

(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
12. August 2010 (12.08.2010)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/089247 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B60W 10/06 (2006.01) **B60K 6/48** (2007.10)
B60W 10/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/051052

(22) Internationales Anmeldedatum:
29. Januar 2010 (29.01.2010)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2009 000 706.7
9. Februar 2009 (09.02.2009) 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): **EISELE, Markus**
[DE/DE]; Schwarzer Brunnen 55, 88048 Friedrichshafen
(DE). **SAUTER, Michael** [DE/DE]; Finkenweg 4, 88430
Rot (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, 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, HR, HU, IE, IS, IT, LT,
LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI,
SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: METHOD FOR COUPLING AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE OF A PARALLEL-HYBRID DRIVE
TRAIN

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM ANKOPPELN EINER BRENNKRAFTMASCHINE EINES PARALLEL-HYBRID-
ANTRIEBSSTRANGES

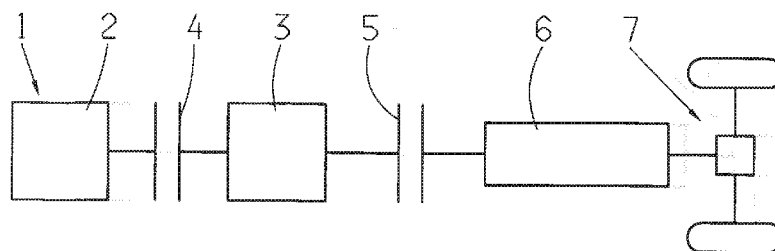


Fig. 1

(57) Abstract: A method is described for coupling an internal combustion engine (2) of a parallel-hybrid drive train (1) by means of a clutch device (4), arranged between the internal combustion engine (2) and an electric machine (3), on the basis of an opened operating state of the clutch device (4), a rotational speed of the internal combustion engine (2), which corresponds at least approximately to an idling rotational speed, and a rotational speed of the electric machine (3) which is higher than the idling rotational speed of the internal combustion engine (2). According to the invention, when a request for a drive torque value which is higher than the torque threshold is present, the rotational speed of the internal combustion engine (2) is adjusted to a rotational speed value above the rotational speed of the electric machine (3), and when the rotational speed value is reached the clutch device (4) is closed in a slipping fashion while the internal combustion engine (2) is changed over into the overrun fuel cut-off mode when the request to couple the internal combustion engine (2) is present in the fuel overrun cut-off operating mode of the drive train (1), and the rotational speed of the internal combustion engine (2) is adjusted to the rotational speed of the electric machine (3) during the closing process of the clutch device (4), as a function of the transmission capability of the clutch device (4).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2010/089247 A1



Es wird ein Verfahren zum Ankoppeln einer Brennkraftmaschine (2) eines Parallel-Hybrid-Antriebsstranges (1) über eine zwischen der Brennkraftmaschine (2) und einer elektrischen Maschine (3) angeordnete Kupplungseinrichtung (4) ausgehend von einem geöffneten Betriebszustand der Kupplungseinrichtung (4), einer Drehzahl der Brennkraftmaschine (2), welche wenigstens annähernd einer Leerlaufdrehzahl entspricht, und einer Drehzahl der elektrischen Maschine (3) größer als die Leerlaufdrehzahl der Brennkraftmaschine (2) beschrieben. Erfindungsgemäß wird bei Vorliegen einer Anforderung eines Antriebsdrehmomentwertes größer als die Drehmomentschwelle, die Drehzahl der Brennkraftmaschine (2) auf einen Drehzahlwert oberhalb der Drehzahl der elektrischen Maschine (3) geführt und die Kupplungseinrichtung (4) bei Erreichen des Drehzahlwertes schlupfend geschlossen, während die Brennkraftmaschine (2) im Schubbetrieb des Antriebsstranges (1) bei Vorliegen der Anforderung zum Ankoppeln der Brennkraftmaschine (2) in die Schubabschaltung überführt wird und die Drehzahl der Brennkraftmaschine (2) während des Schließvorganges der Kupplungseinrichtung (4) in Abhängigkeit der Übertragungsfähigkeit der Kupplungseinrichtung (4) auf die Drehzahl der elektrischen Maschine (3) geführt.

Verfahren zum Ankoppeln einer Brennkraftmaschine
eines Parallel-Hybrid-Antriebsstranges

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ankoppeln einer Brennkraftmaschine eines Parallel-Hybrid-Antriebsstranges gemäß der im Oberbegriff des Patentanspruches 1 näher definierten Art.

Aus der Praxis bekannte Parallel-Hybrid-Antriebsstränge sind üblicherweise mit einer Brennkraftmaschine, mit einer elektrischen Maschine und mit einer zwischen der Brennkraftmaschine und der elektrischen Maschine angeordneten Kupplungseinrichtung angeordnet. Die elektrische Maschine ist drehfest mit einer Getriebeeingangswelle eines in Bezug auf die elektrische Maschine abtriebsseitig angeordneten Getriebes verbunden, in dessen Bereich verschiedene Übersetzungen darstellbar sind. Die Drehzahl der elektrischen Maschine entspricht somit im Wesentlichen der Getriebeeingangsdrehzahl.

