



(10) **DE 10 2010 007 632 A1** 2011.08.11

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2010 007 632.5**

(22) Anmeldetag: **05.02.2010**

(43) Offenlegungstag: **11.08.2011**

(51) Int Cl.: **B60K 6/448 (2007.10)**
B60K 6/52 (2007.10)

(71) Anmelder:

**Dr. Ing. h.c. F. Porsche Aktiengesellschaft, 70435,
Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:

**Schmid, Jochen, 74372, Sersheim, DE; Hennings,
Stephan, 71229, Leonberg, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 10 2005 010 514 A1

DE 10 2007 056 302 A1

DE 694 02 303 T2

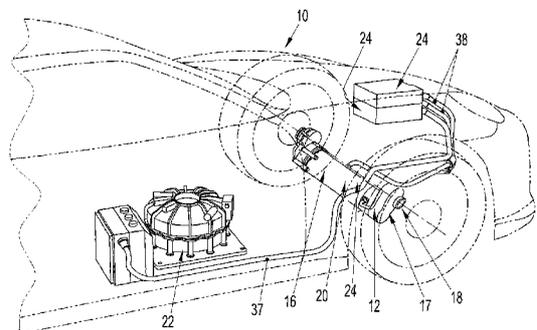
US 2010 / 0 025 131 A1

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Hybridfahrzeug**

(57) Zusammenfassung: Ein Hybridfahrzeug, umfassen eine erste, verbrennungsmotorische Antriebsvorrichtung zum Antrieb der Räder einer ersten Achse, sowie eine zweite, elektrische Antriebsvorrichtung mit zwei Elektromaschinen zum Antrieb der Räder einer zweiten Achse, und wenigstens einen elektrischen Energiespeicher, der dann, wenn die beiden Elektromaschinen motorisch betrieben werden, stärker entladbar, und dann, wenn die beiden Elektromaschinen generatorisch betrieben werden, stärker aufladbar ist, ist dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Elektromaschinen (16) der elektrischen Antriebsvorrichtung mit einem jeweils zugeordneten Getriebe (17) in einer elektrischen Achse (12) zusammengefasst sind, zum Antrieb der einzeln aufgehängten Räder der ersten Achse über eine jeweilige Gelenkwelle (18), wobei zwei den beiden Elektromaschinen jeweils zugeordnete elektrische Umrichter (24) derart zusammengefasst sind, dass ein Grundmodul (18) die mechanische Anbindung an eine Karosseriestruktur (28), die Anbindung an einen Kühlkreislauf (21a, 21b) sowie die elektrische Anbindung an den elektrischen Energiespeicher (22) umfasst.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Hybridfahrzeug nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Bei einem derartigen Hybridfahrzeug ergibt sich das Problem, dass zum Mitführen einer ausreichenden elektrischen Energiemenge relativ große und voluminöse elektrische Energiespeicher notwendig sind. Deshalb sind der oder jeder elektrische Energiespeicher zumeist räumlich getrennt von den Elektromaschinen angeordnet. Dies erfordert jedoch eine aufwendige Hochvoltverkabelung, insbesondere zwischen elektrischem Energiespeicher und Elektromaschinen.

[0003] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin ein vereinfachtes Hybridfahrzeug bereitzustellen.

[0004] Die Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale des Patentanspruchs 1. Die Unteransprüche betreffen vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen der Erfindung.

[0005] Erfindungsgemäß sind die beiden Elektromaschinen der zweiten, elektrischen Antriebsvorrichtung, mit einem der jeweiligen Elektromaschine zugeordneten Getriebe, als eine elektrische Achse zu einer gemeinsamen Baueinheit zusammengefasst, zum Antrieb eines jeweils einzeln aufgehängten Rades durch eine jeweilige Elektromaschine über jeweils eine Gelenkwelle. Dabei ist jeder Elektromaschine ein elektrischer Umrichter zugeordnet, wobei die beiden elektrischen Umrichter in einer Umrichtereinheit als gemeinsamer Baueinheit zusammengefasst sind. Durch die erfindungsgemäße Kombination der beiden Elektromaschinen in einer einzelnen elektrischen Achse, sowie der beiden elektrischen Umrichter in einer Umrichtereinheit, ergibt sich eine einfache Anordnung, und insbesondere Befestigung, dieser Komponenten im Hybridfahrzeug. Zudem ist zur elektrischen Kontaktierung von elektrischem Energiespeicher und elektrischen Umrichtern nur eine einzige Hochvoltleitung notwendig.

[0006] Das Funktionsprinzip der bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Hybridfahrzeuges basiert auf dem Zusammenwirken zwischen zwei Antrieben: einer Brennkraftmaschine und einer elektrischen Antriebsvorrichtung, in dieser Ausführungsform einer Portalachse mit zwei Elektromaschinen. Das Hybridsystem dieser Ausführungsform besteht im wesentlichen aus den Komponenten Portalachse, Energiespeicher, elektrischer Schwungradspeicher, Leistungselektroniken und Hochvoltkabel.

[0007] Das Hybridsystem dieser Ausführungsform ermöglicht die Rückgewinnung von Bremsenergie, die in einem elektrischen Schwungradspeicher in Form von Bewegungsenergie gespeichert werden

kann. Bei Bedarf kann der Fahrer diese zusätzliche Energie temporär zum Antrieb der Vorderachse nutzen und verfügt somit über eine Unterstützung oder Entlastung der Brennkraftmaschine. Das intelligente daran: Die temporäre Mehrleistung erhöht nicht den Kraftstoffverbrauch. Ganz im Gegenteil ist, je nach Fahrstrategie, der Verbrauch sogar reduzierbar, da die elektrische Antriebsleistung einen Teil der Leistung der Brennkraftmaschine zu Gunsten eines höheren Effizienzgrads substituieren kann. Dies ist beispielsweise bei einer Beschleunigung oder beim Starten des Hybridfahrzeuges von Vorteil. Insbesondere bei einem als Rennfahrzeug ausgebildeten Hybridfahrzeug, das an einem 24-Stunden-Rennen teilnimmt, ist dies elementar, da dort derjenige gewinnt, der am meisten Runden fährt.

[0008] Die Brennkraftmaschine ist in dieser Ausführungsform im hinteren Bereich des Hybridfahrzeuges angeordnet. Die zweite Antriebsvorrichtung auf der Vorderachse ist die so genannte Portalachse, die zwei Elektromaschinen umfasst und beim Bremsen im Generatorbetrieb arbeitet und dadurch elektrische Energie erzeugt. Beim Boosten kann der Fahrer diese zusätzliche Energie nutzen, um die beiden Elektromaschinen als zusätzlichen Antrieb zu nutzen. Somit verfügt das Hybridfahrzeug temporär über einen Allradantrieb mit Vorteilen für die Traktion. Die Kraftübertragung der Brennkraftmaschine erfolgt durch ein Getriebe, in der bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Hybridfahrzeuges ein sequentielles 6-Gang-Getriebe, auf die Hinterachse, während die Elektromaschinen ihr Antriebsmoment an der Vorderachse über eine feste Getriebeuntersetzung auf die Vorderachse aufbringt.

[0009] Natürlich sind auch andere Anordnungen möglich, beispielsweise eine Anordnung der Brennkraftmaschine im vorderen Bereich des Hybridfahrzeuges. In diesem Fall kann die Brennkraftmaschine entweder zum Antrieb der Hinterachse vorgesehen sein, wobei die elektrische Achse als Vorderachse vorgesehen ist. Alternativ kann die Brennkraftmaschine zum Antrieb der Vorderachse vorgesehen sein, wobei die elektrische Achse dann als Hinterachse vorgesehen ist.

[0010] Der Energiespeicher des Hybridsystems ist ein elektrischer Schwungrad, das in der bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Hybridfahrzeuges neben dem Fahrer karosseriefest positioniert ist. Der Energiespeicher ist eine Elektromaschine, die als Schwungrad arbeitet und dementsprechend einen Rotor besitzt, der die Energie in Form von Bewegung speichert.

