

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft das Wärmemanagement von Fahrzeugtraktionsbatterien, die verwendet werden, um Hybrid- und Elektrofahrzeuge zu betreiben.

STAND DER TECHNIK

[0002] Hybrid- und Elektrofahrzeuge erfordern gewöhnlich signifikante Mengen an Energie von einer Hochspannungstraktionsbatterie. Die Energie kann verwendet werden, um Motoren und elektrisches Zubehör anzutreiben. Die Traktionsbatterien können eine große Anzahl miteinander verbundener Batteriezellen aufweisen. Die Aufrechterhaltung der Batterietemperatur innerhalb eines gewünschten Betriebsbereichs kann das gute Funktionieren der Batterie fördern und die Langlebigkeit der Batterie verbessern. Es kann sich auch günstig auswirken, um das Temperaturdifferenzial über die einzelnen Zellen zu begrenzen. Wärmemanagementvorrichtungen können verwendet werden, um die Batterietemperatur zu regulieren. Das Führen von Fahrgastkabinenluft oder externer Luft über die Batterie kann helfen, die Temperatur zu regulieren. Zusätzlich können elektrische Heizsysteme verwendet werden, um eine Batterie während niedriger Temperaturzustände zu wärmen.

KURZDARSTELLUNG

[0003] Gemäß Aspekten der vorliegenden Offenbarung weist ein Batterie-Wärmemanagementsystem ein Innengehäuse auf, das eine Mehrzahl von Batteriezellen enthält, und ein Außengehäuse, das das Innengehäuse umschließt. Ein Fluidkanal ist zwischen einer äußeren Oberfläche des Innengehäuses und einer inneren Oberfläche des Außengehäuses definiert. Das Wärmemanagementsystem weist auch einen Fluidzirkulator in Fluidstromkommunikation mit dem Fluidkanal auf, um selektiv ein erstes Wärmefluid oder ein zweites Wärmefluid durch den Fluidkanal umzuwälzen.

[0004] Gemäß anderen Aspekten der vorliegenden Offenbarung weist ein Verfahren zum Wärmemanagement einer Batterie das Umwälzen eines ersten Fluids durch eine Batteriegehäusewand auf, um einen Hohlraum innerhalb des Gehäuses von einer äußeren Umgebung zu isolieren und Wärme innerhalb des Hohlraums zurückzuhalten. Das Verfahren weist auch das Entleeren des ersten Fluids aus der Batteriegehäusewand und das Umwälzen eines zweiten Fluids durch die Batteriegehäusewand auf, um Wärme, die von einer Batterie innerhalb des Gehäuses erzeugt wird, in die äußere Umgebung abzuleiten.

[0005] Gemäß weiteren Aspekten der vorliegenden Offenbarung weist ein Fahrzeug ein Batteriegehäuse auf, das eine Mehrzahl von Wänden definiert, die eine Mehrzahl von Batteriezellen umschließen. Das Fahrzeug weist auch einen Fluidzirkulator in Fluidstromkommunikation mit mindestens einer Wand des Batteriegehäuses auf. Das Fahrzeug weist ferner eine Steuervorrichtung auf, die programmiert ist, um selektiv das erste Fluid oder das zweite Fluid durch die mindestens eine Wand umzuwälzen. Das erste Fluid ist vorbehandelt, um eine niedrigere Temperatur zu haben als das zweite Fluid.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0006] Fig. 1 ist eine Skizze eines Hybridelektrofahrzeugs.

[0007] Fig. 2 ist eine auseinandergezogene perspektivische Ansicht eines Traktionsbatteriegehäuses.

[0008] Fig. 3 ist eine Skizze eines Traktionsbatterie-Wärmemanagementsystems.

[0009] Fig. 4 ist ein Flussdiagramm eines Verfahrens zur Wärmeregulierung einer Traktionsbatterie.

[0010] Fig. 5 ist eine Skizze eines Wärmemanagementsystems mit mehreren Behältern.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

[0011] Wie erforderlich, werden hier ausführliche Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung offenbart; es versteht sich jedoch, dass die offenbarten Ausführungsformen für die Erfindung, die in diversen und alternativen Formen verkörpert werden kann, rein beispielhaft sind. Die Figuren sind nicht notwendigerweise maßstabsgetreu; einige Merkmale können übertrieben oder minimiert sein, um Einzelheiten bestimmter Bauteile darzustellen. Daher dürfen hierin offenbarte spezifische strukturelle und funktionale Einzelheiten nicht als einschränkend ausgelegt werden, sondern lediglich als eine repräsentative Basis, um einen Fachmann zu lehren, die vorliegende Erfindung verschiedentlich einzusetzen.

[0012] Fig. 1 bildet ein Beispiel für ein Plug-in-Hybridelektrofahrzeug **100** ab. Ein Hybrid-Elektro-Antriebsstrang **102** kann eine oder mehrere Elektromaschinen oder Elektromotoren **104** aufweisen, die mechanisch mit einem Hybridgetriebe **106** verbunden sind. Außerdem ist das Hybridgetriebe **106** mechanisch mit einer Brennkraftmaschine **108** verbunden. Das Hybridgetriebe **106** kann mechanisch auch mit einer Antriebswelle **110**, die die Räder **112** antreibt, verbunden sein. Der/die Elektromotoren **104** kann/können, sowohl wenn die Brennkraftmaschine **108** eingeschaltet ist, als auch wenn die Brenn-

kraftmaschine ausgeschaltet ist, Fahrzeugantrieb bereitstellen. Der/die Elektromotoren **104** kann/können zusätzlich Fahrzeugverlangsamung bereitstellen, indem sie ein Widerstandsmoment auf die Antriebswelle anlegen. Der/die Elektromotoren **104** kann/können auch als Elektrogeneratoren ausgelegt sein und Kraftstoffwirtschaftlichkeitsvorteile durch Zurückgewinnen von Energie, die normalerweise als Wärme verloren gehen würde, aus dem Reibungsbremssystem bereitstellen. Der/die Elektromotoren **104** kann/können auch Schadstoffemissionen reduzieren, da das Hybridelektrofahrzeug **100** unter gewissen Bedingungen in einem elektrischen Antriebsstrangmodus betrieben werden kann.

[0013] Die Traktionsbatterie oder der Batteriesatz **114** speichern Energie, die von dem/den Elektromotoren **104** verwendet werden kann. Ein Fahrzeugbatteriesatz **114** ist in der Lage, eine Hochspannungs-Gleichstromausgabe bereitzustellen. Der Batteriesatz **114** ist elektrisch mit einem Leistungselektronikmodul **116** verbunden. Das Leistungselektronikmodul **116** ist elektrisch mit dem/den Elektromotoren **104** verbunden und stellt die Fähigkeit zu bidirektionaler Energieübertragung zwischen dem Batteriesatz **114** und dem/den Elektromotoren **104** bereit. Zum Beispiel kann der Batteriesatz **114** eine Gleichspannung bereitstellen, während der/die Elektromotoren **104** möglicherweise einen Drehstrom benötigen, um zu funktionieren. In diesem Fall wandelt das Leistungselektronikmodul **116** die Gleichspannung in einen Drehstrom um, den der/die Elektromotoren **104** empfangen sollen. In einem Rekuperationsmodus wandelt das Leistungselektronikmodul **116** den Drehstrom von dem/den Elektromotoren **104**, die als Generatoren fungieren, in die Gleichspannung um, die vom Batteriesatz **114** benötigt wird. Die hier beschriebenen Verfahren sind gleichermaßen auf ein reines Elektrofahrzeug oder auf irgendeine andere Vorrichtung, die einen Batteriesatz verwendet, anwendbar.

[0014] Zusätzlich dazu, dass die Batterie Energie zum Antrieb bereitstellt, kann der Batteriesatz **114** Energie für andere elektrische Fahrzeugsysteme bereitstellen. Ein DC/DC-Wandlermodul **118** ist in der Lage, die Hochspannungs-Gleichstromausgabe der Batteriesatzes **114** in eine Niederspannungs-Gleichstromversorgung umzuwandeln, die mit Niederspannungs-Fahrzeugglasten kompatibel ist. Andere Hochspannungslasten, wie zum Beispiel Verdichter und Elektroheizungen, können direkt mit dem Hochspannungsbuss aus dem Batteriesatz **114** verbunden sein. Die Niederspannungssysteme können auch mit einer 12-V-Batterie **120** elektrisch verbunden sein. Ein rein elektrisches Fahrzeug kann eine ähnliche Architektur aufweisen, jedoch ohne die Brennkraftmaschine **108**.