Während eines rein elektrischen Fahrbetriebes eines mit einem Parallel-Hybrid-Antriebsstrang ausgeführten Hybridfahrzeuges, während dem die Kupplungseinrichtung zwischen der Brennkraftmaschine und der elektrischen Maschine geöffnet ist und die Drehzahl der elektrischen Maschine höher als eine Leerlaufdrehzahl der Brennkraftmaschine ist und die Brennkraftmaschine im Leerlauf betrieben wird, ist die Kupplungseinrichtung bei einer betriebszustandsabhängigen Anforderung zum Ankoppeln der Brennkraftmaschine an den Antriebsstrang und somit zur Darstellung eines Hybridfahrbetriebes zu schließen.

Liegt eine entsprechende Anforderungen zum Schließen der Kupplungseinrichtung vor, wird die Drehzahl der Brennkraftmaschine vor dem Schließvorgang der Kupplungseinrichtung auf die Getriebeeingangsdrehzahl, welche mit der Drehzahl der elektrischen Maschine identisch ist, angehoben und die Kupplungseinrichtung synchronisiert. Dabei wird die Drehzahl der Brennkraftmaschi-

ne drehzahlgeregelt oder auch über eine Drehmomentregelung in Richtung der Synchrondrehzahl der Kupplungseinrichtung beschleunigt, die bei Erreichen ihres Synchronpunktes mit geringer Belastung geschlossen wird. Daran anschließend erfolgt der brennkraftmaschinenseitige Lastaufbau durch Regelung des Drehmomentes der Brennkraftmaschine.

Wird der Ankoppelvorgang der Brennkraftmaschine beispielsweise während einer Bergauffahrt durchgeführt, während der im Zugbetrieb des Antriebsstranges ein hohes Drehmoment angefordert wird, stellt die Brennkraftmaschine direkt nach dem Schließen der Kupplungsvorrichtung als maximales Antriebsmoment einen sich aus der Drehzahl-Drehmoment-Kennlinie der Brennkraftmaschine ergebenden Drehmomentwert zur Verfügung.

Nachteilhafterweise ist das von der Brennkraftmaschine nach dem Schließen der Kupplungsvorrichtung zur Verfügung gestellte Antriebsmoment bei entsprechend niedriger Drehzahl bzw. Synchrondrehzahl der Kupplungseinrichtung nicht ausreichend, um einen vom Fahrer erwarteten Leistungszuwachs umzusetzen. Das bedeutet, dass das Fahrzeug in derartigen Betriebszuständen des Antriebsstranges über die Brennkraftmaschine zunächst nur mäßig beschleunigbar ist. Gleichzeitig wird auf solch niedrigen Drehzahlniveaus der Brennkraftmaschine bei gleichzeitig hoher Drehmomentabgabe der Brennkraftmaschine das Gefühl eines demnächst abgewürgten Motors vermittelt.

Ein ähnlich ungünstiger Betriebszustandsverlauf stellt sich ein, wenn der Fahrer während der Ankopplung der Brennkraftmaschine an den Antriebsstrang ein Fahrpedal eines Fahrzeuges betätigt und spontan, beispielsweise fahrsituationsabhängig, ein deutlich höheres Fahrerwunschmoment anfordert. Zum Zeitpunkt, zu dem der Antriebsstrang sich durch synchrones Schließen der Kupplungseinrichtung im Hybridfahrbetrieb befindet, ist über die Brennkraftmaschine wiederum das angeforderte Drehmoment, welches zur Umsetzung der gewünschten Beschleunigung des Fahrzeuges erforderlich ist, nicht mit der entsprechenden Spontaneität bereitstellbar.

Während eines Betriebszustandsverlaufes, während dem im Schubbetrieb eines Parallel-Hybrid-Antriebsstranges ein Bremsmoment der Brennkraftmaschine angefordert wird, führt die vorbeschriebene aktive Beschleunigung der Brennkraftmaschine auf das Niveau der elektrischen Maschine bzw. der Getriebeeingangsdrehzahl des Antriebsstranges zu einem unerwünschten Kraftstoffverbrauch der Brennkraftmaschine.

Darüber hinaus wird eine Anforderung zum Ankoppeln der Brennkraftmaschine an den Antriebsstrang während eines Betriebszustandsverlaufes, während welchem sich ein Fahrwiderstand stark verändert, als kritisch angesehen. Dies resultiert aus der Tatsache, dass ein Fahrzeug im Zugbetrieb seines Parallel-Hybrid-Antriebsstranges bei Vorliegen einer spontanen Bergauffahrt in einem derartigen Umfang verzögert wird, dass ein Ankoppeln der Brennkraftmaschine technisch nicht mehr sinnvoll ist und die Kupplungseinrichtung wieder geöffnet werden muss, da in einem solchen Fall das antriebsseitige Zugkraftangebot zu gering ist und im Bereich des Getriebes eine Rückschaltung einzuleiten ist. Derartige Betriebszustandsverläufe sind durch hohe Betriebsgeräusche, einen niedrigen Fahrkomfort und eine unerwünscht hohe Unruhe sowie durch hohe Bauteilbelastungen gekennzeichnet.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Ankoppeln einer Brennkraftmaschine eines Parallel-Hybrid-Antriebsstranges zur Verfügung zu stellen, mittels welchem die vorbeschriebenen Nachteile vermieden werden.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 gelöst.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Ankoppeln einer Brennkraftmaschine eines Parallel-Hybrid-Antriebsstranges über eine zwischen der Brennkraftmaschine und einer elektrischen Maschine angeordnete Kupplungseinrichtung ausgehend von einem geöffneten Betriebszustand der Kupplungs-