[0011] Über mehrere Leistungselektroniken werden Stromflüsse zwischen den Elektromaschinen und dem Schwungradspeicher gesteuert. Das Zusammenspiel der Antriebseinheiten, Brennkraftmaschine

und Elektromaschinen, wird über den Hybridmanager (Steuergerät), der der Motorsteuerung übergeordnet ist kontrolliert. Er erhält alle wesentlichen Systemdaten, um ein optimales Zusammenwirken des Gesamtsystems zu gewährleisten.

[0012] Die Stärken des erfindungsgemäßen Hybridfahrzeuges liegen in der vorteilhaften Kombination aus Effizienz und Performance. Beispielsweise im Stadtverkehr oder bei Rennen, speziell bei einem 24-Stunden-Rennen, geht es nicht alleine um die maximale Leistung des Fahrzeugs. Vielmehr steht auch die Effizienz im Vordergrund, da jeder Boxenstopp, um zu tanken, wertvolle Zeit kostet. Die Performancevorteile kann das erfindungsgemäße Hybridfahrzeug in diversen Rennsituationen ausspielen.

[0013] So ist das zusätzliche Antriebsmoment an der Vorderachse ein erheblicher Vorteil bei Überholmanövern auf geraden Streckenabschnitten oder beim Beschleunigen aus Kurven heraus. Hier ist speziell der temporäre Allradantrieb aufgrund der Traktionsvorteile nützlich. Die zusätzliche Leistung erhöht nicht den Kraftstoffverbrauch, sondern kann vollständig durch die zurück gewonnene Energie beim Bremsen (Rekuperation) erzeugt werden. Das erfindungsgemäße Hybridfahrzeug verfügt zudem über Fahrprogramme, die eine Entlastung der Brennkraftmaschine ermöglichen und damit Kraftstoff sparen. In Fahrsituationen mit dichtem Verkehr, beispielsweise in Stausituationen, bzw. bei dichtem Fahrerfeld bei Rennen, kann ein effizientes Fahrprogramm wertvollen Kraftstoff sparen. Die wesentlichen Stärken sind dabei elektrischer Boost (Zusatzmoment) ohne zusätzlichen Kraftstoffverbrauch, Fahrprogramme für eine performance- oder effizienzorientierte Betriebsstrategie, Traktionsvorteile durch temporären Allradantrieb (Rundenzeitpotential gegenüber Heckantrieb), verbesserte Gewichtsbalance zwischen Vorder- und Hinterachse aufgrund der Portalachse, vergleichsweise geringen Systemkomplexität (u. a. keine Trennkupplung, kein Eingriffe in Getriebe- und Motorsteuerung nötig) und Gewichts- und Package-Vorteile durch Verwendung von Hochleistungskomponenten.

[0014] In der bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Hybridfahrzeuges wird der Vorteil des für Sportwagen bedeutenden tieferen Schwerpunktes ausgenutzt. Die Portalachse umfasst zwei Elektromaschinen, die jeweils über eine Lamellenkupplung und einer feste Getriebeuntersetzung mit den Rädern der Vorderachse verbunden sind. Eine Leistungselektronik reguliert den Stromfluss der Elektromaschinen.

[0015] Die Portalachse mit den beiden nebeneinander angeordneten permanenterregten Synchronmaschinen ist direkt in die Vorderachse integriert. Der niedrige Schwerpunkt durch die Einbaulage ist

von großem Vorteile für die Fahrdynamik. Jede Synchronmaschine betreibt jeweils ein Rad der Vorderachse. Die elektrische Leistung pro Maschine kann in einem Bereich zwischen 25 und 100 kW liegen. In dieser Ausführungsform beträgt die elektrische Leistung pro Maschine etwa 60 kW und führt zu einem zusätzlichen maximalen Antriebsmoment von etwa 150 Nm. Wenn der Fahrer bremst, arbeiten sie im Generatorbetrieb. Die dadurch zurück gewonnene Energie wird über die Hochvoltkabel zum Schwungradspeicher weiter geleitet. Jede Elektromaschine verfügt über einen Positionssensor, der die genau Lage des Rotors für einen optimalen Betrieb bestimmt (Magnetfeldlage).

[0016] Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung werden die Kräfte durch hydraulische Lamellenkupplungen übertragen, die eine präzise Kraftübertragung ermöglichen. Die Lamellenkupplung ist permanent geschlossen und wird automatisch über den Hybridmanager geregelt. Beispielsweise kann der Fahrer aus Sicherheitsgründen die Kupplungen über eine Bedieneinheit öffnen, um die Elektromaschinen vom Antriebsstrang zu entkoppeln. Eine feste Getriebeuntersetzung reduziert die hohe Ausgangsdrehzahl der Elektromaschinen von bis zu 15.000 Umdrehungen pro Minute und überträgt die Momente über die Antriebswellen ans Rad. Die Portalachse und die dazugehörige Umrichtungseinheit verfügt über einen separaten Niedertemperatur-Wasser-Kühlkreislauf mit einem mittig im Vorderwagen positionierten Kühler. Die Kühlkanäle sind im Gehäuse der Portalachse untergebracht.

[0017] Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung speichert der elektrische Schwungradspeicher die beim Bremsen zurück gewonnene elektrische Energie in kinetischer Form, also in Bewegungsenergie. Der Speicher ist in dieser Ausführungsform an der Position des Beifahrersitzes positioniert und umfasst ein Sicherheitsgehäuse, einen Stator und einen Rotor. Eine Leistungselektronik steuert den Stromfluss. Der Speicher ist im Prinzip eine Elektromaschine, die mit einem außen liegenden Rotor (Außenläufer) als Schwungrad arbeitet. Der Stator ist fest mit dem Gehäuse verbunden und der Rotor ist so gelagert, dass er sich frei um den Stator drehen kann. Wird das Schwungrad aufgeladen so werden die Statorwicklungen mit der generierten elektrischen Energie durch die Rekuperation bestromt und erzeugen durch die Wechselwirkung des entstehenden elektrischen Magnetfelds im Stator mit dem Dauermagnetfeld des Rotors eine Drehbewegung. Die elektrische Energie wird in kinetische Energie gewandelt. Der drehende Rotor speichert auf diese Weise die Energie und gibt Sie bei Bedarf wieder ab, indem der Stator in den Generatorbetrieb wechselt und die Bewegungsenergie zu elektrischer Energie wandelt. Der drehende Rotor induziert dabei mit seinem drehenden Magnetfeld in den Statorwicklung eine elektrische Spannung,

die den beiden Elektromaschinen der Portalachse als Antriebskraft dient. Der Rotor wird durch die wirkenden Kräfte abgebremst.

[0018] Gegenüber anderen Speichertechnologien – speziell Akkumulatoren – hat das elektrische Schwungrad wesentlichen Vorteile, nämlich einen hohen Wirkungsgrad von größer 90%, eine hohe Zyklenfestigkeit von größer 1 Mio. Zyklen, einen einfachen mechanischen Aufbau und daher geringere Komplexität und eine höhere Leistungsdichte.

[0019] Die Leistungselektronik der bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Hybridfahrzeuges umfasst eine Umrichtereinheit, welche für jede der beiden Elektromaschinen der Portalachse jeweils einen Frequenzumrichter (AC-DC-Wandler) umfasst, der jeweils für eine Elektromaschine die Ströme regulieren. Ein zweiter Umrichter steuert die elektrischen Ströme des Schwungradspeichers. Die Frequenzumrichter sind nötig, um den Wechselstrom, der z. B. bei der Rekuperation generiert wird, in Gleichstrom zu wandeln. Der Wechselstrom kann nicht direkt zum Betrieb des elektrischen Schwungrads genutzt werden, da die Drehzahlunterschiede der Elektromaschinen im Vergleich zum Schwungrad zu Frequenzunterschieden und dadurch zu Schwankungen in den elektrischen Spannungen führen. Negativ verstärkt wird dies durch die zeitliche Komponente, da hier im Zeitverlauf des Bremsvorgang unterschiedliche Spannungsspitzen erzeugt werden. Daher ist zunächst eine Gleichrichtung nötig, um die generierten Ströme nutzen zu können. Ein Gleichstromzwischenkreislauf verbindet die Umrichtungseinheit des Schwungrades mit der der Portalachse. Dieser Gleichstromzwischenkreislauf nivelliert das Spannungsniveau und liefert einen konstanten elektrischen Strom.