[0015] Der Batteriesatz **114** kann aus einer externen Leistungsquelle **126** wiederaufgeladen wer-

den. Die externe Leistungsquelle **126** kann Wechsel- oder Gleichstromleistung für das Fahrzeug **100** durch elektrisches Verbinden über einen Ladeport **124** bereitstellen. Der Ladeport **124** kann irgendein Porttyp sein, der dazu ausgelegt ist, Leistung aus der externen Leistungsquelle **126** zu dem Fahrzeug **100** zu übertragen. Der Ladeport **124** kann elektrisch mit einem Leistungswandlungsmodul **122** verbunden sein. Das Leistungswandlungsmodul kann die Leistung von der externen Leistungsquelle **126** aufbereiten, um die geeigneten Spannungs- und Strompegel zu dem Batteriesatz **114** bereitzustellen. Bei einigen Anwendungen kann die externe Leistungsquelle **126** ausgelegt sein, die geeigneten Spannungs- und Strompegel zu dem Batteriesatz **114** bereitzustellen, so dass das Leistungswandlungsmodul **122** möglicherweise nicht erforderlich ist. Zum Beispiel können die Funktionen des Leistungswandlungsmoduls **122** in der externen Leistungsquelle **126** enthalten sein. Der Fahrzeugantriebsstrang, zu dem Brennkraftmaschine, Getriebe, Elektromotoren, Elektrogeneratoren und Leistungselektronik zählen, kann von einem Antriebsstrangsteuermodul (PCM, Powertrain Control Module) **128** gesteuert werden.

[0016] Ein Batterieenergie-Steuermodul (BECM, Battery Energy Control Module) **130** kann mit der Traktionsbatterie **114** in Verbindung stehen. Das BECM **130** kann als eine Steuervorrichtung für die Traktionsbatterie **114** fungieren und kann auch ein elektronisches Überwachungssystem enthalten, das für jede der Batteriezellen Temperatur und Ladezustand managt. Die Traktionsbatterie **114** kann einen Temperatursensor **132** aufweisen, wie zum Beispiel einen Thermistor oder ein anderes Temperaturmessinstrument. Der Temperatursensor **132** kann mit dem BECM **130** in Verbindung stehen, um Temperaturdaten bezüglich der Traktionsbatterie **114** bereitzustellen. Obwohl in der schematischen Skizze der **Fig. 1** ein einzelner Temperatursensor abgebildet ist, können mehrere Sensoren eingesetzt werden, um separate Zellen und/oder Arrays von Zellen innerhalb der Traktionsbatterie **114** einzeln zu überwachen.

[0017] Zusätzlich zum Veranschaulichen eines Plug-in-Hybridfahrzeugs, kann **Fig. 1** ein batterieelektrisches Fahrzeug (BEV, Battery Electric Vehicle) darstellen, falls die Brennkraftmaschine **108** entfernt wurde. Ebenso kann **Fig. 1** auch ein herkömmliches Hybridelektrofahrzeug (HEV) oder ein Power-Split-Hybridelektrofahrzeug veranschaulichen, falls die Komponenten **122**, **124** und **126** entfernt werden, die zu dem Plug-in-Aufladen gehören.

[0018] Die Batteriezellen, wie zum Beispiel prismatische, zylindrische oder Beutelzellen, können elektrochemische Zellen aufweisen, die gespeicherte chemische Energie in elektrische Energie umwandeln. Die Zellen können ferner ein Gehäuse, eine positive Elektrode (Kathode) und eine negative Elektrode (An-

ode) aufweisen. Ein Elektrolyt kann es Ionen erlauben, sich während des Entladens zwischen der Anode und der Kathode zu bewegen und dann, während des Wiederaufladens, zurückzukehren. Anschlüsse können erlauben, dass Strom zur Verwendung durch das Fahrzeug aus der Zelle herausfließt. Wenn sie in einem Array mit mehreren Batteriezellen positioniert sind, können die Anschlüsse jeder Batteriezelle mit gegenüberliegenden Anschlüssen (Plus und Minus), die einander benachbart sind, ausgerichtet sein, und eine Sammelschiene kann dabei helfen, eine Reihenschaltung zwischen den mehreren Batteriezellen zu erleichtern. Die Batteriezellen können auch parallel geschaltet sein, so dass gleichartige Anschlüsse (Plus und Plus oder Minus und Minus) zueinander benachbart liegen.

[0019] Die Batteriezellen und/oder die Batterieelektronik können während der Leistungsableitung und/oder während des Wiederaufladens Wärme erzeugen. Das Wärmemanagement der Traktionsbatterie kann bei bestimmten Umgebungszuständen schwieriger sein, weil die Batteriezellen wünschenswert innerhalb eines Zieltemperaturbereichs gehalten werden sollten. Ferner ist es wünschenswert, die Temperaturabweichung innerhalb jeder einzelnen Zelle und über Zellenstränge zu minimieren. Die Batteriezellen können mit einem Wärmemanagementsystem wärmerreguliert werden, um das Managen einer Gesamttemperatur der Batterie zu unterstützen.

[0020] Unter Bezugnahme auf **Fig. 2** ist ein Batteriegehäuse **200** gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung abgebildet. Das Batteriegehäuse weist einen Außengehäuseabschnitt **202** und einen Innengehäuseabschnitt **204** auf. Eine erste Endkappenplatte **206** und eine zweite Endkappenplatte **208** sind an entgegengesetzten Enden des Außengehäuse- **202** und des Innengehäuseabschnitts **204** befestigt, um eine Fluidabdichtung herzustellen. Der Innengehäuseabschnitt **204** arbeitet als ein Innengefäß, um eine Mehrzahl von Batteriezellen aufzunehmen, wenn es von den Endkappenplatten **206**, **208** abgedichtet wird.

[0021] Der Außengehäuseabschnitt umschließt den Innengehäuseabschnitt, und sie sind voneinander beabstandet. Die Gehäuseabschnitte stellen jeweils eine Innenschicht und eine Außenschicht der Batteriegehäusewand bereit. Die Gehäuse definieren einen Fluidkanal zwischen einer inneren Oberfläche des Außengehäuses **202** und einer äußeren Oberfläche des Innengehäuses **204**. Der Raum zwischen dem Außengehäuseabschnitt **202** und dem Innengehäuseabschnitt **204** oder Fluidkanal **210** ermöglicht es, Fluid selektiv durch die Wand des Batteriegehäuses **200** zu führen. Derart kann die Wärmeleitfähigkeit der Wände des Batteriegehäuses **200** in Abhängigkeit von den Wärmeerfordernissen der Batteriezellen eingestellt werden.

[0022] Ein erster Einlass **212** steht in Fluidstromkommunikation mit dem Zirkulationskanal **210**, um ein erstes Fluid mit dem Kanal **210** auszutauschen. Wie unten ausführlicher besprochen, kann eine Fluidzirkulationsvorrichtung mit dem ersten Einlass **212** verbunden sein, um das erste Fluid zu dem Fluidzirkulationskanal **210** bereitzustellen und aus dem Fluidzirkulationskanal **210** abzusaugen. Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung kann der erste Einlass mit einer Pumpe in Fluidkommunikation mit einem Flüssigkeitsbehälter verbunden sein. Die Flüssigkeit kann eine relativ hohe Wärmeleitfähigkeit haben, wie ein Kühlmittel, um die internen Abschnitte des Batteriegehäuses **200** mit der äußeren Umgebung zu verbinden. Genauer genommen füllt eine Flüssigkeit, die Ethylenglycol mit einer Wärmeleitfähigkeit von etwa 0,25 Watt/Meter-Kelvin enthält, den Zirkulationskanal, um Wärmetransfer zwischen den Batteriezellen und der äußeren Umgebung zu fördern. Derart kann Wärme, die von den Batteriezellen erzeugt wird, zu der äußeren Umgebung abgeleitet werden, indem der Wärmeleitwert des Batteriegehäuses in einem „Leit“-Modus selektiv erhöht wird.