einrichtung, einer Drehzahl der Brennkraftmaschine, welche wenigstens annähernd einer Leerlaufdrehzahl entspricht, und einer Drehzahl der elektrischen Maschine größer als die Leerlaufdrehzahl der Brennkraftmaschine, wobei im Zugbetrieb des Antriebsstranges und bei Vorliegen einer Anforderung zum Ankoppeln der Brennkraftmaschine sowie eines Antriebsdrehmomentwertes kleiner als eine Drehmomentschwelle die Drehzahl der Brennkraftmaschine auf die Drehzahl der elektrischen Maschine geführt und die Kupplungseinrichtung wenigstens annähernd im synchronen Betriebszustand geschlossen wird und anschließend das Drehmoment der Brennkraftmaschine angehoben wird, wird bei Vorliegen einer Anforderung eines Antriebsdrehmomentwertes größer als die Drehmomentschwelle die Drehzahl der Brennkraftmaschine auf einen Drehzahlwert oberhalb der Drehzahl der elektrischen Maschine geführt und die Kupplungseinrichtung bei Erreichen des Drehzahlwertes schlupfend geschlossen, während die Brennkraftmaschine im Schubbetrieb des Antriebsstranges bei Vorliegen einer Anforderung zum Ankoppeln der Brennkraftmaschine in die Schubabschaltung überführt wird und die Drehzahl der Brennkraftmaschine während des Schließvorganges der Kupplungseinrichtung in Abhängigkeit der Übertragungsfähigkeit der Kupplungseinrichtung auf die Drehzahl der elektrischen Maschine geführt wird.

Erfindungsgemäß betriebene Brennkraftmaschinen von Parallel-Hybrid-Antriebssträngen werden im Gegensatz zu herkömmlich betriebenen Brennkraftmaschinen bei Vorliegen einer Anforderung zum Ankoppeln der Brennkraftmaschinen im Zugbetrieb der Parallel-Hybrid-Antriebsstränge bei gleichzeitiger Anforderung hoher Antriebsmomente der Brennkraftmaschinen am Ende der Schließvorgänge der Kupplungseinrichtungen bereits auf Drehzahlniveaus betrieben, zu den die Brennkraftmaschinen jeweils ein wenigstens annähernd einem anforderungsgemäßen Drehmoment entsprechendes Drehmoment zur Verfügung stellen. Zusätzlich sind aufgrund der während der Schließvorgänge schlupfend betriebenen Kupplungseinrichtungen die Schwungmassen der rotierenden Brennkraftmaschinen nutzbar, d. h. sowohl die statischen Motormomen-

te als auch die dynamischen Anteile, um im Bereich der Abtriebe jeweils ein angefordertes Abtriebsmoment wenigstens annähernd darstellen zu können.

Im Schubbetrieb von Parallel-Hybrid-Antriebssträngen ist mittels des Verfahrens nach der Erfindung im Bereich der Abtriebe jeweils ein gewünschtes Schubmoment durch Ankoppeln der Brennkraftmaschinen ohne Kraftstoffverbrauch der Brennkraftmaschinen zur Verfügung stellbar, da die Kupplungseinrichtungen die jeweils in der Schubabschaltung betriebenen Brennkraftmaschinen im Schlupfbetrieb auf die Drehzahlniveaus der elektrischen Maschinen führen.

Bei einer vorteilhaften Variante des Verfahrens nach der Erfindung wird die Drehzahl der Brennkraftmaschine bei Vorliegen der Anforderung zum Ankoppeln der Brennkraftmaschine und eines brennkraftmaschinenseitigen Antriebsdrehmomentwertes größer als die Drehmomentschwelle geregelt eingestellt.

Alternativ hierzu ist ein Antriebsmoment der Brennkraftmaschine bei Vorliegen der Anforderung zum Ankoppeln der Brennkraftmaschine und eines brennkraftmaschinenseitigen Antriebsdrehmomentwertes größer als die Drehmomentschwelle während dem Anheben der Drehzahl der Brennkraftmaschine auf einen vordefinierten Drehmomentwert begrenzbare, um ein undefiniertes Ansteigen der Drehzahl der Brennkraftmaschine mit geringem Steuer- und Regelaufwand zu vermeiden.

Die Betätigung der Kupplungseinrichtung ist bei einem Wechsel der Anforderung der brennkraftmaschinenseitigen Antriebsmomentes und/oder bei einem Wechsel zwischen einem Zugbetrieb und einem Schubbetrieb des Antriebsstranges variierbar, womit beispielsweise einen Fahrkomfort eines Fahrzeuges beeinträchtigende Reaktionsmomente im Antriebsstrang vermieden werden können.

Weitere Vorteile und vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Patentansprüchen und dem unter Bezugnahme auf die Zeichnung prinzipmäßig beschriebenen Ausführungsbeispiel.