[0020] Die elektrischen Ströme des Hybridsystems werden über eine spezielle Hochvoltkabel geleitet. Neben den dreiphasigen Kabeln zum Betrieb der Elektromaschinen und des Schwungradspeichers, gibt es eine einfache Kabelverbindung, die den Gleichspannungszwischenkreislauf darstellt.

[0021] Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung verfügt das Cockpit des erfindungsgemäßen Hybridfahrzeuges über einige hybridspezifische Bedienelemente, die dem Fahrer die effektive Nutzung des Systems erleichtern. Im wesentlichen handelt es sich hierbei um die Bedieneinheiten Boost-Taste am Lenkrad, zum Abrufen des zusätzlichen elektrischen Antriebsmoments, Ladezustand des Schwungradspeichers, LED-Anzeige Boost-Empfehlung, Map-Schalter zum Abruf spezifischer Fahrprogramme, Hybrid-Off Schalter.

[0022] Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung informiert eine Anzeige im Kombiinstrument (LCD-

Display) den Fahrer über einen prozentuale Wert über den Ladezustand des Schwungradspeichers (Wert von 0–100%). Die maximale Boost-Dauer beträgt in der bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Hybridfahrzeuges zwischen 5 und 20 und vorzugsweise ca. 10–12 Sekunden. Zusätzlich erhält der Fahrer eine Boost-Empfehlung über eine LED-Leuchte, die ebenfalls im Kombiinstrument untergebracht ist. Diese signalisiert dem Fahrer wann die Boost-Funktionalität genutzt werden kann, aus energetischen Gesichtspunkten genutzt werden sollte oder nicht zur Verfügung steht. Weiterhin ist am Lenkrad ein so genannter Map-Schalter (Rast-Schalter) angebracht, der speziell abgestimmte Fahrprogramme für eine spezifische Betriebs- bzw. Rennstrategie ermöglicht. Der Schalter ist mit mehreren, beispielsweise 10, Funktionen belegbar. Mögliche Funktionen sind u. a. ein ein „Effizienz-Modus“, der bei reduzierter Leistung ein möglichst effizientes Fahren mit geringem Kraftstoffverbrauch ermöglicht. Dazu werden Parameter wie Gaspedalkennlinien und Schaltpunktanzeigen entsprechend angepasst. Bei der Lastpunktabsenkung kann die gewünschte Leistung durch den Verbrennungsmotor, der durch den Elektroantrieb unterstützt wird, kompensiert werden.

[0023] Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung verfügt das System in der Mittelkonsole über eine weitere hybridspezifische Bedieneinheit: den Hybrid-Off Schalter. In der Grundstellung ist der Hybridantrieb aktiv. Der Fahrer hat die Möglichkeit über zwei Stufen den Hybridantrieb zu deaktivieren, nämlich ein Hybridsystem „soft-off“ mit eingeschränkter Funktionalität beim Boosten und beim Rekuperieren, sowie ein Hybridsystem „hard-off“ wo die Lamellenkupplung zur Portalachse geöffnet und die Elektromaschinen vom Antriebsstrang entkoppelt werden. Weiter werden dem Fahrer wichtige Kenn- und Diagnosewerte im LCD-Display angezeigt, die vom Hybridmanager kontinuierlich ausgewertet werden. Hier kann der Fahrer u. a. auf Basis von Leistungs- und Temperaturdaten des Antriebs die Fahrstrategie anpassen. Beim Rekuperieren kann ein Teil der Bremsenergie zurück gewonnen werden und dadurch wieder für den Antrieb nutzbar gemacht werden. Neben dem hydraulischen Bremssystem steuern die Elektromaschinen der Portalachse im Generatorbetrieb einen Teil der Bremsleistung bei. Dabei nutzen die beiden Elektromaschinen die mechanische Bewegungsenergie der Vorderachs-antriebswellen des fahrenden Hybridfahrzeuges, indem der mitdrehende Rotor in den Statorwicklungen eine elektrische Spannung erzeugt. Die Spannung treibt als elektrische Energie den elektrischen Schwungradspeicher an, der die Energie wiederum in kinetischer Energie speichert.

[0024] Die Höhe des Verzögerungswunsches des Fahrers wird über das Bremspedal sensiert und fließt als Parameter in die Betriebsstrategie mit ein, um ein Bremsmoment in der Elektromaschine zu erzeugen.

Die Bremsleistung ergibt sich somit aus einer Überlagerung der mechanischen Bremsanlage und der Generatorleistung der Elektromaschinen. Der Energiefluss beim Boosten erfolgt vom Ablauf her wie folgt:

- 1) Fahrer bremst und Elektromaschinen der Portalachse arbeiten im Generatorbetrieb
- 2) Generatorbetrieb erzeugt ein zusätzliches Bremsmoment an der Vorderachse
- 3) Teile der Bremsenergie werden zurückgewonnen und in elektrische Energie gewandelt
- 4) Gewonnene elektrische Energie wird genutzt, um das Schwungrad in Bewegung zu versetzen und Energie in Bewegung zu speichern.

[0025] Die wesentlichen Vorteile der Bremsenergie-rückgewinnung (Rekuperation) sind Rückgewinnung eines Teils der üblicherweise verlorenen Bremsenergie, zusätzliche Bremsleistung durch die Elektromaschinen und Schonung der mechanischen Bremsanlage.

[0026] Beim erfindungsgemäßen Hybridfahrzeuges fungiert die Brennkraftmaschine weiterhin als Primär-antrieb. Abhängig von der Fahrsituation wird das zusätzliche elektrische Antriebsmoment beim Boosten an die Vorderräder abgegeben. Auf geraden Streckenabschnitten kann die Boost-Funktion kurzfristig und sehr spontan mit maximaler Leistung genutzt werden, während in kurvigen Passagen mit hoher Querbeschleunigung das zusätzliche Moment kontinuierlicher aufgebracht wird. Werden bestimmte Grenzwerte überschritten (z. B. zu hohe Querbeschleunigung oder zu geringer Ladezustand des Schwungradspeichers) wird die Boost-Funktion automatisch eingeschränkt. Um die Boost-Funktion nutzen zu können analysiert der Hybridmanager kontinuierlich alle Fahrkennwerte des Fahrzeugs. Dazu gehören unter anderem die Drehzahl, der Lenkwinkel, die Längs- und Querbeschleunigung. Weiterhin wird der Ladezustand des Schwungradspeichers kontinuierlich überwacht. Der Hybridmanager signalisiert dem Fahrer über das Aufleuchten der LED-Leuchte im Kombiinstrument die Systembereitschaft und Verfügbarkeit der Zusatzleistung. Während des Boostens verfügt das Hybridfahrzeug temporär über einen Allradantrieb.

[0027] Besonders beim Beschleunigen aus Kurven heraus ergeben sich Traktionsvorteile. Alternativ zum leistungsorientierten Boosten kann das temporäre elektrische Zusatzmoment auch zur Entlastung der Brennkraftmaschine über ein spezielles Fahrprogramm eingesetzt werden. Speziell in einem 24-Stunden-Rennen können dadurch wertvolle Distanzen zurückgelegt und Kraftstoff eingespart werden. Der Energiefluss beim Boosten erfolgt vom Ablauf her wie folgt:

- 1) Fahrer drückt den Boost-Button am Lenkrad
- 2) Rotierendes Schwungrad wird abgebremst und erzeugt dabei generatorisch elektrische Energie
- 3) Elektrische Energie treibt die beiden Elektromaschinen der Portalachse an und dient als zusätzliche Antriebskraft an der Vorderachse

[0028] Die wesentlichen Vorteile des zusätzlichen elektrischen Antriebsmoment beim Boosten sind ein zusätzliches Antriebsmoment für mehr Beschleunigung, ein spontaner Leistungsabwurf über Boost-Button für mehr Dynamik, verbesserte Traktion durch temporären Allradantrieb, kein zusätzlicher Kraftstoffverbrauch und keine zusätzlichen Emissionen sowie Einsatz des zusätzlichen Antriebsmoments zur Entlastung der Brennkraftmaschine und Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs.

[0029] Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen sowie der Beschreibung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen.