[0023] Ein zweiter Einlass **214** kann in Fluidstromkommunikation mit dem Zirkulationskanal **210** stehen, um ein zweites Fluid **214** auszutauschen. Eine unterschiedliche Fluidzirkulationsvorrichtung kann mit dem zweiten Einlass **214** verbunden sein, um das zweite Fluid zu dem Zirkulationskanal **210** bereitzustellen und das zweite Fluid aus dem Zirkulationskanal **210** abzusaugen. Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung kann der zweite Einlass **214** mit einem Luftverdichter verbunden sein, um Luft mit dem Zirkulationskanal **210** auszutauschen. Die Luft hat eine relativ hohe Wärmeleitfähigkeit, um die internen Abschnitte des Batteriegehäuses **200** von der äußeren Umgebung thermisch zu isolieren. Luft, die eine Wärmeleitfähigkeit von etwa 0,024 Watt/Meter-Kelvin hat, füllt den Zirkulationskanal, um Wärmetransfer zwischen den Batteriezellen und der äußeren Umgebung zu unterbinden. Derart können die Batteriezellen von der äußeren Umgebung isoliert werden, um Wärme zurückzuhalten, indem selektiv der Wärmeleitwert des Batteriegehäuses in einem „Isolier“-Modus verringert wird.

[0024] Das erste und das zweite Fluid können unterschiedliche Dichten haben. Die Lage der entsprechenden Einlässe kann sich daher auf die Fähigkeit auswirken, Fluid in den Zirkulationskanal zu füllen und/oder aus ihm abzuleiten. Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung liegt der zweite Einlass, der konfiguriert ist, Luft in den Zirkulationskanal zu füllen und aus ihm abzuleiten, nahe dem obersten Abschnitt des Batteriegehäuses **200**. Auf diese Weise, während Flüssigkeit von dem ersten Einlass injiziert wird, kann der Luftverdichter Luft von dem oberen Abschnitt des Zirkulationshohlraums absaugen. Die Hochlage hilft außerdem, irgendwelche Blasen

zu entfernen, die durch Turbulenz oder andere Ursachen während des Füllens des Zirkulationskanals geschaffen werden.

[0025] Der Wärmeleitwert des Batteriegehäuses kann variiert werden, um entweder Kühlen oder Wärmen der Batteriezellen nach Bedarf durch selektives Austauschen des Fluids innerhalb der Wand zu fördern. Das Fluid. Im Leitmodus wird die Pumpe verwendet, um ein Fluid, wie zum Beispiel ein Glykol-Ethylengemisch in den Zirkulationskanal zu injizieren, um einen Wärmeübertragungsweg zwischen der Innen- und der Außenschicht der Batteriegehäusewände zu schaffen. Bei einem Beispiel ist ununterbrochener Strom des Fluids nicht erforderlich, sobald das System gefüllt ist und ein Ventil einrückt, um das System abzudichten. Das System könnte während des ausgeschalteten Zustands des Fahrzeugs in diesem Zustand bleiben, um zum Beispiel effektiv die Wärme abzuwerfen, die sich während einer längeren Fahrperiode angesammelt hat, und die Lagertemperatur während des Parkens zu verringern. In dem Isoliermodus wird das Fluid aus dem Zirkulationskanal entfernt und entweder durch Luft oder durch ein Vakuum ersetzt, die beide extrem niedrige Wärmeleitfähigkeit haben. Dieser Modus könnte verwendet werden, falls das Fahrzeug während längerer Zeitspannen bei niedrigen Umgebungstemperaturen geparkt wird, um Wärmeverlust zur Umgebung am Verringern der Batterietemperatur auf einen Pegel, der die Leistungsabgabe verschlechtert, zu verhindern. Der Wärmewiderstand des Systems kann um eine Größenordnung abgeändert werden, indem das Fluid innerhalb des Kanals ausgetauscht wird.

[0026] Unter weiterer Bezugnahme auf Fig. 2, ist eine Mehrzahl von Abstandselementen **216** zwischen dem Außengehäuseabschnitt **202** und dem Innengehäuseabschnitt **204** befestigt. Die Abstandselemente **216** stellen die Spalte zwischen der Innen- und der Außenschicht der Wand des Batteriegehäuses **200** ein. Die Abstandselemente können aus einem isolierenden Material gebildet sein, das im Vergleich zu dem Außengehäuseabschnitt **202** und dem Innengehäuseabschnitt **204** einen niedrigen Wärmeleitwert hat. Die Abstandselemente **216** haben außerdem eine relativ kleine Kontaktfläche zwischen dem äußeren Gehäuseabschnitt **202** und dem inneren Gehäuseabschnitt **204**, was Wärmeleitungstransfer durch die Abstandselemente selbst effektiv beschränkt. Eine Wärmetransferverbindung wird jedoch signifikant erhöht, wenn das Wärme leitende Fluid in den Zirkulationskanal, wie oben beschrieben, injiziert wird. Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung sind die Abstandselemente aus einem Polypropylenmaterial hergestellt und liegen in regelmäßig beabstandeten Intervallen, um es Fluid zu erlauben, zwischen benachbarten Elementen durchzugehen.

[0027] Unter Bezugnahme auf Fig. 3, ist ein Systemdiagramm eines Batterie-Wärmemanagementsystems **300** abgebildet. Ein Batteriegehäuse **302** enthält eine Mehrzahl von Batteriezellen **304**, um Leistung zu der Elektromaschine für den Fahrzeugantrieb bereitzustellen. Das Batteriegehäuse **302** weist auch einen Fluidkanal innerhalb der Gehäusewände, wie oben besprochen, auf. Der Fluidzirkulationskanal steht in Fluidstromkommunikation mit einem Luftverdichter **306**. Ein Ventil **308** ist bereitgestellt, um die Fluidverbindung zwischen dem Batteriegehäuse **302** und dem Verdichter **306** selektiv zu schließen. Der Luftverdichter ist ausgelegt, Luft in den Zirkulationskanal des Batteriegehäuses **302** zu füllen und aus ihm abzuleiten. Spezifisch ist der Luftverdichter **306** fähig, Luft aus dem Zirkulationskanal zu extrahieren, wenn Flüssigkeit injiziert wird, oder alternativ ein Vakuum innerhalb des Kanals zu schaffen.

[0028] Eine Pumpe **310** steht ebenfalls in Fluidstromkommunikation mit dem Zirkulationskanal des Batteriegehäuses **302**, um Flüssigkeit in den Zirkulationskanal zu injizieren. Ein Ventil **312** ist bereitgestellt, um die Fluidverbindung zwischen dem Batteriegehäuse **302** und der Pumpe **310** selektiv zu schließen. Die Pumpe **310** steht auch in Fluidverbindung mit einem Fluidbehälter **314**, der eingerichtet ist, um Fluid zu lagern, wenn es nicht in dem Zirkulationskanal ist.

[0029] Eine Steuervorrichtung **316** ist programmiert, den selektiven Betrieb der Pumpe **310** und des Verdichters **306** zu steuern. Die Steuervorrichtung **316** kann die Temperatur innerhalb des Batteriegehäuses **302** und der Umgebung außerhalb des Batteriegehäuses überwachen. Die Steuervorrichtung kann in der Traktionsbatterieanordnung, dem Wärmemanagementsystem integral sein oder Teil einer externen Fahrzeugsteuervorrichtung sein, die die Batterie reguliert. Ein Batterietempersensoren **318** liefert ein Signal, das eine Temperatur innerhalb des Batteriegehäuses **302** zu der Steuervorrichtung **316** angibt. Auf ähnliche Art liefert ein Umgebungstemperaturesensoren **320** ein Signal zu der Steuervorrichtung **316**, das eine Temperatur außerhalb des Batteriegehäuses **302** angibt.

[0030] Die Steuervorrichtung **316** gibt Befehle aus, um die Pumpe **310**, den Verdichter **306** und die Ventile **308**, **312** gemäß dem gewünschten Wärmemodus des Batteriegehäuses **302** zu betreiben. Die Steuervorrichtung **316** bestimmt, ob das Batteriegehäuse **302** veranlasst werden soll, in einen leitenden oder einen isolierenden Modus einzutreten. Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung wird in den Isoliermodus eingetreten, wenn die Steuervorrichtung **316** Befehle zum Öffnen für das Ventil **308** ausgibt, und für den Verdichter **306**, um Luft durch den Zirkulationskanal des Batteriegehäuses **302** zu forcieren,

um das Batteriegehäuse thermisch zu isolieren. Genauer genommen wird Luft verwendet, um den Zirkulationskanal zu füllen, um als eine Wärmeisolierung zwischen den Batteriezellen und der Umgebung außerhalb des Batteriegehäuses zu wirken. Falls sich beim Eintreten in den Isoliermodus Flüssigkeit in dem Zirkulationskanal befindet, gibt die Steuervorrichtung einen Befehl zum Öffnen des Fluidventils **312** und umgekehrten Betätigen der Pumpe **310**, um das Fluid aktiv aus dem Zirkulationskanal zu saugen, während Luft injiziert wird. Die Fluidpumpe **310** lenkt das Fluid zu dem Fluidbehälter **314** zum Lagern.

