



(10) DE 11 2015 004 176 T5 2017.06.14

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
 (87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2016/040872**
 in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
 (21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2015 004 176.1**
 (86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2015/049800**
 (86) PCT-Anmeldetag: **11.09.2015**
 (87) PCT-Veröffentlichungstag: **17.03.2016**
 (43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
 in deutscher Übersetzung: **14.06.2017**

(51) Int Cl.: **H05K 7/20 (2006.01)**
H01M 10/60 (2014.01)
H01L 23/373 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
62/050,001 12.09.2014 US

(71) Anmelder:
Genthalm Incorporated, Northville, Mich., US

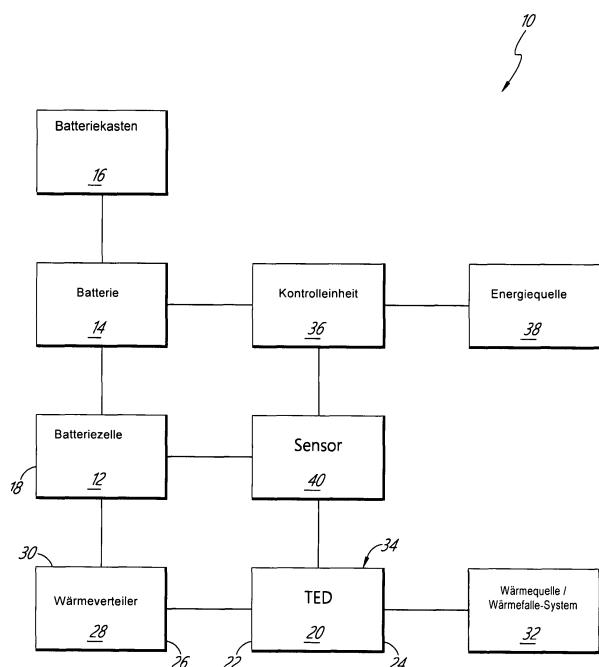
(74) Vertreter:
**Fleischer, Engels & Partner mbB, Patentanwälte,
 51429 Bergisch Gladbach, DE**

(72) Erfinder:
**Piggott, Alfred, Northville, Mich., US; Thomas,
 David Scott, Northville, Mich., US; Guerithault,
 Daniel Charles, Northville, Mich., US**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Graphit einschließende thermoelektrische und/oder ohmsche Wärmemanagementsysteme und Verfahren**

(57) Zusammenfassung: Offenbare Ausführungsformen schließen Wärmemanagementsysteme und Verfahren ein, die so ausgestaltet sind, dass sie eine elektrische Vorrichtung wärmen und/oder kühlen. Wärmemanagementsysteme können einen Wärmeverteiler in thermischem Austausch mit einem temperatursensitiven Bereich der elektrischen Vorrichtung einschließen. Der Wärmeverteiler kann eine oder mehrere pyrolytische Graphitlagen umfassen. Der Wärmeverteiler kann thermische/elektrische Förderelemente umfassen, die mit der einen oder den mehreren pyrolytischen Graphitlage(n) verbunden ist/sind. Die Systeme können eine thermoelektrische Vorrichtung in thermischem Austausch mit dem Wärmeverteiler umfassen. Elektrische Energie kann zu dem Wärmeverteiler und/oder der thermoelektrischen Vorrichtung geleitet werden, um ein kontrolliertes Erwärmen und/oder Kühlen der elektrischen Vorrichtung zu gewährleisten.



Beschreibung

Querverweis auf in Bezug stehende Anmeldungen

[0001] Diese Anmeldung beansprucht den Vorzug unter 35 U.S.C unter § 119(e) der US Provisional Anmeldung Nr. 62/050001, die am 12. September 2014 mit dem Titel „INTEGRATED GRAPHITE THERMO-ELECTRIC AND RESISTIVE THERMAL MANAGEMENT DEVICE AND METHODS“ eingereicht wurde, deren Gesamtheit hierin durch Bezugnahme eingeschlossen ist und Teil dieser Beschreibung darstellt.

Hintergrund

Gebiet

[0002] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich allgemein auf das Wärmemanagement (zum Beispiel Erwärmen und/oder Kühlen) von elektrischen Vorrichtungen, einschließlich, aber nicht beschränkt auf Batterien.

Beschreibung des Standes der Technik

[0003] Die Leistungselektronik und andere elektrische Vorrichtungen, wie zum Beispiel Batterien, können gegenüber dem Überhitzen, kalten Temperaturen, extremen Temperaturen und Betriebstemperaturbeschränkungen sensibel sein. Die Leistung solcher Vorrichtungen kann manchmal in starkem Ausmaß verringert werden, wenn die Vorrichtungen außerhalb der empfohlenen Temperaturbereiche betrieben werden. Bei Halbleitervorrichtungen können die integrierten Schaltkreischips überhitzen und Fehlfunktionen aufweisen. In Batterien, einschließlich zum Beispiel Batterien, die für Fahrzeuganwendungen in elektrisch versorgten oder elektrischen Fahrzeugen eingesetzt werden, können die Batteriezellen und deren Komponenten zerstört werden, wenn sie überhitzt oder unterkühlt werden. Solch eine Zerstörung kann sich in einer verringerten Batterie-Lagerkapazität und/oder einer geringeren Fähigkeit der Batterie, über mehrere Betriebszyklen wieder aufgeladen zu werden, manifestieren.

[0004] Hochleistungsbatterien für die Verwendung in großen Systemen (einschließlich zum Beispiel auf Lithium basierende Batterien, die in elektrischen Fahrzeugen verwendet werden) haben gewisse Eigenschaften, die ein Wärmemanagement der Batterien und/oder des Abschirmungssystems wünschenswert machen. Die Ladungscharakteristika von Hochleistungsbatterien ändern sich bei erhöhten Temperaturen und können die Zykluslebensdauer der Batterien signifikant herabsetzen, wenn diese bei einer Temperatur außerhalb eines optimalen Bereichs (zum Beispiel bei einer zu hohen oder bei einer zu niedrigen Temperatur) geladen oder entladen werden. Zum Beispiel würde sich die Zykluslebensdauer

einiger Batterien auf Lithiumbasis um über 50% verringern, wenn diese wiederholt bei ungefähr 50°C geladen werden. Da die Zykluslebensdauer um einen beträchtlichen Anteil verringert werden kann, können die Kosten der Batterie über deren Gesamtlebensdauer deutlich erhöht sein, wenn die Ladungstemperaturen nicht innerhalb geeigneter Grenzen kontrolliert werden. Auch können einige Hochleistungsbatterien eine geringere Leistung aufweisen und können möglicherweise beschädigt werden, wenn sie bei zu niedrigen Temperaturen geladen oder betrieben werden, wie zum Beispiel bei unterhalb von etwa -30°C. Außerdem können Hochleistungsbatterien und Anordnungen von Hochleistungsbatterien thermische Ereignisse erfahren, die die Batterien dauerhaft schädigen oder zerstören können, und der Zustand einer überhöhten Temperatur kann sogar zu Feuer und anderen sicherheitsrelevanten Ereignissen führen.

[0005] Dieses Hintergrundwissen wird bereitgestellt, um einen kurzen Kontext für die Zusammenfassung und die detaillierte Beschreibung einzuführen, die folgen. Dieses Hintergrundwissen ist nicht so gemeint, dass es den beanspruchten Gegenstand auf die Anwendungen beschränkt, die einen oder alle der Nachteile oder Probleme, die hierin dargestellt sind, lösen.

Zusammenfassung

[0006] Es kann vorteilhaft sein, die thermischen Bedingungen von Leistungselektronik und anderen elektrischen Vorrichtungen zu regeln. Ein Wärmemanagement kann das Auftreten einer Überhitzung, einer Unterkühlung und einer Zerstörung der elektronischen Vorrichtung reduzieren. Bestimmte Ausführungsformen, die hierin beschrieben sind, stellen ein Wärmemanagement von Vorrichtungen bereit, die eine signifikante elektrische Leistung tragen und/oder viel Strom und eine hohe Effizienz benötigen (zum Beispiel Verstärker, Transistoren, Transformatoren, Stromrichter, Isolierschicht-bipolare Transistoren (IGBTs), elektrische Motoren, Hochleistungslaser und lichtemittierende Dioden, Batterien und andere). Ein weiter Bereich an Lösungen kann verwendet werden, um solche Vorrichtungen bezüglich der Wärme zu managen, einschließlich einer Konvektionsluft- und Flüssigkeitskühlung, einer Kühlung durch Nutzen der Leitfähigkeit, einer Sprühkühlung mit Flüssigkeitsausstößen, einer thermoelektrischen Kühlung von Platinen und Chipgehäusen und andere Lösungen. Wenigstens einige Ausführungsformen, die hierin offenbart sind, stellen wenigstens einen der folgenden Vorteile im Vergleich zu bestehenden Techniken zum Erwärmen oder Kühlen von elektrischen Vorrichtungen bereit: eine höhere Leistungseffizienz, geringere oder gar keine Instandhaltungskosten mehr, eine größere Zuverlässigkeit, ein längerer Serviceabstand, weniger Komponenten, weniger oder gar keine beweglichen Teile, die Erwärmungs- und Kühlwei-

sen im Betrieb, andere Vorteile oder eine Kombination von Vorteilen.

[0007] Es wird ein Wärmemanagementsystem für eine elektrische Vorrichtung offenbart. In einigen Ausführungsformen ist die elektrische Vorrichtung eine Batterie. Ein Batterie-Wärmemanagementsystem kann einen oder mehrere Wärmeverteiler, die zwischen gestapelt angeordneten Batteriezellen angeordnet sind, einschließen. Der eine oder die mehreren Wärmeverteiler können eine oder mehrere pyrolytische Graphitlagen aufweisen, die als ein Erwärmungsmittel oder ein Kühlungsmittel wirken können. In einem Wärmemodus des Batterie-Wärmemanagementsystems kann der elektrische Strom durch einen Wärmeverteiler (zum Beispiel durch die Graphitlagen und/oder ein Substrat) fließen, so dass der Wärmeverteiler als ein Widerstandswärmegerät wirkt. In einem Kühlmodus des Batterie-Wärmemanagementsystems kann der Wärmeverteiler Wärme von den Batteriezellen in eine Wärmefalle überführen.

[0008] In einigen Ausführungsformen können eine oder mehrere elektrische Vorrichtungen an den einen oder die mehreren Wärmeverteiler angeschlossen sein. In dem Erwärmungsmodus kann/können die eine oder die mehreren thermoelektrischen Vorrichtung(en) Wärme von einer Wärmequelle auf den einen oder die mehreren Wärmeverteiler überführen, der/die die Wärme in die Batteriezellen überführen. In einem Kühlungsmodus kann/können die eine oder die mehreren thermoelektrischen Vorrichtung(en) Wärme von dem einen oder den mehreren Wärmeverteiler(n), die die Wärme von den Batteriezellen überführen, in eine Wärmefalle überführen.

[0009] In einigen Ausführungsformen kann/können ein oder mehrere thermische(s)/elektrische(s) Verbindungselement(e) zwischen den Graphitlagen eines Wärmevertellers (zum Beispiel thermische/elektrische Verbindungselemente, die sich orthogonal zu einer Ebene erstrecken, die sich im Wesentlichen parallel zu den Graphitlagen erstreckt) angeordnet sein. Das eine oder die mehreren thermische(n)/elektrische(n) Verbindungselement(e) überführt/überführen Wärme oder Elektronen zwischen den Graphitlagen (zum Beispiel orthogonal zu der parallelen Ebene), um die thermische/elektrische Effizienz des Wärmevertellers zu verstärken. Der Wärmeverteiler kann eine oder mehrere Verbindung(en) zu anderen Komponenten der elektronischen Vorrichtung und/oder dem Wärmemanagementsystem einschließen. Die eine oder die mehreren Verbindung(en) des Wärmevertellers kann/können thermische/elektrische Verbindungselemente einschließen, um die thermische/elektrische Austauscheffizienz des Wärmevertellers mit anderen Komponenten des Systems zu unterstützen.

[0010] Gemäß dieser Offenbarung schließt ein thermoelektrisches Batterie-Wärmemanagementsystem, das so ausgestaltet ist, dass die Temperatur einer Batteriezelle reguliert wird, eines oder mehrere der folgenden ein: einen Wärmeverteiler in thermischem Austausch mit einem temperatursensitiven Bereich einer Batteriezelle; eine thermoelektrische Vorrichtung, die eine Hauptseite und eine Abwärmeseite umfasst, wobei die thermoelektrische Vorrichtung so ausgestaltet ist, dass sie thermische Energie zwischen der Hauptseite und der Abwärmeseite der thermoelektrischen Vorrichtung bei Anlegen eines elektrischen Stroms an die thermoelektrische Vorrichtung überführt; die Hauptseite der thermoelektrischen Vorrichtung ist in thermischem Austausch mit dem Wärmeverteiler, um die Batteriezelle durch Einstellen einer Polarität des elektrischen Stroms, der an die thermoelektrische Vorrichtung abgegeben wird, zu wärmen oder zu kühlen; und/oder eine Wärmemanagement-Kontrolleinheit, die so ausgestaltet ist, dass sie im Wärmemodus oder im Kühlungsmodus arbeitet. Der Wärmeverteiler schließt eine oder mehrere der folgenden ein: pyrolytisches Graphit in thermischem Austausch mit der temperatursensitiven Region der Batteriezelle, wobei das pyrolytische Graphit eine Vielzahl von Graphitschichten umfasst, die sich im Wesentlichen parallel entlang dem Wärmeverteiler erstrecken und so ausgestaltet sind, dass sie die thermische Energie und den elektrischen Strom entlang einer Ebene, die im Wesentlichen parallel zu den Graphitschichten liegt, überführen; eine Vielzahl von thermischen Fördereinheiten zwischen der Vielzahl von Graphitschichten, wobei die thermischen Fördereinheiten so ausgestaltet sind, dass sie thermische Energie zwischen der Vielzahl von Graphitschichten übertragen und so ausgestaltet sind, dass sie thermische Energie im Wesentlichen orthogonal zu der Ebene übertragen; und/oder ein Leiter in thermischem Austausch mit dem pyrolytischen Graphit und der Vielzahl von thermischen Fördereinheiten, wobei der Leiter in elektrischem Austausch mit dem pyrolytischen Graphit steht, um die Batteriezelle bei Anlegen eines elektrischen Stroms durch das pyrolytische Graphit über den Leiter erwärmt. Im Erwärmungsmodus wird die Batteriezelle durch den Wärmeverteiler, der die thermische Energie auf die temperatursensitive Region der Batteriezelle überführt, wenn elektrischer Strom über den Leiter an den Wärmeverteiler angelegt wird, erwärmt, wenn elektrischer Strom an die thermoelektrische Vorrichtung in einer ersten Polarität angelegt wird, oder wenn elektrischer Strom über den Leiter sowohl an den Wärmeverteiler als auch an die thermoelektrische Vorrichtung in der ersten Polarität angelegt wird. Im Kühlungsmodus wird die Batteriezelle durch den Wärmeverteiler, der die thermische Energie von dem temperatursensitiven Bereich der Batteriezelle wegführt, gekühlt, wenn elektrischer Strom an die thermoelektrische Vorrichtung in einer zweiten Polarität angelegt wird.