[0030] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der in den Figuren der Zeichnung angegebenen Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

[0031] Fig. 1 eine Draufsicht auf ein Beispiel eines erfindungsgemäßen Hybridfahrzeugs in schematischer Darstellung;

[0032] Fig. 2 eine perspektivische Ansicht einer zweiten, elektrischen Antriebsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

[0033] Fig. 3 eine perspektivische Ansicht eines transparent dargestellten Hybridfahrzeugs mit eingebauter zweiter, elektrischer Antriebsvorrichtung gemäß Fig. 2;

[0034] Fig. 4 einen Ausschnitt einer perspektivischen Ansicht einer zweiten, elektrischen Antriebsvorrichtung gemäß Fig. 2, Fig. 3; und

[0035] Fig. 5 eine Umrichtereinheit einer zweiten, elektrischen Antriebsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung, in einer perspektivischen Ansicht von oben.

[0036] In allen Figuren sind gleiche bzw. funktionsgleiche Elemente und Vorrichtungen – sofern nichts anderes angegeben ist – mit denselben Bezugszeichen versehen worden.

[0037] In Fig. 1 ist eine rein schematische und stark vereinfachte Draufsicht auf ein Hybridfahrzeug **10** dargestellt mit einer ersten Antriebsvorrichtung zum Antrieb der Räder einer ersten Achse mit einer Brennkraftmaschine, sowie einer zweiten, elektrischen Antriebsvorrichtung zum Antrieb der Räder einer zwei-

ten Achse, gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

[0038] Wie in [Fig. 1](#) gezeigt ist, weist das Hybridfahrzeug **10** eine Brennkraftmaschine **14** auf, wie z. B. einen Verbrennungsmotor. Die Brennkraftmaschine **14** ist dabei beispielsweise im Heckbereich des Hybridfahrzeug **10** angeordnet, wie in [Fig. 1](#) dargestellt ist, und treibt über eine erste Achsantriebsvorrichtung **5** die beiden Räder (nicht dargestellt) einer ersten Achse, hier z. B. der Hinterachse an.

[0039] Gemäß der Erfindung weist dazu das Hybridfahrzeug **10** eine zweite, elektrische Antriebsvorrichtung **12** auf, welche die beiden Räder der zweiten Achse, hier z. B. der Vorderachse **20**, des Hybridfahrzeugs **10** antreibt. Hierzu weist die zweite, elektrische Antriebsvorrichtung **12** zwei Elektromaschinen **16** auf, von denen jeweils eine ein jeweils zugeordnetes Rad (nicht dargestellt) der Vorderachse **20** antreibt. Die Elektromaschinen **16** sind dabei voneinander getrennt ausgebildet und treiben die beiden Räder unabhängig voneinander an.

[0040] Wie in dem Beispiel in [Fig. 1](#) gezeigt ist, umfasst die elektrische Achse **20** bzw. hier die Vorderachse **20** mit der zweiten, elektrischen Antriebsvorrichtung **12** zwei voneinander getrennte Elektromaschinen **16**, die über eine jeweilige Stirnradstufe **17** und eine jeweilige Gelenkwelle **18** das jeweils zugeordnete Rad antreiben. Zur Versorgung der Elektromaschinen **16** mit elektrischer Energie ist ein elektrischer Energiespeicher **22** vorgesehen, beispielsweise eine Hochvoltbatterie, oder ein Schwungradspeicher. Die Erfindung ist aber auf diese beiden Beispiele für elektrische Energiespeicher **22** nicht beschränkt. Grundsätzlich kann jede andere Art von elektrischem Energiespeicher **22** oder Kombination von elektrischen Energiespeichern **22** vorgesehen werden, die geeignet ist die Elektromaschinen **16** mit der notwendigen elektrischen Energie zu versorgen.

[0041] Der elektrische Energiespeicher **22** ist des Weiteren mit einer Umrichtereinheit **24** verbunden. Die Umrichtereinheit **24** wandelt dabei beispielsweise den Gleichstrom des elektrischen Energiespeichers **22** in einen Wechselstrom für die jeweilige Elektromaschine **16** um, so dass die Elektromaschinen **16** das zugeordnete Rad der elektrischen Achse **20** bei Bedarf antreiben kann. Das Antreiben der beiden Räder kann dabei über eine entsprechende Steuervorrichtung **26** oder Hybridsteuervorrichtung gesteuert werden. Die Steuervorrichtung **26** ist dabei mit dem elektrischen Energiespeicher **22**, der Umrichtereinheit **24** und den beiden Elektromaschinen **16** verbunden. Dabei kann die Steuervorrichtung **26**, wie in [Fig. 1](#) gezeigt ist, mit einer Motorsteuervorrichtung **28** gekoppelt oder über ein Bussystem **30**, wie z. B. ein CAN-Bussystem, verbunden sein oder alternativ auch als Teil der Motorsteuervorrichtung **28**

ausgebildet sein (nicht dargestellt). Über die Motorsteuervorrichtung **28** wird hierbei die Brennkraftmaschine **14** und die erste Antriebsvorrichtung **5** gesteuert zum Antrieben der zugeordneten Hinterachse.

[0042] Des Weiteren können die Steuervorrichtung **26** und/oder die Motorsteuervorrichtung **28** wahlweise zusätzlich, wie in [Fig. 1](#) gezeigt ist, mit wenigstens einer Eingabevorrichtung **32**, z. B. einem Boostknopf **34**, verbunden sein und/oder mit einer Displayvorrichtung **36**. Über die Eingabevorrichtung **32** kann dabei der Fahrer des Hybridfahrzeugs **10** eingeben, dass er das Hybridfahrzeug **10** in einem vorbestimmten Betriebsmodus betreiben möchte. Als ein solcher Betriebsmodus kann dabei beispielsweise ein für einen Vierradantrieb bzw. Boostbetrieb geeigneter Betriebsmodus vorgegeben werden.

[0043] Ein solcher Betriebsmodus ist beispielsweise ein Beschleunigungsmodus bei welchem der Fahrer z. B. sein Hybridfahrzeug **10** aus einer Kurve heraus beschleunigen kann. Wählt der Fahrer über die Eingabeeinrichtung **32** den Beschleunigungsmodus, so bedeutet das, dass das Hybridfahrzeug **10** in diesem Beschleunigungsmodus statt nur über die Hinterachse über einen Vierradantrieb über beide Achsen angetrieben wird. Bei dem Vierradantrieb kann gemäß der Erfindung die zweite Achse, hier z. B. die Vorderachse **20**, über die zweite, elektrische Antriebsvorrichtung **12** zusätzlich angetrieben werden, so dass ein Vierradantrieb realisiert wird. Dazu werden die Vorderachse **20** bzw. die beiden Vorderräder **18** zusätzlich angetrieben über die zweite, elektrische Antriebsvorrichtung **12** und deren beide Elektromaschinen **16**.

[0044] In der Displayvorrichtung **36** kann wahlweise zusätzlich beispielsweise der gewählte Betriebsmodus angezeigt und/oder eine Auswahl von geeigneten Betriebsmodi aus denen der Fahrer auswählen kann. Wahlweise kann die Displayvorrichtung **36** zusätzlich auch als Eingabevorrichtung ausgebildet sein (nicht dargestellt) und beispielsweise einen Touchscreen aufweisen zum Eingeben oder Anklicken eines gewünschten Betriebsmodus, in welchem das Hybridfahrzeug **10** in einem Vierradantrieb betrieben wird.

[0045] Wie zuvor beschrieben, kann das Hybridfahrzeug **10** gemäß der Erfindung sowohl in einem Zweiradantrieb als auch in einem Vierradantrieb betrieben werden. Im Zweiradantrieb werden dabei beispielsweise die Hinterräder über die Brennkraftmaschine **14** betätigt und im Vierradantrieb zusätzlich die Vorderräder **18** über zugeordnete Elektromaschinen **16**. Die Elektromaschinen **16** werden dabei mit Energie aus dem elektrischen Energiespeicher **22** gespeist. Der elektrische Energiespeicher **22** wird über die generatorisch betriebenen Elektromaschinen **16** der

elektrischen Achse **20** geladen oder gespeist. Das Laden des elektrischen Energiespeichers **22** über wenigstens eine oder beide Elektromaschinen **16** kann dabei beispielsweise ausschließlich über diese erfolgen oder der elektrische Energiespeicher **22** über wenigstens eine weitere Energielieferquelle mit elektrischer Energie gespeist werden. Eine zusätzliche elektrische Energiequelle kann beispielsweise ein stationäres Stromnetz sein, z. B. eine Tankstelle mit einem Elektroanschluss.