[0031] Gemäß einem anderen Aspekt der vorliegenden Offenbarung, wird in den Leitmodus eingetreten, wenn die Steuervorrichtung **316** Befehle zum Öffnen des Fluidventils **312** und des Luftventils **308** und zum Betätigen der Pumpe **310** ausgibt, um den Zirkulationskanal des Batteriegehäuses **302** unter Verwenden von Fluid, das in dem Fluidbehälter **314** gelagert ist, zu füllen. Wie unten ausführlicher besprochen, kann das Fluid, während es in dem Fluidbehälter **314** ist, vorgekühlt oder vorgewärmt werden, um den Wärmetransfer durch das Batteriegehäuse zu beschleunigen.

[0032] Unter Bezugnahme auf **Fig. 4**, stellt das Verfahren **400** einen beispielhaften Algorithmus dar, der umgesetzt werden kann, um die Batterie thermisch zu managen. Der Wärmemanagementalgorithmus kann jederzeit ausgeführt werden, um die Batteriezellen in einem optimalen Temperaturbereich zu halten, sogar wenn das Fahrzeug abgeschaltet ist. Zum Beispiel wird während des schnellen Aufladens der Batterie eine größere Energiemenge zugeführt, um die Ladezeit zu verringern. Die höhere Energieeingeabe kann verursachen, dass die Batterietemperatur steigt, was das Abkühlen erfordert, während das Fahrzeug geparkt ist und aufgeladen wird. Bei alternativen Ausführungsformen kann der Batteriegehäuse-Umschaltalgorithmus des thermischen Modus deaktiviert werden, wenn das Fahrzeug nicht läuft, um Leistung zu sparen, so dass der aktuelle Zustand des Batteriegehäuses aufrechterhalten wird, wenn das Fahrzeug deaktiviert ist.

[0033] Die Steuervorrichtung beurteilt die Batteriezustände, um den geeigneten thermischen Modus für das Batteriegehäuse zu bestimmen. Falls die Batterietemperatur bei Schritt **402** ausreichend hoch ist (das heißt, wenn die Batterietemperatur größer ist als ein Temperaturschwellenwert $Temp_1$), wird angezeigt, dass Wärme von der Batterie abgeleitet werden muss. Falls die Umgebungstemperatur jedoch höher ist als die Batterietemperatur, kann sie beeinflussen, welcher thermische Modus am geeignetsten ist. Falls bei Schritt **404** die Umgebungstemperatur niedriger ist als die Batterietemperatur, tritt das Batteriegehäuse in den Leitmodus ein, um Batteriewärme abzuleiten. Bei Schritt **406** gibt die Steuervorrichtung ei-

nen Befehl zum Öffnen des Luftventils aus, um zu erlauben, dass Luft aus dem Zirkulationskanal entlüftet wird. Bei Schritt **408** wird das Fluidventil geöffnet, um das Injizieren von Flüssigkeit in den Zirkulationskanal zu erlauben. Bei Schritt **410** wird die Pumpe dann betrieben, um thermisch leitendes Fluid aus dem Behälter abzusaugen, um den Zirkulationskanal zu füllen. Sowohl das Fluidventil als auch das Luftventil werden dann bei Schritt **412** geschlossen, sobald der Zirkulationskanal mit dem leitenden Fluid gefüllt ist, was auch voll geladen genannt wird. Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung wird das thermische Fluid als Reaktion darauf umgewälzt, dass eine Batterietemperatur höher ist als ein erster Temperaturschwellenwert.

[0034] Falls bei Schritt **404** die Umgebungstemperatur höher ist als die Batterietemperatur, tritt das Batteriegehäuse in den Isoliermodus ein, um zu vermeiden, zusätzlicher Wärme zu der Batterie ausgesetzt zu werden. Andere Kühlmechanismen können mit dem Batteriegehäuse in einem Isoliermodus eingeleitet werden. Bei Schritt **414** gibt die Steuervorrichtung einen Befehl aus, um das Luftventil zu öffnen. Bei Schritt **416** veranlasst die Steuervorrichtung den Luftverdichter zum Arbeiten, um den Zirkulationskanal mit Luft zu füllen. Man muss verstehen, dass, falls der Kanal zuvor mit Fluid gefüllt war, das Fluid abgeleitet wird, wenn Luft in den Kanal forciert wird. Bei Schritt **418** gibt die Steuervorrichtung einen Befehl aus, das Luftventil zu schließen, sobald er mit Luft gefüllt ist.

[0035] Falls bei Schritt **402** die Batterietemperatur niedriger ist als der Temperaturschwellenwert $Temp_1$, kann die Steuervorrichtung beurteilen, ob die Batterie ausreichend kalt ist, um einen Bedarf anzugeben, dass Batteriezellenwärme zurückgehalten wird, um die Batterie in einem wünschenswerten Betriebstemperaturbereich zu halten. Falls bei Schritt **420** die Batterietemperatur niedriger ist als ein Temperaturschwellenwert $Temp_2$, kann die Steuervorrichtung Schritte zum Erhalten der Batteriewärme einleiten. Falls bei Schritt **422** die Umgebungstemperatur höher ist als die Batterietemperatur, wird der Leitmodus verwendet, um die Batteriezellentemperatur zu erhöhen. Bei Schritt **424** wird das Luftventil geöffnet, um Ableiten von Luft aus dem Zirkulationskanal zu erlauben. Bei Schritt **426** wird das Fluidventil geöffnet, um das Injizieren von Flüssigkeit in den Zirkulationskanal zu erlauben. Bei Schritt **428** wird die Pumpe dann betrieben, um thermisch leitendes Fluid aus dem Behälter abzusaugen, um den Zirkulationskanal zu füllen. Sowohl das Fluidventil als auch das Luftventil werden dann bei Schritt **430** geschlossen, sobald der Zirkulationskanal mit dem leitenden Fluid gefüllt ist.

[0036] Falls bei Schritt **422** die Umgebungstemperatur niedriger ist als die Batterietemperatur, kann die Steuervorrichtung den Isoliermodus einleiten, um

Wärme an den Batteriezellen zurückzuhalten. Bei Schritt **432** wird das Luftventil geöffnet. Bei Schritt **434** wird der Luftverdichter betrieben, um Luft in den Zirkulationskanal zu forcieren. Wenn der Kanal, wie oben besprochen, zuvor Flüssigkeit enthält, wie in dem Leitmodus oben beschrieben wurde, kann das Fluidventil zusätzlich geöffnet werden, um Flüssigkeit aus dem Zirkulationskanal abzulassen. Das Luftventil wird bei Schritt **436** geschlossen, sobald der Zirkulationskanal im Wesentlichen mit Luft gefüllt ist.

[0037] Falls bei Schritt **420** die Batterietemperatur höher ist als der Temperaturschwellenwert Temp_2, kann die Steuervorrichtung die Temperatur der Umgebung außerhalb des Batteriegehäuses als einen Indikator bevorstehender Batterietemperatur beurteilen. Insbesondere, falls die Umgebungstemperatur niedriger ist als ein Temperaturschwellenwert Temp_3, zeigt das den Bedarf an, dass Isolierung helfen muss, die Batterietemperatur am weiteren Abfallen zu hindern. Mit anderen Worten kann es nicht wünschenswert sein, in dem Leitmodus zu sein, wenn die externe Temperatur ausreichend kalt ist, sogar wenn die Batterietemperatur mäßig warm ist. Falls bei Schritt **438** die Temperatur der äußeren Umgebung niedriger ist als Temp_3, kann die Steuervorrichtung veranlassen, dass das Batteriegehäuse in den Isoliermodus eintritt, und das Luftventil bei Schritt **432** öffnen, um den Zirkulationskanal mit Luft, wie oben beschrieben, zu füllen.

[0038] Falls die Temperatur der Umgebung außerhalb des Batteriegehäuses bei Schritt **438** höher ist als der Temperaturschwellenwert Temp_3, besteht eventuell kein Bedarf, die Batterietemperatur aktiv thermisch zu regulieren. Bei Schritt **440** kann die Steuervorrichtung es erlauben, dass der existierende Zustand der Batterie beibehalten wird und kein Zustandswechsel eingeleitet wird. Die Steuervorrichtung kehrt dann zu dem Anfang des Verfahrens **400** zurück, um die Temperatur der Batterie verschleift zum Wärmemanagement laufend zu überwachen.

