

(12)

Österreichische Patentanmeldung

(21)

Anmeldenummer:

A 50791/2019

(22)

Anmeldetag:

11.09.2019

(43)

Veröffentlicht am:

15.12.2020

(51)

Int. Cl.:

B60K 1/02

(2006.01)

B60K 17/08

(2006.01)

B60K 17/16

(2006.01)

(56)

Entgegenhaltungen:

CN 103770639 A

DE 112017000856 T5

CN 101691105 A

US 2006000308 A1

US 4270622 A

(71)

Patentanmelder:

AVL Commercial Driveline & Tractor Engineering GmbH

4400 Steyr (AT)

(72)

Erfinder:

Domni Rudolf Dipl.Ing. (FH)

4631 Krenglbach (AT)

Gruber Wolfgang MSc

4271 St. Oswald bei Freistadt (AT)

Kuntner Stefan Ing.

4481 Asten (AT)

Tochtermann Jürgen Dipl.Ing.

4400 Steyr (AT)

(74)

Vertreter:

Babeluk Michael Dipl.-Ing. Mag.

1080 Wien (AT)

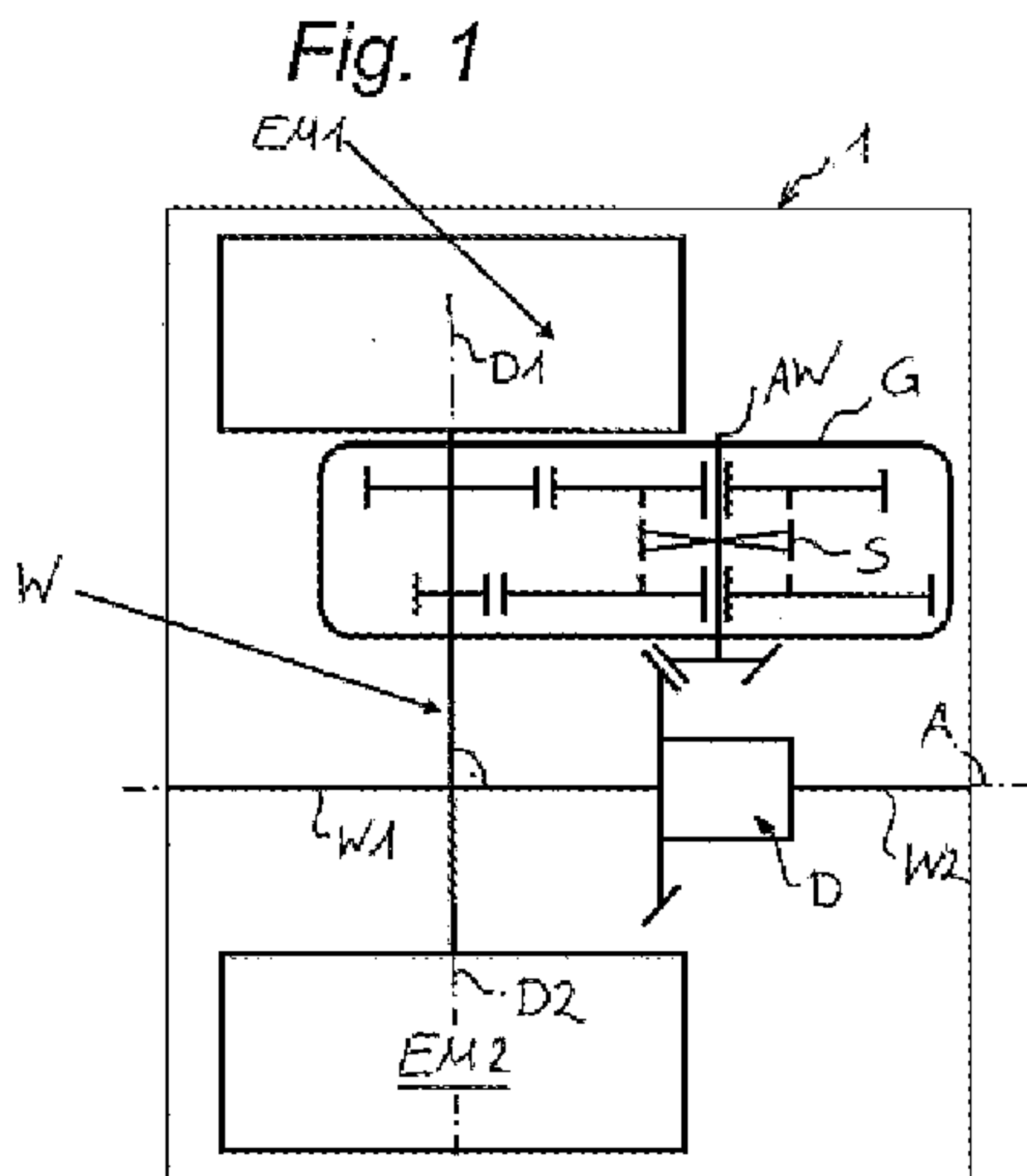
(54)