[0011] In einigen Ausführungsformen umfasst das thermoelektrische Batterie-Wärmemanagementsystem außerdem eines oder mehrere der Folgenden: der Wärmeverteiler umfasst eine erste und eine zweite Seite, wobei die erste Seite der zweiten Seite im Wesentlichen gegenüberliegt; der Wärmeverteiler umfasst einen weiteren Leiter in thermischem und elektrischem Austausch mit dem pyrolytischen Graphit auf der zweiten Seite des Wärmeverteilera, wobei der Leiter an der ersten Seite des Wärmeverteilera liegt; im Erwärmungsmodus wird die Batteriezelle erwärmt, wenn elektrischer Strom über den Leiter und den weiteren Leiter an das pyrolytische Graphit angelegt wird, so dass elektrischer Strom entlang der Vielzahl von Graphitschichten von der ersten Seite zu der zweiten Seite des Wärmeverteilera fließt; der weitere Leiter umfasst einen elektrischen Anschluss, der so ausgestaltet ist, dass er an eine Leiterplatine, die die Wärmemanagement-Kontrolleinheit umfasst, anschließt, wobei der elektrische Anschluss so ausgestaltet ist, dass er elektrischen Strom an den Wärmeverteiler abgibt; die Batteriezelle und der Wärmeverteiler sind in einem Batteriekasten angeordnet; der Leiter ist so ausgestaltet, dass er an den Batteriekasten angeschlossen ist, um den Wärmeverteiler physikalisch in Bezug auf den Batteriekasten zu befestigen; eine thermische Kopplungsstelle an dem Batteriekasten, die so ausgestaltet ist, dass sie mit dem Leiter zusammenpasst; der Leiter umfasst ein erstes mechanisches Verbindungsstück; die thermische Kopplungsstelle umfasst ein zweites mechanisches Verbindungsstück, das so ausgestaltet ist, dass es mit dem ersten mechanischen Verbindungsstück zusammenpasst, um den Leiter an dem Batteriekasten anzubringen; das erste mechanische Verbindungsstück umfasst ein männliches Schwalbenschwanz-Verbindungsstück und das zweite mechanische Verbindungsstück umfasst ein weibliches Schwalbenschwanz-Verbindungsstück, das so ausgestaltet ist, dass das männliche Schwalbenschwanz-Verbindungsstück aufgenommen wird, um den Leiter an den Batteriekasten anzuschließen; der Batteriekasten umfasst ein thermisches Fenster, das so ausgestaltet ist, dass es thermische Energie in den Batteriekasten hineinführt und aus diesem herausführt, wobei das thermische Fenster in thermischem Austausch mit der thermischen Kopplungsstelle steht; der Batteriekasten umfasst ein thermisches Substrat in dem thermischen Fenster, wobei das thermische Substrat so ausgestaltet ist, dass es thermische Energie in den Batteriekasten hinein und aus diesem heraus führt, während es eine physikalische Barriere für das Eindringen in den Batteriekasten bereitstellt; die Hauptseite der thermoelektrischen Vorrichtung steht in thermischem Austausch mit dem thermischen Substrat, um den thermischen Austausch zwischen der Hauptseite der thermoelektrischen Vorrichtung und dem Wärmeverteiler über den Leiter und die thermische Kopplungsstelle bereitzustellen; die thermoelektrische Vorrichtung ist au-

ßerhalb des Batteriekastens angeordnet; eine Gebläse- und -Rohr-Baugruppe, die an dem Batteriekasten angebracht und so ausgestaltet ist, dass sie Luft über die Abgabeseite der thermoelektrischen Vorrichtung schiebt oder zieht; die Wärmemanagement-Kontrolleinheit ist so ausgestaltet, dass sie die Systemeffizienz optimiert, so dass der Luftstrom von einem Gebläse der Gebläse- und -Rohr-Baugruppe verstärkt oder verringert wird, um zu den Erwärmungs- oder Kühlungsanforderungen der Batteriezelle zu passen; eine Gebläse- und -Rohr-Baugruppe in thermischem Austausch mit der thermoelektrischen Vorrichtung, die so ausgestaltet ist, dass sie Luft über die Abgabeseite der thermoelektrischen Vorrichtung schiebt oder zieht; die Wärmemanagement-Kontrolleinheit ist so ausgestaltet, dass sie die Systemeffizienz optimiert, so dass der Luftstrom aus einem Gebläse der Gebläse- und -Rohr-Baugruppe verstärkt oder verringert wird, um zu den Erwärmungs- oder Kühlungsanforderungen der Batteriezelle zu passen; die Abgabeseite der thermoelektrischen Vorrichtung befindet sich über einen Abwärmeaustauscher in thermischem Austausch mit Luft; die Abgabeseite der thermoelektrischen Vorrichtung umfasst den Abwärmeaustauscher; der Wärmeverteiler umfasst eine Vielzahl von Unterbrechungen in der Vielzahl von Graphitschichten, wobei die Vielzahl von Unterbrechungen so ausgestaltet ist, dass ein Leitungsweg für elektrischen Strom durch den Wärmeverteiler verlängert wird, um die Widerstandserwärmungskapazität des Wärmeverteilera zu erhöhen; die Vielzahl von Graphitschichten ist geknittert, um eine Länge der Oberfläche wenigstens einer Graphitschicht der Vielzahl von Graphitschichten zu verlängern, wobei die verlängerte Länge der Oberfläche der wenigstens einen Graphitschicht so ausgestaltet ist, dass ein Leitungsweg für elektrischen Strom durch die wenigstens eine Graphitschicht verlängert ist, um die Widerstandserwärmungskapazität des Wärmeverteilera zu erhöhen; der Leiter umfasst wenigstens einige der Vielzahl von thermischen Förderelementen, so dass die Vielzahl von thermischen Förderelementen im Wesentlichen an den Enden des Wärmeverteilera liegen; der Wärmeverteiler steht an einer Seite des Wärmeverteilera, die einer Seite des Wärmeverteilera, an der er mit der temperatursensitiven Region der Batteriezelle in thermischem Austausch steht, gegenüberliegt, in thermischem Austausch mit einem temperatursensitiven Bereich einer anderen Batteriezelle; wenigstens einige der Vielzahl von thermischen Förderelementen erstrecken sich im Wesentlichen über eine Länge zwischen den Stellen des Wärmeverteilera in thermischem Austausch mit den temperatursensitiven Regionen der Batteriezelle und der anderen Batteriezelle; die wenigstens einigen der Vielzahl von thermischen Förderelementen, die sich zwischen den Stellen des Wärmeverteilera erstrecken, sind in direktem thermischen Austausch mit der Batteriezelle und der anderen Batteriezelle, um den thermischen Kontaktwiderstand, der mit dem Wärme-

verteiler einhergeht, zu verringern; die Vielzahl von thermischen Förderelementen umfassen ein metallisches Material, das so ausgestaltet ist, dass es den elektrischen Strom zwischen der Vielzahl von Graphitschichten und dem Leiter überführt; und/oder der Leiter erstreckt sich im Wesentlichen über die Gesamtheit einer Dimension des Wärmeverteilers, um dem Wärmeverteiler strukturelle Integrität zu verleihen.

[0012] Gemäß dieser Offenbarung schließt ein Batterie-Wärmemanagementsystem, das ausgestaltet ist, um eine Batteriezelle zu erwärmen oder zu kühlen, eines oder mehrere der Folgenden ein: einen Wärmeverteiler in thermischem Austausch mit einer Batteriezelle; und/oder eine thermoelektrische Vorrichtung, die eine Hauptseite und eine Abgabeseite umfasst, wobei die thermoelektrische Vorrichtung so ausgestaltet ist, dass sie thermische Energie zwischen der Hauptseite und der Abgabeseite der thermoelektrischen Vorrichtung durch Anlegen eines elektrischen Stroms an die thermoelektrische Vorrichtung überführt; die Hauptseite der thermoelektrischen Vorrichtung steht in thermischem Austausch mit dem Wärmeverteiler, um die Batteriezelle durch Einstellen einer Polarität des elektrischen Stroms, der an die thermoelektrische Vorrichtung abgegeben wird, zu erwärmen oder zu kühlen. Der Wärmeverteiler schließt eines oder mehrere der Folgenden ein: eine pyrolytische Graphitlage, die so ausgestaltet ist, dass sie thermische Energie und elektrischen Strom entlang der pyrolytischen Graphitlage überführt; und/oder einen Leiter in thermischem und elektrischem Austausch mit der pyrolytischen Graphitlage, wobei der Leiter in elektrischem Austausch mit der pyrolytischen Graphitlage steht, um die Batteriezelle durch Anlegen von elektrischem Strom über den Leiter an die pyrolytische Graphitlage zu erwärmen, wobei der Leiter in thermischem Austausch mit der pyrolytischen Graphitlage steht, um thermische Energie zu der pyrolytischen Graphitlage hin und von dieser weg zu führen. Die Batteriezelle wird durch den Wärmeverteiler erwärmt, der thermische Energie zu der Batteriezelle hinführt, wenn elektrischer Strom an den Wärmeverteiler über den Leiter angelegt wird, oder wenn elektrischer Strom an die thermoelektrische Vorrichtung in einer ersten Polarität angelegt wird, oder wenn elektrischer Strom sowohl an den Wärmeverteiler über den Leiter als auch an die thermoelektrische Vorrichtung in einer ersten Polarität angelegt wird. Die Batteriezelle wird durch den Wärmeverteiler gekühlt, der thermische Energie von der Batteriezelle ableitet, wenn elektrischer Strom an die thermoelektrische Vorrichtung in einer zweiten Polarität angelegt wird.

[0013] In einigen Ausführungsformen schließt das Batterie-Wärmemanagementsystem außerdem eines oder mehrere der Folgenden ein: der Wärmeverteiler umfasst eine erste Seite und eine zweite Sei-

te, wobei die erste Seite der zweiten Seite im Wesentlichen gegenüberliegt; der Wärmeverteiler umfasst einen weiteren Leiter in thermischem und elektrischem Austausch mit der pyrolytischen Graphitlage; die Batteriezelle wird erwärmt, wenn elektrischer Strom an die pyrolytische Graphitlage über den Leiter und den weiteren Leiter angelegt wird, so dass der elektrische Strom entlang der pyrolytischen Graphitlage von der ersten Seite zu der zweiten Seite des Wärmevertellers fließt; der weitere Leiter umfasst einen elektrischen Anschluss, der so ausgestaltet ist, dass er elektrisch an eine Leiterplatine anschließt, wobei der elektrische Anschluss so ausgestaltet ist, dass er elektrischen Strom an den Wärmeverteiler liefert; die Batteriezelle und der Wärmeverteiler sind in einer Batterieeinheit angeordnet; der Leiter ist so ausgestaltet, dass er mit der Batterieeinheit verbunden ist, um den Wärmeverteiler an der Batterieeinheit zu befestigen; eine thermische Kopplungsstelle an der Batterieeinheit, die so ausgestaltet ist, dass sie mit dem Leiter zusammenpasst; der Leiter umfasst ein erstes mechanisches Verbindungsstück; die thermische Kopplungsstelle umfasst ein zweites mechanisches Verbindungsstück, das so ausgestaltet ist, dass es mit dem ersten mechanischen Verbindungsstück zusammenpasst, um den Leiter an die Batterieeinheit anzuschließen; das erste mechanische Verbindungsstück umfasst ein männliches Schwalbenschwanz-Verbindungsstück und das zweite mechanische Verbindungsstück umfasst ein weibliches Schwalbenschwanz-Verbindungsstück, das so ausgestaltet ist, dass es das männliche Schwalbenschwanz-Verbindungsstück aufnimmt, um den Leiter an die Batterieeinheit anzuschließen; die Batterieeinheit umfasst ein thermisches Fenster, das so ausgestaltet ist, dass es die thermische Energie in die Batterieeinheit hinein und aus dieser heraus überführt; die Batterieeinheit umfasst ein thermisches Substrat in dem thermischen Fenster, wobei das thermische Substrat so ausgestaltet ist, dass es thermische Energie in die Batterieeinheit hinein und aus dieser herausführt, während es eine physikalische Barriere in die Batterieeinheit hinein bereitstellt. Die thermoelektrische Vorrichtung steht in thermischem Austausch mit dem thermischen Substrat, um den thermischen Austausch zwischen der thermoelektrischen Vorrichtung und dem Wärmeverteiler bereitzustellen; die thermoelektrische Vorrichtung ist außerhalb der Batterieeinheit angeordnet; eine Gebläse- und -Rohr-Baugruppe, die an die Batterieeinheit angeschlossen ist und so ausgestaltet ist, dass sie Luft über die Abgabeseite der thermoelektrischen Vorrichtung schiebt oder zieht; ein Gebläse der Gebläse- und -Rohr-Baugruppe ist so ausgestaltet, dass es die Systemeffizienz optimiert, so dass der Luftstrom verstärkt oder verringert wird, um zu den Erwärmungs- oder Kühlungsanforderungen der Batteriezelle zu passen; eine Gebläse- und -Rohr-Baugruppe in thermischem Austausch mit

der thermoelektrischen Vorrichtung und in einer Weise ausgestaltet, dass sie Luft über die Abgabeseite der thermoelektrischen Vorrichtung schiebt oder zieht; ein Gebläse der Gebläse- und -Rohr-Baugruppe ist so ausgestaltet, dass es die Systemeffizienz optimiert, so dass der Luftstrom verstärkt oder verringert wird, um zu den Erwärmungs- oder Kühlungserfordernissen der Batteriezelle zu passen; die Abgabeseite der thermoelektrischen Vorrichtung steht über einen Abwärmetauscher in thermischem Austausch mit Luft; die Abgabeseite der thermoelektrischen Vorrichtung umfasst den Abwärmetauscher; der Wärmeverteiler weist eine Unterbrechung in der pyrolytischen Graphitlage auf, wobei die Unterbrechung so ausgestaltet ist, dass sie den Leitungsweg für den elektrischen Strom durch den Wärmeverteiler verlängert, um die Widerstandserwärmungskapazität des Wärmevertellers zu erhöhen; die pyrolytische Graphitlage ist geknittert, um eine Länge der Oberfläche der pyrolytischen Graphitlage zu verlängern, wobei die verlängerte Länge der Oberfläche der pyrolytischen Graphitlage so ausgestaltet ist, dass sie den Leitungsweg für den elektrischen Strom durch die pyrolytische Graphitlage verlängert, um die Widerstandserwärmungskapazität des Wärmetauschers zu erhöhen; der Leiter erstreckt sich im Wesentlichen über eine Gesamtheit einer Dimension des Wärmevertellers, um dem Wärmeverteiler eine strukturelle Integrität zu verleihen; der Wärmeverteiler umfasst außerdem mindestens eine weitere pyrolytische Graphitlage in thermischem und elektrischem Austausch mit dem Leiter, wobei wenigstens eine weitere pyrolytische Graphitlage sich im Wesentlichen parallel zu der pyrolytischen Graphitlage erstreckt; der Leiter steht in elektrischem Austausch mit der wenigstens einen weiteren pyrolytischen Graphitlage, um die Batteriezelle durch Anlegen von elektrischem Strom an die wenigstens eine weitere pyrolytische Graphitlage über den Leiter zu erwärmen, wobei der Leiter in thermischem Austausch mit der wenigstens einen weiteren pyrolytischen Graphitlage steht, um thermische Energie zu der wenigstens einen weiteren pyrolytischen Graphitlage und von dieser weg zu überführen; der Wärmeverteiler umfasst außerdem ein thermisches Verbindungselement zwischen der pyrolytischen Graphitlage und der wenigstens einen weiteren pyrolytischen Graphitlage, wobei das thermische Verbindungselement so ausgestaltet ist, dass es thermische Energie zwischen der pyrolytischen Graphitlage und der wenigstens einen weiteren pyrolytischen Graphitlage überführt; der Leiter umfasst das thermische Verbindungselement; das thermische Verbindungselement umfasst ein metallisches Material, das so ausgestaltet ist, dass es elektrischen Strom zwischen der pyrolytischen Graphitlage und der wenigstens einen weiteren pyrolytischen Graphitlage überführt; der Wärmeverteiler steht in thermischem Austausch mit einer weiteren Batteriezelle an einer Seite des Wärmevertellers, die einer Seite des Wärmevertellers gegen-

überliegt, die in thermischem Austausch mit der Batteriezelle steht; das thermische Verbindungselement ist zwischen den Seiten des Wärmevertellers in thermischem Austausch mit der Batteriezelle und der weiteren Batteriezelle angeordnet; das thermische Verbindungselement steht in direktem thermischen Austausch mit der Batteriezelle und der weiteren Batteriezelle, um den thermischen Kontaktwiderstand, der mit dem Wärmeverteiler einhergeht, zu verringern; der Wärmeverteiler umfasst außerdem ein metallisches Substrat in thermischem Austausch mit der pyrolytischen Graphitlage; die pyrolytische Graphitlage steht in thermischem Austausch mit der Batteriezelle, so dass die pyrolytische Graphitlage als thermische Kopplungsstelle zwischen der Batteriezelle und dem metallischen Substrat fungiert; die pyrolytische Graphitlage erstreckt sich entlang einer Oberfläche des metallischen Substrats auf wenigstens zwei Seiten des metallischen Substrats; die pyrolytische Graphitlage erstreckt sich auf wenigstens die Hälfte eines Querschnittsumfangs des metallischen Substrats; die Hauptseite der thermoelektrischen Vorrichtung ist über wenigstens einem Teil des metallischen Substrats angeordnet; die pyrolytische Graphitlage erstreckt sich in einer Weise, dass sie zwischen der Hauptseite der thermoelektrischen Vorrichtung und dem metallischen Substrat liegt, um eine thermische Kontaktstelle zwischen der thermoelektrischen Vorrichtung und dem metallischen Substrat bereitzustellen, wobei die thermische Kontaktstelle so ausgestaltet ist, dass sie thermische Energie zwischen der Hauptseite der thermoelektrischen Vorrichtung und dem metallischen Substrat überführt; die Batteriezelle wird durch den Wärmeverteiler erwärmt, indem dieser thermische Energie an die Batteriezelle überführt, wenn elektrischer Strom an das metallische Substrat über den Leiter angelegt wird und/oder die Batterie wird durch den Wärmeverteiler gekühlt, indem dieser thermische Energie von der Batteriezelle über die pyrolytische Graphitlage und den Leiter abführt, wenn elektrischer Strom an die thermoelektrische Vorrichtung in der zweiten Polarität angeschlossen wird.

[0014] Gemäß dieser Offenbarung schließt eine Wärmeverteiler-Baugruppe zum Regulieren der Temperatur einer elektrischen Vorrichtung eines oder mehrere der Folgenden ein: eine Graphitlage in thermischem Austausch mit einer elektrischen Vorrichtung, wobei die Graphitlage so ausgestaltet ist, dass sie thermische Energie und elektrischen Strom entlang der Graphitlage überführt; und/oder einen Leiter in thermischem und elektrischem Austausch mit der Graphitlage, wobei der Leiter in elektrischem Austausch mit der Graphitlage steht, um die elektrische Vorrichtung bei Anlegen von elektrischem Strom an die Graphitlage über den Leiter zu erwärmen, wobei der Leiter in thermischem Austausch mit der Graphitlage steht, um thermische Energie zu der Graphitlage hin oder von dieser weg zu führen. Die elektrische Vorrichtung wird durch die Graphitlage erwärmt,

indem diese thermische Energie auf die elektrische Vorrichtung überführt, wenn elektrischer Strom über den Leiter an den Wärmeverteiler angelegt wird. Die elektrische Vorrichtung wird durch die Graphitlage gekühlt, indem diese thermische Energie von der elektrischen Vorrichtung weggeführt.

