



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2019 210 105.4**
(22) Anmeldetag: **09.07.2019**
(43) Offenlegungstag: **14.01.2021**

(51) Int Cl.: **B60W 20/40** (2016.01)
B60W 10/02 (2006.01)
F16D 48/06 (2006.01)
F02N 11/04 (2006.01)

(71) Anmelder:
**ZF FRIEDRICHSHAFEN AG, 88046
Friedrichshafen, DE**

(72) Erfinder:
Lemp, Thomas, 88085 Langenargen, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

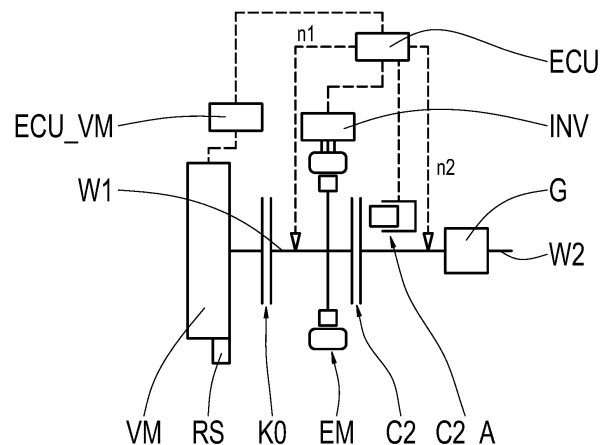
DE	198 38 853	A1
DE	10 2006 049 888	A1
DE	10 2011 075 216	A1
DE	11 2012 006 913	T5
US	2012 / 0 309 587	A1

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Betrieb eines Hybrid-Antriebsstrangs, sowie elektronische Steuereinheit**

(57) Zusammenfassung: Verfahren zum Betrieb eines Hybrid-Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs, wobei der Antriebsstrang Antriebsräder (DW), einen Verbrennungsmotor (VM), eine elektrische Maschine (EM) sowie eine dazwischen angeordnete Trennkupplung (K0) aufweist, wobei in einem unbefeuerten Betrieb des Verbrennungsmotors (VM) folgende Schritte durchgeführt werden: Betreiben der elektrischen Maschine (EM) in einer Drehzahlregelung, Einstellen eines drehmomentübertragenden Zustands der Trennkupplung (K0), Überwachen einer Drehwinkelposition des Verbrennungsmotors (VM), bis die Drehwinkelposition einen Sollwert oder einen Sollbereich erreicht hat, Öffnen der Trennkupplung (K0), wenn die Drehwinkelposition den Sollwert oder den Sollbereich erreicht hat, wobei der drehmomentübertragende Zustand durch einen Schlupfzustand der Trennkupplung (K0) realisiert wird, sowie elektronische Steuereinheit (ECU) zur Durchführung eines solchen Verfahrens.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Hybrid-Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs. Die Erfindung betrifft ferner eine elektronische Steuereinheit zur Anwendung im Kraftfahrzeug, welche zur Durchführung eines solchen Verfahrens eingerichtet ist.

[0002] Die Patentanmeldung US 2012/0309587 A1 beschreibt ein Motorstop-Steuerungssystem für ein Hybrid-Elektrofahrzeug mit einem Verbrennungsmotor, einer elektrischen Maschine, einer Kupplung zwischen Verbrennungsmotor und elektrischer Maschine sowie einem Steuergerät. Das Steuergerät kann eine Stop-Position des Verbrennungsmotors durch Steuern einer Drehzahl der elektrischen Maschine steuern, während die erste Kupplung vollständig geschlossen ist.

[0003] Die Patentanmeldung DE 198 38 853 A1 beschreibt eine Hybridantriebsvorrichtung für ein Fahrzeug, welche eine Maschine, einen Elektromotor, eine Kupplung zwischen der Maschine und dem Elektromotor, eine Getriebeeinheit zur Übertragung der Leistung der Maschine und des Elektromotors auf Räder, und eine Steuereinrichtung zur Steuerung der Maschine, des Elektromotors und der Übertragung der Leistung der Maschine und des Elektromotors auf die Räder aufweist. Es ist eine Wartezustandssteuereinrichtung vorgesehen, um eine Steuerung zur Drehung der Maschine in eine Anlassstartposition auszuführen, bevor das Anlassen der Maschine ausgeführt wird.