ELEKTRISCHE ACHSE

(57)

Die Erfindung betrifft eine elektrische Achse (1), zwei Ausgangswellen (W1, W2) und zwei Elektromotoren (EM1, EM2) aufweisend, wobei die Elektromotoren (EM1, EM2) mit den Ausgangswellen (W1, W2) jeweils antriebsverbunden oder antriebsverbindbar sind. Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es eine elektrische Achse bereitzustellen, das für schwere Nutzfahrzeuge besser geeignet ist. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die benötigte Leistung über zwei Elektromotoren (EM1, EM2) bereitgestellt wird, die über zumindest eine gemeinsame Welle (W) miteinander verbunden oder verbindbar sind, und dass die Elektromotoren (EM1, EM2) voneinander entfernt, auf entgegengesetzten Seiten der Ausgangswelle (W1, W2) angeordnet sind.

Fig. 1



Z U S A M M E N F A S S U N G

Die Erfindung betrifft eine elektrische Achse (1), zwei Ausgangswellen (W1, W2) und zwei Elektromotoren (EM1, EM2) aufweisend, wobei die Elektromotoren (EM1, EM2) mit den Ausgangswellen (W1, W2) jeweils antriebsverbunden oder antriebsverbindbar sind. Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es eine elektrische Achse bereitzustellen, das für schwere Nutzfahrzeuge besser geeignet ist. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die benötigte Leistung über zwei Elektromotoren (EM1, EM2) bereitgestellt wird, die über zumindest eine gemeinsame Welle (W) miteinander verbunden oder verbindbar sind, und dass die Elektromotoren (EM1, EM2) voneinander entfernt, auf entgegengesetzten Seiten der Ausgangswelle (W1, W2) angeordnet sind.

Fig. 1

Die Erfindung betrifft eine elektrische Achse, zwei Ausgangswellen und zumindest zwei Elektromotoren aufweisend, wobei die Elektromotoren mit der Ausgangswelle jeweils antriebsverbunden oder antriebsverbindbar sind.

Als elektrische Achsen werden Achsen für Fahrzeuge wie PKW oder Nutzfahrzeuge bezeichnet, die elektrisch betreibbar sind. Dazu weisen elektrische Achsen einen Elektromotor auf, der von einer Batterie mit Energie versorgt wird.

Der Umweltschutz spielt in der heutigen Gesellschaft eine immer größer werdende Rolle, und es ist allgemeines Ziel in Europa und anderen Teilen der Welt die Schadstoffemissionen im Straßenverkehr drastisch zu reduzieren. So muss der CO₂-Ausstoß von LKWs und Bussen gemessen an 2019 bis ins Jahr 2025 um 15 % und bis 2030 um 30% innerhalb der Europäischen Union reduziert werden. Diese Grenzwerte gelten dabei jeweils für die gesamte Flotte eines Fahrzeugherstellers.

Aufgrund dieser und anderen Forderungen die CO₂ Emissionswerte immer weiter zu senken, liegt der Fokus im Nutzfahrzeugbereich mittlerweile über alle Gewichtsklassen hinweg immer stärker auf der Verwendung elektrischer Antriebe.