[0015] In einigen Ausführungsformen umfasst die Wärmeverteiler-Baugruppe außerdem eines oder mehrere der Folgenden: einen weiteren Leiter in thermischem und elektrischem Austausch mit der Graphitlage; die elektrische Vorrichtung wird erwärmt, wenn elektrischer Strom über den Leiter und den weiteren Leiter an die Graphitlage angelegt wird, so dass der elektrische Strom entlang der Graphitlage fließt; die Graphitlage umfasst eine erste Seite und eine zweite Seite, wobei die erste Seite der zweiten Seite im Wesentlichen gegenüberliegt; der Leiter liegt an der ersten Seite und der weitere Leiter liegt an der zweiten Seite; der weitere Leiter umfasst einen elektrischen Anschluss, der so ausgestaltet ist, dass er elektrisch an eine Leiterplatte anschließt, die ein Kontrollelement umfasst, das so ausgestaltet ist, dass es die Temperatur der elektrischen Vorrichtung reguliert, wobei der elektrische Anschluss so ausgestaltet ist, dass er elektrischen Strom an den Wärmeverteiler abgibt; die Wärmeverteiler-Baugruppe ist in einer Einfassung der elektrischen Vorrichtung angeordnet; der Leiter ist so ausgestaltet, dass er an die Einfassung der elektrischen Vorrichtung anschließt, um die Wärmeverteiler-Baugruppe an die Einfassung für die elektrische Vorrichtung befestigt; eine thermische Kopplungsstelle an der Einrahmung für die elektrische Vorrichtung, die so ausgestaltet ist, dass sie mit dem Leiter zusammenpasst; der Leiter umfasst ein erstes mechanisches Verbindungsstück; die thermische Kupplungsstelle umfasst ein zweites mechanisches Verbindungsstück, das so ausgestaltet ist, dass es mit dem ersten mechanischen Verbindungsstück zusammenpasst, um den Leiter an die Einfassung der elektrischen Vorrichtung anzuschließen; das erste mechanische Verbindungsstück umfasst ein männliches Schwalbenschwanz-Verbindungsstück und das zweite mechanische Verbindungsstück umfasst ein weibliches Schwalbenschwanz-Verbindungsstück, das so ausgestaltet ist, dass es das männliche Schwalbenschwanz-Verbindungsstück aufnimmt, um den Leiter an die Einfassung der elektrischen Vorrichtung anzuschließen; die Einfassung der elektrischen Vorrichtung umfasst ein thermisches Fenster, das so ausgestaltet ist, dass es thermische Energie zu der Einfassung der elektrischen Vorrichtung hinführt und aus dieser herausführt; die Einfassung der elektrischen Vorrichtung umfasst ein thermisches Substrat in dem thermischen Fenster, wobei das thermische Substrat so ausgestaltet ist, dass es thermische Energie zu der Einfassung der elektrischen Vorrichtung hin und aus dieser herausführt, während eine physikalische Barriere in die Einfassung der elektrischen Vorrichtung

hinein bereitgestellt wird; eine thermoelektrische Vorrichtung steht in thermischem Austausch mit dem thermischen Substrat, um über den Wärmeverteiler ein Erwärmen oder Kühlen für die elektrische Vorrichtung bereitzustellen; die thermoelektrische Vorrichtung ist außerhalb der Einfassung der elektrischen Vorrichtung angeordnet; eine thermoelektrische Vorrichtung steht in thermischem Austausch mit der Graphitlage; die elektrische Vorrichtung wird durch die Graphitlage erwärmt, wenn elektrischer Strom an die thermoelektrische Vorrichtung in einer ersten Polarität angelegt wird; die elektrische Vorrichtung wird durch die Graphitlage gekühlt, wenn elektrischer Strom an die thermoelektrische Vorrichtung in einer zweiten Polarität angelegt wird; die Graphitlage umfasst eine Unterbrechung in den kovalenten Bindungen in der Graphitlage, wobei der Schnitt so ausgestaltet ist, dass er einen Leitungsweg für elektrischen Strom durch die Graphitlage verlängert, um die Widerstandserwärmungskapazität der Graphitlage zu erhöhen; die Graphitlage ist geknittert, um eine Länge der Graphitlage zu verlängern, wobei die verlängerte Länge der Graphitlage so ausgestaltet ist, dass sie einen Leitungsweg für den elektrischen Strom durch die Graphitlage verlängert, um die Widerstandserwärmungskapazität der Graphitlage zu erhöhen; der Leiter erstreckt sich im Wesentlichen über die Gesamtheit einer Dimension der Graphitlage, um der Graphitlage strukturelle Integrität zu verleihen; wenigstens eine weitere Graphitlage steht in thermischem und elektrischem Austausch mit dem Leiter; der Leiter steht in elektrischem Austausch mit der wenigstens einen weiteren Graphitlage, um die elektrische Vorrichtung durch Anlegen von elektrischem Strom an die wenigstens eine weitere Graphitlage über den Leiter zu erwärmen, wobei der Leiter in thermischem Austausch mit der wenigstens einen weiteren Graphitlage steht, um thermische Energie zu der wenigstens einen Graphitlage hinzuführen und von dieser wegzuführen; die Graphitlage und die wenigstens eine weitere Graphitlage erstrecken sich im Wesentlichen parallel zu der Wärmeverteiler-Baugruppe; ein thermisches Verbindungselement zwischen der Graphitlage und der wenigstens einen weiteren Graphitlage, wobei das thermische Verbindungselement so ausgestaltet ist, dass es thermische Energie zwischen der Graphitlage und der wenigstens einen weiteren Graphitlage überführt; der Leiter umfasst das thermische Verbindungselement; das thermische Verbindungselement umfasst ein metallisches Material, das so ausgestaltet ist, dass es elektrischen Strom zwischen der Graphitlage und der wenigstens einen weiteren Graphitlage überführt; ein metallisches Substrat in thermischem Austausch mit der Graphitlage; die Graphitlage steht in thermischem Austausch mit der elektrischen Vorrichtung, so dass die Graphitlage so ausgestaltet ist, dass sie thermische Energie zwischen der Hauptseite der thermoelektrischen Vorrichtung und dem metallischen Substrat überführt; die Graphitlage erstreckt sich entlang

einer Oberfläche des metallischen Substrats an wenigstens zwei Seiten des metallischen Substrats; die Graphitlage erstreckt sich über wenigstens die Hälfte eines Querschnittumfangs des metallischen Substrats; die elektrische Vorrichtung wird erwärmt, wenn elektrischer Strom an das metallische Substrat über den Leiter angelegt wird; die Graphitlage umfasst eine oder mehrere pyrolytische Graphitlagen; die elektrische Vorrichtung umfasst eine Batteriezelle; und/oder die Graphitlage steht in thermischem Austausch mit einem temperatursensitiven Bereich der elektrischen Vorrichtung.

[0016] Gemäß dieser Offenbarung schließt ein Verfahren zur Herstellung eines Batterie-Wärmemanagementsystems zum Erwärmen oder Kühlen einer Batteriezelle eines oder mehrere der Folgenden ein: das thermische Verbinden eines Wärmeverteilers an eine Batteriezelle; und/oder das thermische Verbinden einer Hauptseite einer thermoelektrischen Vorrichtung an den Wärmeverteiler, um die Batteriezelle durch Einstellen einer Polarität des elektrischen Stroms, der an die thermoelektrische Vorrichtung abgegeben wird, zu erwärmen oder zu kühlen, wobei die thermoelektrische Vorrichtung so ausgestaltet ist, dass thermische Energie zwischen der Hauptseite und einer Abgabeseite der thermoelektrischen Vorrichtung durch Anlegen von elektrischem Strom an die thermoelektrische Vorrichtung überführt wird. Der Wärmeverteiler schließt eines oder mehrere der Folgenden ein: eine pyrolytische Graphitlage, die so ausgestaltet ist, dass sie thermische Energie und elektrischen Strom entlang der pyrolytischen Graphitlage überführt; und/oder einen Leiter in thermischem und elektrischem Austausch mit der pyrolytischen Graphitlage, wobei der Leiter in elektrischem Austausch mit der pyrolytischen Graphitlage steht, um die Batteriezelle durch Anlegen von elektrischem Strom an die pyrolytische Graphitlage über den Leiter zu erwärmen, wobei der Leiter in thermischem Austausch mit der pyrolytischen Graphitlage steht, um der pyrolytischen Graphitlage thermische Energie zuzuführen oder diese von ihr wegzuführen. Die Batteriezelle wird durch den Wärmeverteiler erwärmt, indem dieser die thermische Energie an die Batteriezelle überführt, wenn der elektrische Strom über den Leiter an den Wärmeverteiler angelegt wird, oder wenn der elektrische Strom an die thermoelektrische Vorrichtung in einer ersten Polarität angelegt wird, oder wenn der elektrische Strom an sowohl den Wärmeverteiler über den Leiter als auch an die thermoelektrische Vorrichtung in einer ersten Polarität angelegt wird. Die Batteriezelle wird durch den Wärmeverteiler gekühlt, indem dieser die thermische Energie von der Batteriezelle wegführt, wenn elektrischer Strom an die thermoelektrische Vorrichtung in einer zweiten Polarität angelegt wird.

[0017] In einigen Ausführungsformen schließt das Verfahren zum Herstellen eines Batterie-Wärmema-

nagementssystems außerdem eines oder mehrere der Folgenden ein: der Wärmeverteiler umfasst eine erste Seite und eine zweite Seite, wobei die erste Seite der zweiten Seite im Wesentlichen gegenüberliegt; der Wärmeverteiler umfasst einen weiteren Leiter in thermischem und elektrischem Austausch mit der pyrolytischen Graphitlage; die Batteriezelle wird erwärmt, wenn über den Leiter und den weiteren Leiter elektrischer Strom an die pyrolytische Graphitlage angelegt wird, so dass der elektrische Strom entlang der pyrolytischen Graphitlage von der ersten Seite zu der zweiten Seite des Wärmeverteilers hin fließt; der weitere Leiter umfasst einen elektrischen Anschluss, der so ausgestaltet ist, dass er an eine Leiterplatte elektrisch verbunden ist, wobei der elektrische Anschluss so ausgestaltet ist, dass er elektrischen Strom an den Wärmeverteiler liefert; das Anordnen der Batteriezelle und des Wärmeverteilers in einer Batterieeinheit und Verbinden des Leiters mit der Batterieeinheit, um den Wärmeverteiler an der Batterieeinheit zu befestigen; Anbringen einer thermischen Kopplungsstelle an die Batterieeinheit, wobei die thermische Kopplungsstelle so ausgestaltet ist, dass sie mit dem Leiter zusammenpasst; der Leiter umfasst ein erstes mechanisches Verbindungsstück; die thermische Kopplungsstelle umfasst ein zweites mechanisches Verbindungsstück, das so ausgestaltet ist, dass es mit dem ersten mechanischen Verbindungsstück zusammenpasst, um den Leiter an die Batterieeinheit anzuschließen; das erste mechanische Verbindungsstück umfasst ein männliches Schwalbenschwanz-Verbindungsstück und das zweite mechanische Verbindungsstück umfasst ein weibliches Schwalbenschwanz-Verbindungsstück, das so ausgestaltet ist, dass es das männliche Schwalbenschwanz-Verbindungsstück aufnimmt, um den Leiter an der Batterieeinheit anzuschließen; Anordnen eines thermischen Fensters in der Batterieeinheit, wobei das thermische Fenster so ausgestaltet ist, dass es der Batterieeinheit thermische Energie zuführt und von dieser wegführt; Verbinden eines thermischen Substrats mit der Batterieeinheit in dem thermischen Fenster, wobei das thermische Substrat so ausgestaltet ist, dass es der Batterieeinheit thermische Energie zuführt und von dieser wegführt, während es eine physikalische Barriere in die Batterieeinheit hinein bereitstellt; thermisches Verbinden der thermoelektrischen Vorrichtung mit dem thermischen Substrat, um die thermoelektrische Vorrichtung mit dem Wärmeverteiler zu verbinden; Anordnen der thermoelektrischen Vorrichtung außerhalb der Batterieeinheit; Anschließen einer Gebläse- und -Rohr-Baugruppe an die Batterieeinheit, wobei die Gebläse- und -Rohr-Baugruppe so ausgestaltet ist, dass sie Luft über die Abgabeseite der thermoelektrischen Vorrichtung schiebt oder zieht, und außerdem das Anschließen eines Gebläses in der Gebläse- und -Rohr-Baugruppe, wobei das Gebläse so ausgestaltet ist, dass es die Systemeffizienz optimiert.

miert, so dass der Luftstrom verstkt oder verringert wird, um zu den Erwärmungs- oder Kühlungsanforderungen der Batteriezelle zu passen; Anschließen einer Gebläse- und -Rohr-Baugruppe in thermischem Austausch mit der thermoelektrischen Vorrichtung und so ausgestaltet, dass sie Luft über die Abgabeseite der thermoelektrischen Vorrichtung schiebt oder zieht und außerdem einschließlich des Anschlieens eines Gebläses in der Gebläse- und -Rohr-Baugruppe, wobei das Gebläse ausgestaltet ist, um die Systemeffizienz zu optimieren, so dass der Luftstrom verstkt oder verringert wird, um zu den Erwärmungs- oder Khlungserfordernissen der Batteriezelle zu passen; die Abgabeseite der thermoelektrischen Vorrichtung steht über einen Abwärmetauscher in thermischem Austausch mit Luft; die Abgabeseite der thermoelektrischen Vorrichtung umfasst den Abwärmetauscher; der Wärmeverteiler umfasst eine Unterbrechung in der pyrolytischen Graphitlage, wobei die Unterbrechung so ausgestaltet ist, dass sie einen Leitungsweg für den elektrischen Strom für den Wärmeverteiler verlängert, um die Widerstandserwärmungskapazität des Wärmeverteilera zu erhöhen; die pyrolytische Graphitlage ist geknittet, um eine Länge einer Oberfche der pyrolytischen Graphitlage zu verlängern, wobei die verlängerte Länge der Oberfche der pyrolytischen Graphitlage so ausgestaltet ist, dass sie einen Leitungsweg für elektrischen Strom durch die pyrolytische Graphitlage verlängert, um die Widerstandserwärmungskapazität des Wärmeverteilera zu erhöhen; der Leiter erstreckt sich im Wesentlichen über eine Gesamtheit einer Dimension des Wärmeverteilera, um dem Wärmeverteiler eine strukturelle Integrität zu verleihen; der Wärmeverteiler umfasst außerdem wenigstens eine weitere pyrolytische Graphitlage in thermischem und elektrischem Austausch mit dem Leiter, wobei sich die wenigstens eine weitere pyrolytische Graphitlage im Wesentlichen parallel zu der pyrolytischen Graphitlage erstreckt; der Leiter steht in elektrischem Austausch mit der wenigstens einen weiteren pyrolytischen Graphitlage, um die Batteriezelle durch Anlegen von elektrischem Strom an die wenigstens eine weitere pyrolytische Graphitlage über den Leiter zu erwmen, wobei der Leiter in thermischem Austausch mit der wenigstens einen weiteren pyrolytischen Graphitlage steht, um der wenigstens einen weiteren pyrolytischen Graphitlage thermische Energie zuzufren und von dieser abzufren; der Wärmeverteiler umfasst außerdem ein thermisches Verbindungselement zwischen der pyrolytischen Graphitlage und der wenigstens einen weiteren pyrolytischen Graphitlage, wobei das thermische Verbindungselement so ausgestaltet ist, dass es thermische Energie zwischen der pyrolytischen Graphitlage und der wenigstens einen weiteren pyrolytischen Graphitlage überführt; der Leiter umfasst das thermische Verbindungselement; das thermische Verbindungselement umfasst ein metallisches Material, das so ausgestaltet ist, dass es elektrischen Strom zwischen

der pyrolytischen Graphitlage und der wenigstens einen weiteren pyrolytischen Graphitlage überführt; das thermische Verbinden des Wärmeverteilera mit einer weiteren Batteriezelle an einer Seite des Wärmeverteilera, der einer Seite des Wärmeverteilera gegeberliegt, die thermisch mit der Batteriezelle verbunden ist; das thermische Verbindungselement ist zwischen den Seiten des Wärmeverteilera angeordnet, die in thermischem Austausch mit der Batteriezelle und der weiteren Batteriezelle stehen; das thermische Verbindungselement steht in direktem thermischen Austausch mit der Batteriezelle und der weiteren Batteriezelle, um den thermischen Kontaktwiderrand, der mit dem Wärmeverteiler einhergeht, zu reduzieren; der Wärmeverteiler umfasst außerdem ein metallisches Substrat in thermischem Austausch mit der pyrolytischen Graphitlage; die pyrolytische Graphitlage steht in thermischem Austausch mit der Batteriezelle, so dass die pyrolytische Graphitlage als thermische Kopplungsstelle zwischen der Batteriezelle und dem metallischen Substrat fungiert; die pyrolytische Graphitlage erstreckt sich entlang einer Oberfche des metallischen Substrats an wenigstens zwei Seiten des metallischen Substrats; die pyrolytische Graphitlage erstreckt sich wenigstens auf die Hälfte eines Querschnittumfangs des metallischen Substrats; die Hauptseite der thermoelektrischen Vorrichtung ist über wenigstens einem Teil des metallischen Substrats angeordnet und die pyrolytische Graphitlage erstreckt sich so, dass sie zwischen der Hauptseite der thermoelektrischen Vorrichtung und dem metallischen Substrat liegt, um eine thermische Kopplungsstelle zwischen der thermoelektrischen Vorrichtung und dem metallischen Substrat bereitzustellen, wobei die thermische Kopplungsstelle so ausgestaltet ist, dass die thermische Energie zwischen der Hauptseite der thermoelektrischen Vorrichtung und dem metallischen Substrat überführt wird; die Batteriezelle wird durch den Wärmeverteiler erwmt, indem dieser thermische Energie an die Batteriezelle berfrt, wenn über den Leiter elektrischer Strom an das metallische Substrat angelegt wird; und/oder die Batterie wird durch den Wärmeverteiler gekühlt, indem thermische Energie über die pyrolytische Graphitlage und den Leiter von der Batteriezelle abgeführt wird, wenn elektrischer Strom an die thermoelektrische Vorrichtung in der zweiten Polarität angelegt wird.

