

(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
18. September 2014 (18.09.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/140067 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/054777
- (22) Internationales Anmeldedatum:
12. März 2014 (12.03.2014)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2013 204 239.6 12. März 2013 (12.03.2013) DE
- (71) Anmelder: BAYERISCHE MOTOREN WERKE
AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Petuelring 130,
80809 München (DE).
- (72) Erfinder: CANSEVER, Ümit; Karl-Böhm-Weg 7, 80939
München (DE). GUSYEV, Igor; Hans-Pfann-Str. 50,
81825 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: VEHICLE COMPRISING AN ELECTRICAL DRIVE MACHINE

(54) Bezeichnung : FAHRZEUG MIT ELEKTRISCHER ANTRIEBSMASCHINE

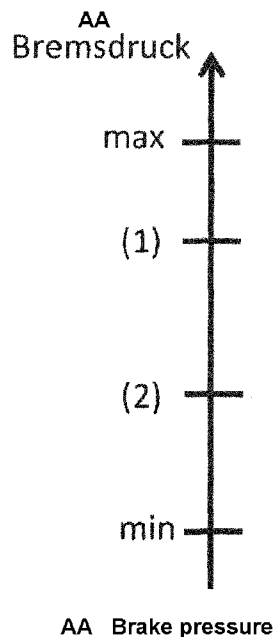


Fig. 1

(57) Abstract: Vehicle comprising an electrical drive machine, comprising a brake apparatus and comprising a gear-selection apparatus such that the electrical machine is designed as a current-powered synchronous machine, the vehicle has a control unit, and the control unit is associated with the current-powered synchronous machine, the control unit sets a field current of the rotor, the field current is set depending on a gear-selection position set at the gear-selection apparatus, and the field current is set depending on a position of a brake pedal of the brake apparatus.

(57) Zusammenfassung: Fahrzeug mit einer elektrischen Antriebsmaschine, mit einer Bremsvorrichtung und mit einer Gangwahlvorrichtung, so, dass die elektrische Maschine als stromerregte Synchronmaschine ausgeführt ist, das Fahrzeug eine Steuereinheit aufweist und die Steuereinheit der stromerregten Synchronmaschine zugeordnet ist, die Steuereinheit einen Erregerstrom des Rotors einstellt, die Einstellung des Erregerstroms in Abhängigkeit von einer an der Gangwahlvorrichtung eingestellten Gangwahlstellung erfolgt, und die Einstellung des Erregerstroms in Abhängigkeit von einer Position eines Bremspedals der Bremsvorrichtung erfolgt.

WO 2014/140067 A2

Veröffentlicht:

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Fahrzeug mit elektrischer Antriebsmaschine

Die Erfindung betrifft ein Fahrzeug mit einer elektrischen Antriebsmaschine, mit einer Bremsvorrichtung und mit einer Gangwahlvorrichtung.

5

Hybrid- und Elektrofahrzeuge verfügen über eine elektrische Antriebsmaschine. Häufig kommen dabei permanenterregte Synchronmaschinen zum Einsatz. Bei permanenterregten Synchronmaschinen werden für den Rotor Permanentmagnete verwendet, die ohne eine äußere Erregung ein Magnetfeld erzeugen, welches im Zusammenspiel mit einer 3-phasigen Erregung des Stators ein Drehmoment auf der Rotorachse erzeugen. Dieses Drehmoment kann von der Rotorachse zum Zweck der Traktion des Fahrzeugs abgenommen werden. Über eine Bremsvorrichtung, eine Gangwahlvorrichtung und ein Fahrpedal des Fahrzeugs kann die Traktion des Fahrzeugs geregelt werden. Dies geht zum Beispiel aus der Schrift EP 0 096 468 A2 hervor.

15

Es ist eine Aufgabe der Erfindung, ein verbessertes Fahrzeug mit einer elektrischen Antriebsmaschine, mit einer Bremsvorrichtung und mit einer Gangwahlvorrichtung zu beschreiben.

