

(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
31. Oktober 2024 (31.10.2024)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2024/223263 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F04D 25/06 (2006.01) H01M 8/04089 (2016.01)
F04D 29/58 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2024/059273

(22) Internationales Anmeldedatum:
05. April 2024 (05.04.2024)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2023 110 532.9
25. April 2023 (25.04.2023) DE

(71) Anmelder: **ZF CV SYSTEMS GLOBAL GMBH**
[CH/CH]; Giacomettistrasse 1, 3006 Bern (CH).

(72) Erfinder: **KENTSCHKE, Thorge**; Elisenstraße 51, 30451 Hannover (DE). **STEINBERGER, Florian**; Blumenstraße 8, 88326 Aulendorf (DE). **NOLD, Markus**; Heiseloch 3, 88045 Friedrichshafen (DE).

(74) Anwalt: **SCHAEFERJOHANN, Volker**; Am Lindener Hafen 21, 30453 Hannover (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST,

(54) Title: CONTINUOUS-FLOW MACHINE FOR A FUEL CELL SYSTEM WITH A FUEL CELL STACK FOR A VEHICLE, IN PARTICULAR A UTILITY VEHICLE, FUEL CELL SYSTEM AND VEHICLE, IN PARTICULAR A UTILITY VEHICLE

(54) Bezeichnung: STRÖMUNGSMASCHINE FÜR EIN BRENNSTOFFZELLENSYSTEM MIT EINEM BRENNSTOFFZELLENSTAPEL FÜR EIN FAHRZEUG, INSBESONDERE NUTZFAHRZEUG, BRENNSTOFFZELLENSYSTEM UND FAHRZEUG, INSBESONDERE NUTZFAHRZEUG

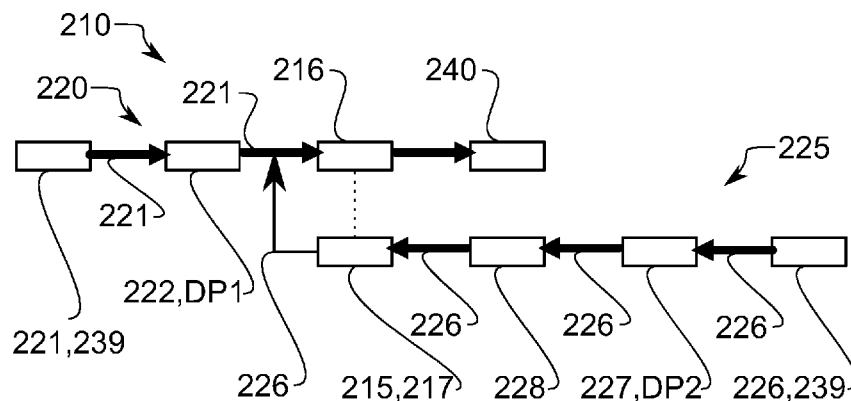


Fig.2

(57) Abstract: The invention relates to a continuous-flow machine (210) for a fuel cell system (205) with a fuel cell stack (206) for a vehicle (200a), in particular a utility vehicle (200b), wherein the continuous-flow machine (210) is designed to apply an air flow (240) to the cathode side of the fuel cell stack (206), wherein the continuous-flow machine (210) has an electric drive (215) and at least one compressor wheel (216), which can be driven by the electric drive (215), for drawing in supply air (239) and for providing the air flow (240), and a primary air flow path (220) and a secondary air flow path (225), each for drawing in the supply air (239), wherein the continuous-flow machine (210) is designed to supply the supply air (239) drawn in by the compressor wheel (216) to the primary air flow path (220) and the secondary air flow path (225) before the supply air (239) is compressed by the compressor wheel (216); and the secondary air flow path (225) is designed to cool the continuous-flow machine (210).

(57) Zusammenfassung: Strömungsmaschine (210) für ein Brennstoffzellensystem (205) mit einem Brennstoffzellenstapel (206) für ein Fahrzeug (200a), insbesondere Nutzfahrzeug (200b), wobei die Strömungsmaschine (210) dazu eingerichtet ist, den Brennstoffzellenstapel (206) kathodenseitig mit einem Luftstrom (240) zu beaufschlagen, die Strömungsmaschine (210) einen elektrischen Antrieb (215) und mindestens ein von dem elektrischen Antrieb (215) antreibbares Verdichterrad (216) zum Ansaugen von Zuluft (239) und

SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- in Schwarz-Weiss; die internationale Anmeldung enthielt in ihrer eingereichten Fassung Farbe oder Graustufen und kann von PATENTSCOPE heruntergeladen werden.

zum Bereitstellen des Luftstroms (240), einen Primärluftstrompfad (220) und einen Sekundärluftstrompfad (220) jeweils zum Ansaugen der Zuluft (239) aufweist, die Strömungsmaschine (210) dazu eingerichtet ist, die durch das Verdichterrad (216) angesaugte Zuluft (239) dem Primärluftstrompfad (220) und dem Sekundärluftstrompfad (225) zuzuführen, bevor die Zuluft (239) durch das Verdichterrad (216) komprimiert wird; und der Sekundärluftstrompfad (225) zum Kühlen der Strömungsmaschine (210) eingerichtet ist.

Strömungsmaschine für ein Brennstoffzellensystem mit einem Brennstoffzellenstapel für ein Fahrzeug, insbesondere Nutzfahrzeug, Brennstoffzellensystem und Fahrzeug, insbesondere Nutzfahrzeug

Die Erfindung betrifft eine Strömungsmaschine für ein Brennstoffzellensystem mit einem Brennstoffzellenstapel für ein Fahrzeug, insbesondere Nutzfahrzeug. Die Erfindung betrifft auch ein Brennstoffzellensystem für ein Fahrzeug, insbesondere Nutzfahrzeug, umfassend einen Brennstoffzellenstapel und eine Strömungsmaschine, und ein Fahrzeug, insbesondere Nutzfahrzeug, umfassend ein Brennstoffzellensystem.

Strömungsmaschinen für Brennstoffzellensysteme sind aus dem Stand der Technik bekannt. Für derartige Brennstoffzellensysteme werden als Strömungsmaschinen Kompressoren beziehungsweise Verdichter verwendet.

In einem Brennstoffzellensystem wird der Kompressor dazu benutzt, Luft anzusaugen, zu verdichten und einem kathodenseitigen Brennstoffzelleneingang des Brennstoffzellenstapels beziehungsweise Brennstoffzellenstacks zum Durchführen der Brennstoffzellenreaktion zuzuführen. Um Schädigungen des Brennstoffzellenstacks durch Kontamination zu vermeiden, bestehen hohe Anforderungen an die Luftreinheit. Zur Reduktion dieser Schadgase und/oder anderer Kontamination werden Filter beziehungsweise Filterelemente eingesetzt. Diese Filterelemente verursachen beim Ansaugen der Umgebungsluft einen Druckverlust, wodurch nach dem Filter ein Unterdruck herrscht.