Es zeigt:

Fig. 1 eine vereinfachte Darstellung eines Parallel-Hybrid-Antriebsstranges eines Fahrzeuges;

Fig. 2 verschiedene Verläufe von Betriebsparametern des Parallel-Hybrid-Antriebsstranges gemäß Fig. 1 während eines Ankoppelvorganges der Brennkraftmaschine bei Anforderung eines Antriebsdrehmomentwertes kleiner als eine Drehmomentschwelle über der Zeit;

Fig. 3 eine Fig. 2 entsprechende Darstellung der Verläufe der Betriebszustandsparameter während eines Ankoppelvorganges der Brennkraftmaschine bei Vorliegen einer Anforderung eines Antriebsdrehmomentwertes größer als die Drehmomentschwelle; und

Fig. 4 eine Fig. 2 entsprechende Darstellung der Verläufe der Betriebszustandsparameter während eines Ankoppelvorganges der Brennkraftmaschine im Schubbetrieb des Parallel-Hybrid-Antriebsstranges.

Fig. 1 zeigt einen Parallel-Hybrid-Antriebsstrang 1 eines Fahrzeuges mit einer Brennkraftmaschine 2 und einer elektrischen Maschine 3. Zwischen der Brennkraftmaschine 2 und der elektrischen Maschine 3 ist eine Kupplungseinrichtung 4 angeordnet, über welche die Brennkraftmaschine 2 vom Antriebsstrang 1 trennbar oder an diesen koppelbar ist. In Bezug auf die Brennkraftmaschine 2 ist abtriebsseitig der elektrischen Maschine 3 eine weitere Kupplungs-

einrichtung 5, eine Getriebeeinrichtung 6 und ein Abtrieb 7 des Parallel-Hybrid-Antriebsstranges 1 vorgesehen, wobei die weitere Kupplungseinrichtung 5 in geöffnetem Zustand die Wirkverbindung zwischen der elektrischen Maschine 3 und der Getriebeeinrichtung 6 deaktiviert.

In Fig. 2 bis Fig. 4 sind jeweils Verläufe von Betriebszustandsparametern des Parallel-Hybrid-Antriebsstranges 1 gemäß Fig. 1 während verschiedener Betriebszustandsverläufe über der Zeit t dargestellt, wobei die Betriebszustandsverläufe gemäß Fig. 2 und Fig. 3 jeweils wenigstens annähernd von demselben Betriebspunkt des Parallel-Hybrid-Antriebsstranges 1 ausgehen.

Der den Betriebszustandsverläufen gemäß Fig. 2 bis Fig. 4 zugrunde liegende Ausgangs- bzw. Betriebspunkt des Parallel-Hybrid-Antriebsstranges 1 ist dadurch charakterisiert, dass die Kupplungseinrichtung 4 sich zunächst in vollständig geöffnetem Betriebszustand befindet und eine Drehzahl n_{mot} der Brennkraftmaschine 2 wenigstens annähernd einer Leerlaufdrehzahl $n_{\text{mot\_ll}}$ der Brennkraftmaschine 2 entspricht. Darüber hinaus ist die Drehzahl der elektrischen Maschine 3 größer als die Leerlaufdrehzahl $n_{\text{mot\_ll}}$ der Brennkraftmaschine 2. Die weitere Kupplungseinrichtung 5 befindet sich während des gesamten nachfolgend betrachteten Zeitraumes, der sich zwischen einem Zeitraum T_0 , der jeweils den Ausgangspunkt des den Verläufen zugrunde liegenden Betriebszustandsverlaufes darstellt, und einem Zeitpunkt T_2 , zu dem die Kupplungseinrichtung 4 im Wesentlichen vollständig geschlossen ist, erstreckt, in vollständig geschlossenem Betriebszustand.

Damit entspricht eine Getriebeeingangsdrehzahl n_{6_in} der Getriebeeinrichtung 6 während des gesamten Zeitraumes einer Drehzahl n_{EM} der elektrischen Maschine 3. Zudem wird ein mit dem Parallel-Hybrid-Antriebsstrang 1 gemäß Fig. 1 ausgeführtes Hybridfahrzeug bei einer Anforderung zum Ankoppeln der Brennkraftmaschine 2 an den Parallel-Hybrid-Antriebsstrang 1 jeweils rein elektrisch betrieben, wobei das am Abtrieb 7 anliegende Abtriebsmoment zum Zeitpunkt T_0 durch die elektrische Maschine 3 allein bereitgestellt wird.

Die Anforderung zum Ankoppeln der Brennkraftmaschine 2 ergeht beispielsweise bei Vorliegen eines Ladezustandes eines der elektrischen Maschine 3 zugeordneten elektrischen Speichers oder wenn im Zugbetrieb des Parallel-Hybrid-Antriebsstranges 1 eine moderate Erhöhung eines fahrerseitigen angeforderten Antriebsmomentes bzw. im Schubbetrieb des Parallel-Hybrid-Antriebsstranges 1 eine Erhöhung des Schubmomentes am Abtrieb 7 die Ankopplung der Brennkraftmaschine 2 an den Antriebsstrang 1 erfordert.