[0004] Es ist nun Aufgabe der Erfindung ein Verfahren zur Weiterentwicklung der im Stand der Technik bekannten Vorgänge anzugeben.

[0005] Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1. In Patentanspruch 5 ist zudem eine elektronische Steuereinheit angegeben, welche zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens eingerichtet ist. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen, der Beschreibung sowie aus den Figuren.

[0006] Es wird ein Verfahren zum Betrieb eines Hybrid-Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs vorgeschlagen. Der Antriebsstrang umfasst Antriebsräder, einen Verbrennungsmotor, eine elektrische Maschine sowie eine zwischen Verbrennungsmotor und elektrischer Maschine angeordnete Trennkupplung. In einem unbefeuerten Betrieb des Verbrennungsmotors werden dabei folgende Schritte durchgeführt:

- Betreiben der elektrischen Maschine in einer Drehzahlregelung,

- Einstellen eines drehmomentübertragenden Zustands der Trennkupplung, sodass ausgehend von der elektrischen Maschine ein Drehmoment auf den Verbrennungsmotor übertragen wird,

- Überwachen einer Drehwinkelposition des Verbrennungsmotors, bis die Drehwinkelpositionen einen Sollwert oder einen Sollbereich erreicht hat, und

- Öffnen der Trennkupplung, wenn die Drehwinkelposition den Sollwert oder den Sollbereich erreicht hat.

[0007] Erfindungsgemäß ist nun vorgesehen, dass der drehmomentübertragende Zustand der Trennkupplung durch einen Schlupfzustand realisiert wird, in welchem während der Drehmomentübertragung eine Differenzdrehzahl zwischen Verbrennungsmotor und elektrischer Maschine besteht. Durch eine solche Vorgehensweise kann eine aufwändige Niedrigdrehzahl-Winkelpositionsregelung der elektrischen Maschine entfallen.

[0008] Der Antriebsstrang kann ferner ein Anfahrerelement aufweisen. Das Anfahrerelement wird hierbei durch eine Reibkupplung oder durch eine Reibbremse gebildet. Durch das Anfahrerelement ist eine Drehmomentübertragung zwischen der elektrischen Maschine und den Antriebsrädern steuerbar.

[0009] Gemäß einer ersten möglichen Ausgestaltung ist das Anfahrerelement während der Durchführung des Verfahrens vollständig geschlossen. Durch ein solches Vorgehen kann das Kraftfahrzeug während des Verfahrensablaufs mit einer hohen Dynamik beschleunigt werden.

[0010] Gemäß einer zweiten möglichen Ausgestaltung wird das Anfahrerelement während der Durchführung des Verfahrens in einem Schlupfzustand betrieben, also unter Ausbildung einer Differenzdrehzahl zwischen einer Antriebsseite und einer Abtriebsseite des Anfahrerelements bei gleichzeitiger Drehmomentübertragung über das Anfahrerelement. Dadurch kann das Verfahren von abtriebsseitigen Einflüssen entkoppelt werden, sodass ein hoher Fahrkomfort gewährleistet wird.

[0011] Vorzugsweise ist ein während des Verfahrensablaufs von der elektrischen Maschine abgegebenes Drehmoment abhängig von einem Soll-Antriebsmoment des Kraftfahrzeugs. Das Soll-Antriebsmoment kann beispielsweise von einer Fahrpedalposition des Kraftfahrzeugs vorgegeben sein. Das beim Verfahrensablauf über die Trennkupplung übertragene Drehmoment wird durch die Drehzahlregelung der elektrischen Maschine kompensiert. Dadurch wird

das beim Verfahrensablauf geforderte Soll-Antriebsmoment des Kraftfahrzeugs von der Durchführung des Verfahrens nicht beeinflusst.