Das verdichtete Stoffgemisch durchläuft den oder die Stapel. Das nach der Reaktion verbleibende Stoffgemisch tritt als Fluidstrom kathodenseitig aus einem kathodenseitigen Brennstoffzellenausgang des Brennstoffzellenstapels wieder aus. Der Fluidstrom kann dabei auch flüssige Bestandteile beispielsweise in Form von Wassertropfen umfassen.

Dieser Fluidstrom weist üblicherweise noch einen Überdruck gegenüber der Umgebung auf und wird daher in den meisten Brennstoffzellensystemen dazu

genutzt, eine Expanderwelle eines Expanders anzutreiben. Im Expander kann das auslassseitig austretende Stoffgemisch auf Umgebungsdruck entspannt werden, und die an die Expanderwelle abgegebene Energie wird üblicherweise in elektrische Energie umgewandelt, wenn der Expander mit einem Generator verbunden ist und/oder treibt ganz oder teilweise den Kompressor an, wenn der Kompressor und der Expander dieselbe Welle aufweisen.

Eine Herausforderung bei der Bereitstellung einer derartigen Strömungsmaschine ist die Kühlung eines elektrischen Antriebs zum Betreiben der Strömungsmaschine und gegebenenfalls eines oder mehrerer Lager zur Lagerung des Rotors der Strömungsmaschine.

Dabei ist es aus dem Stand der Technik bekannt, die Kühlung als Luftkühlung durch einen Luftstrom zu bewerkstelligen. Gemäß dem Stand der Technik kann dieser Luftstrom durch eine externe Luftversorgung erfolgen. Dafür muss die Strömungsmaschine einen geeigneten Anschluss aufweisen, um die Strömungsmaschine durch eine Druckluft bereitstellende Komponente des Fahrzeugs mit der Druckluft beaufschlagen zu können. Alternativ kann durch den Kompressor verdichtete Luft abgezweigt werden, was jedoch zu einem verminderten Wirkungsgrad der Strömungsmaschine führen kann, da das Komprimieren der Luft durch das Wandeln von Energie durch die Strömungsmaschine erfolgt.

Demgemäß offenbart DE 10 2011 087606 A1 eine Kraftfahrzeugsystemeinrichtung mit einem Antriebsaggregat, dem eine Ladereinrichtung zugeordnet ist, die einen Verdichter mit wenigstens einem mittels zumindest eines Lagers gelagerten Verdichterlaufrad aufweist, wobei das Lager über ein stationäres erstes Lagerteil und ein mit dem Verdichterlaufrad wirkverbundenes zweites Lagerteil verfügt. Dabei ist vorgesehen, dass an das Lager eine Überdruckquelle angeschlossen ist, mittels welcher in einem zwischen dem ersten Lagerteil und dem zweiten Lagerteil vorliegenden Lagerspalt ein Überdruck herstellbar ist, wobei die Überdruckquelle der Verdichter und/oder Teil einer Tandempumpe ist, die neben dem Überdruck auch Unterdruck für einen Verbraucher der Kraftfahrzeugsystemeinrichtung bereitstellt.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, den Stand der Technik zu bereichern und eine verbesserte Strömungsmaschine bereitzustellen. Insbesondere löst die Erfindung die Aufgabe, ein verbessertes Kühlen der Strömungsmaschine zu bewerkstelligen, bei der zusätzliche Druckluftanschlüsse vermieden werden können und der Wirkungsgrad verbessert werden kann.

Die Aufgabe wird durch eine Strömungsmaschine nach Anspruch 1 sowie den Gegenständen nach den weiteren unabhängigen Ansprüchen gelöst. Die Unteransprüche geben Weiterbildungen der Erfindung an.

Gemäß einem Aspekt der Erfindung wird eine Strömungsmaschine für ein Brennstoffzellensystem mit einem Brennstoffzellenstapel für ein Fahrzeug, insbesondere Nutzfahrzeug, bereitgestellt. Dabei ist die Strömungsmaschine dazu eingerichtet, den Brennstoffzellenstapel kathodenseitig mit einem Luftstrom zu beaufschlagen. Die Strömungsmaschine weist einen elektrischen Antrieb und mindestens ein von dem elektrischen Antrieb antreibbares Verdichterrad zum Ansaugen von Zuluft und zum Bereitstellen des Luftstroms auf, die einen Primärluftstrompfad und einen Sekundärluftstrompfad jeweils zum Ansaugen der Zuluft aufweist. Die Strömungsmaschine ist dazu eingerichtet, die durch das Verdichterrad angesaugte Zuluft dem Primärluftstrompfad und dem Sekundärluftstrompfad zuzuführen, bevor die Zuluft durch das Verdichterrad komprimiert wird; und der Sekundärluftstrompfad ist zum Kühlen der Strömungsmaschine eingerichtet.

Dabei kann das Verdichterrad die Zuluft ansaugen. Die Zuluft kann dabei ein gasförmiger Fluidstrom sein, der dem Brennstoffzellenstapel zuzuführen ist. Dabei kann der Fluidstrom feste und/oder flüssige Bestandteile aufweisen, die optional vor dem Zuführen des Fluidstroms zu den Brennstoffzellenstapel durch Filtern entfernt werden. Die Zuluft kann dabei durch den Primärluftstrompfad und durch den Sekundärluftstrom angesaugt und so dem Primärluftstrompfad und dem Sekundärluftstrom zugeführt werden. Das Verdichterrad kann die Zuluft über den Primärluftstrompfad und Sekundärluftstrompfad ansaugen und anschließend gesamthaft verdichten. Das Verdichterrad kann die Zuluft komprimieren und den

Luftstrom bereitstellen, mit der der Brennstoffzellstapel kathodenseitig beaufschlagt werden kann.

Die Strömungsmaschine ist dabei dazu eingerichtet, die durch das Verdichterrad angesaugte Zuluft dem Primärluftstrompfad und dem Sekundärluftstrompfad zuzuführen, bevor die Zuluft durch das Verdichterrad komprimiert wird. Mit anderen Worten ist die Strömungsmaschine dazu eingerichtet, die durch das Verdichterrad angesaugte Zuluft beziehungsweise ein in Wesentlichen gasförmiges Medium stromaufwärts des Verdichterrads dem Primärluftstrompfad und dem Sekundärluftstrompfad zuzuführen. Dabei wurde erkannt, dass in dem Primärluftstrompfad typischerweise ein Druckabfall erfolgt. Der Luftstrom in dem Primärluftstrom, führt beim Durchströmen der Luft durch beispielsweise ein Filterelement zu einem Druckabfall. Der Druckabfall in dem Primärluftstrompfad führt zu einer Druckdifferenz zwischen dem Sekundärluftstrompfad und einer Umgebung und so zu einem Ansaugen der Zuluft über den Sekundärluftstrompfad. Dieser Unterdruck ermöglicht somit das Ansaugen von Zuluft über einen Sekundärluftstrompfad. Es wurde daher erkannt, dass es nicht notwendig sein muss, bereits komprimierte Luft abzuzweigen. Es wird mit anderen Worten vorgeschlagen, noch nicht durch das Verdichterrad komprimierte Zuluft entlang des Primärluftstrompfads und des Sekundärluftstrompfads zu leiten. Für das Ansaugen der Luft über den Sekundärluftstrompfad muss keine für den Verdichtungsprozess erforderliche Antriebsleistung aufgebracht werden. Mit der Verdichtung ist eine Erhöhung der Gastemperatur verbunden. Der über den Sekundärluftstrompfad zugeführte Luftstrom wird als Kühlluftstrom eingesetzt, bevor eine Verdichtung erfolgt. Die Erfindung hat zudem den Vorteil, dass die Gastemperatur nicht durch den Verdichtungsprozess erhöht wurde.