Zum Zeitpunkt T0 liegt der Parallel-Hybrid-Antriebsstrang 1 jeweils in seinem Ausgangsbetriebspunkt vor, wobei die Drehzahl n_{mot} der Brennkraftmaschine 2 im Zugbetrieb des Parallel-Hybrid-Antriebsstranges 1 und bei Vorliegen einer Anforderung zum Ankoppeln der Brennkraftmaschine 2 sowie eines Antriebsdrehmomentwertes kleiner als eine Drehmomentschwelle bei gleichzeitig vollständig geöffneter Kupplungseinrichtung 4 in der in Fig. 2 näher dargestellten Art und Weise auf die Drehzahl n_{EM} der elektrischen Maschine 3 geführt wird. Die Brennkraftmaschine 2 wird drehzahl- oder drehmomentge-regelt auf die Getriebeeingangsdrehzahl $n_{6\_{\text{ein}}}$ bzw. die Drehzahl n_{EM} der elektrischen Maschine 3 angehoben bzw. beschleunigt.

Die Kupplungseinrichtung 4 erreicht zum Zeitpunkt T1 wenigstens annähernd ihren synchronen Betriebszustand, wird bei Ermittlung ihres Synchronzustandes durch Anheben der Betätigungskraft F4 nahezu belastungsfrei geschlossen und liegt zum Zeitpunkt T2 in ihrem vollständig geschlossenen Betriebszustand vor. Anschließend wird das Drehmoment der Brennkraftmaschine 2 angehoben, um den angeforderten Drehmomentwert bereitzustellen.

Ausgehend von dem vorbeschriebenen Betriebszustand des Antriebsstranges 1 zum Zeitpunkt T0 wird die Brennkraftmaschine 2 in der in Fig. 3 dargestellten Art und Weise an den Antriebsstrang 1 angekoppelt, wenn ein Antriebsdrehmomentwert größer als die Drehmomentschwelle angefordert wird und das angeforderte Drehmoment das maximale Antriebsmoment der elektrischen Maschine 3 im Zugbetrieb des Antriebsstranges 1 übersteigt. Dann ist

ein spontanes Ankoppeln der Brennkraftmaschine 2 an den Antriebsstrang 1 zur Leistungssteigerung zwingend notwendig.

In Abhängigkeit des jeweils vorliegenden Anwendungsfalles wird die Brennkraftmaschine 2 drehzahlgeregelt, momentenlimitiert oder freihochlaufend auf einen Drehzahlwert oberhalb der Drehzahl n_{EM} der elektrischen Maschine 3 beschleunigt und die Kupplungseinrichtung 4 bei Erreichen des Drehzahlwertes durch rampenförmiges Anheben der Betätigungskraft F_4 schlupfend geschlossen. Aufgrund des schlupfenden Betriebes der Kupplungseinrichtung 4 wird zur Steigerung des im Parallel-Hybrid-Antriebsstrang 1 zur Verfügung stehenden Antriebsmomentes zusätzlich die Schwungmasse der rotierenden Brennkraftmaschine 2 genutzt, d. h. sowohl die statischen Motor-momente als auch die dynamischen Anteile. Da sich die Brennkraftmaschine 2 zum Ankoppelzeitpunkt bereits auf einem höheren Drehzahlniveau bewegt als bei der zuvor beschriebenen Vorgehensweise und auch im Vergleich zu herkömmlich betriebenen Parallel-Hybrid-Antriebssträngen, ist im Vergleich zu herkömmlich betriebenen Antriebssträngen von Hybridfahrzeugen zum Ankoppelzeitpunkt von der Brennkraftmaschine 2 ein höheres Drehmoment zur Verfügung stellbar.

Somit wird die Drehzahl n_{mot} der Brennkraftmaschine 2 bei Vorliegen einer Anforderung eines Antriebsdrehmomentwertes größer als die Drehmomentschwelle auf einen Drehzahlwert oberhalb der Drehzahl n_{EM} der elektrischen Maschine geführt und die Kupplungseinrichtung 4 bei Erreichen des Drehzahlwertes schlupfend geschlossen. Zum Zeitpunkt T_2 , zu dem die Kupplungseinrichtung 4 mit ihrer Schließkraft beaufschlagt wird, ist die Kupplungseinrichtung 4 vollständig geschlossen.

Bei dem den Verläufen der Betriebszustandsparameter des Parallel-Hybrid-Antriebsstranges 1 gemäß Fig. 4 zugrunde liegenden Betriebszustandsverlauf befindet sich der Parallel-Hybrid-Antriebsstrang 1 im Schubbetrieb und die Kupplungseinrichtung 4 ist zum Zeitpunkt T_0 geöffnet, während die Dreh-

zahl n_{mot} der Brennkraftmaschine 2 der Leerlaufdrehzahl $n_{\text{mot\_ll}}$ entspricht und die Drehzahl n_{EM} der elektrischen Maschine 3, die bei geschlossener weiterer Getriebeeinrichtung 5 der Getriebeeingangsdrehzahl $n6_{\text{ein}}$ entspricht, größer als die Leerlaufdrehzahl $n_{\text{mot\_ll}}$ ist.