[0012] Zur Lösung der Aufgabe wird außerdem eine elektronische Steuereinheit vorgeschlagen, welche dazu eingerichtet ist, das eingangs beschriebene Verfahren durchzuführen. Die elektronische Steuereinheit kann zur Durchführung weiterer Funktionen der Antriebsstrangsteuerung vorgesehen sein.

[0013] Die Erfindung ist beispielhaft durch die nachfolgenden Figuren detailliert beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 und **Fig. 2** schematische Darstellungen je eines Kraftfahrzeug-Antriebsstrangs; sowie

Fig. 3 und **Fig. 4** schematische Darstellungen eines Abschnitts eines Kraftfahrzeug-Antriebsstrangs.

[0014] **Fig. 1** zeigt eine schematische Darstellung eines Kraftfahrzeug-Antriebsstranges gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel. Der Antriebsstrang weist einen Verbrennungsmotor **VM** auf, welcher funktional mit einem Hybridmodul **HY** verbunden ist. Das Hybridmodul **HY** beherbergt eine in **Fig. 1** nicht dargestellte elektrische Maschine. Das Hybridmodul **HY** ist funktional mit einem Getriebe **G** verbunden, welches dazu eingerichtet ist verschiedene Übersetzungen bereitzustellen. Im Getriebe **G** kann ein in **Fig. 1** nicht dargestelltes Reibelement vorhanden sein. Abtriebsseitig ist das Getriebe **G** mit einem Differentialgetriebe **AG** verbunden, welches dazu eingerichtet ist die an einer Abtriebswelle **W2** des Antriebsstrangs anliegende Leistung auf Antriebsräder **DW** zu verteilen.

[0015] **Fig. 2** zeigt eine schematische Darstellung eines Kraftfahrzeug-Antriebsstranges gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel. Das Getriebe **G** umfasst nun eine - in **Fig. 2** nicht dargestellte - elektrische Maschine, und ist funktional mit dem Verbrennungsmotor **VM** verbunden. Das im Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 1** enthaltene Hybridmodul **HY** entfällt.

[0016] **Fig. 3** zeigt schematisch einen Abschnitt eines Kraftfahrzeug-Antriebsstrangs gemäß dem in **Fig. 1** dargestellten Ausführungsbeispiel. In der Wirkverbindung zwischen Verbrennungsmotor **VM** und elektrischer Maschine **EM** ist eine Trennkupplung **K0** angeordnet. Ein Rotor der elektrischen Maschine **EM** ist mit einer Welle **W1** verbunden. Ist die Trennkupplung **K0** geöffnet, so verursacht eine Drehung des Rotors kein Drehen der Verbrennungsmotorwelle, sodass der Verbrennungsmotor **VM** im geöffneten Zustand der Trennkupplung **K0** vom Antriebsstrang abgekoppelt ist. Durch Betätigung eines in - **Fig. 3** nicht dargestellten - Aktuators kann die Trennkupplung **K0** geschlossen werden. Dem Ver-

brennungsmotor **VM** ist ein Anlasser **RS** zugeordnet. Der Anlasser **RS** wird durch einen Elektromotor gebildet, welcher dazu eingerichtet ist den Verbrennungsmotor **VM** auf eine Anlassdrehzahl zu beschleunigen.

[0017] Zwischen dem Rotor und dem Getriebe **G** ist funktional ein Anfahrerelement **C2** angeordnet. Das Anfahrerelement **C2** wird hier durch eine Kupplung gebildet. Das Anfahrerelement **C2** kann auch Bestandteil des Getriebes **G** sein. Beispielsweise kann das Anfahrerelement **C2** an der Bildung der Gangstufen des Getriebes **G** beteiligt sein. Alternativ dazu kann das Anfahrerelement **C2** - wie in **Fig. 3** dargestellt - dem Getriebe **G** vorangeschaltet sein. Das Anfahrerelement **C2** kann beispielsweise eine Überbrückungskupplung eines hydrodynamischen Drehmomentwandlers sein.

[0018] Das Anfahrerelement **C2** ist durch einen Aktuator **C2_A** entgegen einer Federkraft betätigbar. Der Aktuator **C2_A** kann beispielsweise als hydraulischer oder elektromechanischer Aktuator ausgebildet sein.