Dabei ist der Sekundärluftstrompfad zum Kühlen der Strömungsmaschine eingerichtet. Die Erfindung hat erkannt, dass zur Lösung der Aufgabe ein sekundärer Luftstrompfad implementiert werden kann, der dazu eingerichtet ist, einen durch den Sekundärluftstrompfad strömenden Teil der von dem Verdichterrad angesaugten Zuluft zur Kühlung zu verwenden.

Die Strömungsmaschine ist dabei besonders vorteilhaft bei vergleichsweise hohen Luftmassenströmen verwendbar, da bei der Erzeugung eines hohen Luftmassenstroms beziehungsweise der damit einhergehenden Verdichtung der Luft eine hohe Menge an Wärme erzeugt wird und der elektrische Antrieb einen hohen Leistungsbedarf und damit auch einen hohen Bedarf zur Kühlung aufweist.

Durch das Bereitstellen des Primärluftstrompfads und des Sekundärluftstrompfads kann auf zusätzliche Anschlüsse zum Bereitstellen von Druckluft vom Fahrzeug und/oder auf eine Überdruckquelle verzichtet werden. Gleichzeitig vermeidet die Strömungsmaschine das verdichtete Luft verwendet wird, um die Strömungsmaschine zu kühlen, was zu einem verbesserten Wirkungsgrad führen kann.

Vorteilhaft werden der Primärluftstrompfad und der Sekundärluftstrompfad zum Bereitstellen des Luftstroms vor dem Verdichterrad zusammengeführt. Dabei bezeichnet vor dem Verdichterrad stromaufwärts des Verdichterrads. Damit kann sämtliche durch das Verdichterrad angesaugte Zuluft zum Bereitstellen des Luftstroms verwendet werden. Damit kann vermieden werden, dass durch das Verdichterrad angesaugte Zuluft für den dem Brennstoffzellenstapel zugeführten Luftstrom verloren geht und so den Wirkungsgrad der Strömungsmaschine beeinträchtigt.

Vorteilhaft weist die Strömungsmaschine in dem Primärluftstrompfad einen Filter auf, und der Primärluftstrompfad und der Sekundärluftstrompfad werden stromabwärts des Filters zusammengeführt. Dabei wurde erkannt, dass der Filter insbesondere bei Brennstoffzellensystem vorgesehen sein kann, um die angesaugte Zuluft zu reinigen. Dabei kann der Filter in dem Primärluftstrompfad einen Primärdruckabfall implizieren. Der Primärdruckabfall führt zu einer Druckdifferenz zwischen dem Primärluftstrompfad und dem Eintritt des Sekundärluftstrompfads, was zu einem Ansaugen von Zuluft durch den Sekundärluftstrompfad führt. Wird die Umgebungsluft von der Strömungsmaschine im Primärluftstrom angesaugt, entsteht durch den Strömungswiderstand des Filterelements nach diesem Filterelement ein Unterdruck. Dieser Unterdruck kann dazu genutzt werden einen weiteren Luftstrom, den Sekundärluftstrom anzusaugen.

Vorteilhaft weist die Strömungsmaschine in dem Sekundärluftstrompfad einen zweiten Filter auf. Damit kann die durch den Sekundärluftstrompfad angesaugte Zuluft gereinigt werden, womit das Verdichterrad ausschließlich gereinigte Zuluft ansaugt.

Vorteilhaft weist die Strömungsmaschine ein Regelventil zum Regeln eines den Sekundärluftstrompfad durchströmenden Sekundärstroms auf. Das Regelventil kann insbesondere dazu eingerichtet sein, in Abhängigkeit der Menge der von dem Verdichterrad angesaugten Zuluft, also des Luftmassenstroms, gesteuert bzw. geregelt werden. Damit kann die Kühlung durch den Sekundärluftstrompfad abhängig von der Leistung gemacht werden, um eine leistungsorientierte Kühlung der Strömungsmaschine bereitstellen zu können. Ferner kann die Sekundärluftstrompfad für vorbestimmte Anwendungszwecke geöffnet oder geschlossen werden.

Vorteilhaft ist die Strömungsmaschine dazu eingerichtet, durch den Primärluftstrompfad ein Primärstrom zu fördern und durch den Sekundärluftstrompfad ein Sekundärstrom zu fördern, wobei der Primärstrom mehr als 90 % der angesaugten Zuluft entspricht und/oder der Sekundärstrom weniger als 10 % der angesaugten Zuluft entspricht. Damit kann eine Balance zwischen einem Druckabfall in dem Primärluftstrompfad und einer Anforderung an die Kühlung durch die Sekundärluft in dem Sekundärluftstrompfad erzielt werden. Beispielsweise entspricht dafür der Primärstrom zwischen 93 % und 95 % der angesaugten Zuluft und/oder der Sekundärstrom beträgt zwischen 5 % und 7 % der angesaugten Zuluft.

Vorteilhaft ist der Sekundärluftstrompfad dazu eingerichtet, den elektrischen Antrieb und/oder ein Lager der Strömungsmaschine zu kühlen. Dabei wurde erkannt, dass der elektrische Antrieb und/oder das Lager die Komponenten der Strömungsmaschine sind, die effektiv durch einen durch den Sekundärluftstrompfad strömenden Sekundärstrom kühlbar sind.

Gemäß einem Aspekt der Erfindung wird ein Brennstoffzellensystem für ein Fahrzeug, insbesondere Nutzfahrzeug, bereitgestellt. Das Brennstoffzellensystem umfasst einen Brennstoffzellenstapel und die oben beschriebene

Strömungsmaschine, wobei die Strömungsmaschine dazu eingerichtet ist, den Brennstoffzellenstapel kathodenseitig mit einem Luftstrom zu beaufschlagen. Dabei kann die Strömungsmaschine ein oder mehrere der oben beschriebenen technischen Merkmale aufweisen, um einen damit verbundenen technischen Effekt zu erzielen.