20 Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Fahrzeug gemäß Anspruch 1. Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Erfindungsgemäß ist die elektrische Maschine als stromerregte Synchronmaschine ausgeführt, es weist das Fahrzeug eine Steuereinheit auf, die der stromerregten Synchronmaschine zugeordnet ist, die Steuereinheit stellt einen Erregerstrom des Rotors ein, die Einstellung des Erregerstroms erfolgt in Abhängigkeit von einer an der Gangwahlvorrichtung eingestellten Gangwahlstellung, und die Einstellung des Erregerstroms erfolgt in Abhängigkeit von einer Position eines Bremspedals der Bremsvorrichtung.

30

Dies bedeutet, dass die Einstellung des Erregerstroms der stromerregten Synchronmaschine sowohl von der Einstellung an der Gangwahlvorrichtung als auch von der Position des Bremspedals abhängig ist.

35 Nach einer bevorzugten Ausführungsform ist es besonders vorteilhaft, wenn die
Gangwahlvorrichtung eine erste einstellbare Gangwahlstellung zum Parken des Fahrzeugs
aufweist, die Gangwahlvorrichtung eine zweite einstellbare Gangwahlstellung für eine
kraftschlüssige Entkopplung der Räder des Fahrzeugs aufweist, die Gangwahlvorrichtung eine
40 dritte einstellbare Gangwahlstellung für einen Fahrbetrieb des Fahrzeugs in Vorwärtsfahrt
aufweist, die Gangwahlvorrichtung eine vierte einstellbare Gangwahlstellung für einen
Fahrbetrieb des Fahrzeugs in Rückwärtsfahrt aufweist, und eine Information über die
eingestellte Gangwahlstellung an die Steuereinheit übermittelbar ist.

Die erste einstellbare Gangwahlstellung wird im Folgenden auch als „Parken“, die zweite
45 einstellbare Gangwahlstellung als „Neutral“, die dritte einstellbare Gangwahlstellung als „Drive“
und die vierte einstellbare Gangwahlstellung als „Reverse“ bezeichnet.

Die Gangwahlvorrichtung ermöglicht es also einem Bediener des Fahrzeugs, einen Fahrmodus
auszuwählen, dessen Funktion der Funktion eines Getriebes bei einem konventionellen
50 Fahrzeug vergleichbar ist.

Nach einer weiteren Variante der Erfindung umfasst das Fahrzeug ein Messmittel, das eine
relative Position des Bremspedals in Bezug auf einen vorgegebenen Bremspedalweg ermittelt,
welcher durch einen minimalen Bremspedalwert und durch einen maximalen Bremspedalwert
55 gegeben ist. Es ist die ermittelte relative Position des Bremspedals an die Steuereinheit
übermittelbar.

Es ist besonders vorteilhaft, wenn die Steuereinheit den Erregerstrom bei der Gangwahlstellung
„Parken“ und bei der Gangwahlstellung „Neutral“ abstellt.

60 Dies bedeutet, dass das Rotormagnetfeld bei der Gangwahlstellung „Parken“ und bei der
Gangwahlstellung „Neutral“ entregt ist. Bei diesen Gangwahlstellungen ist eine Traktion des
Fahrzeugs, d.h. ein Fahrbetrieb nicht vorgesehen. Deshalb kann die Stromerregung des Rotors
deaktiviert werden.

65 Außerdem entstehen besondere Vorteile, wenn die Steuereinheit bei der Gangwahlstellung
„Dauer“ und bei einem Bremspedalwert zwischen dem maximalen Bremspedalwert und einem
ersten kritischen Bremspedalwert den Erregerstrom abstellt, und die Steuereinheit bei der

70 Gangwahlstellung „Reverse“ und bei einem Bremspedalwert zwischen dem maximalen Bremspedalwert und dem ersten kritischen Bremspedalwert den Erregerstrom abstellt.

Auf diese Weise ist sichergestellt, dass der Erregerstrom bedarfsgerecht abgestellt wird. Falls der Bremspedalwert hin zum maximalen Bremspedalwert einen den ersten kritischen Wert überschreitet, wird der Erregerstrom der Synchronmaschine abgestellt.

75

Nach einer weiteren Variante der Erfindung stellt die Steuereinheit bei der Gangwahlstellung „Dauer“ und bei einem Bremspedalwert zwischen dem minimalen Bremspedalwert und einem zweiten kritischen Bremspedalwert den Erregerstrom ein. Weiterhin stellt die Steuereinheit bei der Gangwahlstellung „Reverse“ und bei einem Bremspedalwert zwischen dem minimalen
80 Bremspedalwert und dem zweiten kritischen Bremspedalwert den Erregerstrom ein.