[0019] Zur Steuerung der elektrischen Maschine **EM** und des Anfahrerelements **C2** ist eine elektronische Steuereinheit **ECU** vorgesehen. Diese Steuereinheit **ECU** steht mit einem Umrichter **INV** in Kommunikationsverbindung, welcher die Stromzufuhr zum Stator der elektrischen Maschine **EM** steuert. Die Steuereinheit **ECU** steht ferner mit dem Aktuator **C2_A** in Kommunikationsverbindung. Dem Verbrennungsmotor **VM** ist eine eigene Steuereinheit **ECU_VM** zugeordnet, welche dazu eingerichtet ist den Verbrennungsmotor **VM** zu steuern. Die Steuereinheit **ECU_VM** steht mit der Steuereinheit **ECU** in Kommunikationsverbindung, sodass Signale zwischen der Steuereinheit **ECU** und der Steuereinheit **ECU_VM** ausgetauscht werden können. Die Steuereinheit **ECU** erhält zudem Drehzahlensignale **n1**, **n2**. Das Drehzahlensignal **n1** repräsentiert eine Drehzahl der Welle **W1**. Das Drehzahlensignal **n2** repräsentiert eine Drehzahl der abtriebsseitigen Hälfte des Anfahrerelements **C2**.

[0020] **Fig. 4** zeigt schematisch einen Abschnitt des Getriebes **G** gemäß dem in **Fig. 2** dargestellten Antriebsstrang. Das Getriebe **G** weist zumindest einen Planetenradsatz **P** auf. Das Anfahrerelement **C2** ist nun als Lamellenbremse ausgebildet, und wirkt zwischen einem Hohlrad des Planetenradsatzes **P** und einem drehfesten Gehäuse **GG** des Getriebes **G**. Der Rotor der elektrischen Maschine **EM** wirkt über die Welle **W1** auf ein Sonnenrad des Planetenradsatzes **P**. Ein Planetenradträger des Planetenradsatzes **P** ist mit einer Welle **W3** des Getriebes **G** verbunden, welche auf einen nur schematisch dargestellten Teilabschnitt **TG** des Getriebes **G** wirkt. Die Welle **W1** ist über die Trennkupplung **K0** an den in **Fig. 4** nicht dargestellten Verbrennungsmotor **VM** gekoppelt.

[0021] Das Anfahrerelement **C2** gemäß dem Ausführungsbeispiel in **Fig. 4** wird in gleicher Weise wie in **Fig. 3** durch einen - in **Fig. 4** nicht dargestellten - Aktuator betätigt. Die Drehzahlsignale **n1**, **n2**, welche repräsentativ für die Differenzdrehzahl des Anfahrerelement **C2** sind, werden der Steuereinheit **ECU** zugeführt. Die Steuereinheit **ECU** steht mit dem Umrichter **INV** in Kommunikationsverbindung, welcher die Stromzufuhr zum Stator der elektrischen Maschine **EM** steuert. Die Steuereinheit **ECU_VM** steht mit der Steuereinheit **ECU** in Kommunikationsverbindung, sodass Signale zwischen der Steuereinheit **ECU** und der Steuereinheit **ECU_VM** ausgetauscht werden können.

[0022] Soll bei einem Antriebsstrang wie in den **Fig. 1** bis **Fig. 4** beschrieben der Verbrennungsmotor **VM** auf eine zum Anlassen günstige Drehwinkelposition gebracht werden, so führt die elektronische Steuereinheit **ECU** folgendes Verfahren durch:

- Betreiben der elektrischen Maschine **EM** in einer Drehzahlregelung,
- Einstellen eines drehmomentübertragenden Zustands der Trennkupplung **K0**, wobei der drehmomentübertragenden Zustand durch einen Schlupfzustand der Trennkupplung realisiert wird.
- Überwachen einer Drehwinkelposition des Verbrennungsmotors **VM**, bis die Drehwinkelpositionen einen Sollwert oder einen Sollbereich erreicht hat,
- Öffnen der Trennkupplung **K0**, wenn die Drehwinkelposition den Sollwert oder den Sollbereich erreicht hat.