[0018] Das Vorhergehende ist eine Zusammenfassung und enthält Vereinfachungen, Verallgemeinerungen und die Weglassung von Details. Die Fachleute auf diesem Gebiet werden zustimmen, dass die Zusammenfassung nur veranschaulichend ist und nicht dazu gedacht ist, in irgendeiner Weise limitierend zu wirken. Andere Aspekte, Merkmale und Vorteile der Vorrichtungen und/oder der Verfahren und/oder anderer Gegenstände, die hierin beschrieben sind, werden in den Lehren, die hierin bereitgestellt sind, offensichtlich. Die Zusammenfassung wird be-

reitgestellt, um eine Auswahl an Konzepten in einer vereinfachten Form einzuführen, die weiter unten in der detaillierten Beschreibung genauer beschrieben sind. Diese Zusammenfassung ist nicht so gedacht, dass sie Schlüsselmerkmale oder wesentliche Merkmale irgendeines hierin beschriebenen Gegenstandes identifiziert.

Kurze Beschreibung der Abbildungen

[0019] Das Vorhergehende ist eine Zusammenfassung und enthält Vereinfachungen, Verallgemeinerungen und die Weglassung von Details. Die Fachleute auf diesem Gebiet werden zustimmen, dass die Zusammenfassung nur veranschaulichend ist und nicht dazu gedacht ist, in irgendeiner Weise limitierend zu wirken. Andere Aspekte, Merkmale und Vorteile der Vorrichtungen und/oder der Verfahren und/oder anderer Gegenstände, die hierin beschrieben sind, werden in den Lehren, die hierin bereitgestellt sind, offensichtlich. Die Zusammenfassung wird bereitgestellt, um eine Auswahl an Konzepten in einer vereinfachten Form einzuführen, die weiter unten in der detaillierten Beschreibung genauer beschrieben sind. Diese Zusammenfassung ist nicht so gedacht, dass sie Schlüsselmerkmale oder wesentliche Merkmale irgendeines hierin beschriebenen Gegenstandes kennzeichnen.

[0020] **Fig. 1** ist eine schematische Darstellung einer Ausführungsform eines Wärmemanagementsystems für eine elektrische Vorrichtung.

[0021] **Fig. 2** ist eine schematische Darstellung einer Ausführungsform einiger Komponenten eines Wärmemanagementsystems für eine elektrische Vorrichtung.

[0022] **Fig. 3** ist eine schematische Darstellung einer Ausführungsform einiger Komponenten eines Wärmemanagementsystems für eine elektrische Vorrichtung.

[0023] **Fig. 4** stellt eine Ausführungsform für eine elektrische Vorrichtung eines Wärmemanagementsystems für eine Batterie dar.

[0024] **Fig. 5** stellt Seiten- und Vorderansichten einer Ausführungsform eines Wärmevertellers dar.

[0025] **Fig. 6** stellt eine Ausführungsform von Graphitlagen eines Wärmevertellers dar.

[0026] **Fig. 7** stellt eine Ausführungsform von Graphitlagen eines Wärmevertellers dar.

[0027] **Fig. 8** stellt eine Ausführungsform einer isotropen Struktur eines Metalls dar.

[0028] **Fig. 9** stellt eine Ausführungsform von Graphitlagen eines Wärmevertellers mit thermischen/elektrischen Verbindungselementen dar.

[0029] **Fig. 10** stellt eine Ausführungsform eines Wärmevertellers dar.

[0030] **Fig. 11** stellt eine Ausführungsform eines Wärmevertellers dar.

[0031] **Fig. 12** stellt eine Ausführungsform eines Wärmevertellers dar.

[0032] **Fig. 13** stellt eine Ausführungsform eines Wärmevertellers dar.

[0033] **Fig. 14** stellt eine Ausführungsform einer Graphitlage eines Wärmevertellers dar.

[0034] **Fig. 15** stellt eine Ausführungsform einer Graphitlage eines Wärmevertellers dar.

[0035] **Fig. 16** stellt eine Ausführungsform einer Graphitlage eines Wärmevertellers dar.

[0036] **Fig. 17** stellt eine Ausführungsform eines Wärmevertellers mit einem thermischen/elektrischen Substrat dar.

[0037] **Fig. 18** stellt eine Ausführungsform eines Stapsels von Batteriezellen und Wärmevertellern dar.

[0038] **Fig. 19** stellt eine Ausführungsform eines Batteriekastens mit einer thermischen Kopplungsstelle und einem thermischen Fenster dar.

[0039] **Fig. 20** stellt eine Ausführungsform eines Batteriekastens mit einer thermischen Kopplungsstelle und einem thermischen Fenster dar.

[0040] **Fig. 21** stellt eine Ausführungsform eines Batteriekastens mit einer thermischen Kopplungsstelle und einem thermischen Fenster dar.

[0041] **Fig. 22** stellt eine Ausführungsform eines Batteriekastens mit einer thermischen Kopplungsstelle und einem thermischen Fenster dar.

[0042] **Fig. 23** stellt eine Ausführungsform eines Luft-, -Rohr- und Gebläse-Systems oder einer Baugruppe dar.

[0043] **Fig. 24** stellt eine Ausführungsform eines Luft-, -Rohr- und Gebläse-Systems oder einer Baugruppe dar.

[0044] **Fig. 25** stellt eine Ausführungsform eines Luft-, -Rohr- und Gebläse-Systems oder einer Baugruppe dar.

Detaillierte Beschreibung

[0045] In der folgenden detaillierten Beschreibung wird auf die anhängenden Abbildungen Bezug genommen, die einen Teil hiervon bilden. In den Abbildungen stellen gleiche Symbole typischerweise gleiche Komponenten dar, wenn es nicht im Kontext anders vorgegeben wird. Die darstellenden Ausführungsformen, die in der detaillierten Beschreibung und den Abbildungen beschrieben sind, sind nicht so gemeint, dass sie beschränkend wirken. Andere Ausführungsformen können verwendet werden, und weitere Änderungen können gemacht werden, ohne aus dem Sinngehalt oder dem Umfang des hier dargelegten Gegenstandes herauszuführen. Es wird leicht verstanden werden, dass die Aspekte der vorliegenden Offenbarung, wie sie hierin allgemein beschrieben sind und in den Abbildungen dargestellt sind, in einer breiten Varianz verschiedener Konfigurationen angeordnet, ersetzt, kombiniert und ausgestaltet werden können, von denen alle explizit mit in Erwägung gezogen wurden und zu einem Teil dieser Offenbarung gemacht werden.

[0046] Insbesondere betreffen Ausführungsformen, die hierin offenbart sind, das Wärmemanagement (zum Beispiel das Erwärmen und/oder das Kühlen) von elektrischen Vorrichtungen, einschließlich, nicht jedoch beschränkt auf Batterien mit oder ohne thermoelektrische Systeme.

[0047] Thermoelektrische (TE) Systeme können entweder in Erwärmungs-/Kühlungs- oder in Energieerzeugungsmodi betrieben werden. In dem ersten Fall wird elektrischer Strom durch eine TE-Vorrichtung hindurchgeführt, um die Wärme von der kalten Seite zu der warmen Seite zu überführen oder umgekehrt. Im letzten Fall wird ein Wärmefluss, der von einem Temperaturgradienten durch eine TE-Vorrichtung angetrieben wird, in Elektrizität umgewandelt. In beiden Modalitäten wird die Leistung der TE-Vorrichtung in großem Umfang durch die Übertragungsgüte des TE-Materials und durch die Schaden verursachenden (verlusterzeugenden) Verluste durch das System hindurch bestimmt. Arbeitselemente in den TE-Vorrichtungen sind typischerweise Halbleitermaterialien vom p-Typ und vom n-Typ.

[0048] Ein thermoelektrisches System oder eine Vorrichtung, wie sie hierin beschrieben ist, kann ein thermoelektrischer Generator (TEG) sein, der die Temperaturdifferenz zwischen zwei Flüssigkeiten, zwei festen Stoffen (zum Beispiel Stäben) oder einem Feststoff und einer Flüssigkeit nutzt, um elektrische Energie über thermoelektrische Materialien zu erzeugen. Alternativ kann ein thermoelektrisches System oder eine Vorrichtung, wie sie hierin beschrieben ist, ein Heizgerät, ein Kühlgerät oder beides sein, welches als fest eingegebauter Wärmepumpe dient, eingesetzt wird, um die Wärme von einer

Oberfläche zu einer anderen zu bewegen, wobei über die thermoelektrischen Materialien zwischen den beiden Oberflächen eine Temperaturdifferenz erzeugt wird. Jede der Oberflächen kann in thermischem Austausch mit einem Feststoff, einer Flüssigkeit, einem Gas oder einer Kombination von zwei oder mehreren eines Feststoffes, einer Flüssigkeit und eines Gases stehen oder diese umfassen, und die beiden Oberflächen können beide in thermischem Austausch mit einem Feststoff, beide in thermischem Austausch mit einer Flüssigkeit, beide in thermischem Austausch mit einem Gas stehen oder eine kann in thermischem Austausch mit einem Material stehen, ausgewählt aus einem Feststoff, einer Flüssigkeit und einem Gas, und die andere kann in thermischem Austausch mit einem Material stehen, ausgewählt aus den anderen beiden der Gruppe eines Feststoffs, einer Flüssigkeit und eines Gases.

[0049] Das thermoelektrische System kann eine einzelne thermoelektrische Vorrichtung (TED) oder eine Gruppe von thermoelektrischen Vorrichtungen (TEDs) umfassen, abhängig von der Verwendung, dem Energieausstoß, der Wärme-/Kühlkapazität, dem Leistungskoeffizienten (COP) oder der Spannung. Obwohl die Beispiele, die hierin beschrieben sind, in Zusammenhang mit einem Wärme-/Kühlsystem beschrieben sein mögen, können die beschriebenen Merkmale mit einem Energieerzeuger oder einem Wärme-/Kühlsystem verwendet werden.

[0050] Der Begriff „thermischer Austausch“ wird hierin in seinem breitesten und allgemeinsten Sinn verwendet, der zwei oder mehr Komponenten beschreibt, die so ausgestaltet sind, dass sie eine Wärme- oder thermische Energieübertragung von der einen Komponente zu der anderen (zum Beispiel zwischen den Komponenten) gestattet, die eine gewünschte Funktion ausführt oder ein gewünschtes Ergebnis erzielt. Zum Beispiel kann solch ein thermischer Austausch ohne Beschränkung der Allgemeinheit erreicht werden, durch einen anschmiegenden Kontakt zwischen Oberflächen an einer Kontaktfläche; eines oder mehrere Wärmeübertragungsmaterialien oder Vorrichtungen zwischen Oberflächen; eine Verbindung zwischen festen Oberflächen unter Verwendung eines thermisch leitenden Materialsystems, wobei solch ein System Polster, thermische Schmiermittel, eine Paste, eine oder mehrere funktionsfähige Flüssigkeiten oder andere Strukturen mit einer hohen thermischen Leitfähigkeit zwischen den Oberfläche (zum Beispiel Wärmetauscher) einschließen kann; andere geeignete Strukturen; oder Kombinationen von Strukturen. Ein wesentlicher thermischer Austausch kann zwischen Oberflächen stattfinden, die direkt miteinander verbunden sind (zum Beispiel miteinander in Kontakt stehen, um einen direkten thermischen Austausch zu bieten, wobei dies jedoch zum Beispiel auch ein thermisches Schmiermittel oder ähnliches einschließen kann), oder die in-

direkt über eines oder mehrere Kontaktflächenmaterialien miteinander verbunden sind. „Thermischer Austausch“ schließt nicht den nebenbei auftretenden Wärmeübertrag (zum Beispiel thermische Energie) zwischen zwei oder mehr voneinander getrennten Komponenten ein, wenn der Wärmeübertrag zwischen den zwei oder mehr Komponenten nicht über eine oder mehrere funktionsfähige Flüssigkeiten eintritt, die so ausgestaltet sind, dass sie fließen, wenn ein Wärmetransfer benötigt wird (zum Beispiel eine funktionsfähige Flüssigkeit, die zwischen den zwei oder mehr Komponenten zirkuliert wird) und/oder ein Wärmerohr. „Thermischer Austausch“ schließt auch nicht einen möglichen Wärmeübertrag zwischen zwei oder mehr Komponenten ein, die durch eine Flüssigkeit getrennt sind, die nicht zwischen den zwei oder mehr Komponenten zirkuliert wird, wie zum Beispiel Luft, die nicht zum Beispiel durch ein Gebläse in Bezug auf die zwei oder mehr Komponenten bewegt wird.

[0051] Die Begriffe „Messwiderstand“, „Kühlplatte“, „Wärmeverteiler“, „Wärme-/Heizplatte“, „Rippe“ und „Wärmetauscher“ haben, wie sie hierin verwendet ihre breitemögliche Begrifflichkeit, einschließlich, nicht jedoch beschränkt auf eine Komponente (zum Beispiel eine thermisch leitfähige Vorrichtung oder ein solches Material), die es Wärme oder thermische Energie gestattet, von einem Teil der Komponente zu einem anderen Teil der Komponente zu fließen. In einigen Ausführungsformen kann der Wärmeverteiler ein Wärmetauscher sein, der als eine Kühlplatte, Wärme-/Heizplatte und/oder eine Rippe fungiert, abhängig von der offenbarten Funktionalität. Messwiderstände können in thermischem Austausch mit einem oder mehreren thermischen Materialien stehen (zum Beispiel einem oder mehreren thermischen Elementen) und in thermischem Austausch mit einem oder mehreren Wärmetauschern der thermoelektrischen Baugruppe oder dem System stehen. Messwiderstände, die hierin beschrieben sind, können auch elektrisch leitfähig und in elektrischem Austausch mit einem oder mehreren thermoelektrischen Materialien sein, so dass es dem elektrischen Strom auch ermöglicht ist, von einem Teil des Messwiderstands zu einem anderen Teil des Messwiderstands zu fließen (zum Beispiel, indem dadurch ein elektrischer Austausch zwischen mehreren thermoelektrischen Materialien oder Elementen bereitgestellt wird). Wärmetauscher (zum Beispiel Wärmeverteiler, Rohre und/oder Leitungen) können in thermischem Austausch mit dem einen oder den mehreren Messwiderständen, dem einen oder mehreren TEDs und/oder der einen oder den mehreren funktionsfähigen Flüssigkeit(en) der thermoelektrischen Baugruppe oder des Systems stehen. Verschiedene Ausgestaltungen eines oder mehrerer Messwiderstände und eines oder mehrerer Wärmetauscher können verwendet werden (zum Beispiel ein oder mehrere Messwiderstände und ein oder mehrere Wärmetauscher können Teile

dieselben einheitlichen Elements sein, ein oder mehrere Messwiderstände können in elektrischem Austausch mit einem oder mehreren Wärmetauschern stehen, ein oder mehrere Messwiderstände können elektrisch isoliert von einem oder mehreren Wärmetauschern sein, eine oder mehrere Messwiderstände können in direktem thermischen Austausch mit den thermoelektrischen Elementen stehen, ein oder mehrere Messwiderstände können in direktem thermischen Austausch mit dem einen oder den mehreren Wärmetauschern stehen, ein dazwischenliegendes Material kann zwischen dem einen oder den mehreren Messwiderständen und dem einen oder den mehreren Wärmetauschern angeordnet sein). Außerdem stellen die Wörter „kalt“, „warm/heiß“, „kühler“, „wärmer/heißer“, „kälteste“, „wärmste/heißeste“ und ähnliche, wie sie hierin verwendet werden, relative Begriffe dar und kennzeichnen nicht eine bestimmte Temperatur oder einen bestimmten Temperaturbereich.