[0039] Unter Bezugnahme auf Fig. 5, ist ein Batterie-Wärmemanagementsystem **500** mit mehreren Behältern schematisch abgebildet. Ähnlich wie bei vorhergehenden Ausführungsformen, umschließt ein Batteriegehäuse **502** eine Mehrzahl von Batteriezellen **504**. Das Wärmemanagementsystem **500** weist auch eine thermische Platte **506** auf, um die Temperatur der Batteriezellen **504** aktiv zu beeinflussen. Die thermische Platte **506** wird unterhalb der Batteriezellen **504** angeordnet und weist einen internen Zirkulationskanal **508** auf, um Fluide von den mehreren Behältern umzuwälzen, um die Batterietemperatur zu beeinflussen.

[0040] Ein Kühlbehälter **510** wird vorgesehen, um Kühlung zu einem thermischen Fluid bereitzustellen und zu speichern. Eine Kühlvorrichtung **512** ist in

thermischer Verbindung mit dem Kühlbehälter, um eine Temperatur des thermischen Fluids zu verringern. Eine Pumpe **514** steht mit dem Kühlbehälter **510** in Fluidverbindung, um vorgekühltes Fluid in der thermischen Platte **506** umzuwälzen. Obwohl sie eine einzelne Pumpe genannt wird, ist klar, dass Ventile oder andere Strömungssteuermechanismen bei **514** verwendet werden können, um Fluidbewegung zu und von dem Kühlbehälter **510** zu steuern. Ähnlich wird ein Heizbehälter **516** vorgesehen, um Erwärmen des thermischen Fluids bereitzustellen. Eine Heizvorrichtung **518** steht in thermischer Verbindung mit dem Heizbehälter **516**, um eine Temperatur des thermischen Fluids zu erhöhen. Eine Pumpe **520** steht mit dem Heizbehälter in Fluidverbindung, um vorgewärmtes Fluid zyklisch in die thermische Platte **506** zu fördern. Ähnlich wie auf der Heizseite, kann bei **520** eine Kombination aus einer Pumpe, Ventilen und/oder anderen Strömungssteuermechanismen verwendet werden, um den Fluidstrom zu und von dem Heizbehälter zu regulieren.

[0041] Da ein Fluid vorbehandelt wird, um eine niedrigere Temperatur zu haben als das andere Fluid, können das vorgewärmte Fluid und das vorgekühlte Fluid zyklisch in die thermische Platte **506** gefördert werden, um eine gewünschte Fluidtemperatur zu erzielen, um die Batteriezellentemperatur zu beeinflussen. Alternativ können das gekühlte und das erwärmte Fluid im Voraus gemischt werden, um eine gewünschte Temperatur des Fluids zu erzielen, bevor es zyklisch durch die thermische Platte **506** gefördert wird. Ein Mischbehälter **522** kann vorgesehen werden, um das Vormischen des erwärmten und des gekühlten Fluids zu erlauben, um eine optimale Temperatur des Fluids zu erhalten, bevor es zyklisch durch die thermische Platte gefördert wird. Alternativ kann der externe Mischbehälter weggelassen werden, und das vorgewärmte und das vorgekühlte Fluid werden direkt innerhalb der thermischen Platte gemischt, um eine gewünschte Fluidtemperatur zu erhalten.

[0042] Das Wärmemanagementsystem **500** mit mehreren Behältern kann verbunden mit dem Leitmodus und dem Isoliermodus des Batteriegehäuses, wie oben besprochen, verwendet werden. Wenn es zum Beispiel wünschenswert ist, die Temperatur der Batteriezellen durch zyklisches Fördern erwärmten Fluids durch die thermische Platte zu erhöhen, kann es auch wünschenswert sein, den Isoliermodus des Batteriegehäuses einzuleiten, um die Wärme, die auf das Innere des Batteriegehäuses übertragen wurde, zurückzuhalten. Ebenso, wenn es wünschenswert ist, die Temperatur der Batteriezellen durch zyklisches Fördern gekühlten Fluids durch die thermische Platte zu verringern, kann es auch wünschenswert sein, den Leitmodus einzuleiten, um das Abwerfen von Wärme von dem Batteriegehäuse einzuleiten.

[0043] Die vorliegende Offenbarung stellt repräsentative Steuerstrategien und/oder -logik bereit, die unter Verwendung einer oder mehrerer Verarbeitungsstrategien umgesetzt werden kann, wie zum Beispiel ereignisgesteuerte, interrupt-gesteuerte, Multitasking-, Multithreading-Strategien und Ähnliches. Daher können diverse hier veranschaulichte dargestellte Schritte oder Funktionen in der dargestellten Reihenfolge oder parallel durchgeführt werden oder in einigen Fällen weggelassen werden. Obgleich dies nicht immer explizit veranschaulicht ist, liegt für einen Durchschnittsfachmann auf der Hand, dass einer oder mehrere der dargestellten Schritte oder Funktionen in Abhängigkeit von der jeweiligen, verwendeten Verarbeitungsstrategie wiederholt durchgeführt werden können. Gleichmaßen ist die Reihenfolge der Verarbeitung nicht notwendigerweise erforderlich, um die hier beschriebenen Merkmale und Vorteile zu erreichen, sondern sie wird zur Vereinfachung der Veranschaulichung und Beschreibung bereitgestellt.

[0044] Die Steuerlogik kann hauptsächlich in Software umgesetzt werden, die von einer auf Mikroprozessor basierenden Fahrzeug- oder Batteriesteuervorrichtung ausgeführt wird. Natürlich kann die Steuerlogik in Software, Hardware oder einer Kombination von Software und Hardware in einer oder mehreren Steuerungen in Abhängigkeit von der bestimmten Anwendung implementiert werden. Wenn sie in der Software implementiert wird, kann die Steuerlogik in einem oder mehreren rechnerlesbaren Speichervorrichtungen oder -medien mit gespeicherten Daten vorgesehen werden, die einen Code oder Befehle darstellen, die von einem Rechner ausgeführt werden, um das Fahrzeug oder seine Untersysteme zu steuern. Die rechnerlesbaren Speichervorrichtungen oder -medien können eine oder mehrere einer Anzahl bekannter physischer Vorrichtungen aufweisen, die einen elektrischen, magnetischen und/oder optischen Speicher verwenden, um ausführbare Befehle und zugehörige Kalibrierungsinformationen, Betriebsvariablen und dergleichen zu speichern. Als Alternative können die Prozesse, Verfahren oder Algorithmen ganz oder teilweise unter Verwendung von geeigneten Hardwarekomponenten, wie etwa ASICs (anwendungsspezifische integrierte Schaltungen), FPGAs (Field-Programmable Gate Arrays), Zustandsautomaten, Steuerungen oder anderen Hardwarekomponenten oder -einrichtungen oder einer Kombination von Hardware-, Software- und Firmwarekomponenten, umgesetzt werden.

[0045] Obgleich oben beispielhafte Ausführungsformen beschrieben sind, wird nicht beabsichtigt, dass diese Ausführungsformen alle möglichen Formen beschreiben, die von den Ansprüchen umfasst werden. Die in der Beschreibung verwendeten Wörter sind nicht Wörter der Beschränkung, sondern der Beschreibung, und es versteht sich, dass ver-

schiedene Änderungen vorgenommen werden können, ohne vom Wesen und Schutzzumfang der Offenbarung abzuweichen. Wie oben beschrieben, können die Merkmale der diversen Ausführungsformen kombiniert werden, um weitere Ausführungsformen der Erfindung zu bilden, die möglicherweise nicht explizit beschrieben oder dargestellt sind. Obwohl diverse Ausführungsformen als gegenüber anderen Ausführungsformen oder Implementierungen des Stands der Technik mit Bezug auf eine oder mehrere erwünschte Eigenschaften Vorteile bereitstellend oder bevorzugt beschrieben worden sein könnten, ist für Durchschnittsfachleute erkennbar, dass ein oder mehrere Merkmale oder Eigenschaften beeinträchtigt werden können, um gewünschte Gesamtsystemattribute zu erreichen, die von der spezifischen Anwendung und Implementierung abhängen. Diese Attribute können unter anderem Kosten, Festigkeit, Dauerhaftigkeit, Lebenszykluskosten, Vermarktbarkeit, Erscheinungsbild, Verpackung, Größe, Wartbarkeit, Gewicht, Herstellbarkeit, leichte Montage usw. beinhalten. Ausführungsformen, die mit Bezug auf eine oder mehrere Eigenschaften als weniger wünschenswert als andere Ausführungsformen oder Implementierungen des Stands der Technik beschrieben werden, liegen dementsprechend nicht außerhalb des Schutzzumfangs der Offenbarung und können für konkrete Anwendungen wünschenswert sein.