Um am Abtrieb 7 des Parallel-Hybrid-Antriebsstranges 1 ein Schubmoment darstellen zu können, das von der elektrischen Maschine 3 allein nicht erzeugbar ist, wird eine Anforderung zum Ankoppeln der Brennkraftmaschine 2 ausgegeben und die Brennkraftmaschine 2 in die Schubabschaltung überführt oder in dieser weiter betrieben. Die Kupplungseinrichtung 4 wird in Abhängigkeit ihrer Übertragungsfähigkeit bzw. des darüber fñhrbaren Drehmomentes geregelt schlupfend geschlossen. Die Drehzahl n_{mot} der Brennkraftmaschine 2 wird während des Schließvorganges der Kupplungsvorrichtung 4 in der in Fig. 4 dargestellten Art und Weise in Abhängigkeit der Übertragungsfähigkeit der Kupplungseinrichtung 4 auf das Niveau der Drehzahl n_{EM} der elektrischen Maschine 3 bzw. der Getriebeeingangsdrehzahl $n6_{\text{ein}}$ geführt. Dabei verbraucht die Brennkraftmaschine 2 in der Schubabschaltung keinen Kraftstoff und das am Abtrieb 7 anzulegende Schubmoment ist bei angekoppelter Antriebsmaschine 2 im gewünschten Umfang darstellbar.

Die Übertragungsfähigkeit der Kupplungseinrichtung 4 wird während des Schließvorganges derart geregelt eingestellt, dass die Drehzahl der Brennkraftmaschine einerseits keinen sprunghaften Anstieg aufweist und die Abtriebsdrehzahl andererseits keine einen Fahrkomfort beeinträchtigende Absenkung bzw. Verringerung aufweist.

Des Weiteren ist es zusätzlich vorgesehen, dass bei Veränderungen der Ausgangsbedingungen, im Speziellen das jeweils angeforderte Drehmoment betreffend sowie ein Wechsel zwischen dem Schubbetrieb und dem Zugbetrieb des Parallel-Hybrid-Antriebsstranges 1, während der Abläufe der anhand von Fig. 2 bis Fig. 4 näher beschriebenen Funktionalitäten des Verfahrens jeweils ein nahtloser Übergang zwischen den drei Teilfunktionen durchgeführt wird,

über den jeweils ein der Fahrsituation entsprechendes optimales Vorgehen gewährleistet wird.

Bezugszeichen

1	Parallel-Hybrid-Antriebsstrang
2	Brennkraftmaschine
3	elektrische Maschine
4	Kupplungseinrichtung
5	weitere Kupplungseinrichtung
6	Getriebeeinrichtung
7	Abtrieb
F4	Betätigungskraft der Kupplungseinrichtung
n_EM	Drehzahl der elektrischen Maschine
n_mot	Drehzahl der Brennkraftmaschine
n6_ein	Getriebeeingangsdrehzahl
t	Zeit
T0 bis T2	diskreter Zeitpunkt

Patentansprüche

1. Verfahren zum Ankoppeln einer Brennkraftmaschine (2) eines Parallel-Hybrid-Antriebsstranges (1) über eine zwischen der Brennkraftmaschine (2) und einer elektrischen Maschine (3) angeordnete Kupplungseinrichtung (4) ausgehend von einem geöffneten Betriebszustand der Kupplungseinrichtung (4), einer Drehzahl (n_{mot}) der Brennkraftmaschine (2), welche wenigstens annähernd einer Leerlaufdrehzahl ($n_{\text{mot\_ll}}$) entspricht, und einer Drehzahl (n_{EM}) der elektrischen Maschine (3) größer als die Leerlaufdrehzahl ($n_{\text{mot\_ll}}$) der Brennkraftmaschine (2), wobei im Zugbetrieb des Antriebsstranges (1) und bei Vorliegen einer Anforderung zum Ankoppeln der Brennkraftmaschine (2) sowie eines Antriebsdrehmomentwertes kleiner als eine Drehmomentschwelle die Drehzahl (n_{mot}) der Brennkraftmaschine (2) auf die Drehzahl (n_{EM}) der elektrischen Maschine (3) geführt und die Kupplungseinrichtung (4) wenigstens annähernd im synchronen Betriebszustand geschlossen wird, und wobei das Drehmoment der Brennkraftmaschine (2) anschließend angehoben wird, dadurch gekennzeichnet, dass bei Vorliegen einer Anforderung eines Antriebsdrehmomentwertes größer als die Drehmomentschwelle, die Drehzahl (n_{mot}) der Brennkraftmaschine (2) auf einen Drehzahlwert oberhalb der Drehzahl (n_{EM}) der elektrischen Maschine (3) geführt und die Kupplungseinrichtung (4) bei Erreichen des Drehzahlwertes schlupfend geschlossen wird, während die Brennkraftmaschine (2) im Schubbetrieb des Antriebsstranges (1) bei Vorliegen der Anforderung zum Ankoppeln der Brennkraftmaschine (2) in die Schubabschaltung überführt wird und die Drehzahl (n_{mot}) der Brennkraftmaschine (2) während des Schließvorganges der Kupplungseinrichtung (4) in Abhängigkeit der Übertragungsfähigkeit der Kupplungseinrichtung (4) auf die Drehzahl (n_{EM}) der elektrischen Maschine (3) geführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehzahl (n_{mot}) der Brennkraftmaschine (2) bei Vorliegen der Anforderung zum

Ankoppeln der Brennkraftmaschine (2) und eines Antriebsdrehmomentwertes größer als die Drehmomentschwelle geregelt eingestellt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Antriebsmoment der Brennkraftmaschine (2) bei Vorliegen der Anforderung zum Ankoppeln der Brennkraftmaschine (2) und eines Antriebsdrehmomentwertes größer als die Drehmomentschwelle während dem Anheben der Drehzahl (n_{mot}) der Brennkraftmaschine (2) auf einen vordefinierten Drehmomentwert begrenzt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Betätigung der Kupplungseinrichtung (4) bei einem Wechsel der Anforderung des Antriebsdrehmomentes variiert wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Betätigung der Kupplungseinrichtung (4) bei einem Wechsel zwischen einem Zugbetrieb und einem Schubbetrieb des Parallel-Hybrid-Antriebsstranges (1) variiert wird.