[0052] Ausführungsformen, die hierin offenbart sind, schließen Systeme und Verfahren ein, die in der Lage sind, eine elektrische Vorrichtung (zum Beispiel eine Batterie) thermisch zu regulieren, indem ein direktes oder indirektes thermoelektrisches (TE) Kühlen und/oder Erwärmen an die elektrische Vorrichtung angelegt wird. Solche Vorrichtungen können häufig von dem Wärmemanagement profitieren. Einige Ausführungsformen werden unter Bezugnahme auf bestimmte elektrische Vorrichtungen, wie zum Beispiel Batterien, Batteriekästen und Batteriezellen beschrieben. Jedoch sind wenigstens einige Ausführungsformen, die hierin offenbart sind, in der Lage, ein Wärmemanagement auch für andere elektrische Vorrichtungen, wie zum Beispiel bipolare Transistoren mit isolierter Gate-Elektrode (IGBTs), andere elektrische Vorrichtungen oder eine Kombination von Vorrichtungen bereitzustellen. Wenigstens einige solcher Vorrichtungen können unter dem Betrieb außerhalb eines bevorzugten Temperaturbereichs leiden. Der Betrieb einiger Ausführungsformen ist unter Bezugnahme auf einen Kühl-Betriebsmodus beschrieben. Jedoch können einige oder alle der hierin beschriebenen Ausführungsformen auch einen Erwärmungs-Betriebsmodus haben. In einigen Fällen kann ein Erwärmungs-Betriebsmodus angewandt werden, um die Temperatur einer elektrischen Vorrichtung oberhalb einer Schwellentemperatur zu halten, unter der die elektrische Vorrichtung kaputt gehen kann oder einen beeinträchtigten Betrieb aufweist. TE-Vorrichtungen sind in einzigartiger Weise geeignet, um sowohl eine Wärme- als auch eine Kühlungsfunktion bei minimalen Schwierigkeiten für die Systemarchitektur bereitzustellen.

[0053] Ein Batterie-Wärmemanagement wird gewünscht, um Fahrzeugbatterien innerhalb eines optimalen Temperaturbereichs zu halten. Dies maximiert sowohl die Leistung als auch die Nutzungslaufzeit der Batterie. Obwohl die Beispiele, die hier-

in beschrieben sind, in Verbindung mit einem Erwärmungs-/Kühlungssystem für eine Batterie beschrieben sein mögen, können die beschriebenen Merkmale auch mit anderen elektrischen Vorrichtungen verwendet werden, wie es hierin beschrieben ist.

[0054] Im Allgemeinen gilt für die meisten Batterie-Chemietypen, dass, wenn die Temperatur ansteigt, dies die Entladungszeit (Kapazität) verlängert, die Fähigkeit Strom bereitzustellen erhöht wird und die Ladungszeit reduziert wird. Für diese Metriken sind hohe Batterietemperaturen im Allgemeinen vorteilhaft. Für die Metrik der Batterielebenszeit ist jedoch im Allgemeinen das Gegenteil der Fall. Hohe Temperaturen verringern die Nutzungslebenszeit der Batterie. Es wurde herausgefunden, dass das Halten der Batterien innerhalb eines idealen Temperaturbereichs oder einer vorgeschriebenen Temperatur zur richtigen Zeit die Batterielebenszeit mit anderen Leistungsmetriken ausbalancieren kann.

[0055] Start-Stopp-Batterien können unter der Haube eines Fahrzeugs liegen. Die Temperatur unter der Haube eines Fahrzeugs liegt typischerweise oberhalb des idealen oder vorgeschriebenen Temperaturbereichs. Um die Nutzungslebenszeit der Batterie zu verbessern, ist es am Besten, die Batterie bei niedrigeren Temperaturen zu halten als sie unter der Haubenumgebung eines Fahrzeugs vorliegen.

[0056] Es wurden verschiedene Wärmemanagementstrategien für Batterien entworfen, jedoch kann das thermoelektrische Wärmemanagement gegenüber anderen Wärmemanagementstrategien aus vielen Gründen vorteilhaft sein. Ein Vorteil des TE-Wärmemanagements ist, dass es nur eine geringe oder keine weitere (zum Beispiel zusätzliche) Belastung im Sinne von Kühlungsschläuchen oder Leitungen für Kühlflüssigen in dem Fahrzeug benötigt. Ein weiterer Vorteil ist, dass die elektrische Energie für das TE-Wärmemanagement von der Batterie selbst bereitgestellt werden kann, was das System "selbstständig" oder „in-line“ macht.

[0057] Für Start-Stopp-Batterien vom Lithiumionentyp ist ein schnelles Erwärmen vor dem Starten des Motors im Allgemeinen hilfreich, um die Fähigkeit zur Stromabgabe der Batteriezellen zu verstärken. Wenn diese Fähigkeit (zum Beispiel das schnelle Erwärmen vor dem Starten des Motors) verstärkt wird, kann die Batteriepackung kleiner gemacht werden (zum Beispiel eine geringere Gesamtmenge an Batteriezellen) bei verringerten Kosten und einer verbesserten Leistung im Verhältnis zu Wettbewerbsprodukten, wie Bleisäurebatterien. Um das Heizsystem praktikabel zu machen, muss die Wärme an die Batterien mit einer hohen Quote (zum Beispiel Wärmefluss) abgegeben werden, was ein leistungsstarkes Erwärmungssystem erfordert.

[0058] Es gibt eine Vielzahl von Weisen, auf die TE-Vorrichtungen zur Kühlung oder Erwärmung elektrischer Vorrichtungen angewendet werden können. Wie es hierin beschrieben ist, können TE-Vorrichtungen ein oder mehrere TE-Elemente, TE-Baugruppen und/oder TE-Module einschließen. In einigen Ausführungsformen kann das TE-System eine TE-Vorrichtung einschließen, die eine erste Seite und eine zweite Seite, die der ersten Seite gegenüberliegt, umfasst. In einigen Ausführungsformen können die erste Seite und die zweite Seite eine Hauptfläche und eine Abwärmefläche, oder eine Erwärmungsfläche und eine Kühlungsfläche (oder eine Hauptseite und eine Abgabeseite oder eine Erwärmungsseite oder eine Kühlungsseite) einschließen. In bestimmten Ausführungsformen kann die Hauptfläche die Temperatur einer Vorrichtung unter Wärmemanagement kontrollieren, während die Abwärmefläche mit einer Wärmequelle oder einer Wärmefalle verbunden ist. Eine TE-Vorrichtung kann mit einer Energiequelle betriebsbereit verbunden sein. Die Energiequelle kann so ausgestaltet sein, dass sie eine Spannung an die TE-Vorrichtung anlegt. Wenn die Spannung in eine Richtung angelegt wird, erzeugt die eine Seite (zum Beispiel die erste Seite) Wärme, während die andere Seite (zum Beispiel die zweite Seite) die Wärme aufnimmt. Das Umdrehen der Polarität des Kreislaufs erzeugt den gegenteiligen Effekt. In einer typischen Anordnung umfasst eine TE-Vorrichtung einen geschlossenen Kreislauf, der unterschiedliche Materialien umfasst. Wenn eine Gleichstromspannung an den geschlossenen Kreislauf angelegt wird, wird eine Temperaturdifferenz an der Anschlussstelle der unterschiedlichen Materialien erzeugt. Abhängig von der Richtung des elektrischen Stroms wird an einer bestimmten Anschlussstelle Wärme entweder abgegeben oder aufgenommen. In einigen Ausführungsformen schließt die TE-Vorrichtung mehrere feste Halbleiterelemente vom P- und vom N-Typ ein, die in Reihen verbunden sind; oder Gruppen (zum Beispiel Module) von Halbleiterelementen vom P- und N-Typ, die in Reihen verbunden sind, wobei die Gruppen in einer parallelen und/oder Reihenkonfiguration verbunden sind, um der TE-Vorrichtung für den Betrieb Robustheit zu verleihen, ein.

[0059] In bestimmten Ausführungsformen sind die Anschlussstellen zwischen zwei elektrischen Isolationsseinheiten (zum Beispiel keramischen Platten), die die kalte und die warme Seite der TE-Vorrichtung bilden können, sandwichartig eingeschlossen. Die kalte Seite kann (direkt oder indirekt) an ein Objekt (zum Beispiel einen elektrischen Leiter, eine elektrische Vorrichtung unter Wärmemanagement, eine Batteriezelle, einen Wärmeverteiler/eine Wärmerippe usw.), das gekühlt werden soll, thermisch angeschlossen sein und die warme/heiße Seite kann (direkt oder indirekt) an ein Abwärmeabgabesystem, das die Wärme an die Umwelt abgibt, thermisch angeschlossen sein. Jede geeignete Technik kann hierfür verwen-

det werden, einschließlich, nicht jedoch beschränkt auf einen Wärmetauscher, eine Wärmefalle, ein Wärmerohr und/oder dem Aussetzen gegenüber Umgebungsluft. In einigen Ausführungsformen kann die Wärme! heiße Seite (direkt oder indirekt) an ein Objekt (zum Beispiel einen elektrischen Leiter, eine elektrische Vorrichtung unter Wärmemanagement, eine Batteriezelle, einen Wärmeverteiler/Wärmerippe usw.), das erwärmt werden soll, thermisch geschlossen sein. Bestimmte nicht beschränkende Ausführungsformen sind unten beschrieben.

[0060] In einigen Ausführungsformen kann ein Wärmerohr als ein Abwärmeabgabe- oder -transportmechanismus bereitgestellt werden. Die Abwärme von einer TE-Vorrichtung kann in eine Wärmefalle abgeführt werden. Beispiele für Wärmefallen schließen Wärmetauscher, Abgabeströme oder andere Strukturen für das Abführen von Wärme ein, wie zum Beispiel einen Batteriekasten, wie er hierin diskutiert wird und Kombinationen von Strukturen. Eine Wärmefalle kann (direkt oder indirekt) an die Abgabeseite oder -fläche der TE-Vorrichtung angebracht sein. Die Wärmefalle kann durch Luft oder eine Flüssigkeit gekühlt werden, oder alternativ kann sie einen festen Gegenstand darstellen, der die TE-Vorrichtung mit einer größeren festen Wärmefalle, wie zum Beispiel einem Batteriekasten, einem Autokarosserie oder anderen Strukturelementen, die Wärme effektiv abführen, verbindet. In praktischen Anwendungen, wie zum Beispiel einem Batterie-Wärmemanagementsystem können jedoch technische Beschränkungen bezüglich der Packung bestehen, die die Möglichkeit, das Kühlmedium nahe zu der Abgabeseite der TE-Vorrichtung zu bringen, begrenzen. Alternativ kann eine Wärme- oder thermische Transportvorrichtung verwendet werden, um die Wärme von der Abgabeseite der TE-Vorrichtung an einen anderen Ort zu bringen, wo die Wärmeableitung effektiv umgesetzt werden kann.

[0061] In einigen Ausführungsformen kann eine Wärmeübertragungsvorrichtung oder ein Wärmetauscher verwendet werden, um die Abgabeseite oder -fläche der TE-Vorrichtung an eine Wärmefalle anzuschließen, wo die Wärme letztlich durch zum Beispiel die Luft, eine Flüssigkeit oder einen Feststoff entsorgt wird. Solch eine Wärmefalle kann zum Beispiel der flüssige Kühlkreislauf des Autos, der Kühler oder eine luftgekühlte Wärmefalle, Umgebungsluft, eine leistungsfähige Flüssigkeit, ein Flüssigkeitsreservoir oder ein fester Korpus (zum Beispiel der Batteriekasten oder die Autokarosserie) sein.

Wärmemanagementsysteme
für elektrische Vorrichtungen

[0062] Wärmemanagementsysteme für elektrische Vorrichtungen und insbesondere Batterie-Wärmemanagementsysteme (BTMS), können verwendet wer-

den, um die Temperaturen zu kontrollieren und die Bedingungen von Batterien und die Anordnungen von Batterien zu überwachen, um eine Batteriefehlleistung und/oder sicherheitsbezogene Fehlleistungen zu verhindern. Ein BTMS kann die Gesamtbedingungen des Batteriebetriebs verbessern, indem sowohl die thermische Umgebung reguliert als auch ausreichend verlässlich gehalten wird, so dass die gesamte Systemleistung nicht herabgesetzt wird.

[0063] Eine Vielzahl von Ausführungsformen eines Batterie-Wärmemanagementsystems wird hierin diskutiert, um verschiedene Ausgestaltungen darzustellen. Die besonderen Ausführungsformen und Beispiele sind nur zur Darstellung und die Merkmale, die in einer Ausführungsform oder einem Beispiel beschrieben sind, können mit anderen Merkmalen, die in anderen Ausführungsformen oder Beispielen beschrieben sind, kombiniert werden. Dementsprechend sind die bestimmten Ausführungsformen und Beispiele nicht so gedacht, dass sie in irgendeiner Weise beschränkend wirken.

[0064] In einigen Ausführungsformen schließt ein BTMS wenigstens eine Batterie, einen Batteriekasten, eine Batteriezelle, eine Platte (zum Beispiel einen Wärmeverteiler **28**, wie er hierin diskutiert wird) in Kontakt mit der Zelle, Elektrode und/oder der Batterieanordnung ein. In bestimmten Ausführungsformen kann ein Batterie-Wärmemanagement verwendet werden, um Batterien, Batteriezellen und/oder Batterieanordnungen sowohl zu erwärmen als auch zu kühlen. Zum Beispiel kann das Batterie-Wärmemanagementsystem bei der wenigstens einen Batterie integriert sein, das Batterie-Wärmemanagementsystem kann in der Einfassung integriert sein, worin die wenigstens eine Batterie oder die Batteriezelle enthalten ist, oder das Wärmemanagementsystem kann in thermischem Austausch mit der wenigstens einen Batterie oder Batteriezelle angeordnet sein.

[0065] **Fig. 1** ist eine schematische Darstellung einer Ausführungsform eines Wärmemanagementsystems für eine elektrische Vorrichtung oder ein Batterie-Wärmemanagementsystem (BTMS) **10**. Wie in **Fig. 1** dargestellt, kann das BTMS **10** eine oder mehrere Batteriezelle(n) **12** einer Batterie **14** einschließen. Die Batteriezelle(n) **12** schließt eine oder mehrere Elektroden **18** ein. In einigen Ausführungsformen ist/sind die Batteriezelle(n) **12** in einem Batteriekasten, einer Verschalung oder einer Einfassung **16** (oder einer Einfassung einer elektrischen Vorrichtung) eingeschlossen oder untergebracht. Das BTMS **10** kann außerdem eine oder mehrere TEDs **20** umfassen, von denen jede eine erste Seite **22** (zum Beispiel eine Hauptfläche zum Abgeben von Wärme oder Kühlung an die Batteriezelle(n) **12**, zum Beispiel über einen direkten thermischen Austausch, oder einen Wärmetauscher an der Hauptseite) hat und eine zweite Seite **24** (zum Beispiel eine Abgabefläche

für das Überführen thermischer Energie zu oder weg von der TED **20**, zum Beispiel über einen direkten thermischen Austausch oder einen Wärmetauscher auf der Abgabeseite). In einigen Ausführungsformen steht die erste Seite **22** in thermischem Austausch mit einem Teil (zum Beispiel einer Rippe **26**) eines Wärmeverteilers/einer Platte **28**.

[0066] Der Wärmeverteiler **28** schließt einen Kontaktbereich **30** in thermischem Austausch mit einem Bereich der Batteriezelle(n) **12** ein. Der Kontaktbereich **30** kann den Wärmeverteiler **28** einschließen, der in thermischem Austausch mit einem temperatursensitiven Bereich der elektrischen Vorrichtung (zum Beispiel der Batteriezelle(n) **12**) steht. Der temperatursensitive Bereich der elektrischen Vorrichtung kann zum Beispiel ein Heißpunkt sein, wenn die elektrische Vorrichtung in Betrieb ist. Zum Beispiel kann/können die Batteriezelle(n) **12** Heißpunkte aufweisen (zum Beispiel eine oder mehrere Regionen, die im Verhältnis zu anderen Regionen der Batteriezelle(n) **12** eine höhere Temperatur aufweisen), wenn eine Batterie **14** geladen oder entladen wird. Dementsprechend kann der Kontaktbereich **30** des Wärmeverteilers **28** einschließen, dass er wenigstens über und in thermischem Austausch mit dem Heißpunkt steht, um die Batteriezelle(n) **12** thermisch zu regulieren, wie es hierin diskutiert ist.

[0067] Die Rippe **26** kann sich in dieselbe Richtung wie der Zellkontaktbereich **30**, senkrecht zu diesem oder in verschiedenen anderen Winkeln in Bezug auf den Zellkontaktbereich **30** erstrecken. In einigen Ausführungsformen ist die zweite Seite **24** der TED **20** an eine Wärmequelle und/oder ein Wärmefallensystem **32** oder ein Übertragungssystem für thermische Energie angeschlossen, oder so ausgestaltet, dass sie daran angeschlossen werden kann (zum Beispiel, um Wärme an die TE-Vorrichtung **20** abzugeben oder für das Abführen oder das Entfernen von Wärme von der TE-Vorrichtung **20**).

[0068] In einigen Ausführungsformen sind der Batteriekasten **16**, die zweite Seite **24** (zum Beispiel die Abgabefläche), die TED **20**, die Wärmequelle und/oder das Wärmefallensystem **32** und/oder die Batteriezelle(n) **12** gegenüber der Umgebungsluft ausgesetzt, so dass die Wärme entsprechend durch die Umwelt abgeführt oder entfernt werden kann (zum Beispiel durch ein Luftrohr **90** und Gebläsesystem **92**, wie es hier diskutiert wird, insbesondere in Bezug auf die **Abb. 23** bis **Abb. 25**). In einigen Ausführungsformen wird der Batteriekasten **16** versiegelt und die TED **20** ist innerhalb des Batteriekastens **16** angeordnet, so dass die TED **20** in thermischem Austausch mit dem Batteriekasten **16** steht, der als die Wärmefalle oder Wärmequelle fungieren kann.

