



(10) **DE 11 2012 003 115 B4** 2024.08.14

(12)

Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2012 003 115.6**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2012/044220**  
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2013/015927**  
(86) PCT-Anmeldetag: **26.06.2012**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **31.01.2013**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **14.08.2014**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **14.08.2024**

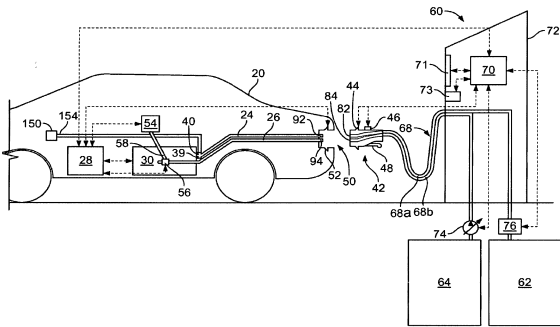
(51) Int Cl.: **H02J 7/00** (2006.01)  
**H01M 10/613** (2014.01)  
**B60L 58/26** (2019.01)  
**H01M 10/6557** (2014.01)  
**H01M 10/625** (2014.01)  
**H01M 10/48** (2006.01)  
**H01M 50/289** (2021.01)  
**B60L 53/16** (2019.01)  
**H01M 10/63** (2014.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

|                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |           |                  |           |           |                   |           |           |                  |           |           |                         |           |           |                         |           |           |                         |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------------|-----------|-----------|-------------------|-----------|-----------|------------------|-----------|-----------|-------------------------|-----------|-----------|-------------------------|-----------|-----------|-------------------------|-----------|
| (30) Unionspriorität:<br><b>13/190,235</b><br><b>25.07.2011</b><br><b>US</b>                                                                          | (56) Ermittelter Stand der Technik:<br><br><table><tr><td><b>DE</b></td><td><b>44 08 961</b></td><td><b>C1</b></td></tr><tr><td><b>DE</b></td><td><b>695 02 207</b></td><td><b>T2</b></td></tr><tr><td><b>FR</b></td><td><b>2 934 087</b></td><td><b>A3</b></td></tr><tr><td><b>US</b></td><td><b>2010 / 0 089 669</b></td><td><b>A1</b></td></tr><tr><td><b>US</b></td><td><b>2010 / 0 104 927</b></td><td><b>A1</b></td></tr><tr><td><b>US</b></td><td><b>2010 / 0 273 044</b></td><td><b>A1</b></td></tr></table> | <b>DE</b> | <b>44 08 961</b> | <b>C1</b> | <b>DE</b> | <b>695 02 207</b> | <b>T2</b> | <b>FR</b> | <b>2 934 087</b> | <b>A3</b> | <b>US</b> | <b>2010 / 0 089 669</b> | <b>A1</b> | <b>US</b> | <b>2010 / 0 104 927</b> | <b>A1</b> | <b>US</b> | <b>2010 / 0 273 044</b> | <b>A1</b> |
| <b>DE</b>                                                                                                                                             | <b>44 08 961</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>C1</b> |                  |           |           |                   |           |           |                  |           |           |                         |           |           |                         |           |           |                         |           |
| <b>DE</b>                                                                                                                                             | <b>695 02 207</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>T2</b> |                  |           |           |                   |           |           |                  |           |           |                         |           |           |                         |           |           |                         |           |
| <b>FR</b>                                                                                                                                             | <b>2 934 087</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>A3</b> |                  |           |           |                   |           |           |                  |           |           |                         |           |           |                         |           |           |                         |           |
| <b>US</b>                                                                                                                                             | <b>2010 / 0 089 669</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>A1</b> |                  |           |           |                   |           |           |                  |           |           |                         |           |           |                         |           |           |                         |           |
| <b>US</b>                                                                                                                                             | <b>2010 / 0 104 927</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>A1</b> |                  |           |           |                   |           |           |                  |           |           |                         |           |           |                         |           |           |                         |           |
| <b>US</b>                                                                                                                                             | <b>2010 / 0 273 044</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>A1</b> |                  |           |           |                   |           |           |                  |           |           |                         |           |           |                         |           |           |                         |           |
| (73) Patentinhaber:<br><b>LIGHTENING ENERGY, Dover, N.J., US</b>                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |           |                  |           |           |                   |           |           |                  |           |           |                         |           |           |                         |           |           |                         |           |
| (74) Vertreter:<br><b>Benninger Patentanwaltskanzlei, 93049<br/>Regensburg, DE</b>                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |           |                  |           |           |                   |           |           |                  |           |           |                         |           |           |                         |           |           |                         |           |
| (72) Erfinder:<br><b>Culver, Duncan, Howell, N.J., US; Dyer,<br/>Christopher K., Madison, N.J., US; Epstein,<br/>Michael L., Bedminster, N.J., US</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |           |                  |           |           |                   |           |           |                  |           |           |                         |           |           |                         |           |           |                         |           |

(54) Bezeichnung: **Elektrofahrzeug und Elektrobatterie**

(57) Hauptanspruch: Elektrofahrzeug (20), umfassend:  
eine Elektrobatterie (30) zur Bereitstellung von Energie für  
das Fahrzeugantriebssystem, die Elektrobatterie (30)  
umfassend ein Gehäuse (25) und eine Mehrzahl von inner-  
halb des Gehäuses (25) angeordneten Zellen (32), wobei  
die Zellen (32) durch Interkonnektoren (36) voneinander  
beabstandet sind;  
eine Aufnahme (50) an der Fahrzeugoberfläche;  
eine Kühlmittelzuleitung (26) und  
eine Kühlmittelzuführung (112), die über die Kühlmittelzulei-  
tung (26) an die Aufnahme (50) an der Fahrzeugoberfläche  
gekoppelt ist;  
wobei über die Kühlmittelzuführung (112) Kühlmittel zu den  
Interkonnektoren (36) geleitet wird.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft generell Elektrofahrzeuge; insbesondere ein schnellladendes Elektrofahrzeug und eine Elektrobatterie.

### HINTERGRUND DER ERFINDUNG

**[0002]** Die Weiterentwicklung von reinen Elektrofahrzeugen - also Fahrzeugen, die ausschließlich batterieelektrisch betrieben werden, im Gegensatz zu den zusätzlich mit Verbrennungsmotoren ausgestatteten Hybridelektrofahrzeugen - ist durch vielfältige Hürden behindert, zumal, wenn die entwickelten Elektrofahrzeuge auf einem Massenmarkt behauptungsfähig sein sollen. Eine der zu überwindenden Hürden ist die sogenannte „Reichweitenangst“, also die Sorge der Fahrer, mit der Ladung der Elektrobatterie nicht ihr Reiseziel erreichen zu können. Während der Energieverbrauch der Peripheriegeräte ohne eigenen Antrieb (Klimaanlage, Heizung, Beleuchtung usw.) konstant bleibt, ist die tatsächliche Reichweite des Elektrofahrzeugs variabel und abhängig von der Fahrweise, und die Reichweite liegt dabei häufig besorgniserregend unterhalb den Erwartungen, insbesondere bei Fahrten in dicht besiedelten Gebieten mit variierenden Fahrtgeschwindigkeiten. Aufgrund dieser Schwankungsbreite tendieren die Nutzer von Elektrofahrzeugen dazu, die tatsächlich mögliche Beförderungsreichweite nicht präzise vor auszuplanen, selbst wenn ihnen der Ladezustand der Batterie bei Fahrtantritt bekannt ist. Ein Ansatz, um der Reichweitenangst entgegenzuwirken, besteht darin, die Reichweite des jeweiligen Fahrzeugs durch Erhöhung der verfügbaren Batterieenergie auszudehnen (d.h. in einer „Reichweitenerhöhung“). Der Erhöhung der jeweils pro Fahrzeug verfügbaren Batterieenergie sind jedoch Grenzen gesetzt, da der Fortschritt bei der Erhöhung der praktischen Energiedichte für große Elektrofahrzeugbatterien nur langsam vorankommt. Darüber hinaus senkt zwar der Einsatz von Hybridelektrofahrzeugen die Reichweitenangst, allerdings fallen bei der Nutzung der kombinierten Elektroantriebe mit Verbrennungsantriebssystemen höhere Kosten an; und gleichzeitig werden weitergehende Zielsetzungen, wie die Reduzierung von Schadstoffemissionen und Erdölverbrauch bis auf null, durch den Einsatz von Hybridfahrzeugen nicht erfüllt.

**[0003]** Aus dem Dokument US 2010 / 0 089 669 A1 ist ein elektrisches Fahrzeug bekannt, das mit einer elektrischen Energiespeichervorrichtung ausgestattet ist. Die elektrische Energiespeichervorrichtung ist in der Lage, durch eine externe Energieversorgung aufgeladen zu werden. Das Elektrofahrzeug ist so konfiguriert, dass es mit einem Verbindungsabschnitt verbunden werden kann, um die externe Energie während des Ladens zuzuführen. Ein Wärmekapazitätselement ist vorgesehen, um thermische Energie zu speichern. Weiterhin ist ein Wärmespeichermechanismus vorgesehen zum Speichern von Wärmeenergie in dem Wärmekapazitätselement unter Verwendung von externer Energie, die von außerhalb des Fahrzeugs über den Verbindungsabschnitt während des Ladens zugeführt wird.

**[0004]** Weiterhin zeigt das Dokument FR 2 934 087 A3 ein System zur Kühlung einer Batterie eines Elektrofahrzeugs, das einen Kühlkreislauf der Batterie umfasst, der mit einem Einlass und einem Auslass für den Einlass und den Auslass eines Kühlfluids ausgestattet ist. Der Eingang des Kühlkreislaufs ist mit Verbindungsmitteln versehen, die geeignet sind, alternativ die dichte Verbindung/Trennung des Kreislaufs mit einer Kühlfluidquelle zu ermöglichen.

**[0005]** Die DE 695 02 207 T2 beschreibt eine Anordnung mit einer von einer Nickel-Hydroxid-Batterie betriebenen Last, einem Generator zum Aufladen der Batterie, und einem Schalter, um die Batterie mit der Last zu deren Betrieb elektrisch zu verbinden oder um die Batterie mit dem Generator zum Aufladen der Batterie elektrisch zu verbinden. Zudem ist eine Temperaturregelungseinrichtung zum Halten der Batterietemperatur vorgesehen.

**[0006]** Durch das Dokument DE 44 08 961 C1 wird ein Verfahren zur Temperierung einer Batterie während eines Ladevorgangs an einer Ladestation beschrieben, bei dem nach Anschluss einer batterieseitigen Temperierfluidleitung an eine ladestationsseitige Temperierfluidquelle über eine ladestationsseitige Verbindungsleitung während des Ladevorgangs das Temperierfluid durch die batterieseitige Temperierfluidleitung geleitet wird.

**[0007]** Aus der US 2010 / 0 273 044 A1 ist eine modulare Batterie bekannt, bestehend aus einem Gehäuse, einer ersten planaren Batteriezelle mit einer ersten planaren Elektrodenoberfläche, einer zweiten planaren Batteriezelle mit einer zweiten planaren Elektrodenoberfläche sowie einem Zwischenverbinder, der zwischen der ersten planaren Oberfläche und der zweiten planaren Oberfläche angeordnet ist und die erste und die

zweite planare Elektrodenoberfläche elektrisch verbindet. Hierbei sind die Seitenränder des Zwischenverbinders, die erste und die zweite planare Batteriezelle elektrisch von dem Gehäuse isoliert.

**[0008]** Zudem ist durch die US 2010 / 0 104 927 A1 eine Batteriekonfiguration offenbart, welche eine Vielzahl von Batteriezellen sowie ein Batteriegehäuse aufweist, das einen Raum definiert und die Batteriezellen aufnimmt. Eine wärmeleitende, elektrisch isolierende Flüssigkeit überflutet den Raum und beschichtet die Batteriezellen, um Wärme von den Batteriezellen wegzuleiten, während die elektrische Integrität erhalten bleibt.

#### KURZBESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

**[0009]** Es wird ein Elektrofahrzeug bereitgestellt. Das Elektrofahrzeug umfasst eine Elektrobatterie zur Bereitstellung von Energie für das Fahrzeugantriebssystem. Die Batterie umfasst ein Gehäuse und eine Mehrzahl von in dem Gehäuse angeordneten Zellen. Die Zellen sind durch Interkonnektoren (Verbindungsleitungen) voneinander beabstandet. Das Elektrofahrzeug umfasst weiterhin eine Kühlmittelzufuhr. Die Kühlmittelzufuhr führt den Interkonnektoren (Verbindungsleitungen) Kühlmittel zu.