Falls der Bremspedalwert in Richtung des minimalen Bremspedalwerts einen zweiten kritischen Wert überschreitet, wird der Erregerstrom der Synchronmaschine eingestellt. Somit ist gewährleistet, dass der Erregerstromkreis der Synchronmaschine bei einer geringen
85 Bremsleistung bzw. Bremskraft aktiviert ist und ein Traktionsmoment jederzeit von der Synchronmaschine anforderbar ist.

Die Erfindung beruht auf den nachfolgend dargelegten Überlegungen:

90 In Elektro- und Hybridfahrzeugen werden aus Gründen der Energie- und Leistungseffizienz in einem weiten Anwendungsbereich permanenterregte Synchronmaschinen eingesetzt. Bei diesem Maschinentyp ist der Rotor dauerhaft erregt, da Permanentmagnete zur Magnetfelderzeugung zum Einsatz kommen.

95 Alternativ können stromerregte Synchronmaschinen eingesetzt werden, welche im Rotor keine magnetischen Materialien aufweisen. Stattdessen wird ein Erregermagnetfeld durch Kupferwicklungen elektromagnetisch erzeugt. Der dieses Magnetfeld erzeugende Strom ist betriebsstrategisch regelbar, d.h. anders als bei einer permanenterregten Maschine bildet dieser Erregerstrom einen zusätzlichen Freiheitsgrad beim Betrieb der Maschine.

100

Dies bedeutet, dass das an der elektrischen Maschine erzeugte Drehmoment nicht nur von einem momentenbildenden Strom und einem feldbildenden Strom, sondern auch vom Erregerstrom abhängig ist.

105 Erregerwicklungen weisen üblicherweise eine große Induktivität und einen kleinen ohmschen Widerstand auf. Dies führt zu einer hohen Zeitkonstante, die sich proportional zur Induktivität und indirekt proportional zum ohmschen Widerstand verhält. Deshalb ist es eine herausfordernde Aufgabe, Betriebsstrategien für eine Drehmomentanforderung mit sehr hoher zeitlicher Dynamik bereitzustellen.

110

Anhand des folgenden Ausführungsbeispiels der Erfindung wird eine Betriebsstrategie beschrieben, die eine dynamische Drehmomentanforderung an eine stromerregte Synchronmaschine in einem Hybrid- oder Elektrofahrzeug ermöglicht und die verhältnismäßig träge Dynamik des Erregermagnetfelds kompensiert.

115

Es zeigt Fig. 1 eine bremsdruckabhängige Einstellung eines Erregerstroms eines Rotors einer stromerregten Synchronmaschine.

120

Daraus ergeben sich weitere Details, bevorzugte Ausführungsformen und Weiterbildungen der Erfindung.

125

Es wird von einem Hybrid- oder Elektrofahrzeug ausgegangen, welches eine Gangwahlvorrichtung mit mehreren einstellbaren Gangwahlstellungen aufweist. Dies umfasst zumindest die vier Gangwahlstellungen „Drive“, „Reverse“, „Neutral“ und „Parken“. Dabei steht „Drive“ für einen Modus, in welchem das Fahrzeug fahrbereit ist, und „Reverse“ für eine Gangwahlstellung mit Fahrbereitschaft im Rückwärtsgang. Die Gangwahlstellung „Parken“ wird gewählt, wenn das Fahrzeug, ohne in einem Betriebs- oder Bereitschaftsmodus zu sein, parkt. In der Gangwahlstellung „Neutral“ ist das Fahrzeug zwar in Betrieb, es besteht jedoch kein Kraftschluss zu den Rädern, da das Getriebe des Fahrzeugs in einem mechanischen Freilauf befindlich ist.

130

Eine stromerregte Synchronmaschine kann Drehmoment zum Zweck der Traktion des Fahrzeugs bereitstellen. Die Drehmomentanforderung an die Synchronmaschine erfolgt im

Wesentlichen durch den Fahrer in Form der Bedienung zweier Pedale, i.e. eines Bremspedals
135 und eines Fahrpedals.