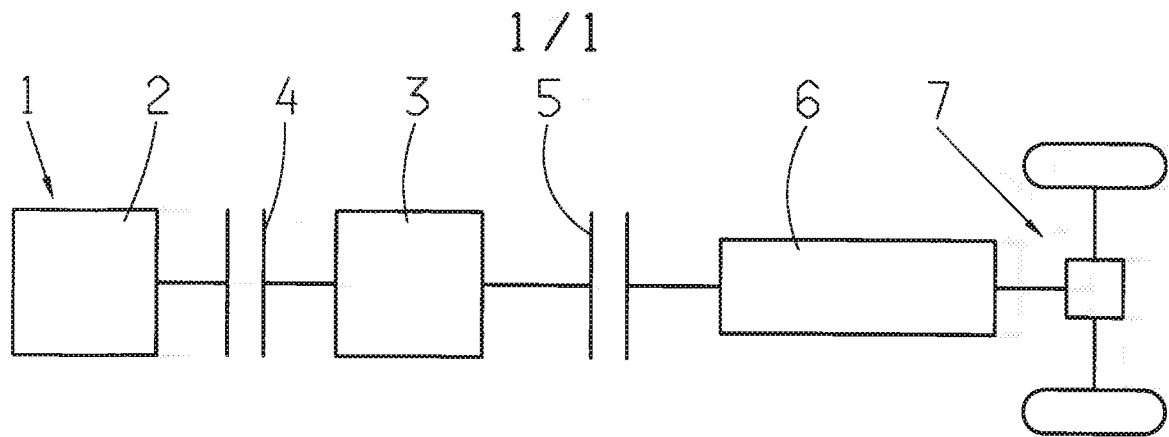
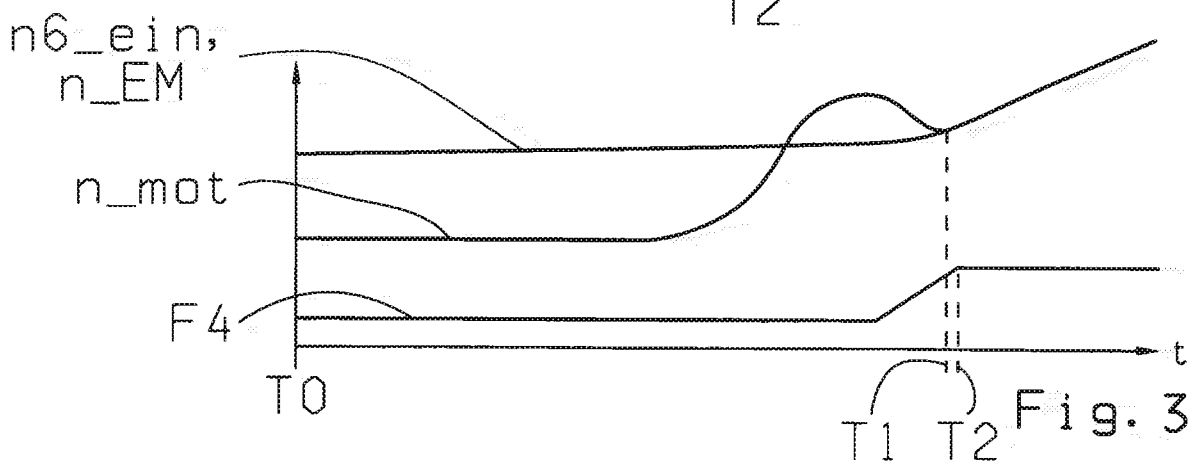
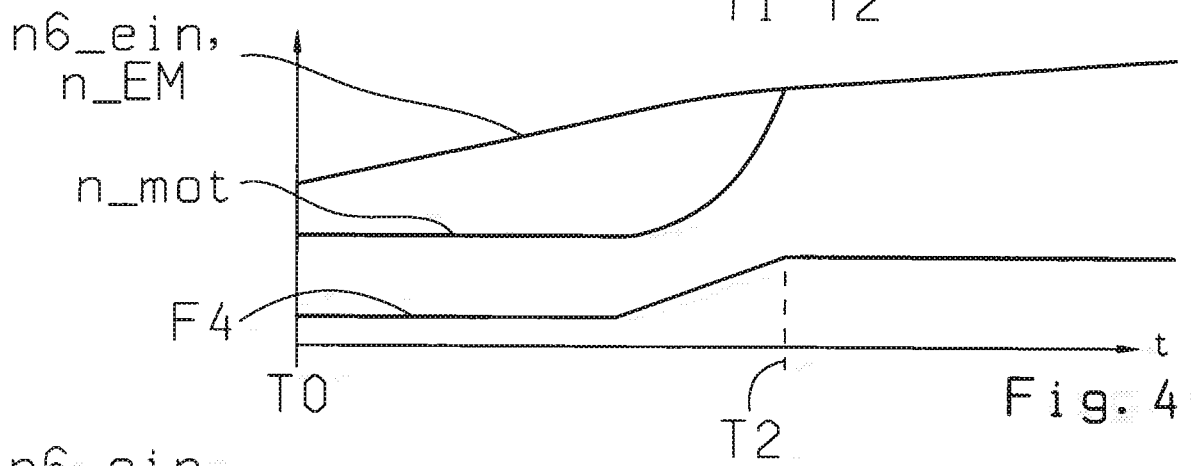
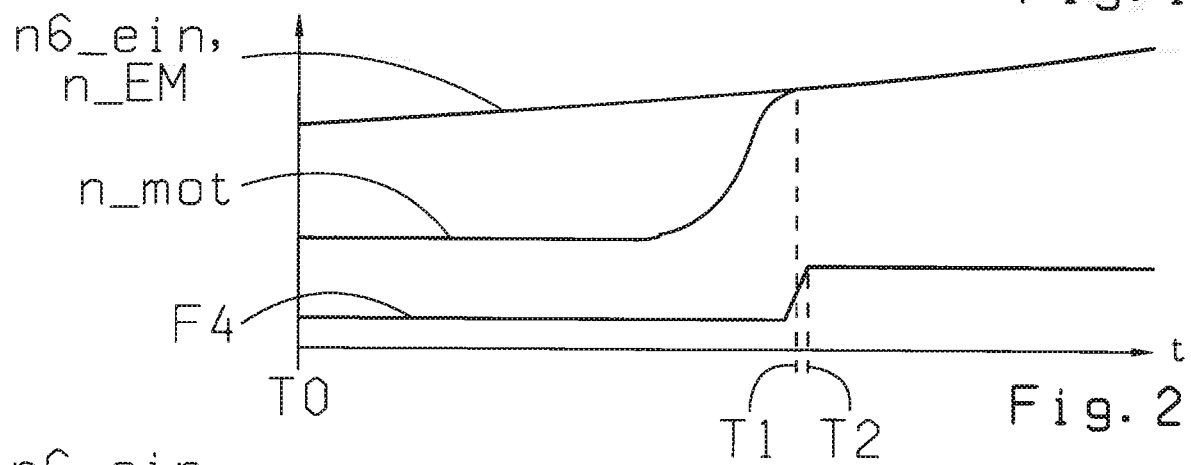


