festzustellende hohe Schallpegel kennzeichnend ist für die an den Übersetzungsänderungsstellgliedern umgesetzte kinetische Energie. So ist es verständlich, dass kurzdauernd gestaltete Übersetzungsänderungsvorgänge im Getriebe zu vergleichsweise hohen mechanischen Belastungen führen, die die Lebensdauer der betroffenen Getriebebauteile verkürzen.

Daher wird bei modernen automatisierten Schaltgetrieben ein technischer Kompromiss dahingehend gesucht, eine akzeptabel kurze Schaltdauer bei vergleichsweise geringem Schallpegel realisieren zu können. Nach dem Stand der Technik wird dieser Kompromiss auf der Grundlage der technischen Gegebenheiten des Getriebes als solches gesucht, also beispielsweise durch Verbesserung der am Übersetzungsänderungsvorgang beteiligten Getriebebauteile.

Vor diesem Hintergrund liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren vorzustellen, durch dessen Anwendung einerseits fahrsituationsgerecht sehr kurzdauernde Übersetzungsänderungsvorgänge realisierbar sind, und mit dem andererseits bei verringerter Gesamtgeräuschbelastung die Lebensdauer der Getriebebauteile nicht wesentlich verändert wird.

Die Lösung dieser Aufgabe ergibt sich aus den Merkmalen des Hauptanspruchs, während vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung den Unteransprüchen entnehmbar sind.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass sich die Schaltdauer bei Übersetzungsänderungsvorgängen in einem automatisierten Schaltgetriebe durch ein Steuerungsverfahren fahrsituationsgerecht einstellen lässt. Durch diese Vorgehensweise kann die Schaltdauer im üblichen Fahrzeugbetrieb so bemessen werden, dass bei akzeptabel schnellen Schaltvorgängen die Getriebebauteile lebensdauer-verlängernd geschont werden, während in anderen Fahrsituationen vergleichsweise schnelle Schaltvorgänge durchgeführt werden, bei denen es beispielsweise aus Gründen der Fahrsicherheit vertretbar ist, wenn dabei ein erhöhter Schallpegel und/oder Bauteilverschleiß auftritt.

Demnach betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Steuerung von Übersetzungsänderungsvorgängen eines automatisierten Schaltgetriebes, in deren Verlauf Aktuatoren zum Auswählen und/oder zum Einlegen oder Auslegen eines Getriebegangs betätigt werden. Zur Lösung des genannten technischen Problems ist zudem vorgesehen, dass die Dauer der Übersetzungsänderungsvorgänge in Abhängigkeit von der Fahrsituation gesteuert wird. Unter dem Begriff „Fahrsituation“ fallen eine Vielzahl von übersetzungsänderungsrelevanten Einflussgrößen, auf die weiter unten eingegangen wird.

Durch das genannte Verfahren kann in besonderen Fahrsituationen ohne Rücksicht auf eine möglichst lange Lebensdauer der an einem Übersetzungsänderungsvorgang beteiligten Getriebeteile extrem schnell geschaltet werden, so dass beispielsweise Überholvorgänge ohne lange Zugkraftunterbrechung sicher durchführbar sind. Sofern jedoch normale Fahrbetriebsbedingungen vorherrschen, kann bauteilschonend und schallreduziert mit etwas längerer Schaltdauer geschaltet werden. Von besonderem Vorteil bei der Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist, dass im Gegensatz zu Problemlösungsversuchen gemäß dem Stand der Technik hier kostenreduzierend keine Änderungen an bereits vorhandenen Getriebeteilen durchgeführt werden müssen.

Gemäß einer ersten vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Steuerungsverfahrens ist vorgesehen, dass die Schaltdauer in Abhängigkeit von Fahrwegeigenschaften und/oder von der Verkehrssituation gesteuert wird.

Demnach kann die Schaltdauer beispielsweise in Abhängigkeit von der Fahrwegsteigung, der Haftung des Fahrbahnbelages, der Traktionsfähigkeit der Fahrzeugreifen, dem Abstand des Fahrzeuges von anderen Fahrzeugen, den Witterungsbedingungen hinsichtlich Eis-, Schnee- oder Regenglätte und/oder von Sensorsignalen hinsichtlich einer Stadt-, Landstraßen-, Autobahn-, Stop & Go- sowie Rangierbetrieberkennung gesteuert werden.

Eine zweite Ausgestaltungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass die Schaltdauer in Abhängigkeit vom Fahrzeugzustand gesteuert wird.

Dies bedeutet, dass die Schaltdauer beispielsweise in Abhängigkeit von der Fahrzeugmasse, einer Zusatzbelastung des Fahrzeugs im Anhängerbe-

trieb, dem Reifendruck, der Gesamtnutzungsdauer des Fahrzeugs bzw. der Gesamtanzahl aller während der Getriebelebensdauer durchgeführten Schaltvorgänge, einer besonderen Nutzungsart wie Krankenwagenbetrieb oder Gefahrguttransport, einem Fahrzeugbetrieb mit eingeschränkten Fahrzeugfunktionalitäten aufgrund von erkennbaren Fehlern, dem Lenkwinkel, der Fahrzeugquerbeschleunigung, der Fahrzeuglängsbeschleunigung, von Raddrehzahldifferenzen zwischen den einzelnen Fahrzeugrädern, der Fahrzeuggeschwindigkeit und/oder einer aktuellen Fahrzeugsitzbelegungssituation gesteuert werden kann.