Patentansprüche

1. Batterie-Wärmemanagementsystem, das Folgendes umfasst:
 - ein Innengehäuse, das eine Mehrzahl von Batteriezellen enthält,
 - ein Außengehäuse, das das Innengehäuse umschließt, um einen Fluidkanal zwischen einer äußeren Oberfläche des Innengehäuses und einer inneren Oberfläche des Außengehäuses zu definieren, und
 - einen Fluidzirkulator in Fluidstromkommunikation mit dem Fluidkanal, um selektiv ein erstes Wärmefluid oder ein zweites Wärmefluid durch den Fluidkanal umzuwälzen.
2. Batterie-Wärmemanagementsystem nach Anspruch 1, das ferner eine Mehrzahl von Abstandselementen umfasst, die in dem Fluidkanal angeordnet ist, die das Innengehäuse von dem Außengehäuse trennt, wobei die Abstandselemente aus einem isolierenden Material gebildet sind, das eine niedrigere Wärmeleitfähigkeit hat als das Innengehäuse und das Außengehäuse.
3. Batterie-Wärmemanagementsystem nach Anspruch 1, wobei das erste Fluid eine höhere Wärmeleitfähigkeit hat als das zweite Fluid.
4. Batterie-Wärmemanagementsystem nach Anspruch 3, wobei das zweite Fluid Luft ist und umgewälzt wird, um im Wesentlichen die Batteriezellen von

einer äußeren Umgebung zu isolieren und Wärme innerhalb des Innengehäuses zurückzuhalten.

5. Batterie-Wärmemanagementsystem nach Anspruch 3, wobei das erste Fluid Ethylenglycol aufweist und umgewälzt wird, um die Batteriezellen mit einer äußeren Umgebung thermisch zu verbinden, um Wärme, die von den Batteriezellen erzeugt wird, abzuleiten.

6. Batterie-Wärmemanagementsystem nach Anspruch 1, wobei der Fluidzirkulator eine Pumpe in Fluidkommunikation mit mindestens einem Fluidlagerbehälter ist.

7. Batterie-Wärmemanagementsystem nach Anspruch 1, wobei das erste Fluid ein vorgewärmtes Fluid ist, und das zweite Fluid ein vorgekühltes Fluid ist.

8. Verfahren für das Wärmemanagement einer Batterie, das Folgendes umfasst:
Umwälzen eines ersten Fluids durch eine Batteriegehäusewand, um einen Hohlraum innerhalb des Gehäuses von einer äußeren Umgebung zu isolieren und Wärme innerhalb des Hohlraums zurückzuhalten,
Entleeren des ersten Fluids aus der Batteriegehäusewand, und
Umwälzen eines zweiten Fluids durch die Batteriegehäusewand, um Wärme, die von einer Batterie innerhalb des Gehäuses erzeugt wird, in die äußere Umgebung abzuleiten.

9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei das erste Fluid eine niedrigere Wärmeleitfähigkeit hat als das zweite Fluid, und das erste Fluid als Reaktion darauf umgewälzt wird, dass eine äußere Umgebungstemperatur niedriger ist als ein zweiter Temperaturschwellenwert.

10. Verfahren nach Anspruch 8, wobei das zweite Fluid eine höhere Wärmeleitfähigkeit hat als das erste Fluid, und das zweite Fluid als Reaktion darauf umgewälzt wird, dass eine Batterietemperatur höher ist als ein erster Temperaturschwellenwert.

11. Verfahren nach Anspruch 8, das ferner das Absaugen des gesamten Fluids aus der Batteriegehäusewand umfasst, wenn ein Fahrzeug abgeschaltet wird, während eine äußere Umgebungstemperatur niedriger ist als ein dritter Temperaturschwellenwert.

12. Verfahren nach Anspruch 8, wobei die Batteriegehäusewand eine Innenschicht und eine Außenschicht aufweist, die einen Fluidkanal innerhalb der Batteriegehäusewand bilden.

13. Verfahren nach Anspruch 8, das ferner das Vorwärmen des ersten Fluids oder des zweiten Fluids und das Vorkühlen des anderen des ersten und zweiten Fluids umfasst.

14. Fahrzeug, das Folgendes umfasst:
ein Batteriegehäuse, das eine Mehrzahl von Wänden definiert, die eine Mehrzahl von Batteriezellen umschließen,
Fluidzirkulator in Fluidstromkommunikation mit mindestens einer Wand des Batteriegehäuses, und
eine Steuervorrichtung, die programmiert ist, um selektiv ein erstes oder ein zweites Fluid durch die mindestens eine Wand umzuwälzen, wobei das erste Fluid vorbehandelt ist, um eine niedrigere Temperatur zu haben als das zweite Fluid.

15. Fahrzeug nach Anspruch 14, wobei die mindestens eine Wand eine Innenschicht und eine Außenschicht definiert, die von einem Spalt getrennt ist, um Fluid von dem Fluidzirkulator aufzunehmen.

16. Fahrzeug nach Anspruch 15, das ferner Abstandselemente umfasst, die die Innenschicht von der Außenschicht isolieren.

17. Fahrzeug nach Anspruch 14, wobei die Steuervorrichtung ferner programmiert ist, um das erste Fluid als Reaktion darauf umzuwälzen, dass eine Batteriezellentemperatur größer ist als ein erster Temperaturschwellenwert.

18. Fahrzeug nach Anspruch 14, das ferner eine Mehrzahl von Behältern in Fluidkommunikation mit dem Fluidzirkulator umfasst, wobei die Mehrzahl von Behältern eingerichtet ist, um das erste Fluid und das zweite Fluid zu lagern.

19. Fahrzeug nach Anspruch 14, das ferner einen ersten Behälter umfasst, der mit dem Fluidzirkulator in Fluidkommunikation steht, um das erste Fluid vorzuwärmen, und einen zweiten Behälter, der mit dem Fluidzirkulator in Fluidkommunikation steht, um das zweite Fluid vorzukühlen.

20. Fahrzeug nach Anspruch 14, das ferner eine thermische Platte umfasst, die innerhalb des Batteriegehäuses angeordnet ist, um mindestens das erste Fluid oder das zweite Fluid aufzunehmen, um eine Temperatur der Mehrzahl von Batteriezellen aktiv zu beeinflussen.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