Elektrische Achsen kommen im Light-Duty (LD) Bereich - das heißt bei leichten Nutzfahrzeugen - und im Medium-Duty (MD) Bereich - das heißt bei mittelschweren Fahrzeugen - vorwiegend mit einem Elektromotor und einem eingängigen Getriebe aus. In Stadtbussen kommen auch radselektive Antriebe zum Einsatz, dabei ist ein Elektromotor und ein eingängiges Getriebe pro Radnabe vorgesehen. Die benötigte Energie wird meist rein batterieelektrisch bereitgestellt, was für Fahrzeuge dieser Gewichtsklassen, zumindest im innerstädtischen Bereich, aufgrund geringerer Reichweitenanforderung akzeptiert wird. Für Überlandfahrten sind jedoch deutlich höhere Anforderungen bezüglich der Reichweite notwendig.

Im Heavy-Duty (HD) Bereich, das heißt für schwere Nutzfahrzeuge, besonders solche im Langstreckeneinsatz, besteht folgendes Problem: Aufgrund der geringeren volumetrischen Energiedichte im Vergleich zu Diesel wären große Energiespeicher notwendig, um akzeptable Reichweiten zu ermöglichen. Dafür nötige große und vor allem schwere Batterien limitieren wiederum das nutzbare

Ladevolumen und die Nutzlast. Daher waren LKW für den Langstreckeneinsatz bislang nicht im Fokus der Elektrifizierung.

In Langstreckenfahrzeugen bestehen herausfordernde Rahmenbedingungen. Zum einen erfordert das höhere Fahrzeuggewicht im HD-Bereich einen höheren Leistungsbedarf, was sich in besonders großen Bauelementen bei elektrischen Achsen widerspiegelt. Darüber hinaus bedingt das hohe Fahrzeuggewicht ein entsprechendes Feder-Dämpferkonzept, was zusätzlich dazu den vorhandenen Bauraum limitiert.

Die Leistungsabgabe zweier oder mehrerer Elektromotoren muss - mit Ausnahme von radselektiven Antrieben - auf irgendeine Art und Weise summiert oder gekoppelt werden. Eine derartige Summierung ist über Stirnradstufen bekannt. Die Summierung über eine Stirnradstufe bringt jedoch Nachteile hinsichtlich Geräuscentwicklung aufgrund schwingungsangeregter Getriebebauteile mit sich. Gerade bei Elektrofahrzeugen wird dies als besonders unangenehm und störend wahrgenommen, da das im konventionellen Fahrzeug dominante Geräusch des Verbrennungsmotors fehlt.

Da zwei oder mehrere Elektromotoren nie exakt gleich geregelt und angesteuert werden können, ergibt sich ein gewisser Unterschied zwischen den verschiedenen Elektromotoren. Dieser Unterschied kann beispielsweise bei der Drehzahl oder beim übertragenen Drehmoment bestehen.

Bei dieser Art der Summierung kommt es in den Zahneingriffen zum Summenzahnrad aufgrund des Zahnspiels und der Regelungenauigkeit der Elektromotoren zueinander zu undefinierten Bewegungs- und Belastungszuständen. Diese wirken sich durch eine Bauteilanregung in Form von mehr oder weniger ausgeprägten Rasselgeräuschen negativ auf das NVH-Verhalten (Noise Vibration Harshness) der elektrischen Achse aus, was als unangenehm empfunden wird. NVH beschreibt die Schwingungen im Fahrzeug, die fühlbar und hörbar sind. Diese Schwingungen sollten möglichst reduziert werden. Diese wechselnden Belastungen auf das gemeinsame Zahnrad können neben Geräuschen auch Abnutzungen sowie Schädigungen verursachen.

Wird die Summierung der Elektromotoren über eine Stirnradstufe realisiert, treibt jeder Elektromotor ein Ritzel an. Diese Ritzel greifen in ein gemeinsames dadurch

getriebenes Zahnrad ein. Es kommt aufgrund der Verzahnungsspiele und den nicht genau aufeinander abstimmbaren Elektromotoren zu einem undefinierten ständig wechselnden Belastungszustand des gemeinsamen Summenzahnrad. Es werden sich nie gleichzeitig alle Zahnräder im idealen Eingriff befinden. Welcher Eingriff belastet ist und welcher nicht, hängt zu jedem Zeitpunkt vom jeweils dominierenden Elektromotor ab und kann jederzeit wechseln. Dieser Effekt kann zu einer kompletten Entlastung der Zugflanke oder sogar zu einem ungewollten Kontakt auf der gegenüberliegenden Zahnflanke führen. Unerwünschte Geräuschentwicklung und Schädigungen am Zahnrad sind die Folge. Dieses Verhalten kann in der Realität leider nicht durch die Elektromotorregelung unterbunden werden.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es eine elektrische Achse bereitzustellen, die für schwere Nutzfahrzeuge besser geeignet ist.