[0069] In einigen Ausführungsformen wird ein thermoelektrisches(TE)-Wärmemanagementsystem **34**

bereitgestellt, das eine oder mehrere TEDs **20** in thermischem Austausch mit Komponenten der elektrischen Vorrichtung und/oder des Wärmeverteilers **28** umfasst. Das TE-Wärmemanagementsystem **34** kontrolliert die TED **20**, um die Batteriezellen **12**, wie hierin diskutiert, zu erwärmen oder zu kühlen. Eine Kontrolleinheit des TE-Wärmemanagementsystems **34** kann getrennt von einer Kontrolleinheit **36** oder mit dieser integriert vorliegen, wie es hierin diskutiert wird.

[0070] In einigen Ausführungsformen umfasst das BTMS **10** eine Energiequelle **38**, um elektrischen Strom an den Wärmeverteiler **28** und/oder die TED **20** zu liefern, wie es hierin diskutiert ist. In anderen Ausführungsformen werden die Wärmeverteiler **28** und/oder die TEDs in-line mit der Batterie **14** mit Energie versorgt. In einigen Ausführungsformen umfasst das BTMS **10** eine Kontrolleinheit **36** und/oder eine Leiterplatte oder ein Substrat **79** (siehe zum Beispiel **Fig. 18**) in elektrischem Austausch mit den verschiedenen Komponenten des BTMS **10**, einschließlich der Batteriezelle **12**, der Batterie **14**, dem Batteriekasten **16**, dem Wärmeverteiler **28**, der TED **20**, der Wärmequelle und/oder dem Wärmefallensystem **32**, dem TE-Wärmemanagementsystem **34**, der Energiequelle **38** und/oder einem Sensor **40**. Die Kontrolleinheit **36** kann auf einer Leiterplatte **79** eingebaut sein (siehe zum Beispiel **Fig. 18**), die eine oder mehrere Kontrolleinheiten hat, wie es hierin diskutiert ist. Die Kontrolleinheit **36** kann eine Wärmemanagementkontrolleinheit einschließen, die in einem Erwärmungsmodus oder einem Kühlmodus arbeiten kann, um eine elektrische Vorrichtung (zum Beispiel eine/mehrere Batteriezelle(n) **12**) zu erwärmen beziehungsweise zu kühlen. Die Leiterplatte **79** kann innerhalb des Batteriekastens **16** angeordnet sein und kann einen Stromanschluss umfassen, um das TE-Wärmemanagementsystem **34** oder andere Systeme, die hierin diskutiert sind und elektrische Energie erfordern, mit elektrischer Energie zu versorgen.

[0071] In einigen Ausführungsformen schließt das BTMS einen oder mehrere Sensoren **40** (zum Beispiel elektrische, Temperatur) ein, um eine Information über den elektrischen Zustand und/oder die Temperatur der Batteriezellen **12**, der TED **20**, der Umgebungstemperatur und/oder der Temperatur innerhalb des Batteriekastens **16** an die Kontrolleinheit **36** zu liefern, so dass die elektrische Energieabgabe (zum Beispiel Strom, Spannung) an die TED **20** entsprechend eingestellt werden kann, um das geeignete Maß an Erwärmung oder Kühlung wie es gewünscht oder erforderlich ist bereitzustellen, um die Temperatur der Batterie bei einem optimalen Level zu halten.

[0072] Wie hierin diskutiert, kann das Wärmemanagement von Batteriezellen das Verwenden einer oder mehrerer thermoelektrischer Vorrichtungen (TEDs) oder Module einschließen. In einigen Ausführungs-

formen können eine oder mehrere TEDs verwendet werden, um ein oder mehrere Batteriekästen, Batteriezellen, Wärmeverteiler, Kälteplatten, Wärme-/Heißplatten und/oder Rippen in Kontakt mit den Batteriezellen, der Luft, die innerhalb, über oder durch den Batteriekasten hindurchgeblasen zirkuliert, Elektroden der Batterien, Batterieanschlüsse und/oder andere Komponenten zu kühlen oder zu erwärmen. Wie hierin diskutiert, kann das Wärmemanagement von Batteriezellen die Verwendung eines oder mehrerer Wärmeverteiler einschließen, um ein oder mehrere Batteriekästen, Batteriezellen, Luft, die innerhalb, über und/oder durch den Batteriekasten geblasen wird, zirkuliert, Elektroden der Batterien, Batterieanschlüsse und/oder andere Komponenten zu erwärmen oder zu kühlen.

[0073] Generell sollten thermische Verluste (zum Beispiel ein thermischer Widerstand) entlang des thermischen Wegs von der Wärmequelle zu der TED verringert werden, um die TEDs effizient zu nutzen. Daher ist es notwendig, den Ort (die Position, die Anordnung) der einen oder der mehreren TEDs in Bezug auf die Eigenheiten der elektronischen Vorrichtung (zum Beispiel den Aufbau der Batteriezellen) und die Örtlichkeit der Wärmeproduktion zu optimieren.

[0074] Wie es hierin diskutiert wird, kann es für das Wärmemanagement von Start-Stopp-Batterien vorteilhaft sein, ein TE-Wärmemanagementsystem zu verwenden. Typischerweise würde jedoch ein TE-Wärmemanagementsystem, das bezüglich der Größe für eine ausreichende Kühlung der Batterie veranschlagt ist, nicht genügend thermische Kapazität für einen Hochleistungsheizbedarf bereitstellen. Widerstandsheizelemente können für einen Hochleistungsheizbedarf viel geeigneter sein. Aus vielen Gründen, einschließlich der Kosten, der Leistung und der Effizienz kann es in einigen Ausführungsformen vorteilhaft sein, das TE-Wärmemanagementsystem (zum Beispiel das Kühl- und/oder Heizsystem) mit einem Hochleistungsheizsystem (zum Beispiel ohmscher, Joulscher Erwärmung) zu kombinieren. In einigen Ausführungsformen wird jedoch ein Hochleistungsheizsystem für das Wärmemanagement einer elektronischen Vorrichtung ohne ein oder nicht in Kombination mit einem TE-Wärmemanagementsystem bereitgestellt.

[0075] In einigen Ausführungsformen wird pyrolytischer Graphit (Kohlenstoff) als das Medium oder das Kontaktstellenmaterial bereitgestellt, um die zwei Wärmemanagementlösungen zu kombinieren. Pyrolytischer Graphit ist sowohl elektrisch widerstandsfähig als auch stark thermisch leitend. Die Widerstandseigenschaft macht ihn als ein dünnes Widerstandsheizelement, das zwischen Batteriezellen für Hochleistungsheizanwendungen oder -systeme angeordnet werden kann, geeignet. Die thermisch leitende Ei-

genschaft ist für die Übertragung von Wärme auf und von Batteriezellen und/oder auf und von thermoelektrischen Kühlmodulen nützlich.

[0076] Pyrolytischer Graphit hat viele einzigartige Eigenschaften. Eine solche Eigenschaft ist seine innerhalb einer Ebene (zum Beispiel Ebene 63 wie hierin diskutiert, siehe zum Beispiel **Fig. 12**) bestehende thermische Leitfähigkeit, die bis zu 1.700 W/m·K sein kann. Als ein Vergleich haben Kupfer und Aluminium thermische Leitfähigkeiten von ungefähr 400 W/m·K, beziehungsweise 205 W/m·K. Je höher die thermische Leitfähigkeit eines Materials ist, desto kleiner wird der Temperaturgradient durch das Material sein. Dies kann für bestimmte thermoelektrische Wärmemanagementsysteme vorteilhaft sein, da die Effizienz dieser Vorrichtungen deutlich verbessert wird, indem die Temperaturdifferenz zwischen dem Gegenstand oder der Vorrichtung, die thermisch reguliert werden soll und der Umgebungstemperatur als thermischem Reservoir verkleinert wird.

[0077] **Fig. 2** ist eine schematische Darstellung einer Ausführungsform einiger Komponenten eines Wärmemanagementsystems für eine elektrische Vorrichtung. Wie es in **Fig. 2** dargestellt wird, können pyrolytische Graphitlagen, Schichten oder Oberflächen 42, die wenigstens einen Teil des Wärmevertellers 28, wie hierin diskutiert, bilden, mit der/den elektrische(n) Komponente(n) (zum Beispiel einer Batteriezelle(n) 12, einer Batterie 14) verbunden sein, an diese anliegen oder an diese angeschlossen sein, so dass sie in thermischem und/oder elektrischem Austausch auf jede geeignete Weise (zum Beispiel anhaften, direkt, indirekt über dazwischenliegende Materialien (Schmiermittel) oder andere Kontaktflächen, pressgeformt, durch Schrauben, Nuten, Bolzen oder Nägel) stehen. In einigen Ausführungsformen wird auf jegliche geeignete Weise ein enger Kontaktdruck zwischen Oberflächen der Graphitlage 42 und der/den elektrischen Komponente(n) (zum Beispiel Batteriezelle(n) 12, Batterie 14) aufrechterhalten, um den Kontakt (zum Beispiel den direkten thermischen und/oder elektrischen Austausch) zu halten. In einigen Ausführungsformen passen Oberflächen der elektrischen Komponente(n) (zum Beispiel der Batteriezelle(n) 12, der Batterie 14) über einen solchen Kontaktdruck oder Anschluss zu den Oberflächen der Graphitlage 42 und/oder umgekehrt.

[0078] Wie in **Fig. 2** dargestellt, können ein oder mehrere thermische(s)/elektrische(s) Verbindungs-element(e) oder Förderelement(e) 44, die, wie hierin diskutiert, wenigstens einen Teil eines Wärmevertellers 28 bilden, so an die elektrische Komponente(n) (zum Beispiel die Batteriezelle(n) 12, die Batterie 14) angeschlossen, angelegt oder mit dieser/diesen verbunden sein, dass sie auf jede geeignete Weise (zum Beispiel klebend, direkt, indirekt über dazwischenliegende Materialien (Schmiermittel) oder andere Kon-

taktflächen, pressgeformt, durch Schrauben, Nuten, Bolzen oder Nägel) in thermischem und/oder elektrischem Austausch stehen. Das thermische/elektrische Verbindungselement **44** kann mit der Graphitlage **42** verbunden, an diese angelegt oder angeschlossen sein, so dass diese auf jede geeignete Weise in thermischem und/oder elektrischem Austausch stehen (zum Beispiel aufgeformt, haftend, direkt, indirekt über dazwischenliegende Materialien (Schmiermittel) oder andere Kontaktflächen, pressgeformt, durch Schrauben, Nuten, Bolzen oder Nägel). In einigen Ausführungsformen passen die Oberflächen der elektrischen Komponente(n) (zum Beispiel Batteriezelle(n) **12**, Batterie **14**) über solch einen Kontaktdruck oder ein Anfügen zu den Oberflächen des thermischen/elektrischen Verbindungselement **44** und/oder umgekehrt. In einigen Ausführungsformen passen die Oberflächen der Graphitlage **42** über solch einen Kontaktdruck oder ein Anfügen zu den Oberflächen des thermischen/elektrischen Verbindungselement **44** und/oder umgekehrt. Dementsprechend kann/können die elektrische(n) Komponente(n) (zum Beispiel Batteriezelle(n) **12**, Batterie **14**), die Graphitlage **42** und das thermische/elektrische Verbindungselement miteinander verbunden, aneinandergefügt oder aneinander angeschlossen werden, so dass sie in thermischem und/oder elektrischem Austausch miteinander stehen.

[0079] **Fig. 3** ist eine schematische Darstellung einer Ausführungsform einige Komponenten eines Wärmemanagementsystems für eine elektrische Vorrichtung. Wie in **Fig. 3** dargestellt, wird eine elektrische Verbindung **46** an eine Graphitlage **42** angeschlossen, um über eine Energiequelle **38** bei der Graphitlage eine Widerstandserwärmung zu bewirken. In einigen Ausführungsformen wird die elektrische Verbindung oder die Anschlussstelle **46** an die Batteriezelle(n) **12** angeschlossen, um eine Energiequelle bereitzustellen. Die elektrische Verbindung **46** kann an die Graphitlage **42** auf jede geeignete Weise angeschlossen werden (zum Beispiel durch mechanisches Anschließen, durch Anhaften).

[0080] Wie es in **Fig. 3** dargestellt wird, verbindet eine mechanische, thermische und/oder elektrische Verbindung **48** (zum Beispiel ein Leiter) die Graphitlage **42** und/oder das thermische/elektrische Verbindungselement mit dem Batteriekasten **16**, der TED **20** und/oder dem Wärmequelle-/Wärmefallesystem **32**. Die Verbindung **48** kann die Graphitlage **42** und/oder das thermische/elektrische Verbindungselement **44** mit der TED **20** verbinden, an diese anfügen oder an diese anschließen, um das TE-Wärmemanagementsystem **34** (zum Beispiel die TED **20**) in Bezug auf die Graphitlage **42** und/oder das thermische/elektrische Verbindungselement **44** physikalisch zu befestigen, sowie einen thermischen Austausch zwischen den jeweiligen Komponenten auf jede geeignete Weise zu bewirken (zum Beispiel anhaftend,

direkt, indirekt über dazwischenliegende Materialien (Schmierstoffe) oder andere Kontaktflächen durch Formpressen, Schrauben, Nuten, Bolzen oder Nägel). Die Verbindung **48** kann die Graphitlage **42** und/oder das thermische/elektrische Verbindungsstück **44** mit dem Batteriekasten **16** verbinden, an diesen anfügen oder an diesen anschließen, um die Graphitlage **42** und/oder das thermische/elektrische Verbindungselement **44** in Bezug auf den Batteriekasten **16** physikalisch zu befestigen, sowie einen thermischen und/oder elektrischen Austausch zwischen den jeweiligen Komponenten auf jede geeignete Weise zu bewirken (zum Beispiel anhaftend, direkt, indirekt über dazwischenliegende Materialien (Schmierstoffe) oder andere Kontaktflächen durch Formpressen, Schrauben, Nuten, Bolzen oder Nägel). Die Verbindung **48** kann die Graphitlage **42** und/oder das thermische/elektrische Verbindungselement **44** mit der Wärmequelle und/oder dem Wärmefallesystem **32** verbinden, an diese anfügen oder an dieses anschließen, um die Graphitlage und/oder das thermische/elektrische Verbindungselement **44** in Bezug auf die Wärmequelle und/oder das Wärmefallesystem **32** physikalisch zu befestigen, sowie einen thermischen und/oder elektrischen Austausch zwischen den jeweiligen Komponenten auf jede geeignete Weise zu bewirken (zum Beispiel anhaftend, direkt, indirekt über dazwischenliegende Materialien (Schmierstoffe) oder andere Kontaktflächen durch Formpressen, Schrauben, Nuten, Bolzen oder Nägel).

[0081] **Fig. 4** stellt eine Ausführungsform eines Wärmemanagementsystems für eine elektrische Vorrichtung für eine Batterie **14** dar. Wie in **Fig. 4** dargestellt, kann in einigen Ausführungsformen eine Batterie **14** mit einem BTMS **10** Batteriezellen **12** aufweisen, die zueinander gestapelt sind (zum Beispiel, die sich an bestimmten Oberflächen der Batteriezellen **12** gegenüberliegen). Zwischen den Batteriezellen **12** können Wärmeverteiler **28** angeordnet sein. Die Wärmeverteiler **28** können über (einen) Kontaktbereich(e) **30** in thermischem Austausch mit den Batteriezellen auf jede geeignete Weise, wie sie hier diskutiert ist, in thermischem Austausch mit den Batteriezellen **12** stehen.

[0082] Wie in **Fig. 4** dargestellt, können die Wärmeverteiler **28** eine Rippe **26** aufweisen, die über einen äußeren Rand oder eine Grenze der Batteriezellen **12** hinaus in oder in Richtung auf den Batteriekasten **16** herausragt. Die Rippe **26** kann eine Verlängerung des Wärmeverteilera **28** sein, die aus dem im Wesentlichen gleichen Material zusammengesetzt ist wie der Wärmeverteiler **28**. In einigen Ausführungsformen kann die Rippe **26** an den Wärmeverteiler angefügt sein und aus einem anderen Material hergestellt sein als der Wärmeverteiler **28** (zum Beispiel kann der Wärmeverteiler **28** aus Graphit sein, während die Rippe **26** metallisch ist).

[0083] Eine TED **20** eines TE-Wärmemanagementsystems **34** kann an der Rippe **26** angebracht sein, um über die Rippe **26** in thermischem Austausch mit dem Wärmeverteiler **28** zu stehen. Die TED **20** kann auf jede geeignete Weise, wie sie hier diskutiert ist, in thermischem Austausch mit der Rippe **26** stehen (zum Beispiel über einen direkten thermischen Austausch oder über ein dazwischenliegendes Material). In einigen Ausführungsformen kann die Rippe **26** ein Merkmal des Wärmevertellers **28** sein, das sich auf einen kleineren Oberflächenbereich und/oder ein kleineres Volumen verjüngt oder verkleinert, um den thermischen Energieübertrag auf eine Verbindung **48** und/oder eine TED **20** zu konzentrieren. In einigen Ausführungsformen ist die Rippe **26** eine Verlängerung des Wärmevertellers **28**, die über den Umfang beispielsweise einer Batteriezelle **12**, die die gleichen Dimensionen wie die Teile des Wärmevertellers **28** hat, die in thermischem Austausch mit der Batteriezelle **12** stehen, hinausragt.