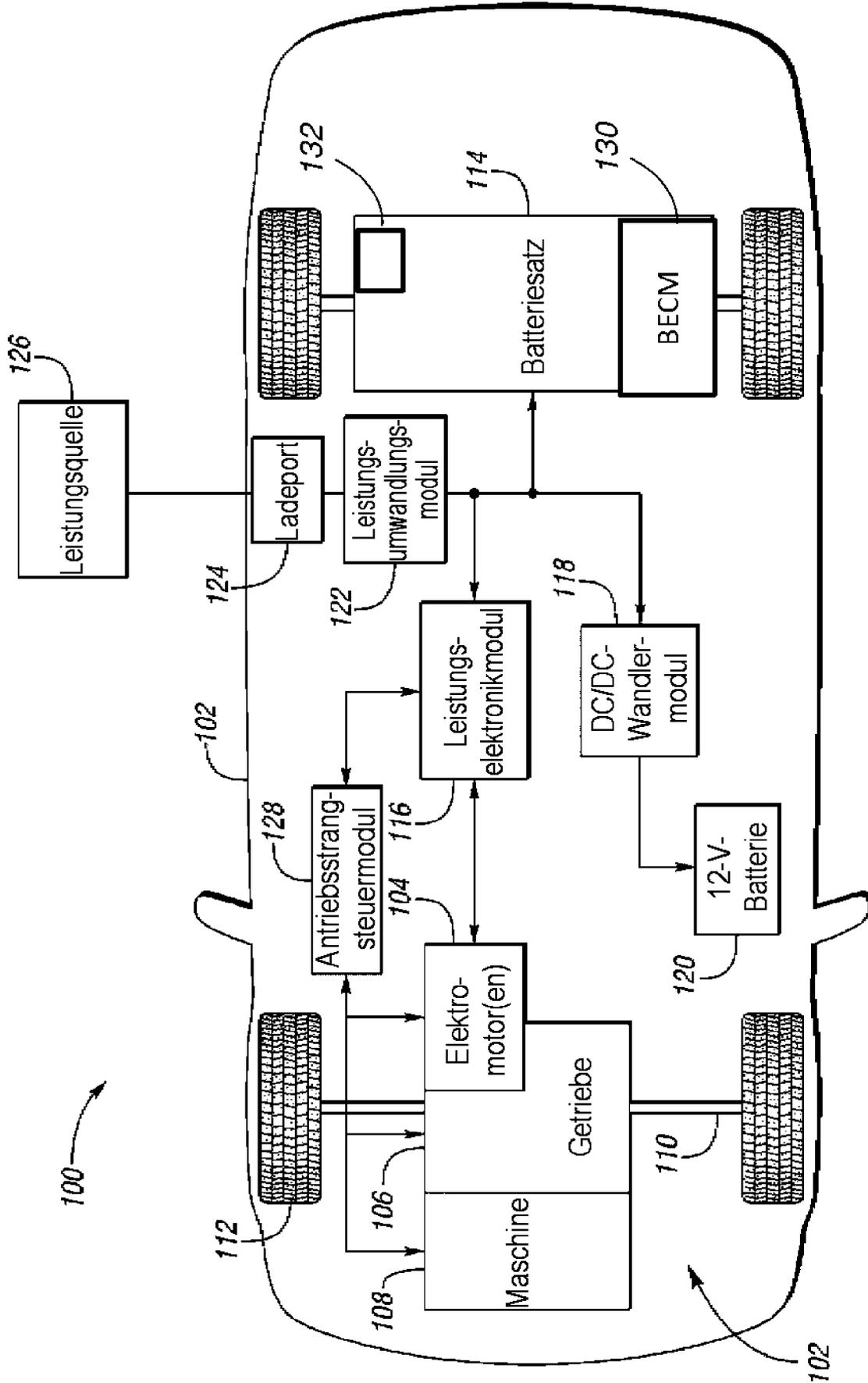


FIG. 1

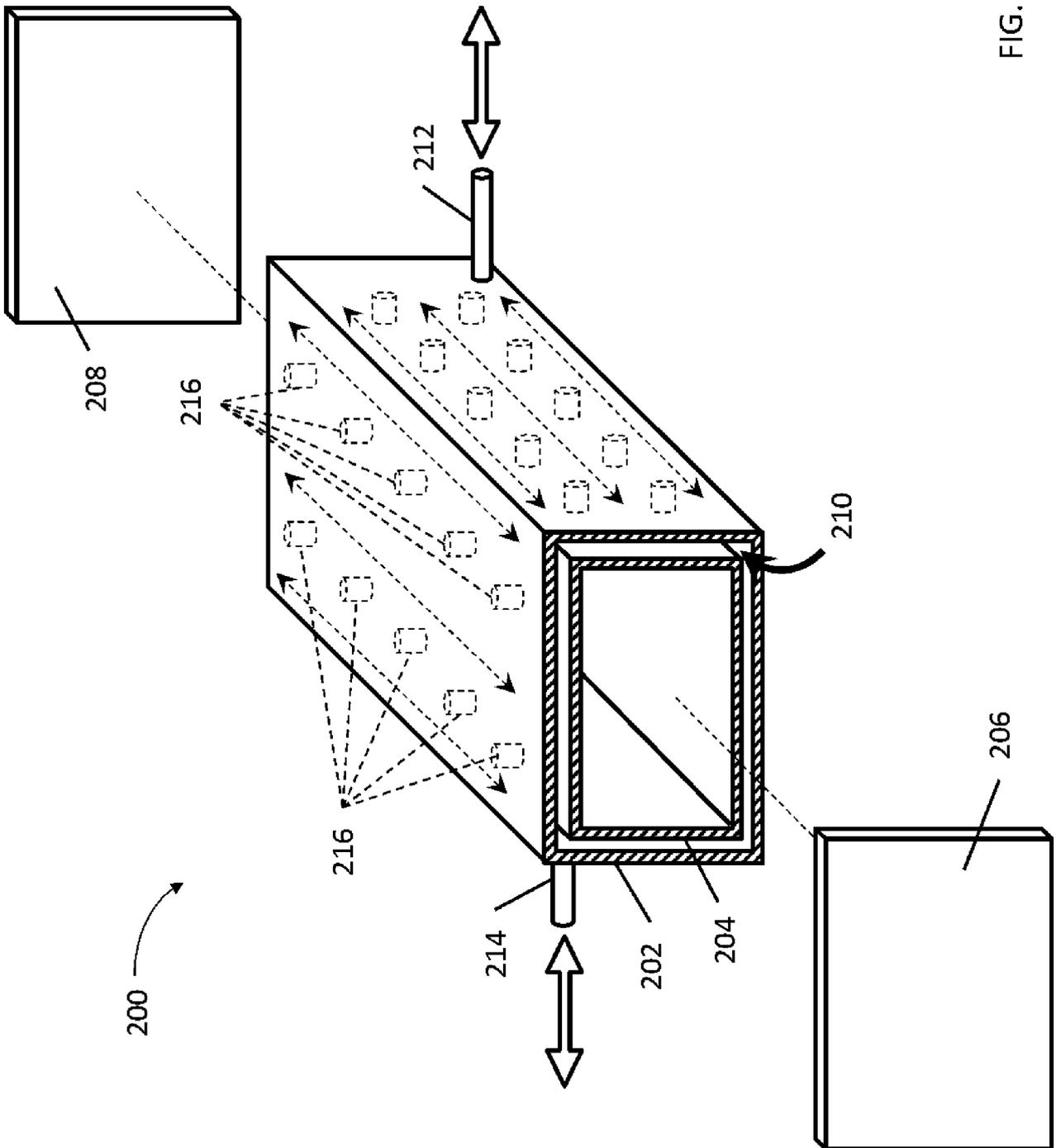


FIG. 2

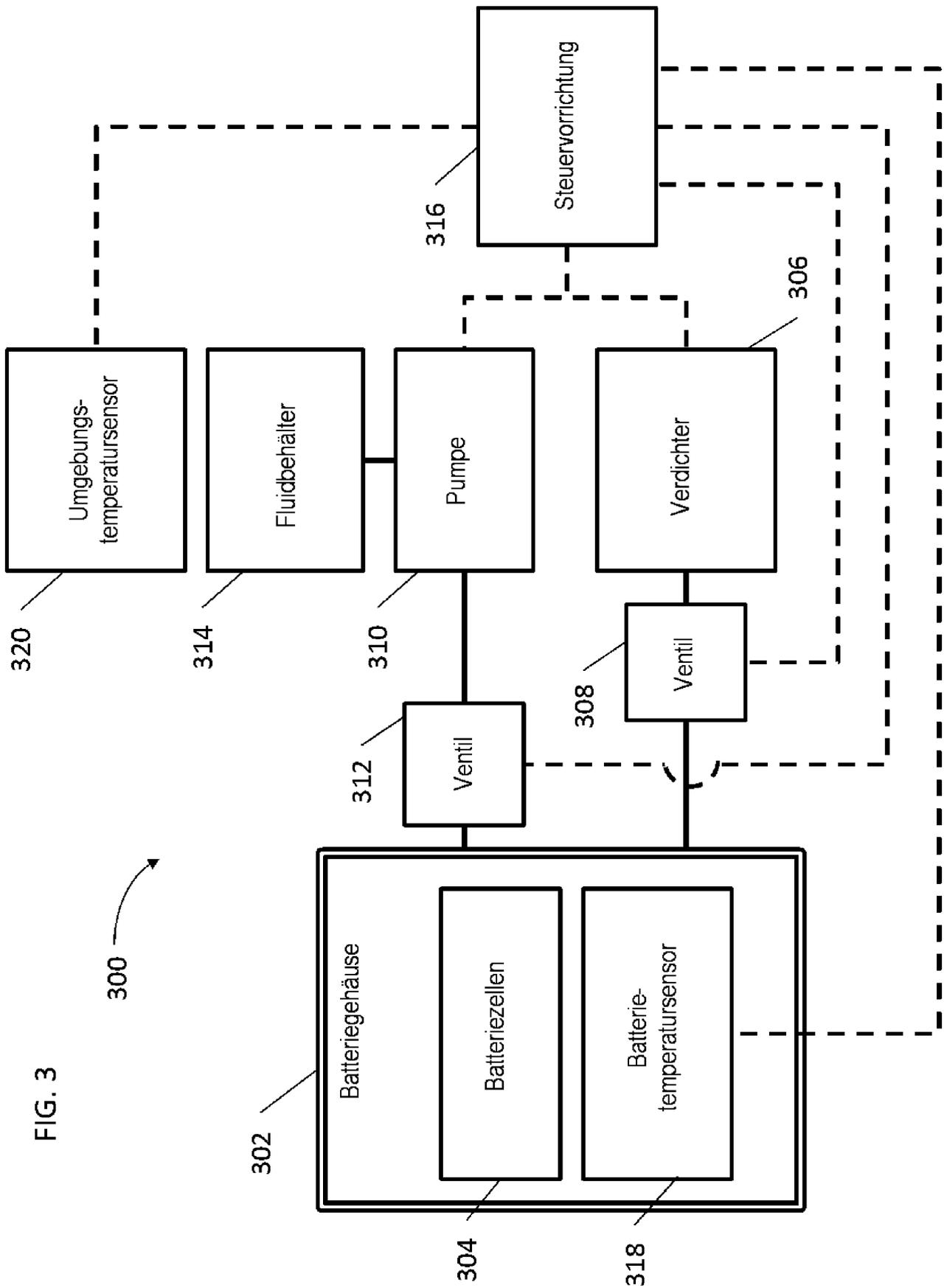