[0046] In [Fig. 2](#) ist eine Perspektivansicht eines Beispiels der zweiten, elektrischen Antriebsvorrichtung **12** des Hybridfahrzeugs **10** gemäß der Erfindung gezeigt. Wie zuvor beschrieben weist die zweite, elektrische Antriebsvorrichtung **12** zwei Elektromaschinen **16** auf, zum Antreiben der Räder einer Fahrzeugachse **20**, z. B. der Hinterachse oder der Vorderachse **20**, welche jeweils ein zugeordnetes Rad der Achse antreiben können. Die jeweilige Elektromaschine **16** ist mit einem zugeordneten elektrischen Umrichter der Umrichtereinheit **24** über zwei Leitungsvorrichtungen **38**, beispielsweise zwei Hochvoltverkabelungen, verbunden. Ein weiterer elektrischer Umrichter **25** ist über eine Leitungsvorrichtung **37**, beispielsweise eine Hochvoltverkabelung, mit einem elektrischen Energiespeicher **22** verbunden, beispielsweise einer Schwungradspeichervorrichtung **22**, wie in [Fig. 2](#) gezeigt ist.

[0047] Zum Steuern der beiden Elektromaschinen **16** ist eine Steuervorrichtung oder Hybridsteuervorrichtung vorgesehen. Diese ist mit elektrischen Umrichtern der Umrichtereinheit **24** über jeweils eine Leitungsvorrichtung verbunden, siehe [Fig. 1](#), sowie über eine Leitungsvorrichtung mit dem elektrischen Energiespeicher **22**. Des Weiteren ist die Steuervorrichtung mit der Motorsteuervorrichtung verbunden, beispielsweise über ein Bussystem, z. B. ein CAN-Bussystem wie in [Fig. 1](#) gezeigt ist.

[0048] [Fig. 3](#) zeigt des Weiteren ein Beispiel einer Anordnung der in [Fig. 2](#) gezeigten zweiten, elektrischen Antriebsvorrichtung **12** in einem Hybridfahrzeug. Wie in dem Beispiel in [Fig. 3](#) gezeigt ist, ist die zweite, elektrische Antriebsvorrichtung **12** zum Antreiben beider Räder der Vorderachse **20** vorgesehen und daher mit den Vorderrädern **18** verbunden. Genauer gesagt sind die Elektromaschinen **16** an der Vorderachse **20** und deren Vorderrädern **18** angeordnet. Des Weiteren ist die Umrichtereinheit **24** beispielsweise ebenfalls vorne im Hybridfahrzeug **10** in der Nähe oder bei den Elektromaschinen **16** oder der elektrischen Achse **20** angeordnet. Die Umrichtereinheit **24** könnte jedoch auch an jedem anderen Platz im Hybridfahrzeug **10** angeordnet werden, sofern er mit den Elektromaschinen **16** verbunden oder gekoppelt sind, um ihnen die notwendige elektrische Energie bereitzustellen. Als elektrischer Energiespeicher **22** ist beispielsweise ein Schwungradspeicher

22 vorgesehen. Dieser ist in dem in [Fig. 3](#) gezeigten Beispiel im mittleren Bereich des Hybridfahrzeugs **10**, d. h. im Bereich des Passagierraums des Hybridfahrzeugs **10**, angeordnet. Der elektrische Energiespeicher **22** kann aber ebenso an jeder anderen Stelle im Fahrzeug **10** angeordnet sein, beispielsweise im vorderen Bereich, d. h. nahe der Vorderachse **20**, oder im hinteren Bereich, d. h. nahe der Hinterachse des Hybridfahrzeuges **10**, insbesondere im Bereich der Reserveradmulde. Alternativ sind als elektrischer Speicher zwei elektrisch miteinander gekoppelte Schwungräder vorgesehen, insbesondere angeordnet im Bereich der Rücksitzanlage des Hybridfahrzeuges **10**. Dabei ist der elektrische Energiespeicher **22** über eine Leitungsvorrichtung **37** mit dem zugeordneten elektrischen Umrichter **25** verbunden und die Elektromaschinen **26** über zwei entsprechende Leitungsvorrichtungen **38** mit der Umrichtereinheit **24**.

[0049] [Fig. 4](#) zeigt einen Ausschnitt der zweiten, elektrischen Antriebsvorrichtung **12** gemäß der Erfindung. Wie zuvor beschrieben weist die zweite, elektrische Antriebsvorrichtung **12** die Achse **20** mit den beiden Elektromaschinen **16** auf, zum Antreiben der beiden Räder der Achse **20**, sowie den dazu gehörenden elektrischen Umrichtern der Umrichtereinheit **24**. Dabei sind einmal zwei Leitungsvorrichtungen **38** gezeigt zum Verbinden der Elektromaschinen **16** mit den elektrischen Umrichtern. Die Elektromaschinen **16** treiben über eine jeweilige Stirnradstufe **17** und eine jeweilige Gelenkwelle **18** das jeweils zugeordnete Rad an. Die Umrichtereinheit **24** ist dabei in einem Gehäuse angeordnet, wie in nachfolgender [Fig. 5](#) gezeigt ist.

[0050] [Fig. 5](#) zeigt die Umrichtereinheit **24**, welche mit den beiden Elektromaschinen **16** über zwei Leitungsvorrichtungen **38** verbunden ist, und wobei die Umrichtereinheit **24** über eine weitere Leitungsvorrichtung **37** mit dem elektrischen Energiespeicher **22** verbunden ist. Die Umrichtereinheit **24** verfügt über ein Grundmodul **18** sowie ein mit dem Grundmodul **18** gekoppeltes Ergänzungsmodul **19**. Das Grundmodul **18** umfasst dabei einen elektrischen Umrichter, welcher mit der einen Elektromaschine **16** zusammenwirkt, wohingegen das Ergänzungsmodul **19** einen elektrischen Umrichter umfasst, welcher mit der anderen Elektromaschinen **16** zusammenwirkt.

[0051] Das Grundmodul **18** umfasst neben dem Umrichter für die eine Elektromaschine **16** weiterhin Anschlüsse **21a**, **21b** zur Kühlung der Umrichtereinheit **24**, wobei der Anschluss **21a** einem Vorlauf und der Anschluss **21b** einem Rücklauf für Kühlmittel entspricht. Über die Anschlüsse **21a**, **21b** für Kühlmittel kann die Umrichtereinheit **24** in einen Kühlmittelkreislauf eingebunden und gekühlt werden.

[0052] Zusätzlich zu den Anschlüssen **21a**, **21b** zur Kühlung der Umrichtereinheit **24** verfügt das Grundmodul **18** der Umrichtereinheit **24** weiterhin über einen Anschluss **37a** zur elektrischen Kontaktierung des dem elektrischen Energiespeicher **22** zugeordneten Umrichters **25** über eine Leitungsvorrichtung **37**.

[0053] Ferner verfügt das Grundmodul **18** der Umrichtereinheit **24** über einen Anschluss **38a** zur elektrischen Kontaktierung der mit dem vom Grundmodul **18** aufgenommenen elektrischen Umrichter zusammenwirkenden einen Elektromaschine **16** über eine Leitungsvorrichtung **38**.

[0054] Darüber hinaus umfasst das Grundmodul **18** der Umrichtereinheit **24** Befestigungsmittel **23**, über welche die Umrichtereinheit **24** mechanisch an die Karosseriestruktur **28** des Hybridfahrzeugs **10** angebunden werden kann.