Zudem kann ohne Abweichung vom Kerngedanken der Erfindung die Schaltdauer in Abhängigkeit von Fahrbetriebsanforderungen insbesondere durch den Fahrer gesteuert werden. Diese Fahrbetriebsanforderungen können beispielsweise der Drehmomentwunsch des Fahrers, Steuersignale eines Verfahrens zur Gewährleistung der Fahrzeugsicherheit, eine Fahrertyperkennung und/oder ein Fahrbetriebsmodus des Automatgetriebes wie „Automatik“ oder „Manuell“ bzw. „Sportlich“ oder „Kraftstoffsparend“ sein.

Die vorgenannten Einflussgrößen können gemeinsam oder einzeln oder sinnvoll kombiniert im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens genutzt werden. Ihre Aufzählung ist dabei nicht abschließend.

Zudem wird es als vorteilhaft beurteilt, wenn als die längste Schaltdauer diejenige Schaltdauer festgelegt wird, bei der noch keine den Fahrer störenden Schaltgeräusche stattfinden. Dieser Schwellwert lässt sich auf Getriebeprüfständen und/oder an Fahrzeugen mit verbautem Automatgetriebe objektiv ermitteln, wobei zur Vereinfachung der Hör- bzw. Wahrnehmungsfähigkeit des Fahrers von einem Durchschnittserwachsenen mit guter Hör- bzw. Wahrnehmungsfähigkeit ausgegangen wird.

Als kürzeste Schaltdauer ist vorzugsweise diejenige Schaltdauer zugelassen, bei der keine spontan die Funktion des Getriebes beeinträchtigenden Schäden auftreten. Eine derartige Grenzwertziehung wird als vertretbar beurteilt, da jede Nutzung von mechanisch wirkenden Vorrichtungen zu einer Abnutzung oder Dauerschädigung führt. Insofern kann die kürzeste zulässige Schaltdauer bei einem Vergleich von verschiedenen Getriebetypen durchaus unterschiedlich sein.

Sinnvollerweise wird die für ein bestimmtes Automatgetriebe bzw. für eine bestimmte Kombination von Fahrzeug und Automatgetriebe kürzeste sowie längste Schaltdauer beispielsweise auf einem Prüfstand bestimmt und anschließend als Grenzwerte im Rahmen eines diesbezüglichen Steuerungs- und Regelungsprogramms in einem Getriebesteuerungsgerät genutzt. Innerhalb dieser Grenzen werden die Übersetzungsänderungsvorgänge hinsichtlich ihrer Dauer fahrsituationsgerecht gesteuert.

Die Auswahl und Einstellung der Dauer für einen konkreten Übersetzungsänderungsvorgang erfolgt dann optimiert hinsichtlich der Anforderungen an die aktuelle Fahrsituation, die Schallemission sowie an den Wunsch nach einer möglichst langen Lebensdauer der betroffenen Getriebebauteile.

So kann vorgesehen sein, dass ein Schaltvorgang so kurz wie möglich andauert, wenn die Fahrzeugbeschleunigung bzw. Fahrzeugverzögerung einen vorbestimmten Beschleunigungsschwellwert übersteigt. Gemäß einer anderen Fahrsituation kann es sinnvoll sein, dass ein Schaltvorgang so kurz wie möglich andauert, wenn die Fahrzeuggesamtmasse einen vorgegebenen Massenschwellwert überschreitet. In einer dritten Betriebssituation des Fahrzeugs kann ein möglichst schneller Schaltvorgang zielführend sein, wenn der Fahrer durch schnelle oder unruhige Betätigung des Fahrpedals signalisiert, dass er eine schnelle Schaltung wünscht.

Selbstverständlich können die vorgenannten Randbedingungen auch verknüpft auftreten und berücksichtigt werden. So ist nicht selten eine Betriebssituation zu beobachten, in der ein schwer beladenes Nutzfahrzeug an einer Fahrwegkreuzung anfahren muss. Dabei ist es wünschenswert, wenn die Zugkraftunterbrechung beim Schalten vom Anfahrangang in einen höheren Gang zeitlich möglichst kurz gehalten wird. Sofern diese Fahrsituation auch noch an einer Fahrwegsteigung stattfindet, wird der gerade geschilderte Wunsch schon zu einer Notwendigkeit. Andererseits kann bei solchen Nutzfahrzeugen in deren häufigsten Betriebsart, also bei der Fahrt auf Landstraßen oder Autobahnen, *bauteillebensdauer verlängernd und schaltgeräuschreduzierend durchaus auf extrem kurze Schaltvorgänge zugunsten von etwas länger dauernden Schaltvorgängen verzichtet werden.*

Zur Bestimmung der Fahrzeugmasse sind dem Fachmann aus dem Stand der Technik verschiedene Methoden bekannt, die sich entweder auf eine direkte messtechnische Erfassung der Fahrzeugmasse oder auf deren indirekte Bestimmung durch geeignete Verfahren beziehen. Gleiches gilt für die Bestimmung der Fahrwegsteigung sowie für die Ermittlung der Fahrzeugbeschleunigung bzw. des Drehmomentwunsches des Fahrers. Schließlich ist es aus dem Stand der Technik bereits bekannt, aus der Fahrpedalstellung und der Fahrpedalbeschleunigung den Fahrertyp dahingehend zu beurteilen, ob dieser ein eher sportlicher oder ein eher kraftstoffökonomisch orientierter Mensch ist.