Gemäß einem Aspekt der Erfindung wird ein Fahrzeug, insbesondere Nutzfahrzeug, bereitgestellt. Das Fahrzeug, insbesondere Nutzfahrzeug, umfasst das oben beschriebene Brennstoffzellensystem. Dabei kann das Brennstoffzellensystem beziehungsweise die Strömungsmaschine des Brennstoffzellensystems ein oder mehrere der oben beschriebenen technischen Merkmale aufweisen, um einen damit verbundenen technischen Effekt zu erzielen.

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Fahrzeugs, insbesondere Nutzfahrzeugs, gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Strömungsmaschine gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer Strömungsmaschine gemäß einer Ausführungsform der Erfindung; und

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer Strömungsmaschine gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Fahrzeugs 200a, insbesondere Nutzfahrzeugs 200b, gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

Das Fahrzeug 200a, insbesondere Nutzfahrzeug 200b, wird im Folgenden als Fahrzeug 200a, 200b bezeichnet. Das Fahrzeug 200a, 200b ist beispielsweise ein Landfahrzeug.

Das Fahrzeug 200a, 200b weist ein Brennstoffzellensystem 205, eine Energiespeichervorrichtung 260 und einen elektrischen Antrieb 250 des Fahrzeugs 200a, 200b auf. Das Brennstoffzellensystem 205 ist dazu eingerichtet, der Energiespeichervorrichtung 260 elektrische Energie 65 bereitzustellen. Die Energiespeichervorrichtung 260 ist beispielsweise eine wiederaufladbare Energiespeichervorrichtung 260 und dient als Pufferbatterie zum Puffern von

elektrischer Energie 65. Die Energiespeichervorrichtung 260 ist mit dem elektrischen Antrieb 250 verbunden, um den elektrischen Antrieb 250 mit elektrischer Energie 65 zu versorgen, damit der elektrische Antrieb 250 das Fahrzeug 200a, 200b antreiben kann. Zusätzlich ist das Brennstoffzellensystem 205 mit dem elektrischen Antrieb 250 zur direkten Bereitstellung von elektrischer Energie 65 verbunden.

Das Brennstoffzellensystem 205 umfasst eine als Kompressor 280 ausgebildete Strömungsmaschine 210, einen Brennstoffzellenstapel 206 und optional einen Expander 270. Der Expander 270 kann in einer Ausführungsform von der Strömungsmaschine 210 umfasst sein (siehe Figur 4). Wie in Figur 1 schematisch angedeutet ist die Strömungsmaschine 210 dazu eingerichtet, dem Brennstoffzellenstapel 206 kathodenseitig einen Luftstrom 240 zuzuführen. Dazu ist die Strömungsmaschine 210 dazu eingerichtet, mit elektrischer Energie 65 beaufschlagt zu werden, um Zuluft 239 anzusaugen, zu komprimieren und dem Brennstoffzellenstapel 206 als Luftstrom 240 zuzuführen. Der Expander 270 ist dazu eingerichtet, mit einem Abgasstrom 245 aus dem Brennstoffzellenstapel 206 beaufschlagt zu werden, um Energie aus dem Abgasstrom 245 in elektrische Energie 65 zu wandeln. Alternativ oder zusätzlich wird die Energie des Expanders 270 direkt in mechanische Energie gewandelt und direkt zum Antreiben (Drehmomentunterstützung) der Antriebswelle des Kompressor 280 genutzt.

Die der Strömungsmaschine 210 zugeführte elektrische Energie 65 dient zur Komprimierung der Zuluft 239 und zum Bereitstellen des Luftstroms 240. Bei der Komprimierung der Zuluft 239, durch Wandlung von elektrischer Energie 65, insbesondere in mechanische Energie, sowie durch Reibung entsteht Wärme. Um die Wärme abzutransportieren werden bei solchen elektrisch angetriebenen Strömungsmaschinen 210 meist eine Wasserkühlung und eine Luftkühlung kombiniert. Die Erfindung bezieht sich auf eine vorteilhafte Ausführung der Luftkühlung.

Ausführungsformen der Strömungsmaschine 210 sind mit Bezug zu Figuren 2 bis 4 beschrieben.

Figur 2 zeigt eine schematische Darstellung einer Strömungsmaschine 210 gemäß einer Ausführungsform der Erfindung. Die Strömungsmaschine 210 ist eine Strömungsmaschine 210 für ein Brennstoffzellensystem 205 mit einem Brennstoffzellenstapel 206 für ein Fahrzeug 200a, 200b. Ein derartiges Brennstoffzellensystem 205 und ein derartiges Fahrzeug 200a, 200b sind mit Bezug zu Figur 1 beschrieben. Figur 2 wird unter Bezugnahme auf Figur 1 beschrieben.

Die Strömungsmaschine 210 ist dazu eingerichtet ist, den Brennstoffzellenstapel 206 (nicht in Figur 2 gezeigt, siehe Figur 1) kathodenseitig mit einem Luftstrom 240 zu beaufschlagen. Dafür weist die Strömungsmaschine 210 einen elektrischen Antrieb 215 und ein von dem elektrischen Antrieb 215 antreibbares Verdichterrad 216 zum Ansaugen von Zuluft 239, zum Verdichten der Zuluft 240 und zum Bereitstellen des Luftstroms 240 auf.

Die Strömungsmaschine 210 mit dem elektrischen Antrieb 215 und dem Verdichterrad 216 ist somit ein Kompressor 280 (siehe Figur 1). Die Strömungsmaschine 210 beziehungsweise der Kompressor 280 ist in Figur 2 nur schematisch gezeigt und kann dabei einstufig (siehe Figur 4) oder mehrstufig (siehe Figur 3) sein und/oder als Turbokompressor (siehe Figur 4) ausgebildet sein, also eine als Expander 270 ausgebildete Stufe umfassen.

Wie in Figur 2 schematisch durch eine gepunktete Linie angedeutet, steht der elektrische Antrieb 215 in Wirkverbindung mit dem Verdichterrad 216. Der elektrische Antrieb 215 ist dazu eingerichtet, mit elektrischer Energie 65 beaufschlagt zu werden, um die elektrische Energie 65 zu wandeln und eine Rotationsbewegung des Verdichterrads 216 zu erzielen. Bei dem Wandeln der elektrischen Energie 65 entsteht Wärme in und/oder an dem elektrischen Antrieb 215.