[0055] Das mit dem Grundmodul **18** gekoppelte bzw. koppelbare Ergänzungsmodul **19** umfasst, wie bereits erwähnt, den mit der anderen Elektromaschine **16** zusammenwirkenden elektrischen Umrichter sowie einen Anschluss **38a** zur elektrischen Kontaktierung des vom Ergänzungsmodul **19** aufgenommenen elektrischen Umrichters mit der anderen Elektromaschine **16** über eine Leitungsvorrichtung **38**. Das Ergänzungsmodul **19** der Umrichtereinheit **24** ist über das Grundmodul **18** an die Karosseriestruktur **28** mechanisch anbindbar. Ferner ist das Ergänzungsmodul **19** über das Grundmodul **18** kühlbar. Darüber hinaus ist der vom Ergänzungsmodul **19** aufgenommene, mit der anderen Elektromaschine **16** zusammenwirkende elektrische Umrichter über das Grundmodul **18** an den Umrichter **25** des elektrischen Energiespeichers **22** koppelbar.

[0056] Bei der Kopplung des Grundmoduls **18** und des Ergänzungsmoduls **19** greifen Vorsprünge, die am Gehäuse **27** des Grundmoduls **18** ausgebildet sind, in nicht sichtbare Vertiefungen des Gehäuses **29** des Ergänzungsmoduls **19** ein. Über an den Gehäusen **27**, **29** ausgebildete Befestigungsabschnitte **43** können dieselben miteinander verschraubt werden.

[0057] In einer Ausführungsform ist zusätzlich eine weitere, dritte Elektromaschine vorgesehen, die der ersten Antriebsvorrichtung zugeordnet ist. Diese dritte Elektromaschine ermöglicht wenigstens einen zusätzlichen elektrischen Antrieb der Räder der von der Brennkraftmaschine **14** angetriebenen ersten Achse. Je nach Auslegung sind dann die Räder der ersten Achse alleine von der Brennkraftmaschine **14**, gemeinsam von der Brennkraftmaschine **14** und der dritten Elektromaschine, oder sogar alleine von der dritten Elektromaschine, antreibbar. Die dritte Elektromaschine ist dabei generatorisch und/oder

motorisch betreibbar. Im generatorischen Betrieb der dritten Elektromaschine sind der elektrische Energiespeicher **22** und/oder die Elektromaschinen **16** mit elektrischer Energie versorgbar.

Patentansprüche

1. Hybridfahrzeug, umfassend eine erste Antriebsvorrichtung zum Antrieb der Räder einer ersten Achse mit einer Brennkraftmaschine, sowie eine zweite Antriebsvorrichtung mit zwei Elektromaschinen zum Antrieb der Räder einer zweiten Achse, und wenigstens einen elektrischen Energiespeicher, der dann, wenn eine Elektromaschine motorisch betrieben wird, entladbar, und dann, wenn eine Elektromaschine generatorisch betrieben wird, aufladbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden Elektromaschinen (**16**) der elektrischen Antriebsvorrichtung mit einem jeweils zugeordneten Getriebe (**17**) in einer elektrischen Achse (**12**) zusammengefasst sind, zum Antrieb der einzeln aufgehängten Räder der ersten Achse über eine jeweilige Gelenkwelle (**18**), und wobei zwei den beiden Elektromaschinen jeweils zugeordnete elektrische Umrichter in einer Umrichtereinheit zusammengefasst sind.

2. Hybridfahrzeug nach Anspruch 1, wobei die Umrichtereinheit derart ausgebildet ist, dass ein Grundmodul (**18**) die mechanische Anbindung an eine Karosseriestruktur (**28**), die Anbindung an einen Kühlkreislauf (**21a**, **21b**) sowie die elektrische Anbindung an einen elektrischen Energiespeicher (**22**) umfasst.

3. Hybridfahrzeug nach Anspruch 1, wobei die Brennkraftmaschine (**14**) im hinteren Bereich des Hybridfahrzeuges angeordnet und zum Antrieb der Hinterachse vorgesehen ist, wobei die elektrische Achse als Vorderachse (**20**) vorgesehen ist.

4. Hybridfahrzeug nach Anspruch 1, wobei die Brennkraftmaschine (**14**) im vorderen Bereich des Hybridfahrzeuges angeordnet und zum Antrieb der Hinterachse vorgesehen ist, wobei die elektrische Achse als Vorderachse (**20**) vorgesehen ist.

5. Hybridfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der elektrische Energiespeicher als mindestens ein Schwungradspeicher ausgebildet ist.

6. Hybridfahrzeug nach Anspruch 5, wobei ein Schwungradspeicher im mittleren Bereich des Hybridfahrzeuges, insbesondere im Bereich des Beifahrersitzes oder im Bereich der Rücksitzanlage, angeordnet ist.

7. Hybridfahrzeug nach Anspruch 5, wobei ein Schwungradspeicher im hinteren Bereich des Hybridfahrzeuges, insbesondere im Bereich der Reserveradmulde, angeordnet ist.

8. Hybridfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der ersten Antriebsvorrichtung eine dritte Elektromaschine zugeordnet ist, mit der die Räder der ersten Achse wahlweise alleine, oder zusammen mit der Brennkraftmaschine, elektrisch antreibbar sind.

9. Hybridfahrzeug nach Anspruch 8, wobei die dritte Elektromaschine auf einer Welle zum Antrieb der ersten Achse durch den Brennkraftmaschine angeordnet ist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