[0084] Die Hauptseite oder Oberfläche **22** der TED **20** kann in thermischem Austausch mit der Rippe **26** stehen. Die Abgabeseite oder Oberfläche **24** der TED **20** kann in thermischem Austausch mit einer Wärmequelle und/oder einer Wärmefalle **36** stehen. Wie es in **Fig. 4** dargestellt ist, kann eine Wärmequelle und/oder ein Wärmefallensystem **32a** in thermischem Austausch (zum Beispiel direkt/im Wesentlichen thermischen Austausch) mit dem Batteriekasten **16** stehen. In einigen Ausführungsformen kann der Batteriekasten **16** als die Wärmequelle und/oder die Wärmefalle fungieren. Wie auch in **Fig. 4** dargestellt, kann die Wärmequelle und/oder das Wärmefallensystem **32b** auch in nichtdirektem thermischen Austausch mit dem Batteriekasten stehen, wobei die Wärmequelle und/oder das Wärmefallensystem thermische Energie über jedes geeignete Hilfsmittel liefern oder entfernen kann, wie zum Beispiel einen thermischen Energieübertrag über eine funktionsfähige Flüssigkeit an eine Wärmequelle (zum Beispiel einen Motor-Kühlkreislauf) und/oder eine Wärmefalle (zum Beispiel einen Kühler) innerhalb oder außerhalb der Batterie **14**.

Ausführungsformen des Wärmevertellers

[0085] **Fig. 5** stellt Seiten- und Vorderansichten einer Ausführungsform eines Wärmevertellers **28** dar. Wie hierin diskutiert, wird ein auf pyrolytischem Graphit basierendes Widerstandsheizgerät und eine Wärmefalle **28** (oder Wärmeverteiler) bereitgestellt, das eine oder mehrere pyrolytische Graphitlagen, Schichten oder Oberflächen **42** umfasst, die zwischen elektrischen Komponenten (zum Beispiel Batteriezellen **12**) der elektrischen Vorrichtung (zum Beispiel der Batterie **14**), wie sie hier diskutiert sind, angebracht sind. Der Wärmeverteiler **28** kann einen Spannungsverteiler **50** (zum Beispiel einen Leiter) oder eine andere Energiequelle haben, um elektrische

Energie (zum Beispiel Strom, Spannung) an die pyrolytischen Graphitlagen **42** abzugeben. Wenn elektrische Energie an die pyrolytischen Graphitlagen **42** abgegeben wird, kann der Wärmeverteiler **28** als ein Widerstandsheizgerät fungieren. Zum Beispiel erwärmt der elektrische Strom die Graphitlagen **42** aufgrund des elektrischen Widerstands der Graphitlagen **42**, wenn der elektrische Strom durch die Graphitlagen **42** von einem positiven Ende zu einem negativen Ende des Spannungsverteilers **50** fließt. In einigen Ausführungsformen kann der Spannungsverteiler **50** thermische/elektrische Verbindungsstücke, wie hierin diskutiert, umfassen oder aus diesen zusammengesetzt sein.

[0086] Wie in **Fig. 5** dargestellt, wird ein TE-Wärmemanagementsystem **34** bereitgestellt, das eine oder mehrere TEDs **20** in thermischem Austausch mit Komponenten der elektrischen Vorrichtung und/oder den pyrolytischen Graphitlagen **42** bereitstellt. Die TEDs **20** können an dem Wärmeverteiler **28** und in thermischem Austausch mit diesem über eine Rippe **26**, wie hierin diskutiert, angebracht sein. In einigen Ausführungsformen wird eine Kombination aus Widerstandsheizgerät auf Basis von pyrolytischem Graphit und einer Wärmefalle ohne ein TE-Wärmemanagementsystem **34** (zum Beispiel eine TED **20**) bereitgestellt. In einigen Ausführungsformen wird ein Widerstandsheizgerät mit einem Spannungsverteiler **50** bereitgestellt, um den Graphitlagen **42** elektrische Energie zu liefern ohne ein TE-Wärmemanagementsystem **34** und/oder eine TED **20**.

[0087] Die **Fig. 6** und **Fig. 7** stellen eine Ausführungsform der Graphitlagen **42** eines Wärmevertellers **28** dar. Wie in den **Fig. 6** und **Fig. 7** dargestellt, ist die geschichtete Struktur des pyrolytischen Graphits (zum Beispiel die Lagen **42**, wie hierin diskutiert) für deren anisotrope thermische Leitfähigkeit verantwortlich. Kovalente Bindungen **49** innerhalb der Schichten von Carbonatomen sind für die hohe thermische Leitfähigkeit innerhalb der Ebene verantwortlich und relativ schwache Bindungen **51** zwischen den Schichten der Carbonatome verringert die thermische und elektrische Leitfähigkeit senkrecht zu der Ebene. Für eine kombinierte Heiz- und Kühlösung ist die Wärmeübertragung orthogonal zu den Ebenen aufgrund der Abstände, über die die Wärme überführt werden muss, im Allgemeinen weniger wichtig. Zum Beispiel kann die Dicke des Graphitteils (zum Beispiel die Lage oder die Oberfläche) so klein wie 25 µm sein, dennoch kann innerhalb der Ebene die Wärmeübertragung über Hunderte von Millimetern erfolgen.

[0088] Obwohl die Wärme- und elektrische Übertragung orthogonal zu der Ebene von geringerer Bedeutung ist, kann diese Übertragung durch der Einsatz thermischer/elektrischer „Förderelemente“ oder „Förderbänder“ (zum Beispiel durch thermische/elektrische Verbindungselemente **44**) verbessert werden,

um Wärme oder Elektronen an verschiedene Schichten des Graphits abzugeben (zum Beispiel Bilden eines Graphit-Metallverbunds). Im Gegensatz zu den anisotropen Eigenschaften des Graphits haben Metalle isotropische und elektrische Eigenschaften. Zum Beispiel ist die isotrope Struktur eines Metalls, wie zum Beispiel Kupfer **52**, in **Fig. 8** dargestellt. Bestimmte Metalle (zum Beispiel Kupfer, Aluminium) stellen daher gute „Förderelemente“ dar, um Wärme und Elektronen zwischen Graphitlagen zu überführen, wie es in **Fig. 9** dargestellt ist.

[0089] **Fig. 9** stellt eine Ausführungsform von Graphitlagen **42** eines Wärmeverteilers **28** mit thermischen/elektrischen Verbindungselementen **44** dar. Die thermischen/elektrischen Verbindungselemente **44** können in verschiedenen Schichten der Graphitlagen **42** gebildet werden. Die thermischen/elektrischen Verbindungselemente **44** können Wärme oder Elektronen zu den verschiedenen Schichten der Graphitlagen **42** in einer orthogonalen oder senkrechten Richtung **54** in Bezug auf die Graphitlagen **42** überführen (zum Beispiel orthogonal zu einer Ebene **63**, die sich im Wesentlichen entlang oder parallel zu den Graphitlagen **42** erstreckt, siehe zum Beispiel **Fig. 12**). Die thermischen/elektrischen Verbindungselemente **44** können anschließend Wärme oder Elektronen in die verschiedenen Schichten der Graphitlagen **42** in einer parallelen Richtung **56** in die Graphitlagen **42** überführen (zum Beispiel entlang einer Ebene **63**, die sich im Wesentlichen parallel zu den Graphitlagen **42** erstreckt). Dementsprechend stellen die thermischen/elektrischen Verbindungselemente **44** einen thermischen und elektrischen Austausch zwischen den Schichten der Graphitlagen **42** bereit, was ansonsten im Wesentlichen verhindert oder abgeschwächt würde.

[0090] Die Oberflächen der thermischen/elektrischen Verbindungselemente **44** können auch den thermischen Kontaktwiderstand zwischen den Graphitlagen **42** und den elektrischen Komponenten (zum Beispiel Batteriezellen **12**) oder zwischen den Graphitlagen **42** und der TED **20** im Vergleich zu der reinen Verwendung von Graphit alleine für die thermische Kontaktfläche verbessern (zum Beispiel die thermische Kontaktwiderstandsfähigkeit verringern und/oder die thermische Kontaktleitfähigkeit erhöhen). Dies kann auf den potentiell besseren Oberflächencharakteristika der Kontaktfläche der thermischen/elektrischen Verbindungselemente **44** beruhen, was dann die Leistung des BTMS **10** verbessert.

[0091] In einigen Ausführungsformen werden die Materialien, die als thermische/elektrische Verbindungselemente **44** verwendet werden, in Abstände, Öffnungen oder Löcher, die in den Graphitlagen oder Oberflächen **42** gebildet wurden, eingespritzt (zum Beispiel Spritz-, Aluminium-Formen) oder eingedrückt. In einigen Ausführungsformen wird die

Oberfläche der Graphitlagen **42** mit solchen Metallen dotiert. In einigen Ausführungsformen wird die Oberfläche der Graphitlagen **42** mit bestimmten Metallen gegossen (zum Beispiel in einer Scheibenform oder anderen Formen). In einigen Ausführungsformen wird die Graphitlage **42** mit den thermischen/elektrischen Verbindungselementen oder Förderelementen **44** überspritzt oder umgekehrt, wie in den **Fig. 10** bis **Fig. 12** dargestellt. Die Förderelemente **44** können in jeder geeigneten Form oder Größe vorliegen und können mit der Graphitoberfläche **42** in jeder geeigneten Weise verbunden sein oder in diese integriert sein.

[0092] Die **Fig. 10** bis **Fig. 12** stellen eine Ausführungsform eines Wärmeverteilers **28** dar. In einigen Ausführungsformen ist eine elektrische Verbindung **46** mit dem Wärmeverteiler **28** verbunden, wie hierin diskutiert, um über einen Spannungsverteiler **50** oder eine andere Energiequelle ein Widerstandsheizer für die Graphitlagen **42** oder von diesen Lagen bereitzustellen. Die elektrische Verbindung **46** kann mit der Graphitlage **42** und/oder dem Spannungsverteiler **50** auf jede geeignete Weise verbunden sein (zum Beispiel durch mechanisches Verbinden oder durch Anhaften), wie es hierin diskutiert ist. Außerdem kann der Spannungsverteiler **50** mit der Graphitlage **42** auf jede geeignete Weise, wie sie hier diskutiert ist, verbunden sein.

[0093] In einigen Ausführungsformen wird eine mechanische, thermische und/oder elektrische Verbindung **48** über einem Teil der Graphitlage **42** ausgeformt. Die Verbindung **48** kann eine Multifunktionsverbindung sein, wie hierin diskutiert, und zum Beispiel aus Metall, wie hierin diskutiert, zusammengesetzt sein. In einigen Ausführungsformen kann die Verbindung **48** eine sich verengende Schwalbenschwanzform **58** aufweisen. Der Schwalbenschwanz **58** kann so geformt sein, dass er sich mit einer entsprechenden Komponente des Batteriekastens **16** (zum Beispiel einer thermischen Kopplungsstelle **82**, wie hierin diskutiert und insbesondere mit Bezugnahme auf die **Fig. 19** bis **Fig. 21**) verbindet, anschließt, mit dieser zusammenpasst und/oder an diese anhaftet.

[0094] Wie in den **Fig. 10** bis **Fig. 12** dargestellt, kann der Schwalbenschwanz **58** eine männliche Komponente (zum Beispiel das erste mechanische Verbindungsstück) sein. Der Batteriekasten **16** kann eine entsprechende weibliche Komponente (zum Beispiel ein zweites mechanisches Verbindungsstück) aufweisen, um die Schwalbenschwanzform **58** auf jede geeignete Weise, wie hierin diskutiert, zu umfassen oder aufzunehmen (zum Beispiel Passung ebenso wie thermische Schmiermittel). Die Verbindung **48** kann den Wärmeverteiler **28** in Bezug auf den Batteriekasten **16** physikalisch sichern oder befestigen. Wie hierin diskutiert, kann der Schwal-

benschwanz der Verbindung **48** wenigstens einen Teil der mechanischen, thermischen und/oder elektrischen Funktionalität verleihen.

[0095] Wie es in den **Fig. 11** und **Fig. 12** dargestellt ist, kann der Wärmeverteiler **28** Löcher oder Öffnungen **60** haben. Die Öffnungen **60** können sich über zwei oder mehrere Schichten der Graphitlage **42** erstrecken (zum Beispiel orthogonal zu den Graphitlagen oder sich einfach über oder parallel zu den Graphitlagen **42** erstrecken). Wie in **Fig. 11** dargestellt, können die Öffnungen **60** nahe bei dem oder an dem Randbereich, der Grenze oder der Kante des Wärmevertellers **28** liegen. Die Verbindung **48** kann auf die Öffnungen **60** aufgeformt sein, um die Förderelemente **44** zwischen den Graphitlagen **42** bereitzustellen, wie es hierin diskutiert ist. Dementsprechend kann die Verbindung **48** die Förderelemente **44** an den Rändern, Seiten oder Kanten des Wärmevertellers **28** umfassen. Wie in **Fig. 12** dargestellt, können die Öffnungen über einen ganzen Streckenbereich oder Oberflächenbereich des Wärmevertellers **28** vorliegen, einschließlich des Kontaktbereichs **30**. Die thermischen Förderelemente können wie hier diskutiert in den Öffnungen **60** bereitgestellt oder über diesen geformt werden. Dementsprechend können die Öffnungen **60** über den gesamten Wärmeverteiler **28** verteilt Stellen für thermische Förderelemente **44** sein, wie gewünscht.

[0096] Dementsprechend kann die Verbindung **48**, einschließlich des Schwalbenschwanzes **58**, über einen Teil des Wärmevertellers **28** geformt sein, um thermische/elektrische Förderelemente **44** in dem Wärmeverteiler **28** auszubilden. In einigen Ausführungsformen sind die Graphitlagen **42** in unregelmäßigen Formen ausgestanzt, um den Kontaktbereich der Verbindung **48** zwischen den Graphitlagen und zum Beispiel den Förderelementen **44** und/oder Spannungsverteiler **50** zu vergrößern.

[0097] Wie in den **Fig. 11** und **Fig. 12** dargestellt, können die aufgeformten Komponenten (zum Beispiel einschließlich der Verbindung **48**) an mehreren Kanten oder Seiten des Wärmevertellers **28** bereitgestellt werden. Zum Beispiel können, wie in **Fig. 11** dargestellt, die aufgeformten Komponenten an sich gegenüberliegenden Seiten des Wärmevertellers **28** bereitgestellt werden.

[0098] Weiterhin unter Bezug auf **Fig. 11** kann eine Komponente **61** (zum Beispiel ein Leiter), der beispielsweise wie hierin für die Verbindung **43** diskutiert aufgeformt ist, auf einer der Verbindung **48** gegenüberliegenden Seite bereitgestellt sein. Die Komponente **61** kann thermische Förderelemente **44**, wie hierin diskutiert, aufweisen. Während die Komponente **61** in einigen Ausführungsformen beispielsweise nicht an den Batteriekasten **16** angeschlossen ist, kann die Komponente **61** die Funktionalität von Förderelementen **44**, wie hierin diskutiert, sowie eine weitere strukturelle Integrität für den Wärmeverteiler **28** bereitstellen. Beispielsweise kann die Komponente **61** (ebenso wie die aufgeformte Verbindung **48** an der gegenüberliegenden Seite des Wärmevertellers) den Graphitlagen **42** eine strukturelle Festigkeit und Stärke verleihen.

[0099] Wie in **Fig. 11** dargestellt, können die aufgeformten Komponenten (einschließlich der Verbindung **48** und der Komponente **61**) sich im Wesentlichen über die Gesamtheit einer Dimension (zum Beispiel der Breite oder der Länge) des Wärmevertellers **28** erstrecken, um dem Wärmeverteiler **28** wenigstens zum Teil eine strukturelle Integrität zu verleihen, da die aufgeformten Komponenten aus einem festen Material hergestellt sind, wie zum Beispiel Metall. In einigen Ausführungsformen können sich die aufgeformten Komponenten über weniger als (zum Beispiel die Hälfte oder drei Viertel einer) Dimension des Wärmevertellers **28** erstrecken, während sie dennoch dem Wärmeverteiler **28** eine strukturelle Integrität verleihen.

[0100] Wie in **Fig. 12** dargestellt, können die Öffnungen **60** über den ganzen Wärmeverteiler verteilt vorliegen. Zum Beispiel können die Öffnungen **60** in dem Wärmeverteiler **28** in jedem gewünschten Muster und in jeder gewünschten Menge bereitgestellt sein, die sich entlang der Ebene **63** im Wesentlichen parallel zu den Graphitlagen **42** erstrecken. Die Förderelemente **44** können auf und/oder in dem Wärmeverteiler **28** aufgeformt sein, um die Funktionalität der Förderelemente **44**, wie sie hierin diskutiert ist, über die gesamte Ebene **63** entlang der Graphitlagen **42**, einschließlich des Kontaktbereichs/der Kontaktbereiche **30** bereitzustellen.