Die Strömungsmaschine 210 gemäß Figur 2 weist mehrere schematisch durch eine Box als Lager 217 illustrierte Lager auf. Das Lager 217 ist dazu eingerichtet, dass Verdichterrad 216 beziehungsweise eine Welle (nicht gezeigt) des Verdichterrads 216 drehbar zu lagern. Die Lagerung der rotierenden Welle erfordert in der Regel zwei Radiallager. Damit steht das Lager 217 wie in Figur 2 schematisch durch eine gepunktete Linie angedeutet in einer Wirkverbindung mit dem Verdichterrad 216. Bei

einer Drehung des Verdichterrads 216 entsteht Wärme in und/oder an dem Lager 217. Das Lager 217 umfasst in vielen Fällen auch ein Axiallager, um die vom Verdichterrad 216 erzeugten Axialkräfte abzustützen. Der Druck hinter dem Verdichterrad 216 ist höher als vor dem Laufradeintritt. Diese druckbeaufschlagte Fläche bewirkt eine Schubkraft, die auf die Welle und die Lager 217 übertragen wird. In dem Lager 217 entstehen ebenfalls Verluste, welche zur Erwärmung des Systems führen.

Die Strömungsmaschine 210 weist einen Primärluftstrompfad 220 und einen Sekundärluftstrompfad 225 jeweils zum Ansaugen der Zuluft 239 auf. Mit anderen Worten sind der Primärluftstrompfad 220 und der Sekundärluftstrompfad 225 stromaufwärts des Verdichterrads 216 angeordnet. Stromabwärts des Verdichterrads 216 wird der Luftstrom 240 bereitgestellt. Die Strömungsmaschine 210 ist dazu eingerichtet, durch den Primärluftstrompfad 220 ein Primärstrom 221 zu fördern und durch den Sekundärluftstrompfad 226 ein Sekundärstrom 226 zu fördern.

Die Strömungsmaschine 210 weist in dem Primärluftstrompfad 220 ein Filter 222 auf. Der Filter 222 ist dabei spezifisch für eine Anwendung in einem Brennstoffzellensystem 205 eingerichtet. Der Filter 222 ermöglicht die effiziente Verwendung eines Radialverdichters als Strömungsmaschine 210. Der Filter 222 erzeugt einen Primärdruckabfall DP1 in dem Primärluftstrompfad 220. Der Druckverlust beziehungsweise Primärdruckabfall DP1 ist beispielsweise 3000 Pa bis 5000 Pa; bei niedrigen Betriebspunkten kann der Primärdruckabfall DP1 auch kleiner sein. Der Primärluftstrompfad 220 und der Sekundärluftstrompfad 225 werden stromabwärts des Filters 222 zusammengeführt. Mit anderen Worten mündet der Sekundärluftstrompfad 225 in den Primärluftstrompfad 220 zwischen, bezogen auf eine Strömungsrichtung des Primärstroms 221, dem Filter 222 und dem Verdichterrad 216. Die Strömungsmaschine 210 ist somit dazu eingerichtet, die durch das Verdichterrad 216 angesaugte Zuluft 239 dem Primärluftstrompfad 220 und dem Sekundärluftstrompfad 225 zuzuführen, bevor die Zuluft 239 durch das Verdichterrad 216 komprimiert wird. Der Primärluftstrompfad 220 und der Sekundärluftstrompfad 225 werden zum Bereitstellen des Luftstroms 240 zusammengeführt.

Der Filter 222 erzeugt den Primärdruckabfall DP1 und somit eine Druckdifferenz zwischen den Primärluftstrompfad 220 und einer Umgebung, womit durch den Sekundärluftstrompfad 225 Zuluft 239 angesaugt wird. Dabei ist der Primärstrom 221 wesentlich größer als der Sekundärstrom 226, genauer ist ein Massenstrom des Primärstroms 221 größer als ein Massenstrom des Sekundärstroms 226. Der Primärstrom 221 entspricht mehr als 90 % der angesaugten Zuluft 239 und der Sekundärstrom 226 entspricht weniger als 10 % der angesaugten Zuluft 239.

Die Strömungsmaschine 210 weist in dem Sekundärluftstrompfad 225 einen zweiten Filter 227 auf. Der zweite Filter 227 erzeugt in dem Sekundärluftstrompfad 225 einen Sekundärdruckabfall DP2. Der jeweilige Druckverlust über den Primärluftstrompfad 220 und über den Sekundärluftstrompfad 225 wird sich gleich einstellen. Die Verhältnisse der Druckwiderstände in den beiden Filtern 222, 227 sind relevant für die sich einstellenden Luftströme. Solange das Verdichterrad einen Unterdruck im Vergleich zur Umgebung generiert, kann über den Primärluftstrompfad 220 und den Sekundärluftstrompfad 225 angesaugt werden. Über Querschnitte jeweils des Primärluftstrompfads 220 und des Sekundärluftstrompfads 225 und/oder ein Drosselventil kann der Sekundärstrom 226 gesteuert werden. Damit wird bewerkstelligt, dass Zuluft 239 durch den Primärluftstrompfad 220 und den Sekundärluftstrompfad 225 angesaugt werden kann.

Die Strömungsmaschine 210 kann ein Regelventil 228 zum Regeln eines den Sekundärluftstrompfad 225 durchströmenden Sekundärstroms 226 aufweisen. Das Regelventil 228 ist mit einem Steuergerät (nicht gezeigt) der Strömungsmaschine 210 oder des Brennstoffzellensystems 205 kommunikationstechnisch verbunden, um Signale zum Regeln und/oder Steuern des Sekundärstroms 226 zu empfangen. Damit kann zusätzlich zu dem Ansaugen der Zuluft 239 durch das Verdichterrad 216 der Sekundärstrom 226 eingestellt werden.

Der Sekundärluftstrompfad 225 ist dazu eingerichtet, die Strömungsmaschine 210 zu kühlen. Dazu weist die Strömungsmaschine 210 entsprechende den Sekundärluftstrompfad 225 ausbildende Kanäle und/oder Öffnungen auf, die das Durchströmen des Sekundärluftstrompfads 225 durch den Sekundärstrom 226 ermöglichen. Dabei ist der Sekundärluftstrompfad 225 dazu eingerichtet, den

elektrischen Antrieb 215 und ein Lager 217 der Strömungsmaschine 210 zu kühlen. Dabei kann der Sekundärluftstrompfad 225 insbesondere derart angeordnet sein, um einen Rotor und eine Lageraufnahme_{[KTH11][SFFD2]} (nicht gezeigt) zur Aufnahme des Lagers 217 in einem Gehäuse (nicht gezeigt) der Strömungsmaschine 210 zu kühlen. Optional kann einen Stator und/oder eine Leistungselektronik des elektrischen Antriebs 215 gekühlt werden, die anderenfalls auch mit Wasser oder Glykol als Kühlmittel gekühlt werden können.

Figur 3 eine schematische Darstellung einer Strömungsmaschine 210 gemäß einer Ausführungsform der Erfindung. Figur 3 wird unter Bezugnahme auf Figuren 1 und 2 beschrieben. Dabei werden Unterschiede zwischen der Strömungsmaschine 210 gemäß Figur 2 und der Strömungsmaschine 210 gemäß Figur 3 beschrieben.