**[0010]** Des Weiteren ist ein Elektrofahrzeug bereitgestellt, das eine Elektrobatterie zur Bereitstellung von Energie für das Fahrzeugantriebssystem umfasst. Die Batterie umfasst ein Gehäuse mit einem Kühlmittleingang und einem Kühlmittelausgang zum Durchströmen des Gehäuses mit Kühlmittel. Das Elektrofahrzeug umfasst weiterhin eine Kühlmittelzufuhr, zur Zustellung von Kühlmittel zum Kühlmittleingang. Die Kühlmittelzufuhr wird mit einer Ladebuchse / Aufnahme auf der Oberfläche des Fahrzeugs verbunden.

**[0011]** Weiterhin ist eine Elektrobatterie zur Bereitstellung von Energie für das Fahrzeugantriebssystem bereitgestellt. Die Elektrobatterie umfasst ein Gehäuse und eine Mehrzahl von in dem Gehäuse angeordnete Zellen. Die Zellen sind durch Interkonnektoren (Verbindungsleitungen) voneinander beabstandet. Das Gehäuse hat einen Kühlmittleingang und einen Kühlmittelausgang, um Kühlmittel durch die Interkonnektoren (Verbindungsleitungen) zu leiten.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0012]** Im Folgenden wird die vorliegende Erfindung anhand der beigefügten Figuren näher erläutert, wobei die Figuren wie folgt zeigen:

**Fig. 1a** zeigt eine schematische Ansicht einer Schnellladestation zum Laden eines Elektrofahrzeugs in einer Ausführungsvariante der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 1b** zeigt eine schematische Ansicht einer alternativen erfindungsgemäßen Ausführung einer Schnellladestation zum Laden eines Elektrofahrzeugs;

**Fig. 2** zeigt ein erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel einer Elektrofahrzeugbatterie;

**Fig. 3** zeigt eine perspektivische Ansicht einer Elektrofahrzeugbatterie-Anordnung gemäß einer Ausführung der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 4** zeigt eine Ausführungsform einer Elektrofahrzeugbatterie- Anordnung gemäß einer weiteren Ausführung der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 5** zeigt eine graphische Darstellung, in denen für eine Batterie mit drei Zellen und einer 20-minütigen Laderate die Batterietemperatur gegenüber der Ladezeit beim Schnellladen aufgetragen ist.

#### AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

**[0013]** Da es einerseits schwierig ist, die Reichweite eines Elektrofahrzeugs genau vorherzusagen und andererseits nur langsame Fortschritte auf dem Gebiet der Erhöhung der praktischen Energiedichte bei großen Elektrofahrzeugbatterien gemacht werden, wird eine weitere Möglichkeit zur Steigerung der Akzeptanz von rein elektrisch betriebenen Fahrzeugen darin gesehen, mehr Schnellladesäulen entlang von Straßen im öffentlichen Raum bereitzustellen. Wenn in diesem Zusammenhang die Wendung „entlang von Straßen“ benutzt wird, so ist damit jeglicher Standort gemeint, der von einer öffentlichen Straße aus mit dem Fahrzeug allgemein zugänglich ist. So haben entsprechend dieser Definition beispielsweise alle allgemein öffentlich zugänglichen Tankstellen ihren Standort entlang einer Straße. Für sich genommen können die regulären nächtlichen Ladevorgänge zwar nicht die Reichweitenangst abmildern, da sie nicht die Reichweite eines fahrenden Fahrzeugs unterwegs erhöhen, doch kombiniert mit dem Ausbau der Infrastruktur von Schnellladesäulen

len entlang von Straßen kann die Bedienfreundlichkeit und Attraktivität von rein elektrisch betriebenen Fahrzeugen gesteigert werden. Eine größere Akzeptanz für Elektrofahrzeuge kann durch Massenproduktion bedingte Skaleneffekte mit sich bringen und damit zu erheblichen Kostensenkungen bei den Fahrzeugen selbst und in Verbindung damit auch zu niedrigeren Kosten für den Energieverbrauch bei der Ladung der Batterien führen, was in der Folge dazu führen kann, dass Elektrofahrzeuge erheblich kostengünstiger werden als Fahrzeuge mit konventionellen Verbrennungsmotoren oder als Hybridelektrofahrzeuge.

**[0014]** Die Ausführungsvarianten der vorliegenden Erfindung sehen Gleichstrom-Hochleistungs-Schnellladestationen entlang von Straßen vor, wobei die Schnellladestation bis zu 300 kW je Elektrofahrzeug oder mehr liefern können (zum Beispiel, um eine Elektrofahrzeugbatterie von 30 kWh in 6 Minuten aufzuladen), und wobei zusammen mit dem Ladevorgang ein Kühlmittel zur Kühlung der Elektrofahrzeugbatterie vorgesehen ist, um eine Überhitzung der Batterie während des Ladens zu verhindern (während eines 6- bis 12-minütigen Ladevorgangs können beispielsweise absehbar bis zu circa 50 kW Wärme erzeugt werden). Herkömmliche Kühlmethoden, die eine Kühlung von außen vorsehen, wie zum Beispiel die Kühlung der Oberflächen oder der Außenseiten von Hochspannungsbatterien, eignen sich nicht, um die von Schnellladestationen beim Laden mit bis zu 300 kW oder mehr je Elektrofahrzeug erzeugte Wärme effizient herabzusetzen. Denn die Wärme wird beim Ladevorgang vorrangig innerhalb der Elektrofahrzeugbatterie erzeugt, was eine Kühlung von außen nicht nur ineffizient macht, sondern auch dazu führt, dass innerhalb des Zellstapels der Batterie hohe Temperaturgradienten auftreten, die bei einem unerwünschten Temperaturanstieg Schäden an der Batterie und frühzeitigen Batterieausfall verursachen können, was wiederum die Kosten in die Höhe treibt und das Risiko gefährlicher thermischer Instabilität erhöht.

**[0015]** Weitere Ausführungsvarianten der vorliegenden Erfindung können des Weiteren ein effizientes und sicheres Verfahren zur internen Kühlung des Zellstapels - des sogenannten Batteriestacks - bei hohen Laderaten vorsehen, und sie können ein einzigartiges, hocheffektives, universell einsetzbares thermisches Managementsystem bereitstellen. Hinzu kommt, dass sowohl das Kühlmittel als auch ein optional angewandter Wärmetauscher nicht im Fahrzeug mitgeführt werden müssen, sondern extern für den Zweck des Ladevorgangs zur Verfügung gestellt werden, was bewirkt, dass durch die erfindungsgemäßen Ausführungsvarianten nur minimal zusätzliches Gewicht zugeladen wird und der zusätzliche Platzbedarf im Elektrofahrzeug ebenfalls gering gehalten wird. Im Gegensatz zu Elektrofahrzeugen mit einem ausschließlich fahrzeuginternem Kühlsystem, können eine Kühlmittelzufuhr von außen sowie ein externer Wärmetauscher somit dazu beitragen, die Reichweite des Elektrofahrzeugs zu erhöhen und so auch die Reichweitenangst zu mindern.

**[0016]** Vorteilhafterweise kann ein vorhandenes, internes Kühlsystem so modifiziert werden, dass es mit der externen Kühlmittelzufuhr den erfindungsgemäßen Ladestationen verbunden werden kann.

**[0017]** Fig. 1a zeigt eine schematische Ansicht der Schnellladestation 60 zum Laden eines Elektrofahrzeugs 20 in einer Ausführungsvariante der vorliegenden Erfindung. Beispielsweise kann das Elektrofahrzeug 20 gemäß dem Verfahren geladen werden, welches in der gleichzeitig anhängigen Patentanmeldung mit dem gleichen Anmeldedatum unter dem Anwaltsaktenzeichen 617.1008 (US 10 236 543 B2) und dem Titel SYSTEM AND METHOD FOR RECHARGING ELECTRIC VEHICLE BATTERIES (SYSTEM UND VERFAHREN ZUM LADEN VON BATTERIEN FÜR ELEKTROFAHRZEUGE), deren gesamte Offenbarung hiermit durch Bezugnahme in die vorliegende Anmeldung aufgenommen wird. In der bevorzugten erfindungsgemäßen Ausführungsvariante ist das Elektrofahrzeug 20 ein rein elektrisch betriebenes Fahrzeug, bei dem die Energie für den Antrieb ausschließlich von einer Elektrofahrzeugbatterie 30 bereitgestellt wird, und in dem es keinen Verbrennungsmotor zum Antreiben des Antriebssystems des Fahrzeugs 20 gibt. In einer alternativen Ausführungsvariante kann das Elektrofahrzeug 20 ein Hybridelektrofahrzeug sein, das zusätzlich mit einem Verbrennungsmotor ausgestattet ist, so dass das Fahrzeug mit dem Motor in Kombination mit der Elektrofahrzeugbatterie 30 betrieben wird. Das Elektrofahrzeug 20 kann eine Steuereinheit 28 umfassen, die zur Feststellung des Ladezustands der Batterie 30 und zur entsprechenden Steuerung des Ladevorgangs mit der Elektrofahrzeugbatterie 30 gekoppelt ist.

**[0018]** In Fig. 2 wird ein erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel der Elektrofahrzeugbatterie 30 näher erläutert. Bei der Elektrofahrzeugbatterie 30 kann es sich um eine modulare Batterie mit einer Vielzahl von Batteriezellen 32 handeln, die durch eine Vielzahl von innerhalb der Batterie 30, zwischen den Zellen 32 verlaufenden internen Kanälen 34 getrennt sind. Die Kanäle 34 sind vorzugsweise wenigstens zum Teil mit porösen, komprimierbaren Zwischenverbindungen oder Interkonnektoren 36 versehen, die dazu dienen, eine elektrisch leitende Verbindung zwischen benachbarten Zellen 32 herzustellen und die gleichzeitig ermöglichen, dass das Kühlmittel während des Ladevorgangs durch die internen Kanäle 34 zwischen den Zellen 32 hindurchgeführt werden kann, um die Zellen 32 zu kühlen. In bevorzugten Ausführungen ist die Elektrofahr-

zeugbatterie 30 die in U.S. Pub. Nr. 2009/0239130 offenbarte Batterie, die hiermit durch Bezugnahme in die vorliegende Anmeldung aufgenommen wird, wobei die Interkonnektoren 36 und die Batteriezellen 32 jeweils in der gleichen Weise gebildet werden wie die Interkonnektoren und die planaren Zellmodule, die in U.S. Pub. Nr. 2009/0239130 offenbart sind. Jede Zelle 32 umfasst eine positive und eine negative Elektrode, wobei die positive Elektrode die Verbindung zu einem positiven Anschluss 39 herstellt und die negative Elektrode die Verbindung zu einem negativen Anschluss 40 herstellt.

**[0019]** Die komprimierbaren Zwischenverbindungen oder Interkonnektoren 36 können aus jeglicher Art von Material hergestellt sein - wie zum Beispiel aus einem Drahtgeflecht, einer komprimierbaren Elastomermatrix aus Metall- oder Karbonfasern oder aus einer verwobenen Leitermatte -, das hinreichend geeignet ist und die Anforderung erfüllt, eine komprimierbare, flexible, elektrisch leitende Verbindung zwischen benachbarten Oberflächen von Zellplattenmodulen zu bilden, unter Einhaltung eines ausreichenden Zwischenraums, um das Kühlmittel zur Kühlung der Zellen 32 während des Ladevorgangs durch die internen Kanäle 34 leiten zu können. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform können die Interkonnektoren 36 für eine schnellere und effizientere und laminare Kühlung porös, gewellt und hoch leitend ausgebildet sein. In dem erläuternden Beispiel in **Fig. 2** sind innerhalb eines Gehäuses 25, das in dieser Ausführungsvariante einen rechteckigen Querschnitt aufweist, sechs in einem Stapel angeordnete Zellen 32 veranschaulicht. Bei den sechs dargestellten Zellen 32 handelt es sich um eine exemplarische Darstellung der Batterie 30, die allerdings auch mehr als dreißig bzw. Hundert oder mehrere Hundert von untereinander verbundenen Zellen 32 umfassen und so einen Batteriestack mit sehr hoher Spannung bilden kann. Das Gehäuse 25 umfasst Eingänge und Ausgänge, über die das Kühlmittel durch die internen Kanäle 34 geleitet werden kann, wobei die Eingänge und Ausgänge automatisch zu öffnen oder zu schließen sein können.