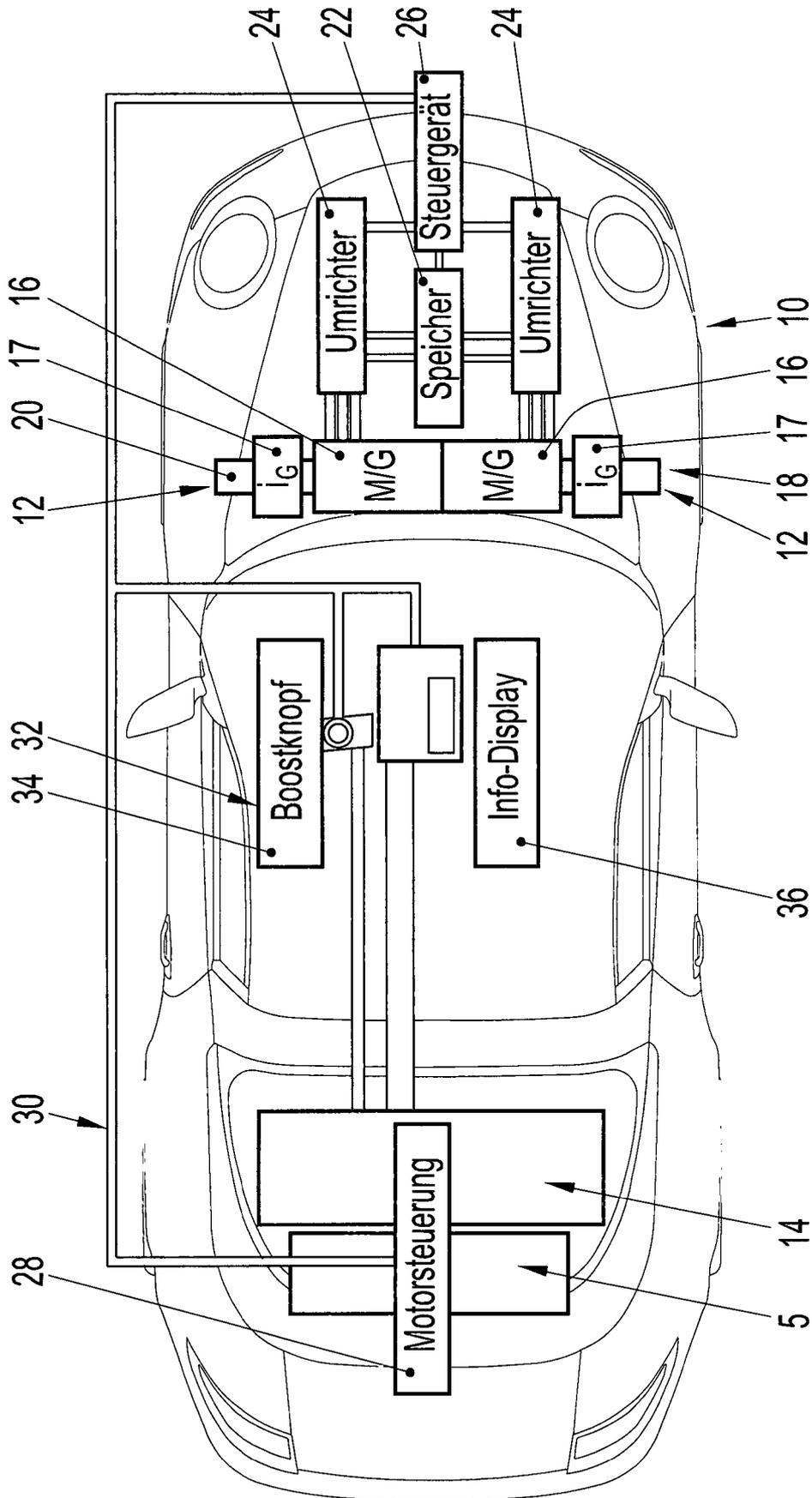


Fig. 1

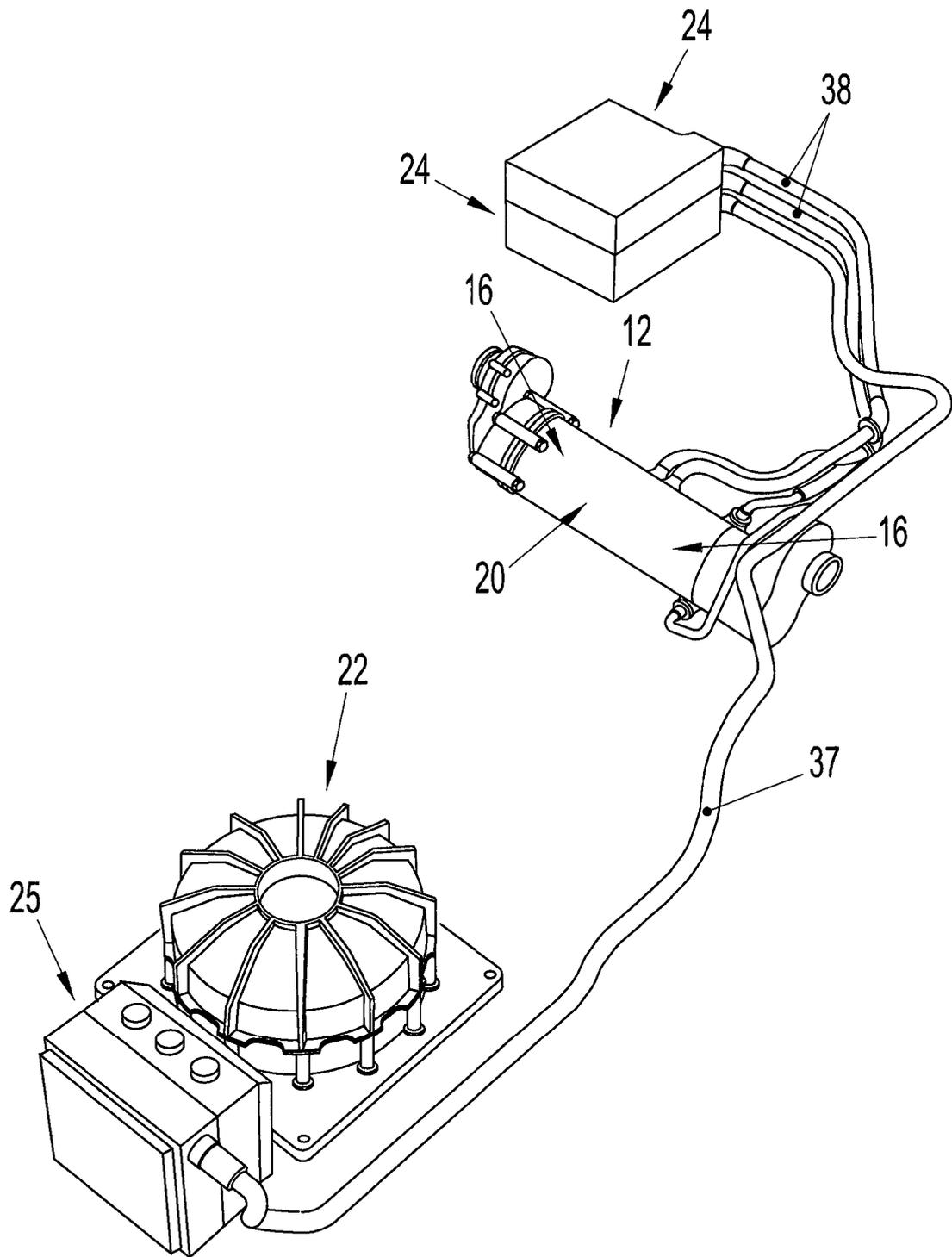


Fig. 2

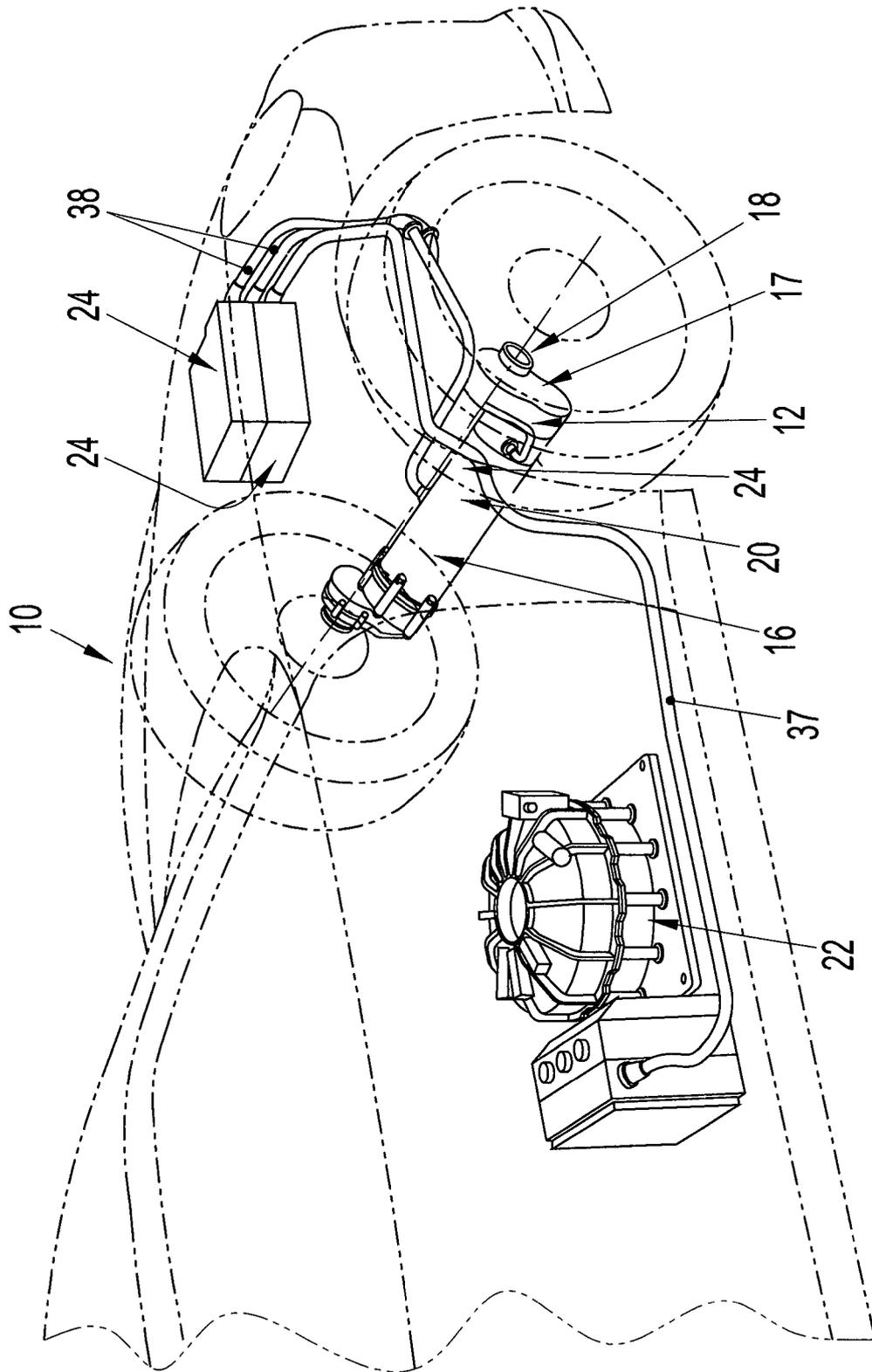