Die Strömungsmaschine 210 gemäß Figur 3 ist ein mehrstufiger, insbesondere zweistufiger Kompressor 280. Die Strömungsmaschine 210 weist zwei Verdichterräder 216 auf, die jeweils eine Verdichterstufe 281 bilden. Die beiden Verdichterstufen 281 sind sequenziell strömungstechnisch miteinander verbunden. Mit anderen Worten wird der durch eines der Verdichterräder 216 bereitgestellte Luftstrom 240 dem anderen der Verdichterräder 216 zugeführt. Daraus kann sich ein anderes Druckverhältnisse zwischen der angesaugten Zuluft 239 und dem bereitgestellten Luftstrom 240 ergeben. Ferner können beide Verdichterräder 216 auf einer gemeinsamen Welle (nicht gezeigt) angeordnet sein, was eine gemeinsam zu kühlende Lagerung durch das Lager 217 ermöglicht.

Figur 4 eine schematische Darstellung einer Strömungsmaschine 210 gemäß einer Ausführungsform der Erfindung. Figur 4 wird unter Bezugnahme auf Figuren 1 bis 3 beschrieben. Dabei werden Unterschiede zwischen der Strömungsmaschine 210 gemäß Figur 3 und der Strömungsmaschine 210 gemäß Figur 4 beschrieben.

Die Strömungsmaschine 210 gemäß Figur 4 weist ein Verdichterrad 216 auf, das einen Kompressor 280 ausbildet, und weist einen Expander 270 auf. Der Kompressor 280 stellt den Luftstrom 240 bereit und ist dazu eingerichtet, den Luftstrom 240 an einem Verdichterausgang 282 auszugeben. Der Verdichterausgang 282 kann beispielsweise mit einem kathodenseitigen Einlass (nicht gezeigt) des

Brennstoffzellenstapels 206 fluidtechnisch verbunden zu sein, um den Brennstoffzellenstapel 206 mit dem Luftstrom 240 beaufschlagen zu können.

Der Expander 270 ist dazu eingerichtet, mit einem Abgasstrom 245 beaufschlagt zu werden. Dafür weist die Strömungsmaschine 210 einen Expandereinlass 271 auf, der dazu eingerichtet sein kann, mit einem kathodenseitigen Auslass (nicht gezeigt) des Brennstoffzellenstapels fluidtechnisch verbunden zu sein, um von dem Brennstoffzellenstapel 206 mit dem Abgasstrom 245 beaufschlagt werden zu können. Der Expander 270 weist einen Expanderauslass 275 auf, um aus der Expansion des Abgasstrom 245 resultierende Abluft abzugeben.

Das Verdichterrad 216 und ein Expanderrad (nicht gezeigt) können auf einer gemeinsamen Welle (nicht gezeigt) angeordnet sein, dass eine gemeinsame zu kühlende Lagerung durch das Lager 217 ermöglicht.

Bezugszeichen (Teil der Beschreibung)

65	elektrische Energie
200a	Fahrzeug
200b	Nutzfahrzeug
210	Strömungsmaschine
205	Brennstoffzellensystem
206	Brennstoffzellenstapel
210	Strömungsmaschine
215	elektrischen Antrieb der Strömungsmaschine
216	Verdichterrad
217	Lager
220	Primärluftstrompfad
221	Primärstrom
222	Filter
225	Sekundärluftstrompfad
226	Sekundärstrom
227	zweites Filter
228	Regelventil
239	Zuluft
240	Luftstrom
245	Abgasstrom
250	elektrischer Antrieb des Fahrzeugs
260	Energiespeichervorrichtung
270	Expander
271	Expandereinlass
275	Expanderauslass
280	Verdichter
281	Verdichterstufe
282	Verdichterausgang
DP1	Primärdruckabfall
DP2	Sekundärdruckabfall

Patentansprüche

1. Strömungsmaschine (210) für ein Brennstoffzellensystem (205) mit einem Brennstoffzellenstapel (206) für ein Fahrzeug (200a), insbesondere Nutzfahrzeug (200b), wobei
 - die Strömungsmaschine (210) dazu eingerichtet ist, den Brennstoffzellenstapel (206) kathodenseitig mit einem Luftstrom (240) zu beaufschlagen,
 - die Strömungsmaschine (210) einen elektrischen Antrieb (215) und mindestens ein von dem elektrischen Antrieb (215) antreibbares Verdichterrad (216) zum Ansaugen von Zuluft (239) und zum Bereitstellen des Luftstroms (240), einen Primärluftstrompfad (220) und einen Sekundärluftstrompfad (225) jeweils zum Ansaugen der Zuluft (239) aufweist,
 - die Strömungsmaschine (210) dazu eingerichtet ist, die durch das Verdichterrad (216) angesaugte Zuluft (239) dem Primärluftstrompfad (220) und dem Sekundärluftstrompfad (225) zuzuführen, bevor die Zuluft (239) durch das Verdichterrad (216) komprimiert wird; und
 - der Sekundärluftstrompfad (225) zum Kühlen der Strömungsmaschine (210) eingerichtet ist.
2. Strömungsmaschine (210) nach Anspruch 1, wobei der Primärluftstrompfad (220) und der Sekundärluftstrompfad (225) zum Bereitstellen des Luftstroms (240) vor dem Verdichterrad (216) zusammengeführt werden.
3. Strömungsmaschine (210) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Strömungsmaschine (210) in dem Primärluftstrompfad (220) einen Filter (222) aufweist, und der Primärluftstrompfad (220) und der Sekundärluftstrompfad (225) stromabwärts des Filters (222) zusammengeführt werden.
4. Strömungsmaschine (210) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Strömungsmaschine (210) in dem Sekundärluftstrompfad (225) einen zweiten Filter (227) aufweist.
5. Strömungsmaschine (210) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Strömungsmaschine (210) ein Regelventil (228) zum Regeln eines den Sekundärluftstrompfad (225) durchströmenden Sekundärstroms (226) aufweist.

6. Strömungsmaschine (210) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Strömungsmaschine (210) dazu eingerichtet ist, durch den Primärluftstrompfad (220) ein Primärstrom (221) zu fördern und durch den Sekundärluftstrompfad (226) ein Sekundärstrom (226) zu fördern, wobei der Primärstrom (221) mehr als 90 % der angesaugten Zuluft (239) entspricht und/oder der Sekundärstrom (226) weniger als 10 % der angesaugten Zuluft (239) entspricht.

7. Strömungsmaschine (210) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Sekundärluftstrompfad (225) dazu eingerichtet ist, den elektrischen Antrieb (215) und/oder ein Lager (217) der Strömungsmaschine (210) zu kühlen.

8. Brennstoffzellensystem (205) für ein Fahrzeug (200a), insbesondere Nutzfahrzeug (200b), umfassend einen Brennstoffzellenstapel (206) und eine Strömungsmaschine (210) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Strömungsmaschine (210) dazu eingerichtet ist, den Brennstoffzellenstapel (206) kathodenseitig mit einem Luftstrom (240) zu beaufschlagen.