Diese Aufgabe wird durch die oben angegebene elektrische Achse erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Elektromotoren über zumindest eine gemeinsame Welle miteinander antriebsverbunden oder antriebsverbindbar sind, und dass die Elektromotoren voneinander entfernt, auf entgegengesetzten Seiten der Ausgangswelle angeordnet sind.

Antriebsverbunden im Sinne der Erfindung bedeutet, dass ein Leistungsaustausch zwischen einem Elektromotor und einer Welle besteht.

Antriebsverbindbar im Sinne der Erfindung bedeutet, dass der Leistungsaustausch mit einem Trennelement unterbrochen und hergestellt werden kann. Dies kann beispielsweise durch eine Kupplung oder eine Bremse erfolgen.

Es werden dabei zwei Elektromotoren gleicher oder unterschiedlicher Leistung über eine gemeinsame Welle, mit der beide fest verbunden oder verbindbar sind, summiert. Das heißt ihre Antriebsleistungen werden über die gemeinsame Welle zusammengefasst zu einem gemeinsamen Antrieb.

Erster Elektromotor und zweiter Elektromotor sind dabei an entgegengesetzten Seiten der gemeinsamen Welle fest angeordnet. Beide Elektromotoren sind drehfest und direkt (ohne Stirnradstufe) mit dieser Welle verbunden oder verbindbar. Dadurch entsteht eine fixe und drehfeste Verbindung der beiden Elektromotoren

(ohne Freilauf). Diese Welle verhindert Drehzahldifferenzen zwischen den beiden Elektromotoren.

Dadurch entsteht bei der Summierung auch bei auftretenden Regelungenauigkeiten der beiden Elektromotoren, keine geräuschintensive Schwingungsanregung der an der Summierung beteiligten Bauteile. Die Drehzahlungleichförmigkeiten nach der Summierung am Eingang eines nachgeschalteten Reduziergetriebes sind somit nicht größer als es bei Antrieben mit nur einem Elektromotor der Fall wäre.

Darüber hinaus entsteht durch diese Lösung ein sehr einfacher Aufbau mit weniger Getriebeelementen im Vergleich zu Lösungen, bei denen die Summierung über eine oder mehrere Stirnradstufen realisiert wird.

Dies alles wirkt sich positiv auf das NVH-Verhalten der elektrischen Achse aus.

Durch die direkte Kopplung ohne Freilauf der Elektromotoren sind weiters im verbundenen Zustand beide Elektromotoren im Antriebsstrang wirksam, sowohl als Antriebselement als auch zur Energierückgewinnung oder beim Betrieb in einer gegensätzlichen Drehrichtung (Rückwärtsfahrt). Dadurch kann jeder Elektromotor ideal ausgenutzt werden und auch die Energie wieder durch Rekuperation für die Einspeisung in die Batterie zurückgewonnen werden.

Durch die Anordnung der Elektromotoren auf entgegengesetzten Seiten kann der zur Verfügung stehende Bauraum vor und hinter den Ausgangswellen optimal ausgenutzt werden. Die elektrische Achse ist durch diese besondere Aufteilung ein kompaktes Modul, das wenig Höhe und Breite benötigt.

Vorteilhaft ist diese Anordnung eines Elektromotors vor der Achse und eines Elektromotors hinter der Achse auch, um einen Ausgleich des Schwerpunktes der gesamten E-Achse in Richtung Achsmitte zu erreichen. Dies ist auch hinsichtlich der Achsaufhängung und des Feder-Dämpfer-Konzepts von Vorteil.

Weiters wird diese Aufgabe durch ein Fahrzeug gelöst, das eine derartige elektrische Achse aufweist.