**[0020]** Gemäß anderen erfindungsgemäßen Ausführungsformen können die Interkonnektoren 36 alternativ aus einem nicht elektrisch und/oder thermisch leitenden Material bestehen und somit lediglich als Abstandshalter zwischen den Zellen 32 vorgesehen sein, um so die Kanäle 34 zwischen den Zellen 32 zu bilden. Bei solchen Ausführungen können die Zellen 32 als isolierende Taschen ausgebildet sein, die an den Enden mit elektrisch leitenden Abgriffen versehen sind, die es dem Kühlmittel ermöglichen, die Zellen 32 zu kühlen, während es durch die mittels von Interkonnektoren 36 gebildeten Kanäle 34 geleitet wird.

**[0021]** Die Anschlüsse 39, 40 bilden die interne Verbindung zu den Enden des Stapels oder Stacks aus Batteriezellmodulen, wobei ein interner Strombus 31 als Verbindung zum positiven Anschluss 39 dient und entweder das elektrisch leitende Gehäuse 25 als negativer Strombus 29 zum negativen Anschluss 40 dient, oder ein zusätzlicher negativer Strombus zum negativen Anschluss 40 vorgesehen ist. Zur Überwachung der Zellspannung und Zelltemperatur kann das Gehäuse 25 jeweils externe, mehrpolige Steckverbindungen 37, 38 umfassen, die über Senseleitungen zu elektrischen Durchgängen 35 leitend verbunden sind. Für jede Batteriezelle 32 kann jeweils ein Satz mehrpoliger Steckverbinder 37, 38 vorgesehen sein. Um Daten zur Zellspannung und Zelltemperatur für die Steuerung des Ladevorgangs der Batterie 30 zur Verfügung zu stellen, können die mehrpoligen Steckverbinder 37, 38 so ausgebildet sein, dass sie die ermittelten Spannungs- und Temperaturmesswerte zur Steuereinheit 28 (siehe **Fig. 1a**) übermitteln.

**[0022]** Unter Rückbezug auf **Fig. 1a** kann die Schnellladestation 60 eine hochleistungsfähige Ladequelle 62 - in einer bevorzugten Ausführungsform eine Hochleistungs-Gleichstromquelle - zum Schnellladen der Batterie 30 des Elektrofahrzeugs 20 umfassen sowie eine Kühlmittelquelle 64, um während des Schnellladevorgangs der Batterie 30 an der hochleistungsfähigen Ladequelle 62 über die internen Kanäle 34 (siehe **Fig. 2**) in die Batterie 30 Kühlmittel einleiten zu können. In bevorzugten Ausführungen kann die hochleistungsfähige Ladequelle 62 eine Batterie oder ein Superkondensator mit hoher Entladerate und der Möglichkeit zum Laden mit Nachtstrom oder Niedertarifstrom sein, da dieser nicht nur kostengünstiger ist, sondern auch weniger störungsanfällig bereitgestellt werden kann. Der Fahrer des Fahrzeugs 20 kann zur Schnellladestation 60 fahren, das Fahrzeug 20 ausschalten und einen Anschluss 42 an einem Ende einer Zuführung 68 der Schnellladestation 60 in eine entsprechende, von außerhalb des Fahrzeugs 20 zugängliche Aufnahme 50 in das Fahrzeug 20 einführen. Beispielsweise kann der Anschluss 42 einem der Anschlüsse entsprechen, wie sie in der gleichzeitig anhängigen Patentanmeldung mit dem gleichen Anmeldedatum unter dem Anwaltsaktenzeichen 617.1009 (US 8 350 526 B2) und dem Titel STATION FOR RAPIDLY CHARGING AN ELECTRIC VEHICLE BATTERY (LADESTATION ZUR SCHNELLADUNG EINER ELEKTROFAHRZEUGBATTERIE), deren gesamte Offenbarung hiermit durch Bezugnahme in die vorliegende Anmeldung aufgenommen wird. In der in **Fig. 1a** gezeigten Ausführungsvariante führt die Zuführung 68 aus einem Sockelbereich 72 der Schnellladestation 60 heraus und umfasst eine elektrische Zuführung 68a, welche ein Kabel sein kann, das mit einer hochleistungsfähigen Ladequelle 62 gekoppelt ist; und weiter umfasst die Zuführung 68 eine Kühlmittelzuleitung 68b, welche ein Schlauch sein kann, der an eine Kühlmittelquelle 64 gekoppelt ist. Der Fahrer

kann den Anschluss 42 in die Aufnahme 50 im Fahrzeug 20 so einführen, dass der Anschluss 42 vorübergehend in die Aufnahme 50 einrastet. Die Aufnahme 50 kann mit einer oder mehreren Nuten 52 ausgebildet sein, die zur Aufnahme von entsprechend geformten, aus Anschluss 42 radial herausragenden Vorsprüngen 44 dienen. Die Vorsprünge 44 können am Anschluss 42 unter Federdruck angebracht sein, so dass sie beim Kontakt mit der Öffnung der Aufnahme 50 radial in den Anschluss 42 eingedrückt werden und dann radial nach außen in die Nuten 52 einrasten, sobald der Anschluss 42 passend in die Aufnahme 50 eingeführt worden ist. Es kann auch ein vom Fahrer des Fahrzeugs 20 zu betätigender Auslöser 46 zur Ver- und Entriegelung der Vorsprünge 44 vorgesehen sein, der in dieser Ausführungsvariante als Druckknopf am Anschluss 42 ausgebildet ist, auf dessen Betätigung hin die Vorsprünge 44 zum Einführen des Anschlusses 42 in die Aufnahme 50 eingezogen werden, wo sie sich danach beim Loslassen des Auslösers 46 in die Nuten 52 schieben können. Nachdem der Anschluss 42 in der Aufnahme 50 so eingerastet ist, dass die mit den Nuten 52 zusammenwirkenden Vorsprünge 44 verhindern, dass der Anschluss 42 aus der Aufnahme 50 rutscht, kann der Fahrer des Fahrzeugs 20 einen Auslöser für den Lade-/Kühlvorgang betätigen, der in dieser Ausführung als Griff 48 ausgebildet ist, der umfasst und gegen den Anschluss 42 gedrückt werden kann, um den Stromfluss aus der hochleistungsfähigen Stromquelle 62 sowie den Kühlmittelfluss aus der Kühlmittelquelle 64 zur Batterie 30 in Gang zu setzen.

**[0023]** In dieser Ausführungsvariante ist vorgesehen, dass das Elektrofahrzeug 20 während längerer Zeiträume, in denen es nicht benötigt wird, zum kompletten oder teilweisen Laden der Batterie 30 mit einem Ladegerät gekoppelt werden kann, das an eine Standardsteckdose für 120 Volt oder 240 Volt Wechselstrom, beispielsweise in der Garage eines Hauses oder eines Wohn- oder Gewerbegebäudes, über Nacht angeschlossen werden kann, und für diesen Zweck umfasst das Fahrzeug 20 eine separate Aufnahme 150. Zur vollen oder teilweisen Ladung der Elektrofahrzeugbatterie 30 können das Ladegerät und die Batterie 30 mittels einer Ladeschnur über die Aufnahme 150 lösbar c Elektroleitung 154 gekoppelt sein. Aufgrund der begrenzten möglichen Batterieladerate beim Laden der Batterie 30 an einem Standardanschluss mit 120 Volt oder 240 Volt Wechselstrom ist es nicht nötig, der Batterie 30 während des Ladevorgangs am Standardwechselstromanschluss mit 120 Volt oder 240 Volt zusätzlich Kühlmittel von außen zuzuführen. In einer weiteren Ausführungsform ist ein Bordladegerät 151 mit der Elektrofahrzeugbatterie 30 über eine Elektroleitung 154 gekoppelt und über die Aufnahme 150 lösbar mit einer Standardsteckdose für 120 Volt oder 240 Volt Wechselstrom verbunden.

**[0024]** Zum Zweck der Überwachung der von der hochleistungsfähigen Ladequelle 62 zur Batterie 30 zugeführten Lademenge sowie zur Überwachung der von der Kühlmittelquelle 64 zur Batterie 30 zugeführten - und bei Ausführungen, die Kühlmittelrecycling vorsehen, auch der zurück in die Kühlmittelquelle 64 geführten - Kühlmittelmenge kann eine Steuereinheit 70 vorgesehen sein. Während das Fahrzeug 20 zum Laden der Batterie 30 mit der Schnellladestation 60 verbunden ist, kann zwischen der Steuereinheit 70 und der Steuereinheit 28 der Batterie 30 eine Kommunikation aufgebaut werden, so dass die Steuereinheit 70 die Zuführung von elektrischer Ladung von der hochleistungsfähigen Ladequelle 62 und die Zuführung von Kühlmittel von der Kühlmittelquelle 64 entsprechend des jeweils aktuellen Zustands der Batterie 30 steuern kann. Wenn zum Beispiel aufgrund der bestehenden Witterungsverhältnisse oder der Fahrweise, mit der das Fahrzeug 20 zuvor gefahren wurde, die Batterie 30 wärmer oder kälter als üblich ist (gemessen, beispielsweise, mittels Sensoren 115, wie in **Fig. 4** dargestellt), kann die Menge des von der Kühlmittelquelle 64 zugeführten Kühlmittels entsprechend herunter- oder heraufgeregelt werden. Falls die Batterie 30 noch teilweise geladen ist und nur um eine geringe Menge aufgeladen werden muss, kann die Steuereinheit 70 auch die Zuführung von Ladung von der hochleistungsfähigen Ladequelle 62 auf eine Laderate unterhalb der maximalen Laderate begrenzen und die Zuflussrate des Kühlmittels von der Kühlmittelquelle 64 auf einen entsprechenden Wert regeln. Des Weiteren kann die Steuereinheit 28 Daten bezüglich des aktuellen an der Batterie 30 gemessenen chemischen Zustands der Batterie 30 zur Steuereinheit 70 übermitteln, so dass die Steuereinheit 70 auf der Grundlage der chemischen Daten der Batterie 30 den Ladevorgang und das Kühlen der Batterie 30 steuern und das sicherste Verfahren für das Laden der Batterie 30 ermöglichen kann. Eine ältere Batterie 30, zum Beispiel, die möglicherweise eine langsamere Laderate besser verträgt, oder die einen geringfügig abweichenden chemischen Zustand aufweist, kann von der Schnellladestation 60 zu den diesen chemischen Daten entsprechend definierten und in der Steuereinheit 70 gespeicherten Lade- und Kühlungs-raten aufgeladen werden.

**[0025]** Die Steuereinheit 70 kann einen Speicher umfassen, der die Menge an zuzuführendem Kühlmittel mit der zugeführten Ladung in Beziehung setzt und optional die Temperatur der Batterie 30 berücksichtigt. Die Steuereinheit 70 kann außerdem mit einem Touchscreen 71 und einem Kreditkartenleser 73 gekoppelt sein. Neben der Anzeige auf dem Touchscreen 71 mit der Information für den Fahrzeughalter über den zu zahlenden Rechnungsbetrag, kann die Steuereinheit 70 auch einem Betreiber der entlang einer Straße befindlichen

Ladestation 60 Informationen zum Zweck der Rechnungsstellung an den Fahrzeugbesitzer übermitteln, indem zum Beispiel die gelieferte Ladung und der für den Ladevorgang an der Ladestation 60 in Rechnung zu stellende Preis kalkuliert werden. Das Touchscreen 71 kann dem Fahrer des Fahrzeugs 20 die Optionen für das Laden und Kühlen sowie die Zahlungsoptionen anzeigen und die Steuereinheit 70 kann entsprechend der Auswahl, die der Fahrer trifft, die Zuführung von Kühlmittel und Strom regulieren. Der Fahrer des Fahrzeugs 20 kann eine Kreditkarte oder Lastschriftkarte in den Kartenleser 73 einführen, und ein Prozessor in der Steuereinheit 70 kann die Zahlung verarbeiten.