9. Fahrzeug (200a), insbesondere Nutzfahrzeug (200b), umfassend das Brennstoffzellensystem (205) nach Anspruch 8.

1/2

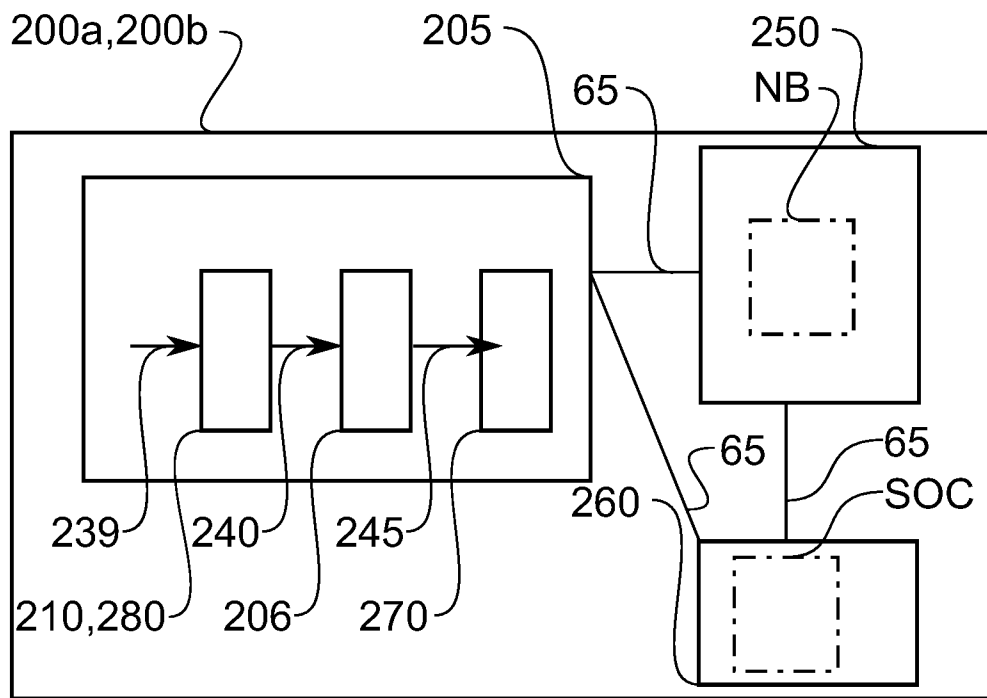


Fig. 1

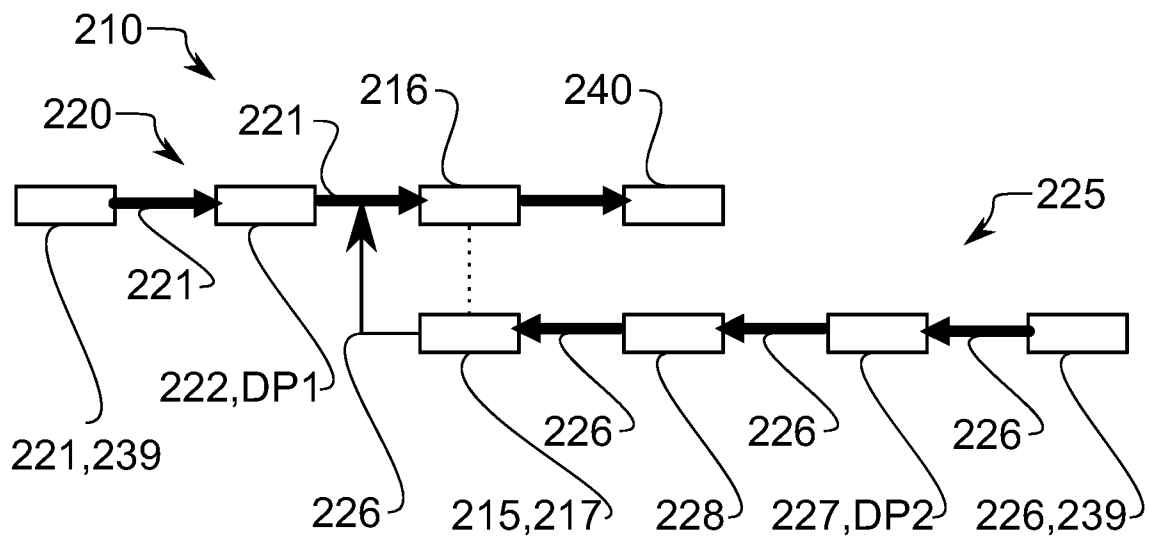


Fig.2

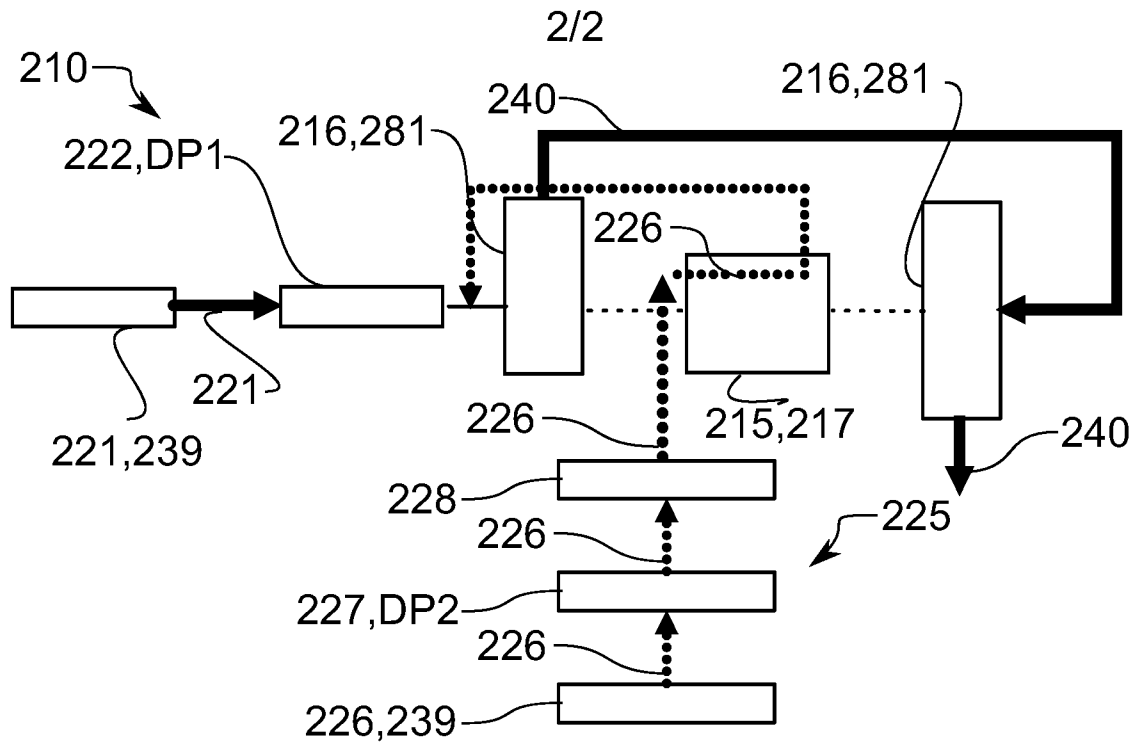


Fig.3

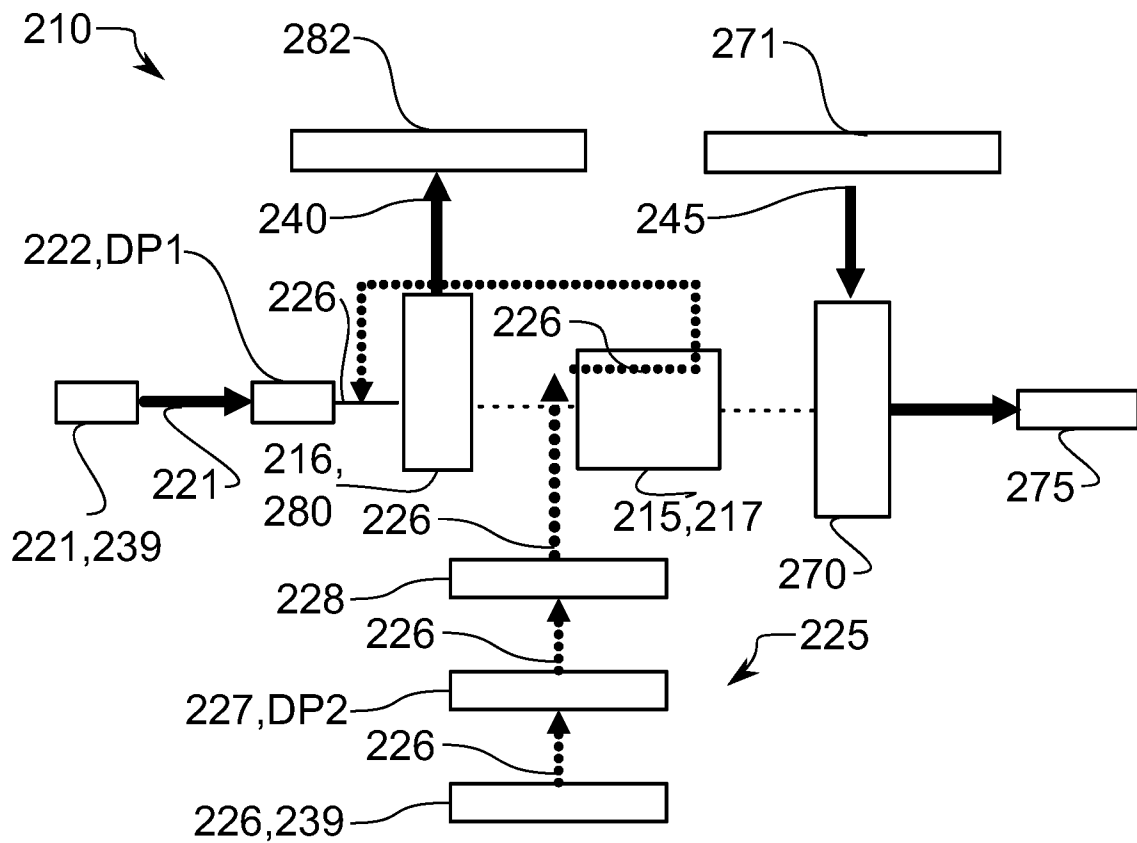


Fig.4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/059273

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**F04D 25/06**(2006.01)i; **F04D 29/58**(2006.01)i; **H01M 8/04089**(2016.01)i

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)

F04D; H01M

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 practicable, 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.
X	CN 111365298 A (HAIDE WEIER TAICANG ENERGY TECH CO LTD) 03 July 2020 (2020-07-03) abstract figure 1	1-9
X	JP 2020033875 A (TOYOTA MOTOR CORP) 05 March 2020 (2020-03-05) abstract figures 1-3	1-9
X	US 2013142671 A1 (STEIN MATTHIAS [DE] ET AL) 06 June 2013 (2013-06-06) paragraph [0025] - paragraph [0037] figure 1	1-9
X	WO 2022074285 A1 (LAPPEENRANNAN LAHDEN TEKNILLINEN YLIOPISTO LUT [FI]) 14 April 2022 (2022-04-14) page 6, line 16 - page 8, line 14 figure 2	1-9



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 application or patent 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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 June 2024

Date of mailing of the international search report

05 July 2024

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands (Kingdom of the)

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Lovergine, A

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2024/059273

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	111365298	A	03 July 2020	NONE			
JP	2020033875	A	05 March 2020	NONE			