Zur Trennung der beiden Elektromotoren ist in einer besonderen Ausführung vorgesehen, dass entlang der Welle zwischen den beiden Elektromotoren zumindest

ein Trennelement, insbesondere eine Kupplung, angeordnet ist, durch die die Elektromotoren drehfest miteinander verbindbar sind. Dadurch kann durch Öffnen des Trennelements bei geringem Leistungsbedarf ein einzelner Elektromotor die benötigte Antriebsleistung bereitstellen. Auch ist es variabel möglich eine bessere Betriebssituation hinsichtlich des Wirkungsgrades, durch die Trennung und Verbindung der beiden Elektromotoren zu verwirklichen.

Im Vergleich zu Lösungen mit Freilauf besteht vorteilhafterweise bei geschlossenem Trennelement auch die Möglichkeit der Rekuperation über beide Elektromotoren. Zudem ist auch der Betrieb in entgegengesetzter Drehrichtung (Rückwärtsfahrt) über beide Elektromotoren möglich.

Es ist in einer besonderen Ausführung vorgesehen, dass die Elektromotoren hinsichtlich ihrer Drehachse normal zu der Drehachse der Ausgangswelle angeordnet sind. Durch diese Anordnung entsteht der Vorteil, dass die Elektromotoren besonders einfach und platzsparend anordenbar sind. Dadurch können komplizierte Verbindungselemente reduziert werden und der Konstruktionsaufwand verringert sich.

In einer günstigen Ausführungsvariante sind die Elektromotoren über die Welle mit einem Zwei- oder Mehrganggetriebe mit einer beliebigen Anzahl an Übersetzungsstufen verbunden, das wiederum die Welle mit dem Differential verbindet.

Es ist günstig, wenn das zweigängige Getriebe zwei Stirnradstufen aus jeweils einem Losrad und einem Festrad aufweist und/oder wenn die gemeinsame Welle der beiden Elektromotoren eine Eingangswelle des zweigängigen Getriebes bildet oder mit der Eingangswelle des zweigängigen Getriebes antriebsverbunden oder antriebsverbindbar ist. Dadurch ist eine besonders einfache und kostengünstige Konstruktion erreichbar.

Um Austauschbarkeit zu erleichtern und Kosten zu optimieren, ist in einer besonderen Ausführung vorgesehen, dass die Elektromotoren baugleich sind.

Hinsichtlich der Aufteilung der Antriebe, ist es günstig, wenn die elektrische Achse als Hinterachse ausgebildet ist.

Die Vorteile der Erfindung der elektrischen Achse lassen sich gut ausnutzen, wenn das Fahrzeug ein Nutzfahrzeug ist und optimal ausnutzen, wenn das Fahrzeug ein schweres Nutzfahrzeug ist.

In der Folge wird die Erfindung anhand einer Ausführung, in den nicht einschränkenden Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße elektrische Achse in einer ersten Ausführung im Schema; und

Fig. 2 eine erfindungsgemäße elektrische Achse in einer zweiten Ausführung im Schema.

Die Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße elektrische Achse 1 mit zwei Elektromotoren EM1 und EM2. Zwischen den Elektromotoren EM1 und EM2 ist eine gemeinsame Welle W und ein zweigängiges Getriebe G angeordnet. Der erste Elektromotor EM1 und der zweite Elektromotor EM2 sind über diese Welle W drehfest miteinander verbunden. In der ersten Ausführung sind diese beiden Elektromotoren EM1 und EM2 untrennbar miteinander verknüpft. Die Welle W ist gleichzeitig die Eingangswelle des zweigängigen Getriebes G.

Das Getriebe G weist in der dargestellten Ausführung ein Schaltelement S auf, das die gewünschte Zahnradpaarung in den Eingriff und somit in Kraftfluss bringt.

In der Fig. 1 ist das zweigängige Getriebe G schematisch gezeigt. Es weist neben der Eingangswelle, der Welle W eine Ausgangswelle AW auf, die mit einem Differential D in Wirkverbindung steht. Das Differential D überträgt in bewährter Weise die Drehbewegung von der Welle AW auf eine erste Ausgangswelle W1 und eine zweite Ausgangswelle W2 an denen die Räder des nicht näher dargestellten Fahrzeugs angeordnet sind.