[0023] Abhängig von einer Dynamikanforderung des Kraftfahrzeugs, also beispielsweise abhängig von einem Komfortmodus oder einem Sportmodus des Kraftfahrzeugs, kann das Anfahrerelement **C2** während der Durchführung des Verfahrens geschlossen oder im Schlupfzustand betrieben werden.

[0024] Das Drehmoment, welches während des Verfahrensablaufs über die Trennkupplung **K0** übertragen wird, wird durch die Drehzahlregelung der elektrischen Maschine **EM** kompensiert, sodass eine Soll-Drehzahl der elektrischen Maschine **EM** aufrechterhalten wird.

G	Getriebe
TG	Getriebeabschnitt
GG	Getriebegehäuse
W2	Abtriebswelle
AG	Differentialgetriebe
DW	Antriebsrad
EM	Elektrische Maschine
INV	Umrichter
ECU	Elektronische Steuereinheit
C2	Reibelement
C2_A	Aktuator
CN_M	Soll-Übertragungsmoment
W1	Welle
W3	Welle
P	Planetenradsatz
n1, n2	Drehzahlsignal

Bezugszeichenliste

VM	Verbrennungsmotor
ECU_VM	Elektronische Steuereinheit
RS	Anlasser
K0	Trennkupplung
HY	Hybridmodul

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 2012/0309587 A1 [0002]
- DE 19838853 A1 [0003]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Hybrid-Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs, wobei der Antriebsstrang Antriebsräder (DW), einen Verbrennungsmotor (VM), eine elektrische Maschine (EM) sowie eine zwischen Verbrennungsmotor (VM) und elektrischer Maschine (EM) angeordnete Trennkupplung (K0) aufweist, wobei in einem unbefeuerten Betrieb des Verbrennungsmotors (VM) folgende Schritte durchgeführt werden:

- Betreiben der elektrischen Maschine (EM) in einer Drehzahlregelung,
- Einstellen eines Drehmomentübertragenden Zustands der Trennkupplung (K0),
- Überwachen einer Drehwinkelposition des Verbrennungsmotors (VM), bis die Drehwinkelposition einen Sollwert oder einen Sollbereich erreicht hat,
- Öffnen der Trennkupplung (K0), wenn die Drehwinkelposition den Sollwert oder den Sollbereich erreicht hat, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Drehmomentübertragende Zustand durch einen Schlupfzustand der Trennkupplung (K0) realisiert wird, in welchem eine Differenzdrehzahl zwischen Verbrennungsmotor (VM) und elektrischer Maschine (EM) besteht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen elektrischer Maschine (EM) und Antriebsrädern (DW) ein Anfahrerelement (C2) angeordnet ist, welches durch eine Reibkupplung oder durch eine Reibbremse gebildet ist, wobei das Anfahrerelement (C2) während der Durchführung des Verfahrens vollständig geschlossen ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen elektrischer Maschine (EM) und Antriebsrädern (DW) ein Anfahrerelement (C2) angeordnet ist, welches durch eine Reibkupplung oder durch eine Reibbremse gebildet ist, wobei das Anfahrerelement (C2) während der Durchführung des Verfahrens in einem Schlupfzustand betrieben wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein während des Verfahrensablaufs von der elektrischen Maschine (EM) abgegebenes Drehmoment abhängig von einem Soll-Antriebsmoment des Kraftfahrzeugs ist, wobei das beim Verfahrensablauf durch die Trennkupplung (K0) übertragene Drehmoment durch die Drehzahlregelung der elektrischen Maschine (EM) kompensiert wird.