**[0026]** Nach der Betätigung des Schalters zum Starten der Schnellladestation 60 versorgt diese die Elektrofahrzeugbatterie 30 so lange mit Strom von der hochleistungsfähigen Ladequelle 62 und mit Kühlmittel von der Kühlmittelquelle 64, bis die Batterie 30 hinreichend aufgeladen ist. Dabei wird von einer Pumpe 74 Kühlmittel durch die Kühlmittelzuführung 68b gepumpt. Das Kühlmittel verlässt die Kühlmittelzuführung 68b im Abschnitt einer Kühlmittelzufuhr 84 im Anschluss 42 und geht über in die Kühlmittelzuleitung 26 im Abschnitt eines Kühlmittelzuflusses 94 in der Aufnahme 50 im Fahrzeug 20. Die Kühlmittelzuleitung 26 ist mit den Eingängen der internen Kanäle 34 (siehe **Fig. 2**) gekoppelt und führt der Batterie 30 Kühlmittel zu. Ein Stromspeisegerät 76 führt Strom von der hochleistungsfähigen Stromquelle 62 durch die elektrische Zuführung 68a zu. Der Strom verlässt die elektrische Zuführung 68a im Abschnitt einer elektrischen Speisung 82 im Anschluss 42 und geht über in eine Elektroleitung 24 im Abschnitt eines elektrischen Stromzuflusses 92 in der Aufnahme 50 im Fahrzeug 20. Die Elektroleitung 24 im Fahrzeug 20 führt den Strom zum Laden der Batterie 30 zu den Anschlüssen 39, 40. Um zu verhindern, dass der Anschluss 42 aus der Aufnahme 50 entfernt wird, während Strom und Kühlmittel in das Fahrzeug 20 zugeführt werden, ist dafür gesorgt, dass die Vorsprünge 44 während des Ladevorgangs nicht entriegelt und wieder in den Anschluss 42 eingezogen werden können. Der Anschluss 42 kann zusätzlich mit federbelasteten Kupplungen am Abschnitt der Kühlmittelzufuhr 84 oder in der Nähe davon versehen sein, wobei die federbelasteten Kupplungen bei der Entfernung von Anschluss 42 aus der Aufnahme 50 ein rasches Versiegeln des Kühlmittelzufuhrabschnitts 84 ermöglichen und so das Austreten von Kühlmittel verhindern.

**[0027]** In einer anderen Ausführung kann die Ent- und Verriegelung der Vorsprünge 44 und/oder die Betätigung eines zusätzlichen Verriegelungsmechanismus durch die Steuereinheit 70 gesteuert werden. So kann zum Beispiel die Steuereinheit 70 nach Einführen des Anschlusses 42 in die Aufnahme 50 die mit den Vorsprüngen 44 gekoppelten Auslöser so steuern, dass die Vorsprünge 44 in die Nuten 52 einrasten, oder die Steuereinheit 70 kann den zusätzlichen Verriegelungsmechanismus so steuern, dass vor Beginn des Lade- und Kühlvorgangs der Anschluss 42 in der Aufnahme 50 verriegelt wird. Nachdem der Lade- und Kühlvorgang zum Abschluss gekommen ist, kann dann die Steuereinheit 70 die mit den Vorsprüngen 44 gekoppelten Auslöser so steuern, dass die Vorsprünge 44 aus den Nuten 52 heraus und wieder in den Anschluss 42 hinein gezogen werden, oder die Steuereinheit 70 kann den zusätzlichen Verriegelungsmechanismus entriegeln.

**[0028]** Vor der Abgabe von Kühlmittel aus Anschluss 42 in die Aufnahme 50 können, zum Beispiel mittels des Luftdrucks, vorab die Kühlmittelverbindungen daraufhin überprüft werden, ob sie intakt und dicht sind, damit gewährleistet ist, dass der Kühlmittelzufuhrabschnitt 84 und der Kühlmittelzuflussabschnitt 94 ausreichend miteinander gekoppelt sind, um zu verhindern, dass Kühlmittel austritt.

**[0029]** In **Fig. 1b** ist die schematische Ansicht einer alternativen erfindungsgemäßen Ausführung einer Schnellladestation 60' zum Laden eines Elektrofahrzeugs 20' gezeigt. Die Schnellladestation 60' und das Elektrofahrzeug 20' sind in der gleichen Weise konfiguriert wie die hier beschriebene Schnellladestation 60 und das Elektrofahrzeug 20 und funktionieren in der gleichen Weise, mit der Ausnahme, dass sie zum Kühlmittelrecycling ausgelegt sind, und daher während des Ladevorgangs das Kühlmittel zur Kühlmittelquelle 64 zurückgeführt wird. Entsprechend beziehen sich alle in **Fig. 1b** aufgeführten Bezugszeichen auf die gleichen mit Bezug auf **Fig. 1a** erläuterten Bestandteile, es sei denn, sie werden im Folgenden ausdrücklich hervorgehoben. Nachdem das Kühlmittel durch die Batterie 30 geführt wurde und über die Ausgänge der Kanäle 34 (siehe **Fig. 2**) die Batterie 30 wieder verlässt, läuft das erwärmte Kühlmittel in eine mit den Ausgängen der Kanäle 34 gekoppelten Kühlmittelrückführungsleitung 27. Das erwärmte Kühlmittel wird dann mittels einer durch die Steuereinheit 70 kontrollierten Rückführungspumpe 75 aus einem Kühlmittelabflussabschnitt 96 in der Aufnahme 50 heraus- und in einen Kühlmittelrückführungsabschnitt 86 in einem Anschluss 42' hineingepumpt, um dann durch eine Rückführungsleitung 68c in die Kühlmittelquelle 64 zurückgeführt zu werden. Das erwärmte Kühlmittel wird zur Abkühlung und anschließenden Wiederverwendung durch einen mit einer Kühleinheit 66 gekoppelten Wärmetauscher 67 geleitet. Nachdem das Kühlmittel hinreichend abgekühlt ist, kann es mittels der Pumpe 74 aus der Kühlmittelquelle 64 für weiteres Kühlen der Batterie 30 wieder in das Fahrzeug 20 gepumpt werden. Um zu verhindern, dass der Anschluss 42 aus der Aufnahme 50 entfernt

wird, bevor das Kühlmittel wieder in den Anschluss 42 zurückgeführt worden ist, kann im Anschluss 42 ein mit der Steuereinheit 70 kommunizierender Sensor vorhanden sein, so dass mittels der Steuereinheit 70 verhindert werden kann, dass die Vorsprünge 44 entriegelt werden, während der Durchfluss des Kühlmittels vom Kühlmittelabflussabschnitt 96 zum Kühlmittelrückführungsabschnitt 86 andauert.

**[0030]** In alternativen Ausführungsvarianten kann vorgesehen sein, dass der Anschluss 42 oder 42' nicht manuell durch den Führer des Fahrzeugs 20 oder 20' betätigt wird, sondern automatisch durch die Steuereinheit 70 der Schnellladestation 60 oder 60' robotergesteuert betrieben wird. Hierfür kann ein im Sockelbereich 72 der Schnellladestation 60 oder 60' angebrachter Roboterarm, der auch Sensoren zur Ortung der Aufnahme 50 oder 50' umfassen kann, aus dem Sockelbereich 72 ausgefahren werden. Ein Benutzer der Schnellladestation könnte diesen Roboterarm zum Beispiel durch das Einführen einer Kreditkarte in den Kartenleser 73 oder durch Eingabe in das Touchscreen 71 aktivieren, wodurch der Roboterarm ausgefahren wird, um dann den Anschluss 42 oder 42' in die Aufnahme 50 oder 50' einzuführen. Nach Einführen des Anschlusses 42 oder 42' in die Aufnahme 50 durch den Roboterarm, kann die Steuereinheit 70 die mit den Vorsprüngen 44 gekoppelten Auslöser so steuern, dass die Vorsprünge 44 in die Nuten 52 einrasten, oder die Steuereinheit 70 kann einen zusätzlichen Verriegelungsmechanismus so steuern, dass vor Beginn des Lade- und Kühlvorgangs der Anschluss 42 oder 42' in der Aufnahme 50 oder 50' verriegelt wird.

**[0031]** Nachdem die Batterie 30 durch eine Schnellkühlstation 60 oder eine Schnellkühlstation 60' aufgeladen wurde, kann die Batterie 30 - unter Rückbezug auf die **Fig. 1a** und **1b** - intern luftgekühlt werden oder über Durchleiten von Luft durch die Interkonnektoren 36 intern erwärmt werden. Während Nichtladezeiten, beispielsweise beim Fahren, kann die Luft bereitgestellt werden, indem durch das Temperaturkontrollsystem 54 des Fahrzeugs 20 oder 20' geblasene Luft verwendet wird. Bei dem Temperaturkontrollsystem 54 kann es sich um eine vorhandene, im Fahrzeug 20 oder 20' integrierte Klimaanlage oder Luftheizungsanlage handeln, vorzugsweise um ein Heizungs-, Lüftungs- und Klimatisierungssystem („HVAC“) des Fahrzeugs 20 oder 20'. Beispielsweise wird an den kältesten Tagen der Wintermonate die erwärmte Luft des Temperaturkontrollsystem 54 verwendet, um die Batterie effizient und schnell aufzuwärmen. Das ist insbesondere vorteilhaft, da die Batterie bei niedrigen Temperaturen erheblich an Kapazität verliert (wodurch sich die Reichweite verringert). Wenn sich die Batterie dann auf die normale Betriebstemperatur erwärmt hat, kann die danach erzeugte Abwärme für die Erzeugung von Raumwärme oder Kühlung (beispielsweise vermittelt einer kleinen Wärmepumpe) genutzt werden. Dadurch kann ansonsten ungenutzte Energie nutzbar gemacht werden (wodurch die Reichweite des Fahrzeugs 20 oder des Fahrzeugs 20' weiter erhöht werden kann) und der vorübergehende Anstieg der Temperatur der Batterie 30 beim Beschleunigen oder Abbremsen kontrolliert werden.

**[0032]** In Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung können die Kühlmittelzuleitung 26 und, falls vorgesehen, die Rückführungsleitung 27 für das Kühlmittel mit dem Temperaturkontrollsystem 54 gekoppelt sein. Dieses kann, gestützt auf die Temperatur der Zellen 32, durch die Steuereinheit 28 reguliert und kontrolliert werden. Entsprechend ist es möglich, die Kühlmittelzuleitung 26 und die Kühlmittelrückführungsleitung 27 sowohl für das thermische Management der Batterie 30 zu nutzen, während das Fahrzeug 20 oder das Fahrzeug 20' in Betrieb ist - indem die Leitungen 26, 27 zum Durchleiten des Kühlmittels durch die Kanäle 34 (siehe **Fig. 2**) dienen können - als auch sie dann während des Schnellladevorgangs zur Kühlung der Batterie 30 zu nutzen, um das von der Schnellladestation 60 oder der Schnellladestation 60' bereitgestellte Kühlmittel durch die Kanäle 34 zu leiten. Ein Umschaltventil 56 kann vorgesehen sein, um den Eingang der Batterie 30 abwechselnd an das externe Kühlmittel anzuschließen, das durch die Schnellladestation 60 oder 60' über externe Kühlmittelzuleitung 26 bereitgestellt wird, oder um den Eingang der Batterie 30 an das interne Kühlmittel anzuschließen, das von dem Temperaturkontrollsystem 54 über eine interne Versorgungsleitung 58 bereitgestellt wird. Weiterhin kann ein Umschaltventil 57 (vergleiche **Fig. 1b**) vorgesehen sein, um den Ausgang der Batterie 30 abwechselnd durch die Kühlmittelrückführungsleitung 27 an die Rückführungsleitung 68c der Schnellladestation 60' zu koppeln oder um den Ausgang der Batterie 30 durch eine interne Rücklaufleitung 59 an das Temperaturkontrollsystem 54 zu koppeln. Die Steuereinheit 28 kann das Umschalten zwischen den Umschaltventilen 57, 58 selektiv kontrollieren, um eine interne Kühlung oder eine externe Kühlung bereitzustellen, in Abhängigkeit davon, ob die Anschlüsse 42 oder 42' in die entsprechenden Aufnahmen 50 oder 50' eingesteckt sind.

**[0033]** In einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann das Temperaturkontrollsystem 54 ein im Fahrzeug integrierte Kühlsystem sein, das einen Kühlmittelkreislauf mit einem flüssigen Kühlmittel umfasst, das während des Betriebs des Fahrzeugs 20 oder 20' flüssiges Kühlmittel intern durch die Kanäle 34 der Batterie 30 leitet. In diesen Ausführungsformen kann der Kühlmittelkreislauf selektiv an den Eingang und Ausgang der Kanäle 34 gekoppelt sein. Beispielsweise koppeln die Umschaltventile 56, 57 die Kühlmittel-

telzuleitung 26 und die Rückführungsleitung 27 beim Fahren an den flüssigen Kühlmittelkreislauf und alternativ beim Laden an die Versorgungsleitung 68. Um die Wärme vom flüssigen Kühlmittel abzuführen, kann innerhalb des flüssigen Kühlmittelkreislaufs stromabwärts von der Batterie 30 ein Wärmetauscher vorgesehen sein.