In einer alternativen nicht gezeigten Ausführung ist statt einem zweigängigen Getriebe ein mehrgängiges Getriebe vorgesehen.

Der erste Elektromotor EM1 ist in der gezeigten ersten Ausführung in Richtung einer Fahrbewegung des Fahrzeugs vor und der zweite Elektromotor EM2 hinter

einer Drehachse A der elektrischen Achse 1, beziehungsweise der Ausgangswellen W1, W2 angeordnet.

Die beiden Elektromotoren EM1 und EM2 sind hier baugleich ausgeführt. Es ist außerdem möglich, zwei unterschiedliche Elektromotoren EM1 und EM2 vorzusehen.

In der ersten und in einer zweiten Ausführung, gemäß Fig. 1 und 2 ist eine Drehachse D1 des ersten Elektromotors EM1 und eine zweite Drehachse D2 des zweitens Elektromotors EM2 normal auf die Drehachse A der Ausgangswellen W1 und W2 angeordnet.

Die zweite Ausführung gemäß Fig. 2 unterscheidet sich von der ersten Ausführung in Fig. 1 durch eine Kupplung K, die entlang der Welle angeordnet ist und durch welche die beiden Elektromotoren EM1 und EM2 miteinander verbindbar sind.

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Elektrische Achse (1), zwei Ausgangswellen (W1, W2) und zwei Elektromotoren (EM1, EM2) aufweisend, wobei die Elektromotoren (EM1, EM2) mit den Ausgangswellen (W1, W2) antriebsverbunden oder antriebsverbindbar sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektromotoren (EM1, EM2) über zumindest eine gemeinsame Welle (W) miteinander verbunden oder verbindbar sind, und dass die Elektromotoren (EM1, EM2) voneinander entfernt, auf entgegengesetzten Seiten der Ausgangswellen (W1, W2) angeordnet sind.
2. Elektrische Achse (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass entlang der Welle (W) zwischen den beiden Elektromotoren (EM1, EM2) zumindest ein Trennelement, insbesondere eine Kupplung (K), angeordnet ist, durch die die Elektromotoren (EM1, EM2) drehfest miteinander verbindbar sind.
3. Elektrische Achse (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektromotoren (EM1, EM2) hinsichtlich ihrer Drehachse (D1, D2) normal zu der Drehachse (A) der Ausgangswellen (W1, W2) angeordnet sind.
4. Elektrische Achse (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektromotoren (EM1, EM2) über ein zumindest zweigängiges Getriebe (G) mit den Ausgangswellen (W1, W2) verbindbar sind.
5. Elektrische Achse (1) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das zweigängige Getriebe (G) zwei Stirnradstufen aus jeweils einem Losrad und einem Festrad aufweist.
6. Elektrische Achse (1) nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die gemeinsame Welle (W) der beiden Elektromotoren (EM1, EM2) eine Eingangswelle des zweigängigen Getriebes (G) bildet oder mit der Eingangswelle des zweigängigen Getriebes (G) antriebsverbunden oder antriebsverbindbar ist.
7. Elektrische Achse (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektromotoren (EM1, EM2) baugleich sind.