Fig. 3

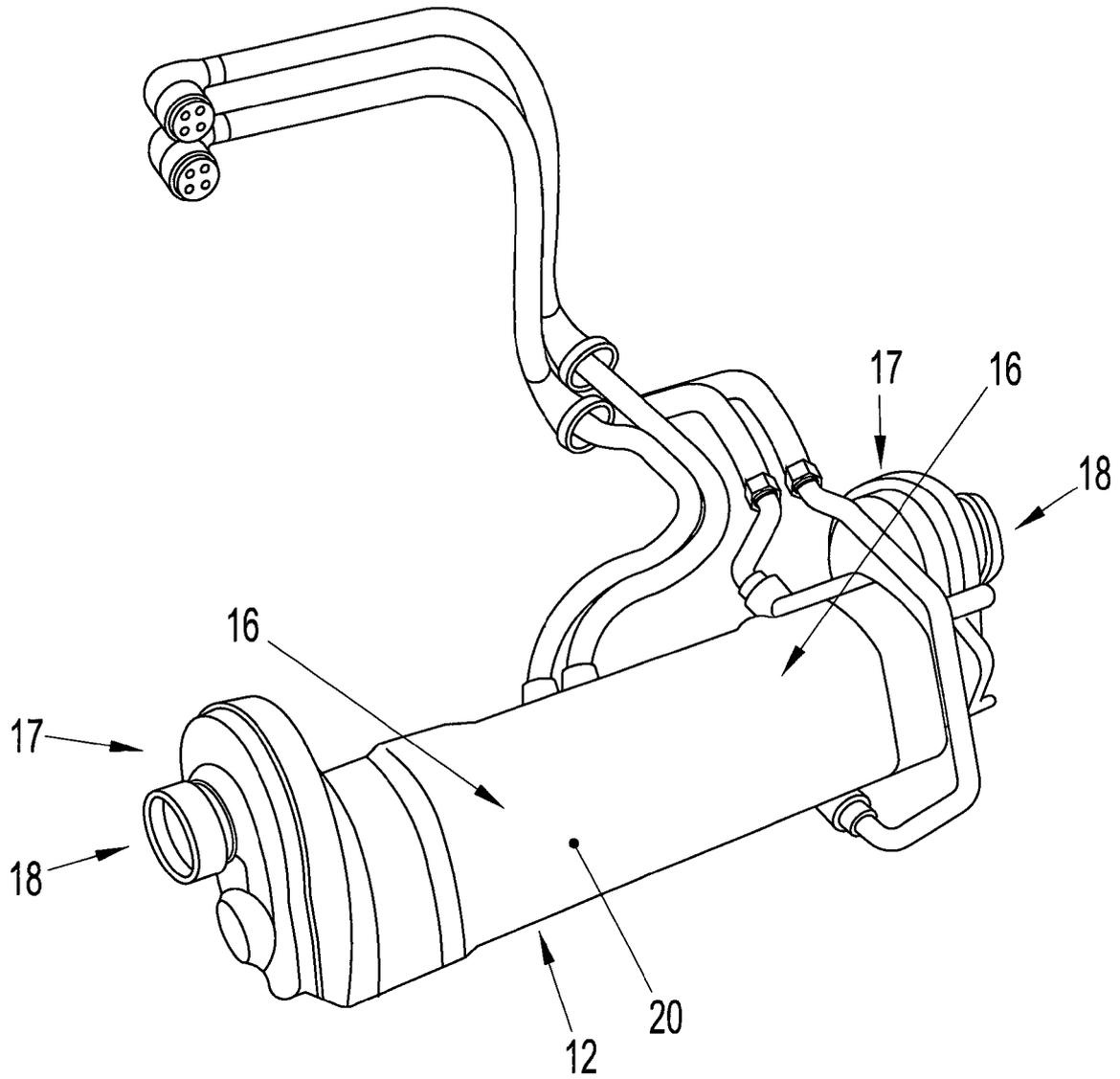


Fig. 4

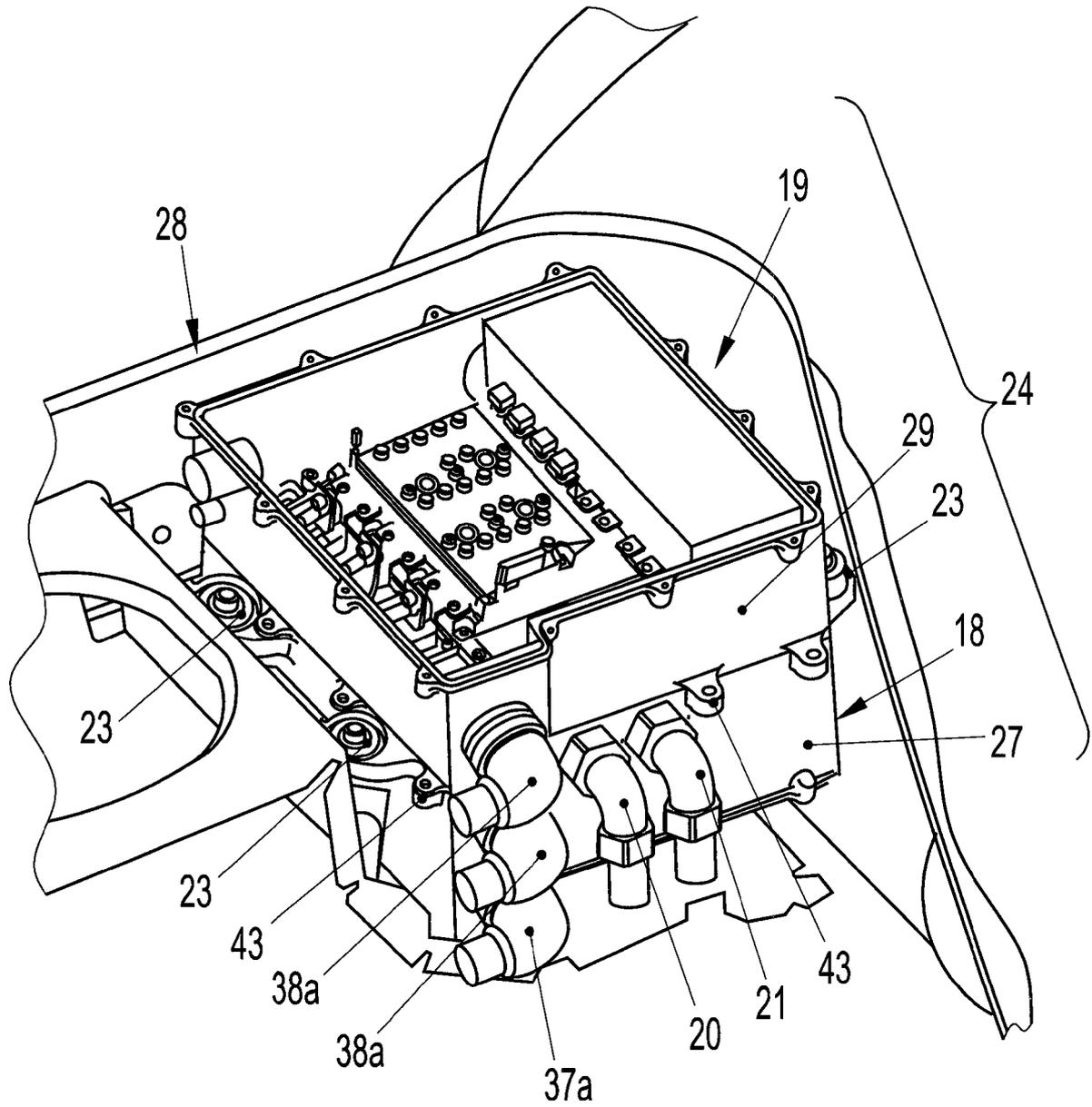


Fig. 5