**[0034]** Fig. 3 zeigt eine perspektivische Ansicht Anordnung 110 einer Elektrofahrzeugbatterie gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Anordnung 110 der Elektrofahrzeugbatterie umfasst eine Batterie 30 mit einer Kühlmittelzuführung 112. Diese ist über die Kühlmittelzuleitung 26 an die Aufnahme 50 oder 50' und an den Kühlmittleingang der Batterie 30 gekoppelt, um der Batterie 30 Kühlmittel zuzuführen. Weiterhin umfasst die Batterie 30 eine Kühlmittelrückführung 114, die an den Kühlmittelausgang der Batterie 30 gekoppelt ist, um das Kühlmittel aus der Batterie 30 abzuführen, nachdem dieses die Batterie 30 zur Kühlung der Zellen 32 durchströmt hat. In dieser Ausführungsform ist die Kühlmittelzuführung 112 als Eingangsverteilerschacht 112a ausgebildet, der an einer ersten Seitenkante verbunden ist, und die Kühlmittelrückführung 114 ist als

**[0035]** Ausgangsverteilerschacht 114a ausgebildet, der an einer zweiten Seitenkante verbunden ist. Wie bereits im Zusammenhang mit Fig. 2 entsprechend diskutiert wurde, umfasst die Batterie 30 eine Mehrzahl von Zellen 32, die sich zwischen den ersten und zweiten Seitenkanten der Batterie 30 erstrecken und voneinander durch Kanäle 34 beabstandet sind, die sich ebenfalls zwischen den ersten und zweiten Seitenkanten der Batterie 30 erstrecken, einschließlich darin angeordneter Interkonnektoren 36 (vergleiche Fig. 2). Das Kühlmittel kann über die Kühlmittelzuleitung 26 in den Eingangsverteilerschacht 112a eintreten und wird in Abhängigkeit der Kühlmittelgeschwindigkeit in die jeweiligen Kanäle 34 getrieben. Das Kühlmittel verläuft zwischen den Interkonnektoren 36 durch die Öffnungen und Poren jedes Kanals 34. Während sich das Kühlmittel in den Kanälen 34 befindet, nimmt es die Wärme auf, die bei Schnellladen durch die Zellen 32 generiert wird. Nachdem das Kühlmittel an den Interkonnektoren 36 vorbeiströmt ist und die Wärme der Zellen 32 entfernt hat, kann das erwärmte Kühlmittel in den Ausgangsverteilerschacht 114a eintreten. Aufgrund eines Vorzugsdrucks im Kühlmittelstrom kann das Kühlmittel in eine Kühlmittelrückführungsleitung 27 gezwungen werden, um das Kühlmittel in die Schnellladestation 60' (vergleiche Fig. 1b) zurückzuführen. In Ausführungsformen, bei denen das Kühlmittel nicht zurückgeführt wird, beispielsweise wenn als Kühlmittel Luft verwendet wird, kann das Kühlmittel den Ausgangsverteilerschacht 114a verlassen und wird in die Umgebungsluft freigesetzt oder durchläuft weitere Komponenten, die die im Kühlmittel absorbierte Wärme nutzen. In Ausführungsformen, in denen mehr als ein Zellenkanal durch den gemeinsamen Kühlmittel-Verteilerschacht 112a, 114a versorgt wird / zurückgeführt wird, wird vorzugsweise ein elektrisch isolierendes Kühlmittel verwendet, damit zwischen den benachbarten Zellen 32 kein externer elektrischer Kurzschluss erzeugt wird. Dies wäre insbesondere schlimm, wenn mehrere Zellen elektrisch miteinander gekoppelt sind. In bevorzugten Ausführungsformen weist das elektrisch isolierende Kühlmittel eine Bruchspannung auf, die deutlich höher ist als die Serienspannung der Zellen, die durch den gemeinsamen Kühlmittel-Verteilerschacht 112a oder 114a miteinander gekoppelt sind.

**[0036]** Fig. 4 zeigt eine Draufsicht auf eine Anordnung 110' einer Elektrofahrzeugbatterie gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. In dieser Ausführungsform ist die Kühlmittelzuführung 112 als eine Mehrzahl von Eintrittsleitungen 116 ausgebildet, die an die Kühlmittelzuleitung 26 gekoppelt sind, wobei jede Eintrittsleitung 116 an einen Eingang eines Kanals 34 gekoppelt ist. Die Batterieanordnung 110' kann eine Mehrzahl von steuerbaren Ventilen 118 umfassen, die gemäß einer bevorzugten Ausführungsform Magnetventile sind. Für jeden Kanal 34 ist jeweils ein Ventil 118 vorgesehen, um den Kühlmittelzufluss in jeden Kanal 34 individuell zu steuern, unabhängig von den anderen Kanälen 34. Die Batterieanordnung 110' kann weiterhin eine Mehrzahl von Sensoren 115 zur Messung der Temperatur und Spannung jeder Zelle beim Laden aufweisen. Die Sensoren können beispielsweise Temperatur- und Spannungsmessungen für jede Zelle 32 durch mehrpolige Steckverbindungen 37, 38 (vergleiche Fig. 2) an die Steuereinheit 28 übermitteln. Anhand der Temperatur (und optional anhand der Spannung) der Zellen 32 kann die Steuereinheit 28 über die Ventile 118 individuell die Menge an Kühlmittel variieren, die jedem Kanal 34 zugeführt wird. Die Ventile 118 von relativ gesehen kühleren Zellen 32 können durch die Steuereinheit 28 so eingestellt werden, dass der Zufluss an Kühlmittel zu diesen relativ kühleren Zellen 32 herabgesetzt ist. Und die Ventile 118 von relativ gesehen wärmeren Zellen 32 können durch die Steuereinheit 28 so eingestellt werden, dass der Zufluss an Kühlmittel zu diesen relativ wärmeren Zellen 32 erhöht ist. Stromaufwärts der Eintrittsleitungen 116 kann ein gemeinsames Ventil 120 vorgesehen sein. Dieses ist gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ein Magnetventil und kontrolliert den Kühlmittelfluss von der Kühlmittelzuleitung 26 in die Kanäle 34. Die Steuereinheit 28 kann anhand der Temperaturänderung der Batterie 30 mittels des gemeinsamen Ventils 120 die Flussrate für alle Kanäle 34 als Gruppe anpassen. Dementsprechend können die Änderungen des Kühlmittelflusses im Fahrzeug 20 durch Verwendung der Ventile 118, 120 und durch die Pumpe 74 der Schnellladesta-

tion bewirkt werden. Gemäß einer Ausführungsform kann in oder am Auslass der Kühlmittelzuleitung 26 eine weitere Pumpe vorgesehen sein, für eine weitere Steuerung der Kühlmittel-Flussrate. Am Auslass des Ausgangsverteilerschachts 114a kann ein weiteres Ventil 122 vorgesehen sein, dass verhindert, dass Kühlmittel oder anderes Gas oder Flüssigkeit in die Ausgänge der Kanäle 34 eintritt. Das Ventil 122 ist gemäß der dargestellten Ausführungsform ein Rückschlagventil. Die unabhängigen Ventile 118 und das gemeinsame Ventil 120 können auch in einer Anordnung 110 einer Elektrofahrzeugbatterie gemäß Fig. 3 verwendet werden. Zwischen dem Verteilerschacht 112a und den Kanälen 34 können am Eingang jedes Kanals 34 Steuerventile 118 angeordnet sein.

**[0037]** Unter Rückbezug auf die Fig. 1a und 1b liefert in einer bevorzugten Ausführungsvariante der vorliegenden Erfindung die Schnellladestation 60 oder die Schnellladestation 60' an das Fahrzeug 20 oder an das Fahrzeug 20' etwa 300 kW und kann dementsprechend eine erfindungsgemäße Ausführung der Batterie 30 mit 600 Volt, 30 kWh in etwa 6 Minuten aufladen. Während des etwa 6- minütigen Schnellladevorgangs der 30- kWh-Ausführung der Batterie 30 können in den Zellen 32 der 30- kWh-Ausführung der Batterie 30 etwa 50 kW Wärme erzeugt werden. Ohne Kühlmittel, das während eines solchen Schnellladevorgangs innerhalb der erfindungsgemäßen 30- kWh- Ausführung der Batterie 30 bereitgestellt wird, könnte die Batterie 30 dauerhaft beschädigt oder zerstört werden. Wenn jedoch genügend Kühlmittel von der Kühlmittelquelle 64 durch die Zuführung 68 und die Kühlmittelzuleitung 26 in die Batterie 30 gepumpt werden kann, während die Batterie 30 mit Strom von der hochleistungsfähigen Ladequelle 62 über die Zuführung 68 und die Elektroleitung 24 versorgt wird, kann ein Teil der von der Batterie 30 abgegebenen Wärme durch das Kühlmittel absorbiert werden und es kann entsprechend verhindert werden, dass die Batterie 30 während des Ladevorgangs beschädigt oder zerstört wird.

**[0038]** Bei einem Ausführungsbeispiel handelt es sich bei der Batterie 30 um eine 300-Volt- Elektrobatterie mit einem Gewicht von 100 kg, die voll aufgeladen das Elektrofahrzeug 20 oder das Elektrofahrzeug 20' mit 30 kWh versorgen kann. In diesem Beispiel erreicht die Batterie 30, die hundert Zellen 32 zu je 3 Volt und einem Widerstand von je 1 Milliohm umfasst, an der hochleistungsfähigen Ladequelle 62 nach zehn Minuten zu 180 kW ihre volle Ladung. Während des Ladens werden in 10 Minuten etwa 36 kW Wärme erzeugt (circa 6 kWh). Um die Batterie 30 während dieses Ladevorgangs ausreichend zu kühlen, so dass eine akzeptable Batterietemperatur von etwa 45 Grad Celsius aufrechterhalten wird, kann durch die Kühlmittelquelle 64 Öl (zugeführt mit einer Temperatur von 20 Grad Celsius) bei einer Rate von mindestens 0,73 Liter pro Sekunde (44 Liter pro Minute) oder Luft (zugeführt mit einer Temperatur von 0 Grad Celsius) bei einer Rate von mindestens 1.800 Kubikfuß (circa 50,9 Kubikmeter) pro Minute bereitgestellt werden. Lade- und Entladeraten von Elektrobatterien werden branchenüblich mit dem sogenannten C-Faktor (C steht für „capacity“ bzw. Kapazität der Batterie), dem Quotienten aus Strom und Batteriekapazität, angegeben. Unabhängig von der Größe einer Elektrobatterie besagt ein Ladestrom von 1 C oder ein Entladestrom von 1 C, dass die Batterie innerhalb von einer Stunde komplett geladen beziehungsweise entladen ist. Ein C- Faktor von C/8 bedeutet, dass Auf- oder Entladen jeweils acht Stunden dauert, bei 2 C dauert Auf- oder Entladen jeweils eine halbe Stunde. Entsprechend beträgt der C- Faktor der Batterie 30 mit zehnminütigem Laden aus dem oben aufgeführten Beispiel 6 C.

**[0039]** Um beispielsweise eine erfindungsgemäße Ausführung der Batterie 30 mit 600 Volt, 24 kWh innerhalb von sechs Minuten aufzuladen, ist es möglich, ein 240-kW- Ladegerät, das über sechs Minuten 400 Ampere bei 600 Volt (Gleichstrom) liefert, als hochleistungsfähige Ladequelle 62 einzusetzen. Die zuzuführende Energie kann aufgrund beträchtlicher Wärmeverluste auch wesentlich höher sein, als wenn der Ladevorgang komplett effizient verläuft. Wären es beispielsweise zweihundert Zellen zu je 3 Volt und einem Widerstand von je 1 Milliohm, könnte 32 kW Wärme erzeugt werden, so dass für den Ladevorgang eine Minute länger benötigt würde (etwa sieben Minuten insgesamt).