Abschließend bleibt festzustellen, dass mit dem erfindungsgemäßen Steuerungsverfahren sehr individuell auf die jeweilige Fahrsituation hinsichtlich der Dauer des Schaltvorgangs eingegangen wird. So kann die Dauer des Schaltvorgangs zum Beispiel einerseits zwischen einer schnellen Schaltung bei

starker Fahrzeugbeladung, großer Fahrwegsteigung und großem Fahrerwunschdrehmoment sowie andererseits zwischen einer langsamen, komfortablen und schonenden Schaltung bei geringer Beladung sowie kleiner Fahrwegsteigung und kleinem Fahrerwunschdrehmoment variiert werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung von Übersetzungsänderungsvorgängen eines automatisierten Schaltgetriebes, in deren Verlauf Aktuatoren zum Auswählen und/oder zum Einlegen oder Auslegen eines Getriebegangs betätigt werden, dadurch gekennzeichnet, dass die Dauer der Übersetzungsänderungsvorgänge in Abhängigkeit von der Fahrsituation gesteuert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltdauer in Abhängigkeit von Fahrwegeigenschaften und/oder von der Verkehrssituation gesteuert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltdauer in Abhängigkeit von der Fahrwegsteigung, der Haftung des Fahrbahnbelages, der Traktionsfähigkeit der Fahrzeugreifen, dem Abstand des Fahrzeuges von anderen Fahrzeugen, den Witterungsbedingungen und/oder von Sensorsignalen hinsichtlich einer Stadt-, Landstraßen-, Autobahn-, Stop & Go- sowie RangierbetrieBERkennung gesteuert wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltdauer in Abhängigkeit vom Fahrzeugzustand gesteuert wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltdauer in Abhängigkeit von der Fahrzeugmasse, einer Zusatzbelastung des Fahrzeugs im Anhängerbetrieb, dem Reifendruck, der Gesamtnutzungsdauer des Fahrzeugs bzw. der Gesamtanzahl aller während der Getriebelebensdauer durchgeführten Schaltvorgänge, einer besonderen Nutzungsart

wie Krankenwagenbetrieb oder Gefahrguttransport, einem Fahrzeugbetrieb mit eingeschränkten Fahrzeugfunktionalitäten aufgrund von erkennbaren Fehlern, dem Lenkwinkel, der Fahrzeugquerbeschleunigung, der Fahrzeuglängsbeschleunigung, von Raddrehzahldifferenzen zwischen den einzelnen Fahrzeugrädern, der Fahrzeuggeschwindigkeit und/oder einer aktuellen Fahrzeugsitzbelegungssituation gesteuert wird.

6. Verfahren nach wenigstens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltdauer in Abhängigkeit von Fahrbetriebsanforderungen gesteuert wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltdauer in Abhängigkeit von dem Drehmomentwunsch des Fahrers, von den Steuersignalen eines Verfahrens zur Gewährleistung der Fahrzeugsicherheit, von einer Fahrertyperkennung und/oder von einem Fahrbetriebsmodus des Automatgetriebes wie Automatik oder Manuell bzw. Sportlich oder Kraftstoffsparend gesteuert wird.

8. Verfahren nach wenigstens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als längste Schaltdauer diejenige Schaltdauer zugelassen wird, bei der die Schaltgeräusche noch unter einem vorbestimmten Grenzwert liegen.

9. Verfahren nach wenigstens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als kürzeste Schaltdauer diejenige Schaltdauer zugelassen wird, bei der keine spontan die Funktion des Getriebes beeinträchtigenden Schäden an Getriebebauteilen auftreten.

10. Verfahren nach wenigstens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die kürzeste und die längste Schaltdauer für das Getriebe bestimmt und als Grenzwerte genutzt werden, zwischen denen die Übersetzungsänderungsvorgänge hinsichtlich ihrer Dauer fahrsituationsgerecht gesteuert werden.

11. Verfahren nach wenigstens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Schaltvorgang so kurz wie möglich andauert, wenn eine Fahrzeugbeschleunigung oder Fahrzeugverzögerung einen vorgegebenen Schwellwert überschreitet.

12. Verfahren nach wenigstens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Schaltvorgang so kurz wie möglich andauert, wenn die Fahrzeuggesamtmasse einen vorgegebenen Schwellwert überschreitet.

13. Verfahren nach wenigstens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Schaltvorgang so kurz wie möglich andauert, wenn der Fahrer durch schnelle oder unruhige Betätigung des Fahrpedals signalisiert, dass er eine schnelle Schaltung wünscht.