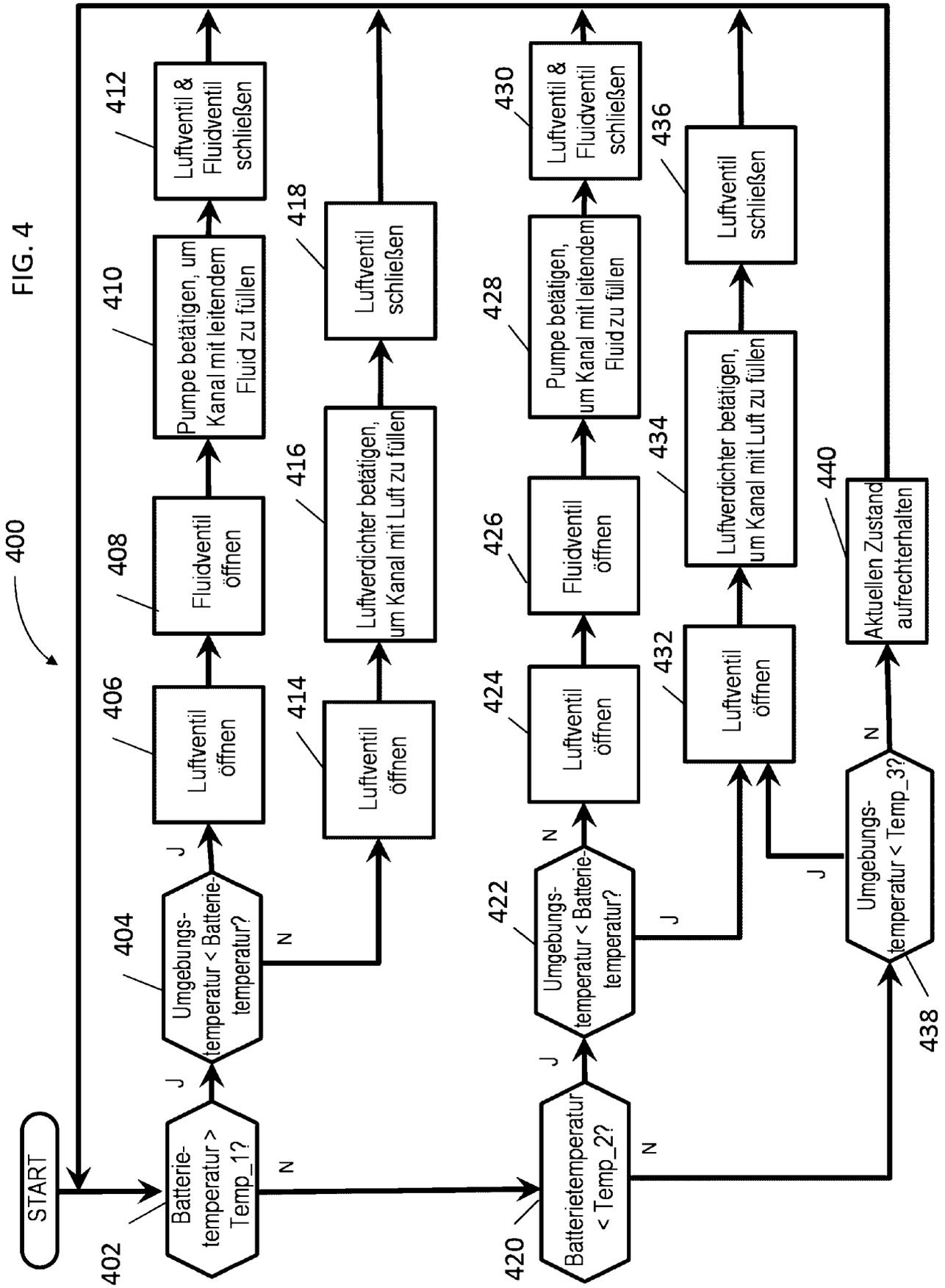


FIG. 3

FIG. 4



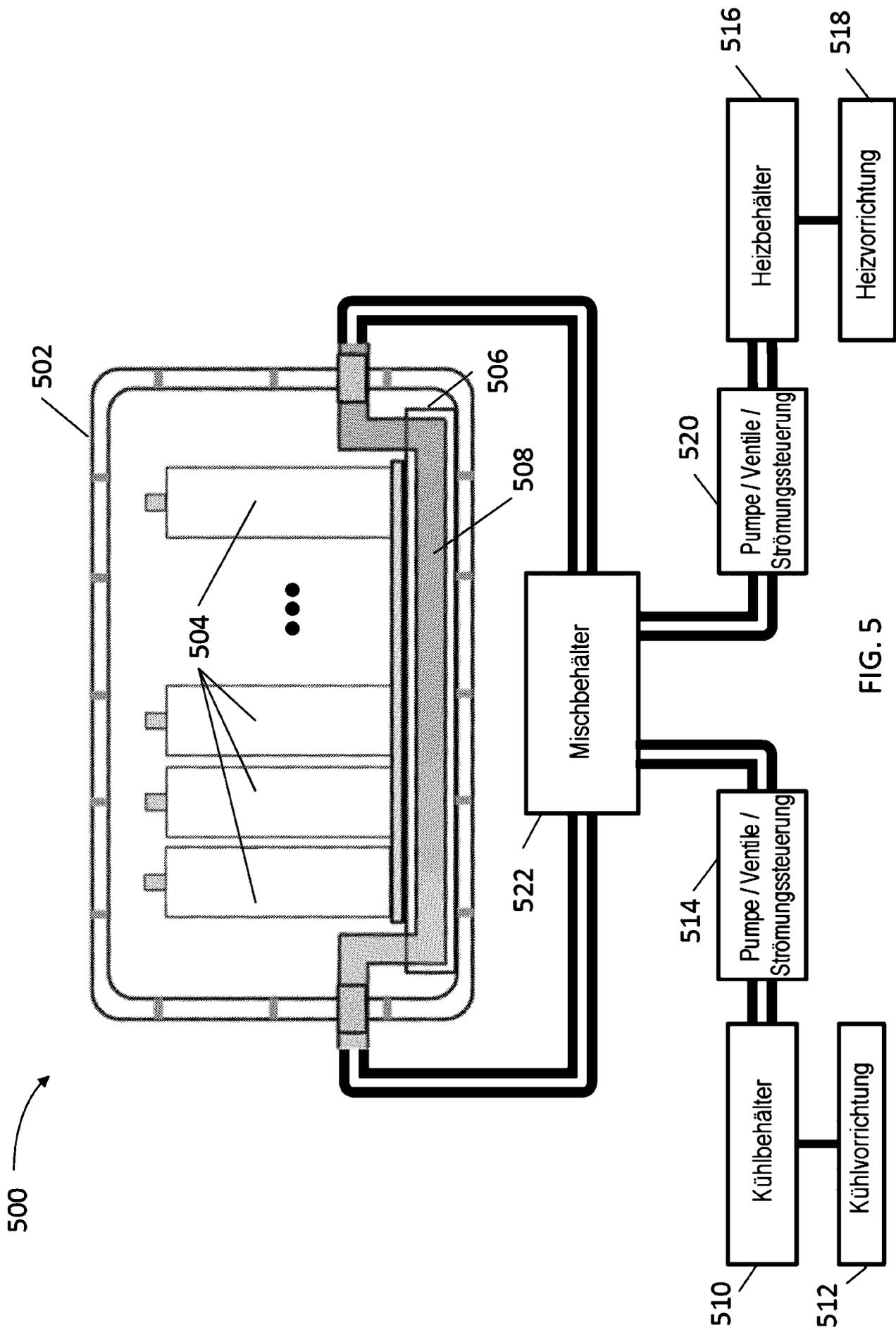


FIG. 5