**[0040]** Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sieht vor, dass die Batterie 30 nicht komplett auf 100 % ihrer Ladekapazität mittels der hochleistungsfähigen Ladequelle 62 aufgeladen wird, sondern stattdessen innerhalb von etwa 5 Minuten durch die hochleistungsfähige Ladequelle 62 zu 80 % ihrer Batterieladekapazität aufgeladen wird. Durch ein solches Vorgehen, die Batterie 30 bis auf 80 % Ladekapazität zu laden, können in einigen Zellen der Batterie 30 Überspannungen vermieden werden. Falls gewünscht, kann dann nach dem Erreichen von 80 % der Ladekapazität der Batterie 30 der Ladevorgang unter Verringerung des von der Ladequelle 62 zugeführten Stroms fortgesetzt werden, um die Batterie 30 zu mehr als 80 % der Ladekapazität aufzuladen. Wird eine komplett entladene erfindungsgemäße Ausführung der Batterie 30 mit 600 Volt, 24 kWh und mit zweihundert Zellen zu je 3 Volt und einem Widerstand von je 1 Milliohm wieder auf 80 % der Ladekapazität (19,2 kWh) in fünf Minuten aufgeladen, werden 2,7 kWh Wärme (32 kW über fünf Minuten entsprechend etwa  $10^7$  Joule) in der Batterie 30 erzeugt. Um diese 2,7 kWh Wärme in fünf Minuten

in einem hinreichenden Maß abführen zu können, kann Öl bei einer Rate von mindestens 40 Liter pro Minute oder Luft bei einer Rate von mindestens 1.600 Kubikfuß (circa 45,3 Kubikmeter) pro Minute über die internen Kanäle 34 durch das Innere der Batterie 30 geleitet werden. Der damit verbundenen verzögerten Wärmeübertragung an das Kühlmittel wird in bevorzugten Ausführungsvarianten der vorliegenden Erfindung entgegengewirkt, indem das Öl oder die Luft mit höheren Raten als mindestens notwendig durch die Batterie 30 geleitet wird. In solchen Ausführungen kann bei der oben beschriebenen 600-Volt-Batterie das Öl mit etwa 50 bis 200 Liter pro Minute oder die Luft mit etwa 2.000 bis 8.000 Kubikfuß (circa 56,6 bis circa 226,5 Kubikmeter) pro Minute über die internen Kanäle 34 durch das Innere der Batterie 30 geleitet werden. Die Kühlraten können für größere oder kleinere Batterien jeweils proportional höher oder niedriger liegen.

**[0041]** Weitere erfindungsgemäße Ausführungen können in der Schnellladestation 60 eine Kühleinheit 66 vorsehen, um die zur Kühlung der Batterie 30 benutzte Luft oder das zur Kühlung benutzte Öl zusätzlich zu kühlen. Die Kühleinheit 66 kann besonders vorteilhaft zur Kühlung von Kühlluft eingesetzt werden, indem es so ermöglicht wird, die Luft zu niedrigeren Raten als mit etwa 2.000 bis 8.000 Kubikfuß (circa 56,6 bis circa 226,5 Kubikmeter) pro Minute über die internen Kanäle 34 durch das Innere der Batterie 30 zu leiten.

**[0042]** Darüber hinaus ist es beispielsweise möglich, die mittels des hindurchgeleiteten Kühlmittels von der Batterie 30 abgeführte thermische Energie entweder im Fahrzeug 20 oder in der Schnellladestation 60 in elektrische Energie umzuwandeln. Beispielsweise kann im Kühlmittel enthaltene Energie stromabwärts von der Batterie 30 zurückgewonnen werden, indem eine Turbinenvorrichtung oder eine thermoelektrische Vorrichtung im Fahrzeug 20 oder im Fahrzeug 20' oder aber in der Schnellladestation 60 oder der Schnellladestation 60' mit den Ausgängen der Kanäle 34 gekoppelt wird.

**[0043]** Die Batterie 30 umfasst in bevorzugten Ausführungsformen nanoskalige Partikel, die grundsätzlich hohe Laderaten ermöglichen. Die nanoskaligen Partikel können mit einer dünnen Karbonschicht versehen sein. Zum Beispiel können die Anoden der Zellen 32 aus Lithium- Titanoxid- (LTO)- Nanoteilchen und die Kathoden aus Lithium- Eisenphosphat- (LFP)- Nanopartikeln gebildet sein, so dass die Batterie 30 mit einer Rate von bis zu 3 Minuten (entsprechend einem C- Faktor von 20 C) schnell aufgeladen werden kann und zudem viele Tausende von Ladevorgängen durchlaufen kann, ohne dass die Batterie 30 während der Lebensdauer des Fahrzeugs 20 oder 20' ersetzt werden müsste. Unter Verwendung solcher Nanopartikel in der Batterie 30 in Kombination mit der vorliegenden Erfindung, die den Temperaturanstieg der Batterie 30 begrenzt, kann es beispielsweise möglich sein, die Batterie 30 mehr als 10.000 Mal aufzuladen. Unter der Annahme einer Reichweite von 100 Meilen (circa 160,9 km) je Ladevorgang, könnte die Batterie 30 so theoretisch über 1.000.000 Meilen (circa 1.609.344 km) während ihrer Lebensdauer zurücklegen. Eine derartig langlebige Batterie 30 hätte einen hohen Restwert und könnte beispielsweise erneut in einem weiteren Fahrzeug eingesetzt werden. Des weiteren kämen dabei ökologische und strategische Vorteile für die Vereinigten Staaten zum Tragen, da der Bedarf an Rohstoffen für die Herstellung von Batterien gesenkt würde und weniger der benötigten Rohstoffe importiert werden müssten.

**[0044]** Andere Kühlmittel als Luft oder Öl können ebenfalls durch die Kühlmittelquelle 64 bereitgestellt werden. Dies können zum Beispiel fließfähige flüssige oder gasförmige Substanzen mit einer optimalen Wärmekapazität sein. Zur Erhöhung der Wärmetauschkapazität können dem Kühlmittel Zusatzstoffe beigelegt sein. In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung hat das Kühlmittel elektrisch isolierende Eigenschaften.

**[0045]** In weiteren Ausführungen kann der Abschnitt für die elektrische Speisung 82 des Anschlusses 42 beispielsweise analog oder ähnlich einem Standardladestecker nach einer der Normen SAE J1772, SAE J1773, VDE-AR-E 2623-2-2 oder CHAdeMO ausgebildet sein, wobei der Ladestecker in den Abschnitt für die Kühlmittelzufuhr 84 (und gegebenenfalls in den Abschnitt für die Kühlmittelrückführung 86) des Anschlusses 42 integriert ist, um der Batterie 30 elektrischen Strom und Kühlmittel gleichzeitig bereitzustellen.

**[0046]** In wieder anderen Ausführungen der vorliegenden Erfindung kann vorgesehen sein, dass es keine direkte Verbindung zwischen dem Abschnitt für die elektrische Speisung 82 und dem Abschnitt für den elektrischen Zufluss 92 gibt, sondern dass der Abschnitt für die elektrische Speisung 82 stattdessen indirekt mit der Elektroleitung 24 gekoppelt ist, so dass die hochleistungsfähige Ladequelle 62 die Batterie 30 kabellos mittels Induktion oder magnetischer Resonanz laden kann.

**[0047]** Es ist darüber hinaus möglich, Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung in Hybridelektrofahrzeugen einzusetzen sowie in anderen Anwendungen, in denen Großbatterien benötigt werden und für die ein Schnellladen mit zusätzlich zugeführter, fahrzeugexterner Kühlung von Vorteil sein kann. Schnellladesta-

tionen könnten beispielsweise zum Laden und Kühlen bei Zügen, Flugzeugen, Militärfahrzeugen inklusive Waffen- und Kampfanwendungen, wie zum Beispiel Großrobotern, Panzern, Drohnen, M777 Haubitzen und Railguns usw. eingesetzt werden, wobei für alle diese Anwendungen die Möglichkeit zum schnellen Batterieladen vorteilhaft wäre, und wobei sich die Menge des benötigten und zuzuführenden Kühlmittels proportional zur Größe der Batterie und der gewünschten Ladegeschwindigkeit verhält. Im vorliegenden Zusammenhang wird der Begriff „Fahrzeug“ benutzt, um jegliche Art von im weitesten Sinne mechanischen Geräten und Vorrichtungen zu umfassen.

**[0048]** Insbesondere für militärische Zwecke kann es sinnvoll sein, in weiteren Ausführungen die Schnellladestationen 60, 60' als mobile Ladestationen bereitzustellen, die dort von Ort zu Ort transportiert werden können, wo keine stationären Ladestationen zur Verfügung stehen. Entsprechend können die Schnellladestationen in ein Fahrzeug integriert werden, zum Beispiel in ein Panzerfahrzeug, ein Flugzeug oder einen LKW, oder sie können so ausgebildet sein, dass sie zu Transportzwecken auf ein Fahrzeug geladen werden oder anderweitig von einem Fahrzeug transportiert werden können.

**[0049]** Das Diagramm in **Fig. 5** zeigt zwei Kurven, in denen für eine Batterie mit drei Zellen und einer 20-minütigen Laderate (d.h. einem C- Faktor von 3 C) die Batteriekerntemperatur gegenüber der Ladezeit beim Schnellladen aufgetragen ist. Die dreizellige Batterie umfasst elektrisch leitfähige Interkonnektoren 36 (siehe **Fig. 2**) zwischen den Zellen. Mit der Kurve 200 ist die Temperatur der dreizelligen Batterie in Abhängigkeit von der Ladezeit ohne Kühlmittelzufluss durch die Interkonnektoren 36 dargestellt, und mit der Kurve 202 ist die Temperatur der dreizelligen Batterie in Abhängigkeit von der Ladezeit dargestellt, wenn Kühlmittel bei einer Geschwindigkeit von einem Liter pro Minute durch die Interkonnektoren 36 in die Batterie 30 hineingeleitet wird. In dem zugrundeliegenden Experiment wurde eine im Handel erhältliche Wärmeträgerflüssigkeit benutzt, das Thermoöl Paratherm LR, das ein paraffinhaltiger Kohlenwasserstoff mit einem breiten Einsatzspektrum zwischen - 50 und 230 Grad Celsius ist. Paratherm LR zeichnet sich durch einen spezifischen Widerstand von etwa 10E14 Ohm cm und einer dielektrischen Durchschlagsspannung (nach ASTM-Standard D1816-04, 0,1 Zoll/circa 0,254 cm Spalt) von über 22 kV aus, was im Experiment ausreichte, um die elektrischen Batteriekomponenten vor Schäden zu schützen, die beispielsweise durch einen Kurzschluss verursacht werden könnten, der außerdem zu einer unzureichenden Batterieaufladung führen würde. Das Diagramm verdeutlicht, wie die Zuführung von Kühlmittel in eine Batterie den Anstieg der Batterietemperatur begrenzt. Ohne Kühlung steigt entsprechend **Fig. 5** die Batterietemperatur von einer Ausgangstemperatur von 22 Grad Celsius in einem Ladevorgang von 4 Minuten auf etwa 30 Grad Celsius an und in 11 Minuten auf etwa 39 Grad Celsius. Im Vergleich dazu erreicht die Batterietemperatur erst nach 11 Minuten 30 Grad Celsius, wenn beim Laden Kühlmittel durch die Batterie geleitet wird. Der Temperaturanstieg in der Batterie ist unter Kühlmittelzugabe (Differenz von 8 Grad Celsius gegenüber der Ausgangstemperatur) entsprechend weniger als halb so hoch wie ohne Kühlmittel (Differenz von 17 Grad Celsius gegenüber der Ausgangstemperatur). Weitere Eigenschaften des Thermoöls Paratherm LR sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

|                                                                            |                                    |
|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Chemische Bezeichnung                                                      | Paraffinhaltiger Kohlenwasserstoff |
| Maximal empfohlene Filmtemperatur                                          | 500 °F / 260 °C                    |
| Maximal empfohlene Betriebstemperatur                                      | 450 °F / 232 °C                    |
| Mindestbetriebstemperatur 20 cP (20 mPa*s)                                 | -58 °F / -50 °C                    |
| Mindeststarttemperatur 300 cP (300 mPa*s)                                  | -112 °F / -80 °C                   |
| Kinematische Viskosität bei 60 °F / 15,5 °C cSt (mm <sup>2</sup> /s)       | 2,4                                |
| Dichte bei 60 °F / 15,5 °C lb/gal (kg/m <sup>3</sup> )                     | 6,4 (766)                          |
| Flammpunkt (Closed Cup, D56)                                               | > 130 °F / 54 °C                   |
| Zündtemperatur (maximal 10 s Zündverzögerung)                              | > 500 °F / 260 °C                  |
| Siedepunkt 14,7 psia / 101 kPa)                                            | 397 °F / 202 °C                    |
| Dampfdruck @ maximaler Betriebstemperatur psia (kPa)                       | 21 (145)                           |
| % thermische Ausdehnung über empfohlene Betriebstemperatur pro 100 °F (°C) | 6,8 (12,2)                         |
| Durchschnittliches Molekulargewicht                                        | 160                                |

|                                                                                 |                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Chemische Bezeichnung                                                           | Paraffinhaltiger Kohlenwasserstoff |
| Dielektrische Durchschlagspannung D1816-04 (kV, 0, 1 Zoll/circa 0,254 cm Spalt) | 22,15                              |
| Dielektrische Konstante (1 kHz) D924-04                                         | 2,03                               |
| Dielektrischer Verlustfaktor (1 kHz) D924-04                                    | 0,00001                            |
| Spezifischer Widerstand bei 100 V ( $\Omega \cdot \text{cm}$ ) D257-07          | $1,84 \cdot 10^{14}$               |
| Brennwert (annähernd) Btu/lb (kJ/kg)                                            | 20.000 (46.300)                    |
| Verdampfungsenergie (annähernd) Btu/lb (kJ/kg)                                  | 113 (262)                          |