Die Betriebsstrategie für die Erregung des Rotors sieht gem. Fig. 1 vor, dass die Einstellung des
Erregerstroms zu einem bestimmten Zeitpunkt im Wesentlichen von der eingestellten
Gangwahlstellung und von der Bremspedalstellung abhängig ist. Die Einstellung des
140 Erregerstroms erfolgt durch eine der Synchronmaschine zugeordneten Steuereinheit.

Bei Einstellung der Gangwahlstellung „Parken“ und bei Einstellung der Gangwahlstellung
„Neutral“ stellt die Steuereinheit den Erregerstrom ab, um den Rotor magnetisch zu entregen.

145 Bei Einstellung der Gangwahlstellung „Drive“ und bei Einstellung der Gangwahlstellung
„Reverse“ hängt die Einstellung des Erregerstroms von der Bremspedalstellung ab. Die
Bremspedalstellung ist durch ein geeignetes Messmittel, z.B. durch einen Bremspedalsensor,
welcher zur Ermittlung eines Bremspedalwinkels geeignet ist, bestimmt. In Fig. 1 ist
exemplarisch die Größe Bremsdruck gezeigt, die derart mit der Bremspedalstellung korreliert,
150 dass bei einem nicht betätigten Bremspedal der Bremsdruck minimal (min) und bei einem
vollständig gedrückten Bremspedal der Bremsdruck maximal (max) ist.

Wird alternativ oder ergänzend in einer Fahrsituation mit unbetätigtem Bremspedal dieses
betätigt, so dass der Bremsdruck in Richtung maximalem Bremsdruck einen ersten kritischen
155 Bremsdruck (1) übersteigt, stellt die Steuereinheit den Erregerstrom des Rotors ab.

Fällt der Bremsdruck in Richtung minimalem Bremsdruck ab und unterschreitet einen zweiten
kritischen Bremsdruck (2), stellt die Steuereinheit den Erregerstrom ein. Dies stellt sicher, dass
bei abnehmendem Bremsdruck das Erregerfeld des Rotors aufgebaut wird, falls bei weiter
160 abnehmendem Bremsdruck und einer möglicherweise folgenden Drehmomentanforderung
durch das Fahrpedal, der Zeitraum zwischen dem Unterschreiten des zweiten kritischen
Bremsdrucks und dem Eintritt der Drehmomentanforderung zum Aufbau des Erregerfelds
genutzt wird. Das Erregerfeld ist somit bei Eintritt der Drehmomentanforderung bereits zu einem
hohen Maß ausgebildet, was eine unmittelbare Drehmomentabgabe ermöglicht. Dadurch wird
165 ein entscheidender Beitrag zur Erhöhung der Längsdynamik eines Fahrzeugs mit stromerregter
Synchronmaschine geleistet.

Falls keine Drehmomentanforderung über das Fahrpedal erfolgt und stattdessen eine Erhöhung des Bremsdrucks einsetzt, wird alternativ oder ergänzend der Erregerstrom bei Überschreitung des ersten kritischen Bremsdrucks gemäß obiger Ausführung abgestellt.

Diese vom Bremspedal abhängige Einstellung des Erregerstroms ist dazu geeignet, die Trägheit beim Aufbau des Erregerfelds zu kompensieren und eine Drehmomentanforderung an die Maschine im Vergleich zu einer von der Fahrpedalstellung abhängigen Erregerstromeinstellung dynamisch auszuführen. Beispielsweise nimmt bei einer stromerregten Synchronmaschine mit einer Induktivität von 0,4 Henry und einem Widerstand von 1,5 Ohm der Aufbau des Erregerfelds zu 95 % des maximalen Wertes eine Zeit von 800 Millisekunden in Anspruch, welche hier als Latenzzeit bezeichnet wird. Die Betriebsstrategie gemäß Fig. 1 stellt sicher, dass die Latenzzeit zumindest teilweise innerhalb Bremsphasen, d.h. wenn kein Drehmoment angefordert ist, liegt.

Der erste kritische Bremspedaldruck nimmt in Richtung steigendem Bremsdruck mindestens den Wert des zweiten kritischen Bremspedaldrucks an, d.h. es können alternativ oder ergänzend die beiden Werte des ersten kritischen Bremspedaldrucks und des zweiten kritischen Bremspedaldrucks zusammenfallen. Wenn die Werte der beiden kritischen Bremspedaldrücke auseinanderfallen, wird eine Entprellung der Einstellung des Erregerstroms erreicht.