US	2013142671	A1	06 June 2013	DE	102011087606	A1	06 June 2013
				EP	2600007	A2	05 June 2013
				US	2013142671	A1	06 June 2013
WO	2022074285	A1	14 April 2022	EP	4226062	A1	16 August 2023
				FI	20205970	A1	06 April 2022
				WO	2022074285	A1	14 April 2022

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F04D25/06 F04D29/58 H01M8/04089 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RESEARCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F04D H01M		
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.
X	CN 111 365 298 A (HAIDE WEIER TAICANG ENERGY TECH CO LTD) 3. Juli 2020 (2020-07-03) Zusammenfassung Abbildung 1 -----	1 - 9
X	JP 2020 033875 A (TOYOTA MOTOR CORP) 5. März 2020 (2020-03-05) Zusammenfassung Abbildungen 1-3 -----	1 - 9
X	US 2013/142671 A1 (STEIN MATTHIAS [DE] ET AL) 6. Juni 2013 (2013-06-06) Absatz [0025] - Absatz [0037] Abbildung 1 ----- - / - -	1 - 9
☒ 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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 26. Juni 2024		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 05/07/2024
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 Lovergine, A

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2022/074285 A1 (LAPPEENRANNAN LAHDEN TEKNILLINEN YLIOPISTO LUT [FI]) 14. April 2022 (2022-04-14) Seite 6, Zeile 16 - Seite 8, Zeile 14 Abbildung 2 -----	1 - 9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2024/059273

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CN 111365298	A	03-07-2020	KEINE
JP 2020033875	A	05-03-2020	KEINE
US 2013142671	A1	06-06-2013	DE 102011087606 A1 06-06-2013
			EP 2600007 A2 05-06-2013
			US 2013142671 A1 06-06-2013
WO 2022074285	A1	14-04-2022	EP 4226062 A1 16-08-2023
			FI 20205970 A1 06-04-2022
			WO 2022074285 A1 14-04-2022