8. Fahrzeug mit zumindest einer elektrischen Achse (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7.

11.09.2019

WR

Fig. 1

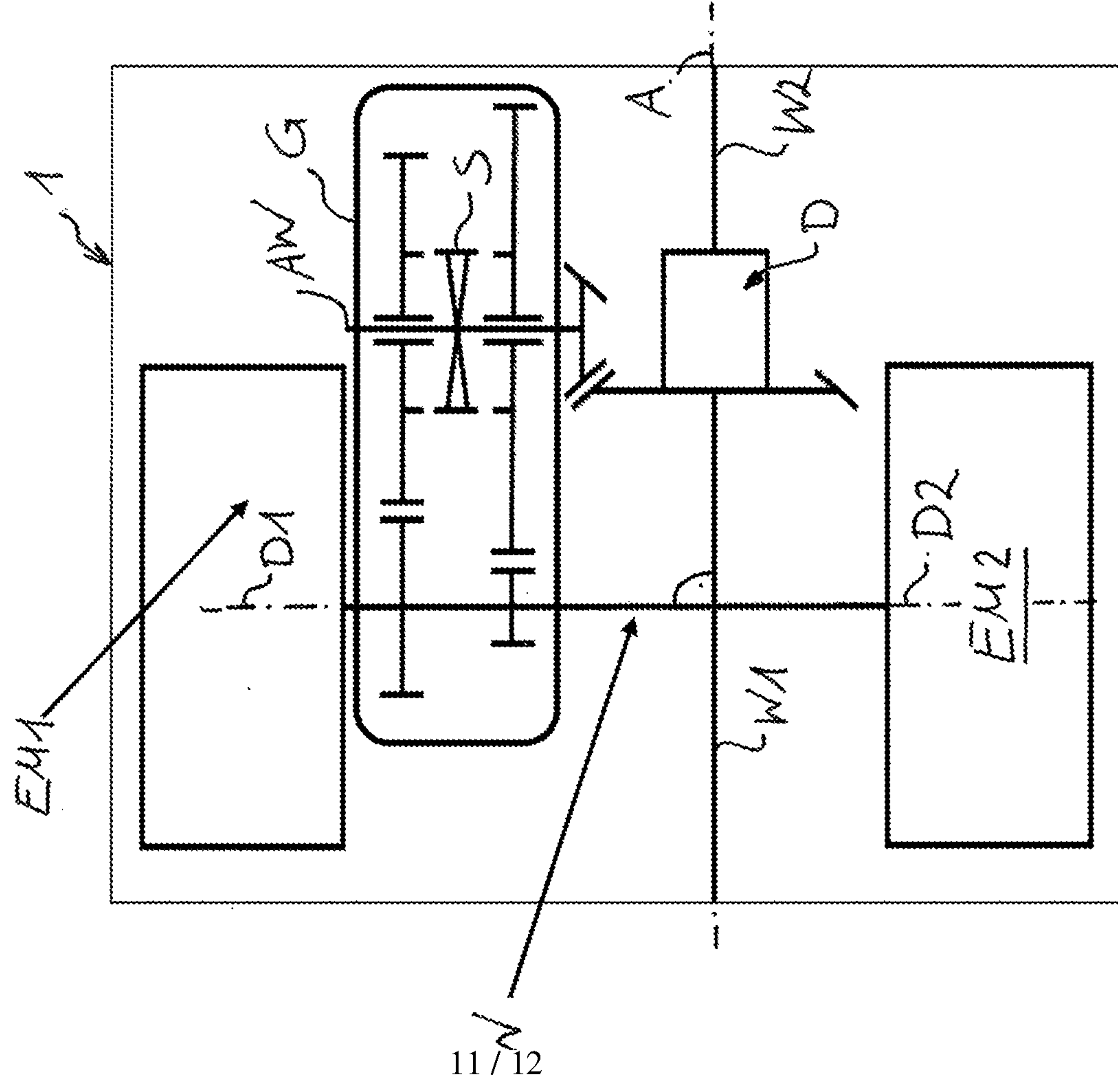
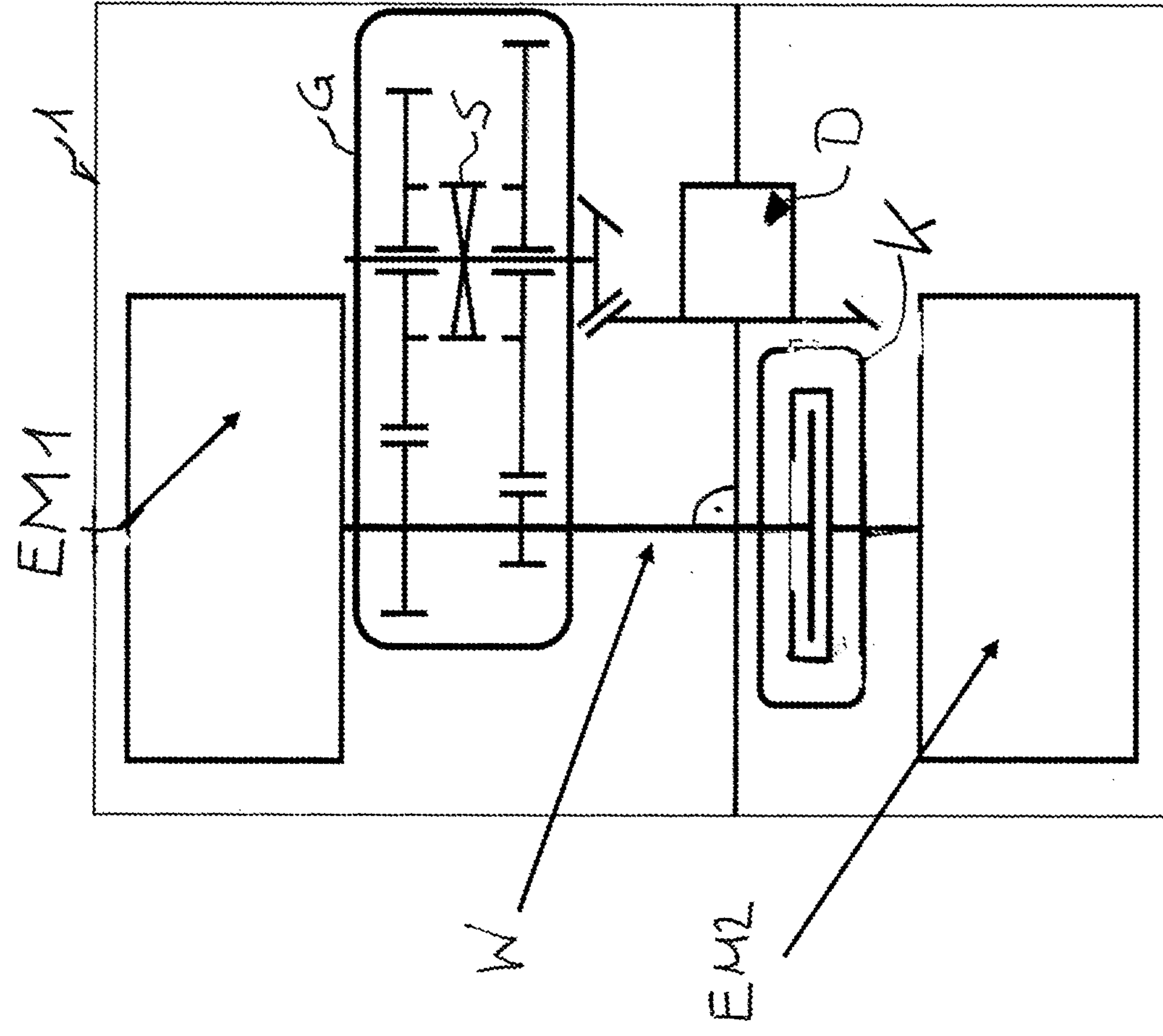