Die Betriebsstrategie gemäß Fig. 1 gewährleistet einen dynamischen und effizienten Betrieb der stromerregten Synchronmaschine.

Patentansprüche

1. Fahrzeug mit einer elektrischen Antriebsmaschine, mit einer Bremsvorrichtung und mit
195 einer Gangwahlvorrichtung,
dadurch gekennzeichnet, dass
- die elektrische Maschine als stromerregte Synchronmaschine ausgeführt ist,
 - das Fahrzeug eine Steuereinheit aufweist und die Steuereinheit der stromerregten Synchronmaschine zugeordnet ist,
 - 200 - durch die Steuereinheit ein Erregerstrom des Rotors einstellbar ist,
 - die Einstellung des Erregerstroms in Abhängigkeit von einer an der Gangwahlvorrichtung eingestellten Gangwahlstellung erfolgt, und
 - die Einstellung des Erregerstroms in Abhängigkeit von einer Position eines Bremspedals der Bremsvorrichtung erfolgt.
- 205
2. Fahrzeug nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
- die Gangwahlvorrichtung eine erste einstellbare Gangwahlstellung zum Parken des
210 Fahrzeugs aufweist,
 - die Gangwahlvorrichtung eine zweite einstellbare Gangwahlstellung für eine kraftschlüssige Entkopplung der Räder des Fahrzeugs aufweist,
 - die Gangwahlvorrichtung eine dritte einstellbare Gangwahlstellung für einen Fahrbetrieb des Fahrzeugs in Vorwärtsfahrt aufweist,
 - 215 - die Gangwahlvorrichtung eine vierte einstellbare Gangwahlstellung für einen Fahrbetrieb des Fahrzeugs in Rückwärtsfahrt aufweist, und
 - eine Information über die eingestellte Gangwahlstellung an die Steuereinheit übermittelbar ist.
- 220

- 225 3. Fahrzeug nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
- das Fahrzeug ein Messmittel umfasst,
 - das Messmittel eine relative Position des Bremspedals in Bezug auf einen vorgegebenen Bremspedalweg, welcher durch einem minimalen Bremspedalwert und
- 230 durch einem maximalen Bremspedalwert gegeben ist, ermittelt, und
- die ermittelte relative Position des Bremspedals an die Steuereinheit übermittelbar ist.
- 235 4. Fahrzeug nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
- die Steuereinheit den Erregerstrom bei der ersten Gangwahlstellung und bei der zweiten Gangwahlstellung abstellt.
- 240 5. Fahrzeug nach Anspruch 3 oder 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
- die Steuereinheit bei der dritten Gangwahlstellung und bei einem Bremspedalwert zwischen dem maximalen Bremspedalwert und einem ersten kritischen Bremspedalwert den Erregerstrom abstellt, und
- 245 - die Steuereinheit bei der vierten Gangwahlstellung und bei einem Bremspedalwert zwischen dem maximalen Bremspedalwert und dem ersten kritischen Bremspedalwert den Erregerstrom abstellt.
- 250 6. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 3 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
- die Steuereinheit bei der dritten Gangwahlstellung und bei einem Bremspedalwert zwischen dem minimalen Bremspedalwert und einem zweiten kritischen Bremspedalwert den Erregerstrom einstellt, und
- 255 - die Steuereinheit bei der vierten Gangwahlstellung und bei einem Bremspedalwert zwischen dem minimalen Bremspedalwert und dem zweiten kritischen Bremspedalwert den Erregerstrom einstellt.

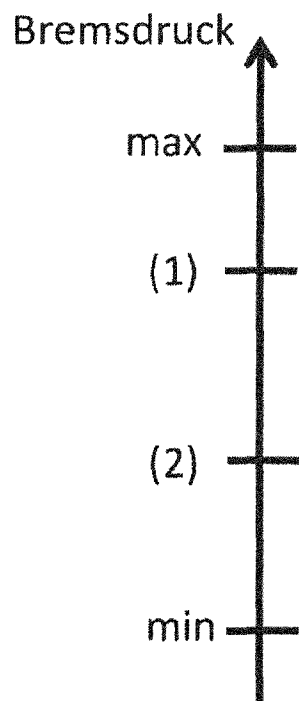


Fig. 1