### Patentansprüche

1. Elektrofahrzeug (20), umfassend:  
eine Elektrobatterie (30) zur Bereitstellung von Energie für das Fahrzeugantriebssystem, die Elektrobatterie (30) umfassend ein Gehäuse (25) und eine Mehrzahl von innerhalb des Gehäuses (25) angeordneten Zellen (32), wobei die Zellen (32) durch Interkonnektoren (36) voneinander beabstandet sind;  
eine Aufnahme (50) an der Fahrzeugoberfläche;  
eine Kühlmittelzuleitung (26) und  
eine Kühlmittelzuführung (112), die über die Kühlmittelzuleitung (26) an die Aufnahme (50) an der Fahrzeugoberfläche gekoppelt ist;  
wobei über die Kühlmittelzuführung (112) Kühlmittel zu den Interkonnektoren (36) geleitet wird.
2. Elektrofahrzeug (20) gemäß Anspruch 1, weiterhin umfassend einen Kühlmittelrückführung (114), zur Aufnahme des Kühlmittels nachdem dieses durch die Interkonnektoren (36) geleitet worden ist.
3. Elektrofahrzeug (20) gemäß Anspruch 1, weiterhin umfassend mindestens einen Temperatursensor zur Bereitstellung einer Rückinformation bezüglich der Temperatur der Elektrobatterie (30).
4. Elektrofahrzeug (20) gemäß Anspruch 1, wobei die Interkonnektoren (36) komprimierbar sind.
5. Elektrofahrzeug (20) gemäß Anspruch 1, wobei die Elektrobatterie (30) mehr als dreißig Zellen (32) umfasst.
6. Elektrofahrzeug (20) gemäß Anspruch 1, weiterhin umfassend eine Ladebuchse an der Fahrzeugaußenseite, wobei die Kühlmittelzuführung (112) mit der Ladebuchse verbindbar ist.
7. Elektrofahrzeug (20) gemäß Anspruch 1, weiterhin umfassend ein Temperaturkontrollsystem (54), einen Ausgang der Kühlmittelzuführung (112), der selektiv mit dem Temperaturkontrollsystem (54) koppelbar und entkoppelbar ist.
8. Elektrofahrzeug (20) gemäß Anspruch 1, weiterhin umfassend eine Steuereinheit (28) zur Regulierung des Kühlmittelfluss zur Elektrobatterie (30).
9. Elektrofahrzeug (20) gemäß Anspruch 1, weiterhin umfassend eine Steuereinheit (28), wobei die Steuereinheit (28) die Information zum Ladezustand der Elektrobatterie (30) zur Steuerung des Kühlmittels beim Aufladevorgang verwendet.
10. Elektrofahrzeug, (20) umfassend:  
eine Elektrobatterie (30) zur Bereitstellung von Energie für das Fahrzeugantriebssystem, die Elektrobatterie (30) umfassend ein Gehäuse (25) mit einem Kühlmittleingang und einem Kühlmittelausgang zur Durchleitung von Kühlmittel durch das Gehäuse (25) und  
eine Kühlmittelzuführung (112) zur Zuführung von Kühlmittel zu dem Kühlmittleingang, wobei die Kühlmittelzuführung (112) mit einer Aufnahme (50) an der Fahrzeugoberfläche verbunden ist,  
wobei die Elektrobatterie (30) eine Mehrzahl von innerhalb eines Gehäuses (25) angeordneten Zellen (32) umfasst und

und wobei die Elektrobatterie (30) eine Mehrzahl von zwischen den Zellen (32) angeordneten Kanälen (34) umfasst, wobei mittels der Kühlmittelzuführung (112) Kühlmittel durch die Kanäle (34) geleitet wird.

11. Elektrofahrzeug (20) gemäß Anspruch 10, weiterhin umfassend eine Kühlmittelrückführung (114), die Kühlmittel aus dem Kühlmittelausgang aufnimmt.

12. Elektrofahrzeug (20) gemäß Anspruch 10, wobei die Elektrobatterie (30) mehr als dreißig Zellen (32) umfasst.

13. Elektrofahrzeug (20) gemäß Anspruch 10, weiterhin umfassend Ladebuchsen an der Fahrzeugaußenseite, wobei die Kühlmittelzuführung (112) mit der Ladebuchse verbindbar ist.

14. Elektrofahrzeug (20) gemäß Anspruch 10, weiterhin umfassend ein Temperaturkontrollsystem (54), wobei ein Ausgang der Kühlmittelzuführung (112) selektiv dem Temperaturkontrollsystem (54) koppelbar und entkoppelbar ist.

15. Elektrofahrzeug (20) gemäß Anspruch 10, weiterhin umfassend eine Steuereinheit (28) zur Regulierung des Kühlmittelfluss zur Elektrobatterie (30).

16. Elektrofahrzeug (20) gemäß Anspruch 10, weiterhin umfassend eine Steuereinheit (28), wobei die Steuereinheit (28) die Information zum Ladezustand der Elektrobatterie (30) zur Steuerung des Kühlmittels beim Aufladevorgang verwendet.

17. Elektrobatterie (30) zur Bereitstellung von Energie für das Fahrzeugantriebssystem, umfassend ein Gehäuse (25) und eine Mehrzahl von innerhalb des Gehäuses (25) angeordneten Zellen (32), wobei die Zellen (32) durch Interkonnektoren (36) voneinander beabstandet sind und wobei das Gehäuse (25) einen Kühlmittleingang und einen Kühlmittelausgang umfasst, um Kühlmittel zwischen den Interkonnektoren (36) durchzuleiten.

18. Elektrobatterie (30) gemäß Anspruch 17, weiterhin umfassend mindestens ein Ventil (118) zur Kontrolle des Kühlmittelflusses durch die Interkonnektoren (36).

19. Elektrobatterie (30) gemäß Anspruch 18, weiterhin umfassend mindestens einen Temperatursensor zur Messung der Temperatur der Zellen (32).

20. Elektrobatterie (30) gemäß Anspruch 19, weiterhin umfassend eine Steuereinheit (28), die Daten von dem mindestens einen Temperatursensor erhält und das mindestens eine Ventil (118) anhand der Daten des mindestens einen Temperatursensors steuert.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

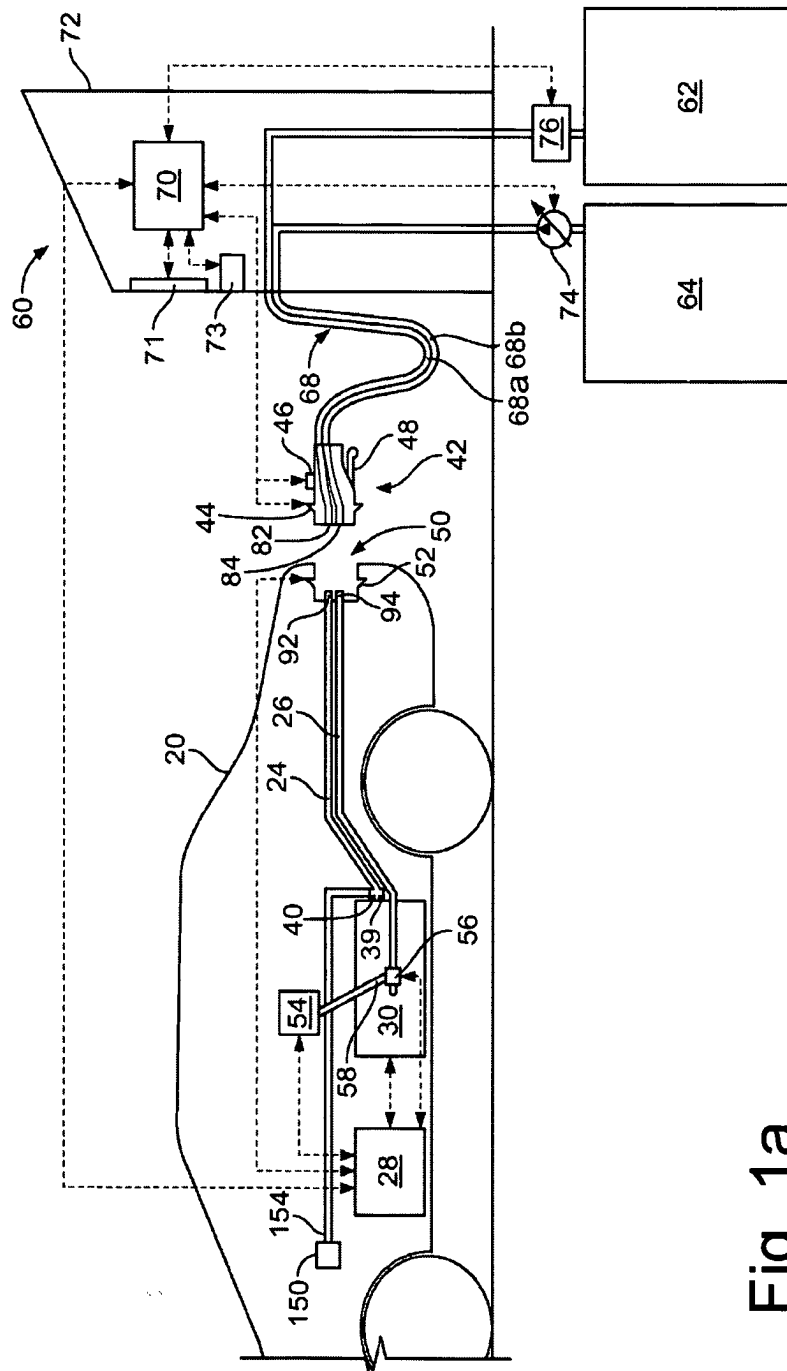
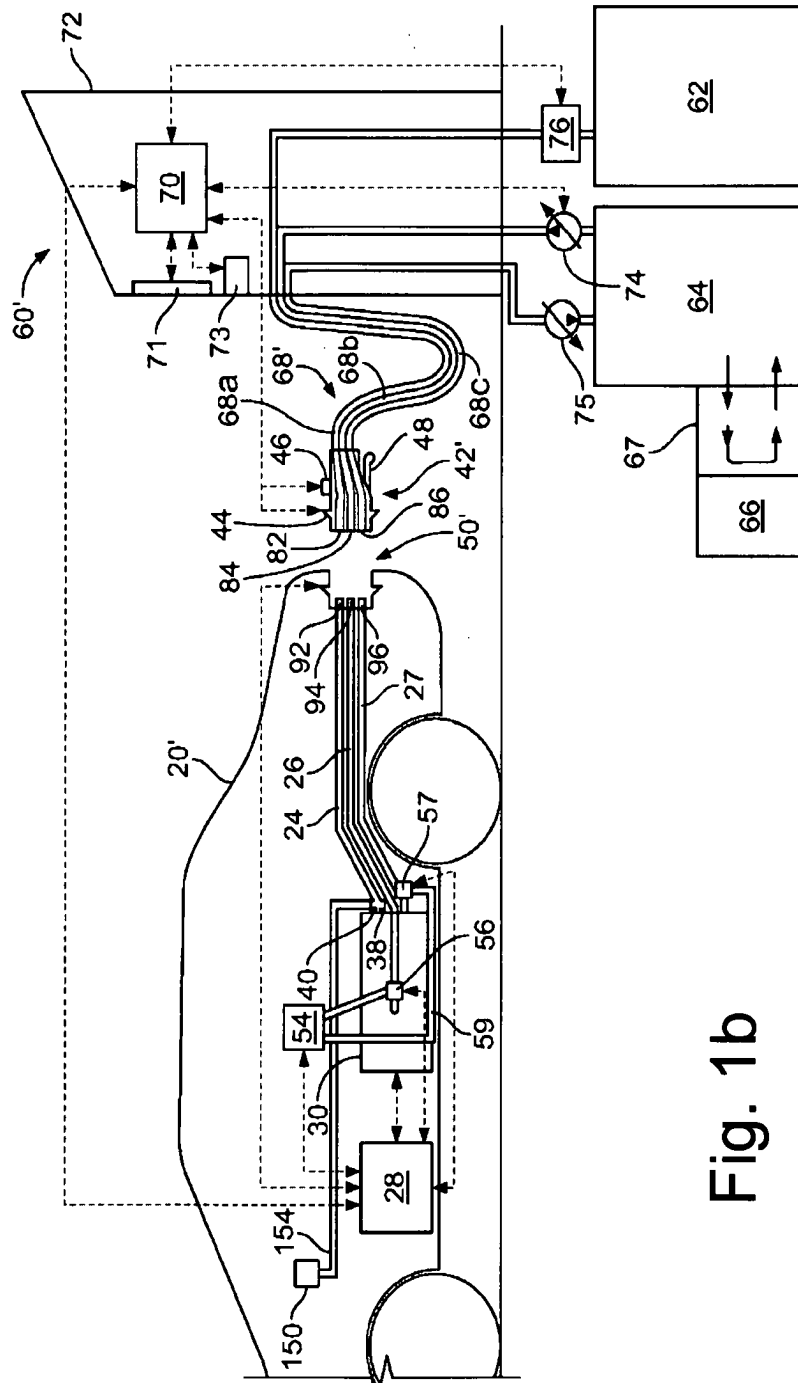