5. Elektronische Steuereinheit (ECU) zur Anwendung im Kraftfahrzeug, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektronische Steuereinheit (ECU) zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4 eingerichtet ist.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

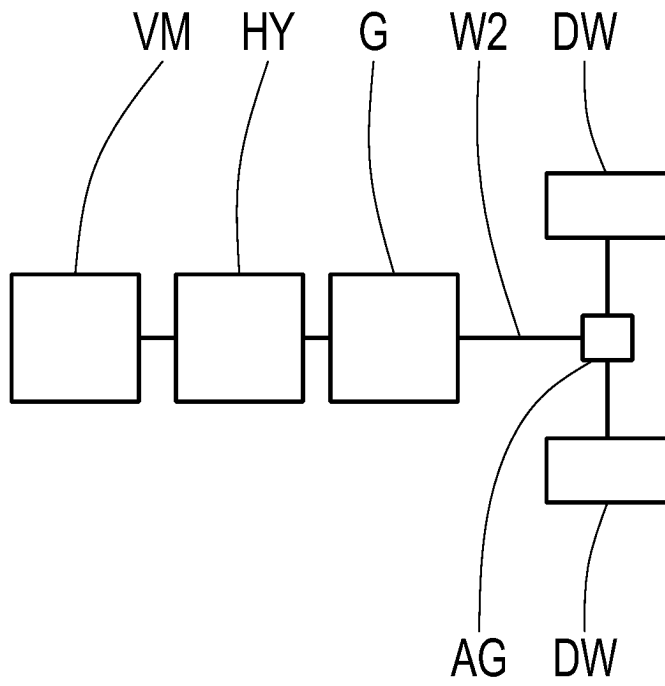


Fig. 1

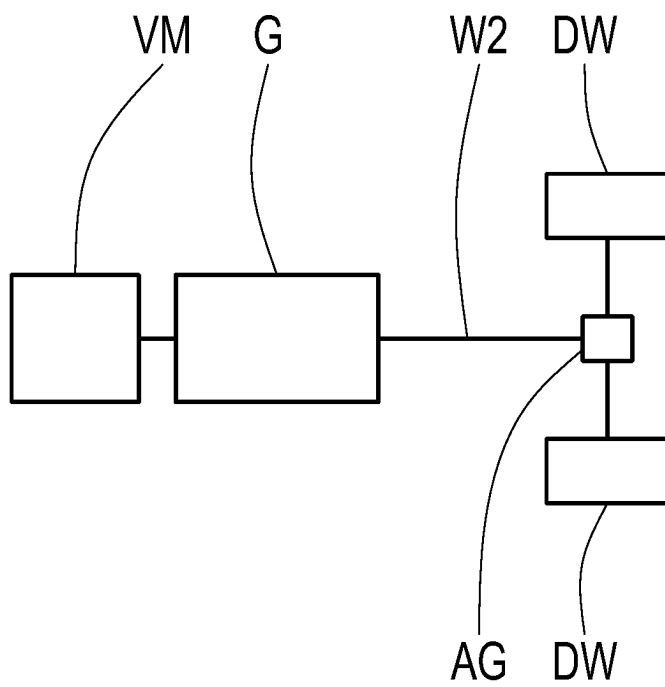


Fig. 2

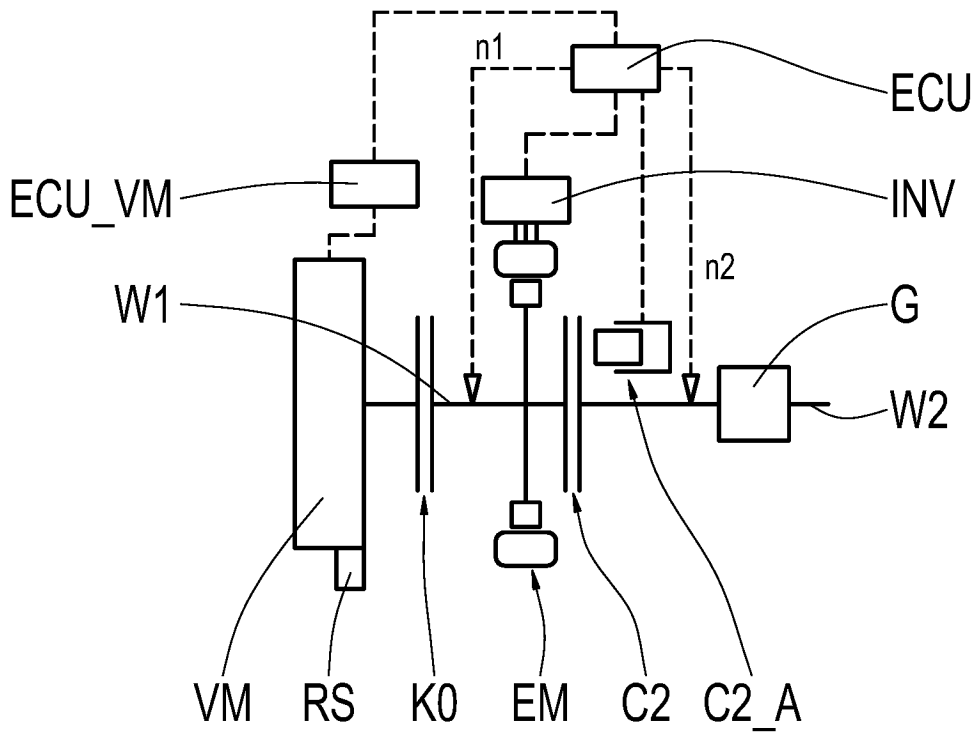


Fig. 3

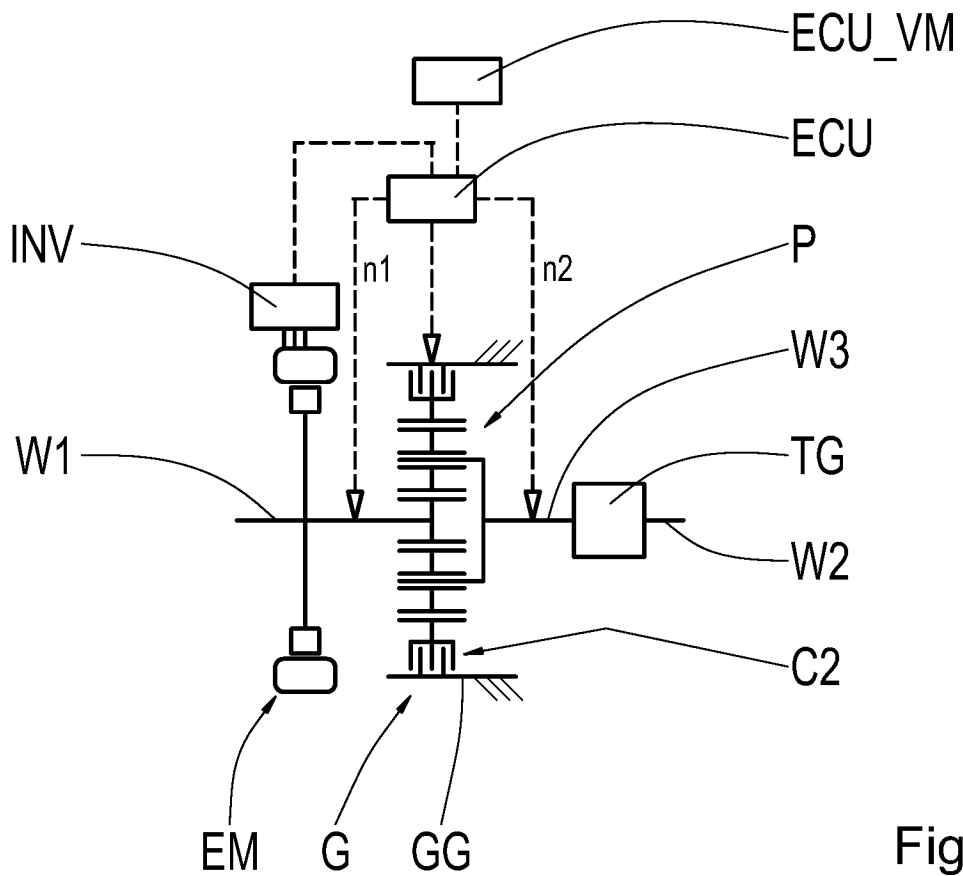


Fig. 4