Fig. 1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2010/051052

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B60W10/06 B60W10/02 B60K6/48

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B60W B60K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2002/170758 A1 (SHIMABUKURO EIJIRO [JP] ET AL) 21 November 2002 (2002-11-21) the whole document	1
A	EP 1 526 023 A2 (FUJI HEAVY IND LTD [JP]) 27 April 2005 (2005-04-27) the whole document	1
A	EP 1 925 521 A2 (PORSCHE AG [DE]) 28 May 2008 (2008-05-28) the whole document	1
A	EP 1 839 986 A1 (NISSAN MOTOR [JP]) 3 October 2007 (2007-10-03) the whole document	1

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 March 2010

Date of mailing of the international search report

06/04/2010

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Granier, Frédéric

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2010/051052

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 2002170758	A1	21-11-2002	DE	10221844 A1	22-05-2003
EP 1526023	A2	27-04-2005	JP	2005130564 A	19-05-2005
			US	2005090366 A1	28-04-2005
EP 1925521	A2	28-05-2008	CN	101186208 A	28-05-2008
			DE	102006054740 A1	12-06-2008
			JP	2008127005 A	05-06-2008
			US	2008129049 A1	05-06-2008
EP 1839986	A1	03-10-2007	CN	101045453 A	03-10-2007
			JP	2007261442 A	11-10-2007
			US	2007227791 A1	04-10-2007

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/051052

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. B60W10/06 B60W10/02 B60K6/48

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

B60W B60K

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2002/170758 A1 (SHIMABUKURO EIJIRO [JP] ET AL) 21. November 2002 (2002-11-21) das ganze Dokument	1
A	EP 1 526 023 A2 (FUJI HEAVY IND LTD [JP]) 27. April 2005 (2005-04-27) das ganze Dokument	1
A	EP 1 925 521 A2 (PORSCHE AG [DE]) 28. Mai 2003 (2008-05-28) das ganze Dokument	1
A	EP 1 839 986 A1 (NISSAN MOTOR [JP]) 3. Oktober 2007 (2007-10-03) das ganze Dokument	1



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

25. März 2010

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

06/04/2010

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Granier, Frédéric

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/051052

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2002170758	A1	21-11-2002	DE	10221844 A1	22-05-2003
EP 1526023	A2	27-04-2005	JP	2005130564 A	19-05-2005
			US	2005090366 A1	28-04-2005
EP 1925521	A2	28-05-2008	CN	101186208 A	28-05-2008
			DE	102006054740 A1	12-06-2008
			JP	2008127005 A	05-06-2008
			US	2008129049 A1	05-06-2008
EP 1839986	A1	03-10-2007	CN	101045453 A	03-10-2007
			JP	2007261442 A	11-10-2007
			US	2007227791 A1	04-10-2007