Fig. 1a



**Fig. 1b**

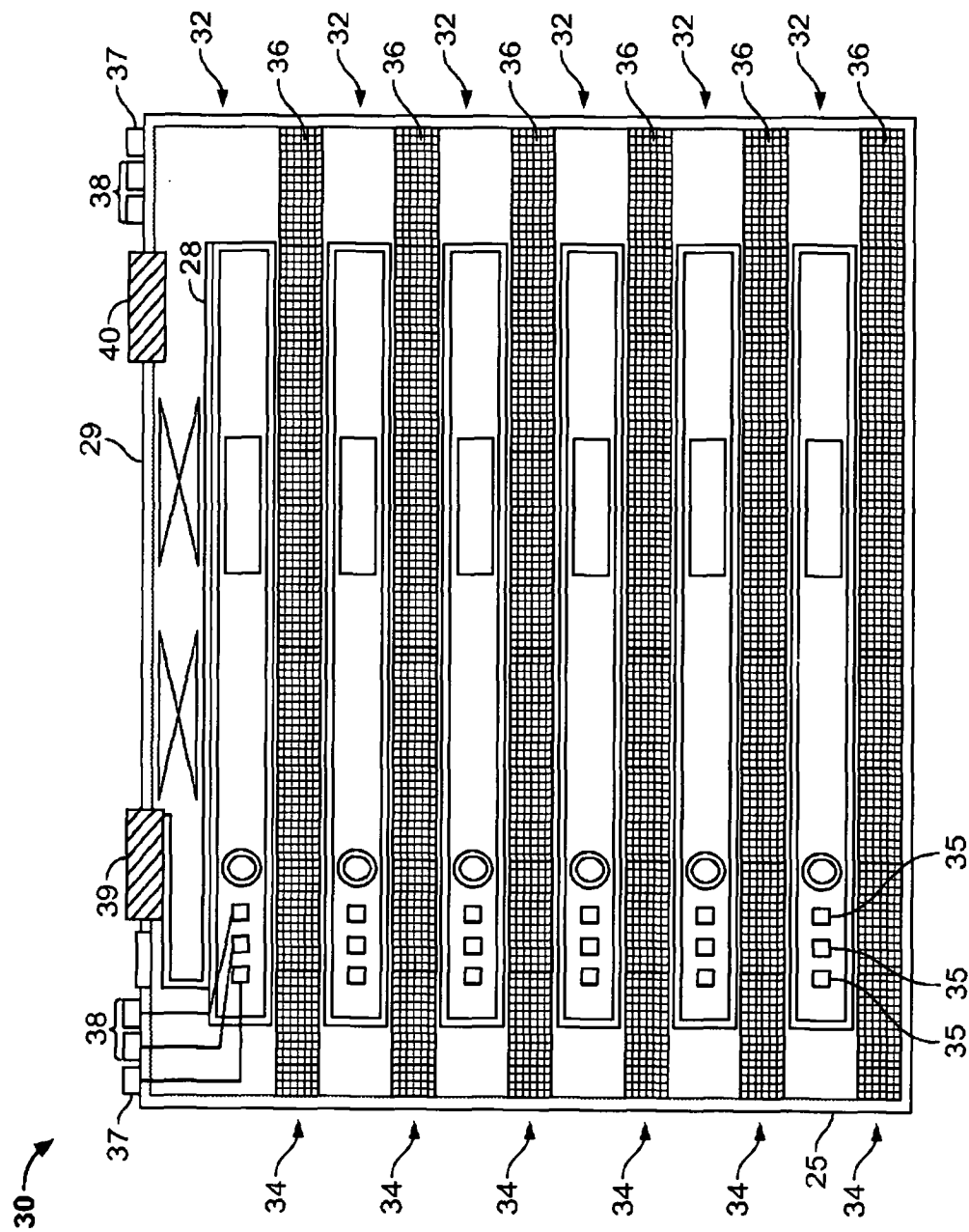


Fig. 2

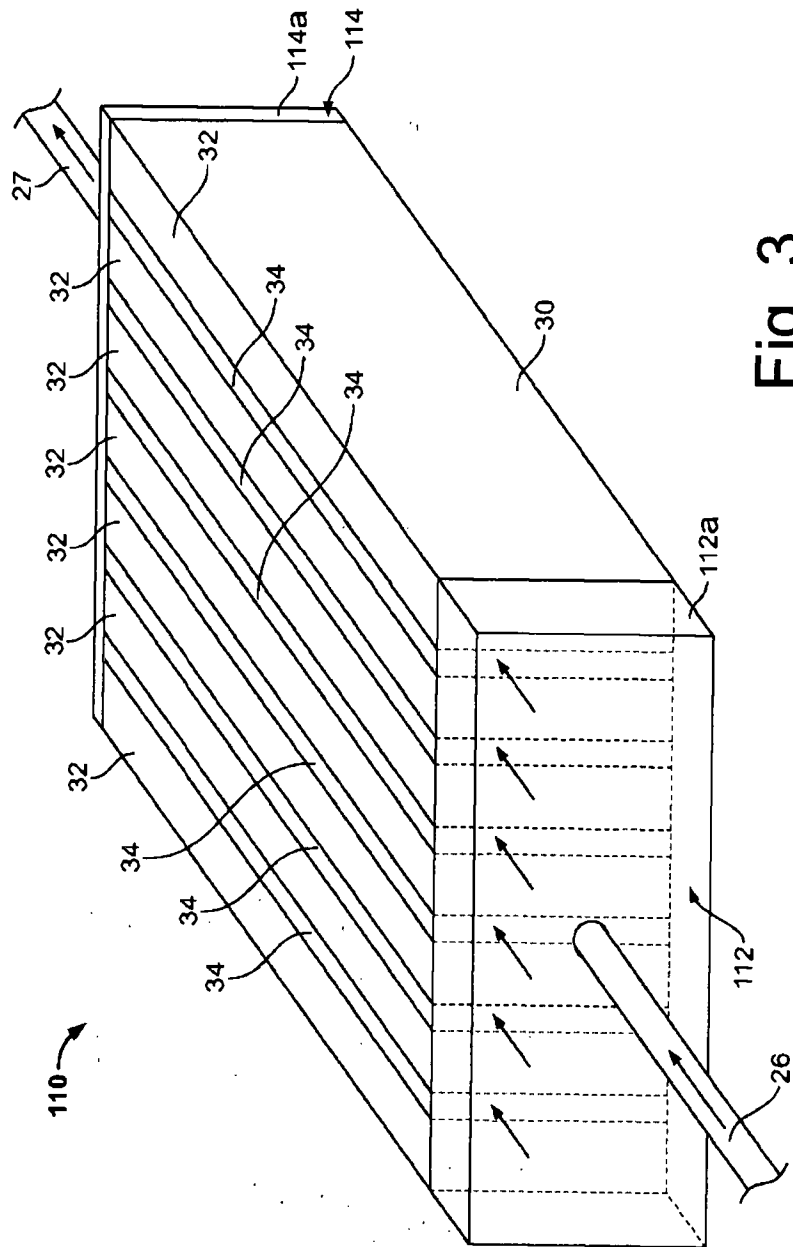


Fig. 3

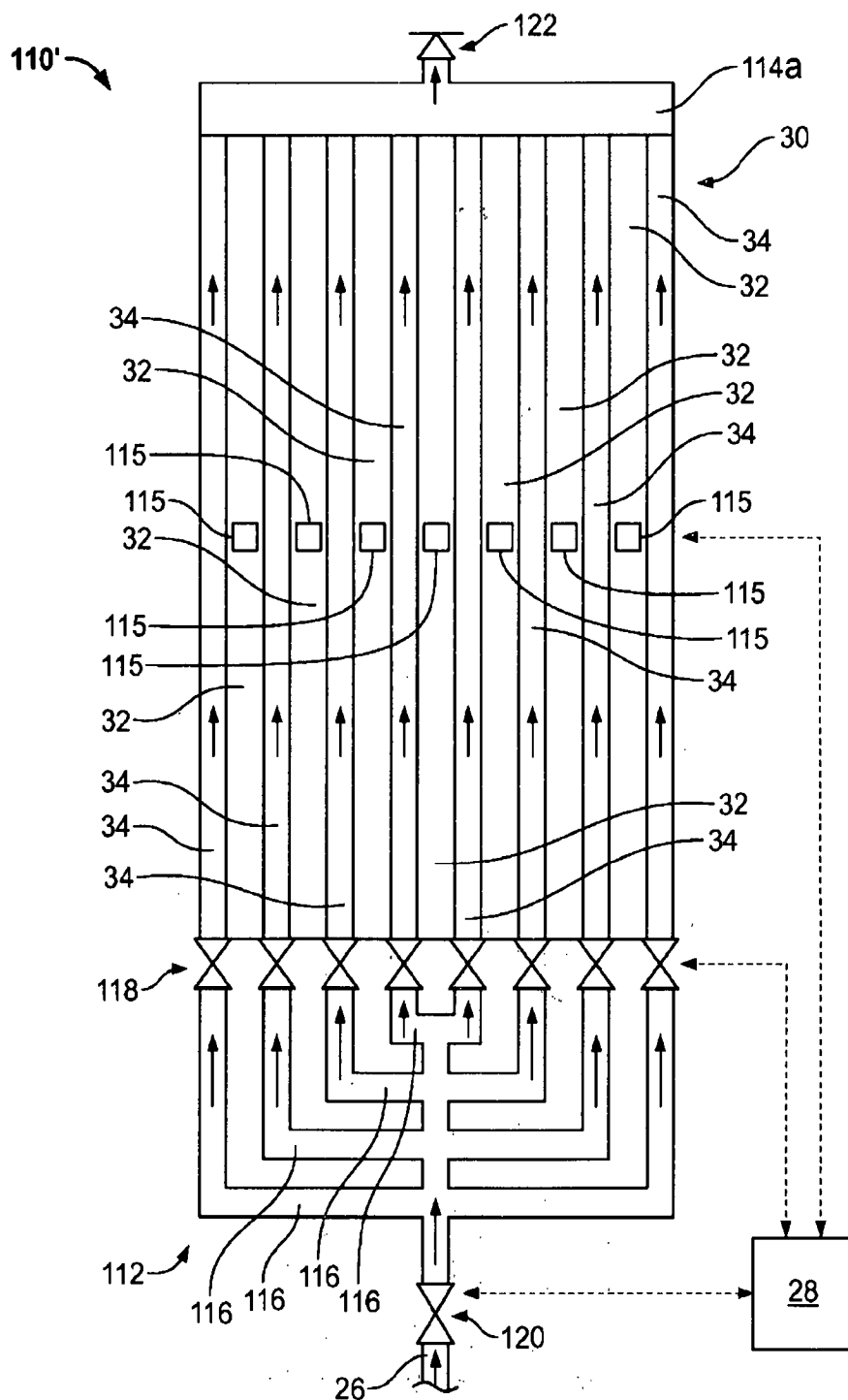


Fig. 4

Fig.5