Fig. 2



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:

B60K 1/02 (2006.01); **B60K 17/08** (2006.01); **B60K 17/16** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:

B60K 1/02 (2013.01); **B60K 17/08** (2013.01); **B60K 17/16** (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):

B60K

Konsultierte Online-Datenbank:

EPODOC, WPIAP, TXTnn

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 11.09.2019 eingereichten Ansprüchen 1 bis 8 erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	CN 103770639 A (YUAN YIQING, HE XIANGYAN) 07. Mai 2014 (07.05.2014) Fig. 1 und 2	1, 2, 4 bis 7
X	DE 112017000856 T5 (BORGWARNER INC [US]) 15. November 2018 (15.11.2018) Fig. 1 bis 6	1, 4 bis 7
X	CN 101691105 A (SHANGHAI ZHONGSHANG AUTO TECHN) 07. April 2010 (07.04.2010) Fig. 1	1, 4 bis 7
X	US 2006000308 A1 (BENNETT JOHN L [US], GADY RICHARD [US], BAKER THOMAS E [US]) 05. Januar 2006 (05.01.2006) Fig. 1 bis 3	1, 3
X	US 4270622 A (TRAVIS JAMES M) 02. Juni 1981 (02.06.1981) Fig. 1	1, 3

Datum der Beendigung der Recherche:

04.03.2020

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

WEISZ Andreas

^{*)} Kategorien der angeführten Dokumente:**X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.**Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.**A** Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.**P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.**E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).**&** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.