[0101] **Fig. 13** stellt eine Ausführungsform eines Wärmevertellers **28** dar. Der Wärmeverteiler **28** kann an eine Spannungsquelle **62** (zum Beispiel einen Leiter) auf jede geeignete Weise, wie hierin diskutiert, angeschlossen sein, einschließlich der thermischen/elektrischen Förderelemente **44**. Die Spannungsquelle **62** kann, wie hierin diskutiert, einen elektrischen Strom durch die Graphitlagen **42** des Wärmevertellers **28** leiten, um dem Wärmeverteiler **28** die Funktionalität eines Widerstandsheizgeräts zu verleihen. Um die Effektivität des Wärmevertellers **28**, als Widerstandsheizgerät zu fungieren zu erhöhen, kann die Länge des Leitungswegs des elektrischen Stroms durch die Graphitlagen **42** gestreckt oder verlängert werden (zum Beispiel indem der Widerstand gegenüber elektrischem Stromfluss durch die Graphitlagen **42** erhöht wird).

[0102] Wie in **Fig. 13** dargestellt, kann dieser Wärmeverteiler **28** eine(n) oder mehrere Schnitte oder Unterbrechungen **64** aufweisen, die in dem Wärmeverteiler **28** entlang einer Ebene **63** parallel zu den

Graphitlagen **42** liegen. Die Unterbrechungen **64** können Teile des Wärmeverteilers **28** sein, bei denen die Kohlenstoffatome in den Graphitlagen **42** entlang der Ebene **63** parallel zu den Graphitlagen **42** nicht kovalent gebunden sind. Die Unterbrechungen **64** können in dem Wärmeverteiler **28** während der Herstellung der Graphitlagen **42** und/oder nach der Herstellung der Graphitlagen **42** erzeugt werden, wie zum Beispiel durch Aufschneiden oder Aufbrechen der Graphitlagen (zum Beispiel Brechen der kovalenten Bindungen), zum Beispiel die Unterbrechungen **64**, die in **Fig. 13** dargestellt sind.

[0103] Wenn ein elektrischer Strom durch die Graphitlagen **42** geführt wird, muss der elektrische Strom nun nicht nur von einem Ende zu den anderen Ende des Wärmevertellers **28** wandern oder geleitet werden, sondern der elektrische Strom muss auch entlang des in den Graphitlagen erzeugten gewundenen Wegs von dem positiven Ende der Spannungsquelle **62** zu dem negativen Ende der Spannungsquelle **62** wandern oder geleitet werden. Während ein gewundener Weg von einer Ecke zu einer gegenüberliegenden Ecke des Wärmevertellers **28** dargestellt ist, kann jeglicher gewundene Weg durch den Wärmeverteiler **28** bereitgestellt werden oder es kann irgendein anderes Muster von Unterbrechungen **64** in dem Wärmeverteiler **28** bereitgestellt werden, um die Weglänge für den elektrischen Stromfluss durch den Wärmeverteiler **28** zu verlängern.

[0104] Wie in **Fig. 13** dargestellt, können die Verbindung **48** und die Komponente **61** wie hierin diskutiert vorhanden sein, während gleichzeitig der gewundene Weg für den Stromfluss bereitgestellt wird. Um den Stromfluss so zu dirigieren, dass er entlang dem gewunden Weg fließt und nicht durch die Verbindung **48** und die Komponente **61** (zum Beispiel hierin diskutiert für einen in **Fig. 5** dargestellten Spannungsverteiler **50**), kann entlang von Teilen der Verbindung **48** und der Komponente **61** eine elektrische Isolierung **66** angebracht werden, wo ein elektrischer Stromfluss nicht gewünscht ist. Eine elektrische Isolierung **66** kann einen thermischen Austausch (zum Beispiel die Übertragung von thermischer Energie), wie sie zwischen den BTMS **10**-Komponenten gewünscht ist, immer noch gestatten.

[0105] Die **Fig. 14** bis **Fig. 16** stellen Ausführungsformen von Graphitlagen **42** eines Wärmevertellers **28** dar. Als ein weiterer Weg, die Weglänge des elektrischen Stroms durch die Graphitlagen **42** zu verlängern, können die Graphitlagen **42** innerhalb eines Wärmevertellers **28** „geknittert“ werden, wie es in den **Fig. 14** bis **Fig. 16** dargestellt ist. Zum Beispiel können die Graphitlagen Biegungen, Winkel, Kurven und/oder Zick-Zack-Linien entlang der Ebene **63**, die im Wesentlichen parallel zu dem Wärmeverteiler **28**, wie hierin diskutiert, liegt, aufweisen. Die insgesamt längere Länge der Graphitlagen **42** selbst im Ver-

gleich zu einer im Wesentlichen gleichen Dimension des Wärmevertellers **28**, verlängert den Weg oder die Lauflänge für den elektrischen Stromfluss, um das Widerstandserwärmen zu verstärken, wie hierin diskutiert. Die geknitterten Wärmeverteller **28** können Förderelemente **44**, wie hierin diskutiert, einschließen. Die Dimensionen der Graphitlagen **42** sind zu den Dimensionen der Förderelemente **44** nicht notwendigerweise maßstabsgetreu wiedergegeben.

[0106] Wie in **Fig. 14** dargestellt, können die Graphitlagen **42** entlang der Ebene **63**, die im Wesentlichen parallel zu dem Wärmeverteiler **28** liegt, zick-zack-förmig angeordnet sein, so dass sich die Graphitlagen **42** nicht vollständig über eine Dimension des Wärmevertellers orthogonal zu der Ebene **63**, die parallel zu dem Wärmeverteiler **28** liegt, erstrecken (zum Beispiel sich nicht über die Dicke des Wärmevertellers **28** erstrecken, um sich zwischen den Seiten oder den Stirnflächen des Wärmevertellers **28**, wie zum Beispiel den Kontaktbereichen/dem Kontaktbereich **30** zu erstrecken). Dementsprechend können die Förderelemente **44** Wärme oder Elektronen zwischen den Stirnseiten des Wärmevertellers **28** überführen (zum Beispiel orthogonal zu der Ebene **63**, die im Wesentlichen parallel zu dem Wärmeverteiler **28** liegt).

[0107] Wie in **Fig. 15** dargestellt, kann eine Graphitlage entlang der Ebene **63**, die sich im Wesentlichen parallel zu dem Wärmeverteiler **28** erstreckt, zick-zack-förmig angeordnet sein, so dass sich die Graphitlage **42** vollständig über eine Dimension des Wärmevertellers orthogonal zu der Ebene **63**, die parallel zu dem Wärmeverteiler **28** liegt, erstreckt (zum Beispiel über eine Dicke des Wärmevertellers **28**, um sich zwischen den Seiten oder Stirnflächen des Wärmevertellers **28**, wie zum Beispiel dem Kontaktbereich/den Kontaktbereichen **30** zu erstrecken). Dementsprechend können Wärme oder Elektronen in einer orthogonalen oder senkrechten Richtung in Bezug auf die Ebene **63**, wie hierin diskutiert, übertragen werden (zum Beispiel zwischen dem Kontaktbereich/den Kontaktbereichen **30**) mit wenigen oder ohne Förderelemente **44**. Wie in **Fig. 15** dargestellt, kann der Wärmeverteiler **28** trotzdem Förderelemente **44** verwenden, um die Wärme- oder Elektronenübertragung zu verstärken, wie es hierin diskutiert ist.

[0108] Wie in **Fig. 16** dargestellt, können die Graphitlagen **42** entlang der Ebene **63**, die im Wesentlichen parallel zu dem Wärmeverteiler **28** liegt, zick-zack-förmig sein, so dass die Graphitlagen **42** sich nicht vollständig über eine Dimension des Wärmevertellers orthogonal zu der Ebene **63**, die parallel zu dem Wärmeverteiler **28** liegt, erstrecken (zum Beispiel sich nicht über eine Dicke des Wärmevertellers **28** erstrecken, um sich zwischen den Seiten oder Stirnflächen des Wärmevertellers **28**, wie zum Beispiel dem Kontaktbereich/die Kontaktbereiche **30** zu

erstrecken). Das Kurvenmuster der Graphitlagen **42** kann so sein, dass die Graphitlagen **42** sich über einen wesentlichen Anteil erstrecken (zum Beispiel die Mehrheit der Dicke orthogonal zu der parallelen Ebene **63** des Wärmeverteilers **28**). Im Verhältnis kürzere Förderelemente **44a**, die sich nicht über die Länge des Wärmeverteilers **28** erstrecken, können bereitgestellt werden, um Wärme oder Elektronen zwischen den Graphitlagen **42** effektiv zu überführen, wie es hierin diskutiert wird. Wie in **Fig. 14** dargestellt, kann der Wärmeverteiler **28** auch Fördelemente **44b** wie hierin diskutiert, einschließen, die sich über die Dicke des Wärmeverteilers erstrecken.

[0109] **Fig. 17** stellt eine Ausführungsform eines Wärmeverteilers **28** mit einem thermischen/elektrischen Substrat **68** dar. Das Substrat **68** kann ein metallisches Material sein, das ausreichende und/oder wünschenswerte thermische und/oder elektrische Eigenschaften aufweist, wie sie hierin diskutiert sind. Zum Beispiel kann das Substrat **68** Aluminium, Kupfer usw. sein.

[0110] Eine oder mehrere Graphitlagen **42** können auf dem Substrat **68** oder um dieses herum angeordnet sein. Die Anzahl von Graphitlagen **42**, die um das Substrat **68** herum angeordnet sind, kann auf Basis der gewünschten thermischen/elektrischen Charakteristika bestimmt werden. Zum Beispiel können die Graphitlagen **42**, die auf dem Substrat **68** angeordnet sind, als ein thermisches Schnittstellenmaterial fungieren, das mit dem Substrat **68** auf jede geeignete Weise, wie sie hier diskutiert ist, in Kontakt gebracht oder verbunden werden kann.

[0111] In einigen Ausführungsformen kann eine einzelne Graphitlage oder -schicht **42** auf dem Substrat **68** angeordnet werden. Wie in **Fig. 17** dargestellt, kann die Graphitlage **42** auf einem mehrheitlichen Anteil oder wenigstens der Hälfte des Querschnitts oder Seitenumfangs des Substrats **68**, das in **Fig. 17** gezeigt ist, angeordnet werden, darauf aufgebracht werden oder sich darum herum erstrecken. Die Graphitlage **42** kann sich um eine, zwei, drei oder vier Seiten des Substrats **68** erstrecken, so dass die Graphitlage sich um wenigstens die Hälfte des Umfangs des Substrats **68** erstreckt. Die Graphitlage **42** kann eine kontinuierliche oder monolithische Schicht oder ein kontinuierliches oder monolithisches Stück um das Substrat **68**, einschließlich an den Ecken des Substrats **68**, wie in **Fig. 17** dargestellt, sein. In einigen Ausführungsformen kann die Graphitlage **42** voneinander getrennte Stücke darstellen, die an dem Substrat **68** angeordnet sind, mit Unterbrechungen an beispielsweise den Ecken **68** des Substrats.

[0112] Wie in **Fig. 17** dargestellt, kann der Wärmeverteiler **28** zwischen Batteriezellen **12**, wie hierin diskutiert, angeordnet oder angebracht sein. Der Wärmeverteiler **28** kann eine Rippe **26** mit einer TED **20**,

die an der Rippe **26** anliegt, aufweisen, wie hierin diskutiert. Die TED **20** kann die Batteriezellen **12** über den Wärmeverteiler **28** wie hierin diskutiert erwärmen oder kühlen. In einigen Ausführungsformen kann ein Spannungsverteiler **50** oder eine Spannungsquelle **62**, wie hierin diskutiert, an den Wärmeverteiler **28** angeschlossen sein. Die Graphitlagen **42**, die an dem Substrat **68** angeordnet sind, können als Widerstandsheizgeräte fungieren, wie hierin diskutiert. Die Graphitlagen **42** können Unterbrechungen **64**, wie hierin diskutiert, aufweisen, um die Widerstandserwärmungskapazität zu erhöhen. Der Wärmeverteiler **28** kann irgendeine andere geeignete Funktionalität oder Komponenten aufweisen, wie sie hierin für Wärmeverteiler diskutiert sind, einschließlich zum Beispiel der Verbindung **46**, der Verbindung **48**, dem Spannungsverteiler **50**, dem Schwabenschwanz **58**, der Spannungsquelle **62**, der Komponente **61** usw.

[0113] In einigen Ausführungsformen kann eine Spannungsquelle **62** in elektrischem Austausch mit dem Substrat **68** stehen. Das Substrat **68** kann aus einem Material (zum Beispiel einem metallischen) bestehen, das einen höheren elektrischen Widerstand hat als die Graphitlagen **42**. Dementsprechend wird der elektrische Strom durch das Substrat **68** geführt, um die Batteriezellen **12** zu erwärmen, wenn die Batterie **14** erwärmt wird. Wenn die Batterie **14** gekühlt wird, wird der elektrische Strom durch die TED **20** in einer gewünschten Polarität geführt, so dass die Hauptfläche **22** der TED **20** Wärme von den Graphitlagen **42** abführt. Wie hierin diskutiert, können die Graphitlagen **42** eine größere thermische Leitfähigkeit haben als das Substrat **68**. Die Ausführungsform, wie sie in **Fig. 17** dargestellt ist, kann ein effektives Kühlen bei den Batteriezellen **12** unter Verwendung der TED **20** bewirken, während sie die Fähigkeit hat, ein effektives Erwärmen bei den Batteriezellen **12** zu erzielen, wenn das Substrat **68** als ein Widerstandsheizgerät verwendet wird.

[0114] Wie hierin diskutiert, erhöht die Einarbeitung von Förderelementen **44** in die pyrolytischen Graphitlagen **42** oder die Flächen die thermische Kontaktleitfähigkeit in einigen Ausführungsformen, oder setzt den thermischen Kontaktleitwiderstand zwischen den Graphitlagen **42** und den TEDs **20**, der unter Wärmemanagement stehenden Vorrichtung (zum Beispiel elektrische Komponenten, die Batterie **14**, die Batteriezellen **12**) und/oder dem zwischengeschobenen Material (zum Beispiel dem thermischen Schmiermittel) herab.

[0115] In einigen Ausführungsformen sind die Lagen aus pyrolytischem Graphit und/oder aus Graphit-Metallverbund **42** oder die Oberflächen direkt mit Oberflächen oder Bereichen der elektrischen Komponenten (zum Beispiel der Zellen **12**) und/oder TEDs **20** verbunden oder mit diesen in Kontakt. In einigen Ausführungsformen sind die Oberflächen von jedem von

diesen miteinander über ein zwischengeschobenes Material (zum Beispiel einem thermischen Schmiermittel) indirekt verbunden oder in Kontakt. In einigen Ausführungsformen sind die Oberflächen der Graphitlagen **42** des Graphit-Metallverbunds, der elektrischen Komponenten (zum Beispiel Zellen **12**) und/oder der TEDs **20** bearbeitet, um die thermische Kontaktleitfähigkeit zu erhöhen und/oder den thermischen Kontaktleitwiderstand zwischen diesen zu verringern.

[0116] In bestimmten Ausführungsformen schließen die Vorteile des Bereitstellens oder Implementierens solch eines Graphit-(zum Beispiel pyrolytischen) Heizgeräts-/Wärmefalle ein, sind jedoch nicht beschränkt auf:

- die Möglichkeit des thermoelektrischen Kühlens und hochenergetischen Widerstandswärmens
- spart Kosten
- geringes Gewicht
- widersteht hohen Temperaturen
- einfach, verlässlich
- kann gestanzt und mit klebender Rückseite versehen werden (zum Beispiel kann das Graphit in unregelmäßige Formen geschnitten werden)
- relativ hohe thermische Leitfähigkeit (zum Beispiel in Bezug auf Metalle)
- umweltfreundlich (reiner Kohlenstoff und Metall)

[0117] In bestimmten Ausführungsformen können die Vorteile des Bereitstellens oder Implementierens einer auf einem Heizgerät/einer Wärmefalle basierenden Batterie-Wärmemanagementanwendung oder eines solchen Systems einschließen, sind jedoch nicht beschränkt auf:

- keine Bedenken bezüglich der Flachheit der Wärmefalle/des Heizgeräts aufgrund der Flexibilität und der Dicke
- das Erwärmen erlaubt es, dass eine Lithiumionen-Start-Stopp-Batteriepackung bezüglich der Größe verringert wird (zum Beispiel weniger Gesamt-Batteriezellen), was Kosten und Gewicht spart
- verbessert die Leistung bei niedrigen Temperaturen und ermöglicht es, Start-Stopp-Batterien, wettbewerbsfähiger zu Bleisäurebatterien zu sein
- das thermoelektrische Kühlen ermöglicht es Lithiumionen-Start-Stopp-Batterien einen vollständigen Ersatz für Bleisäurebatterien darzustellen und daher wettbewerbsfähiger zu sein.

[0118] Aus der Perspektive der Komponenten, die hierin beschrieben sind, kann die Kombination von thermisch leitfähigem Graphit (zum Beispiel pyrolytischem) oder eines Graphit-Metallverbunds, einer thermoelektrischen Vorrichtung (zum Beispiel einem Modul, einem System) und einem Hilfsmittel (zum Beispiel Spannungsverteiler, Energiequelle) zum Bereitstellen einer Spannungsdifferenz über das Graphit oder einen Teil des Graphits (zum Beispiel der

Lage, der Oberfläche), um eine Wärmefunktion mit hoher Kapazität bereitzustellen (zum Beispiel Widerstand, Joule-Erwärmen) für viele verschiedene Bereiche eines Wärmemanagementsystems außerhalb des Erwärmens und Kühlens von Kraftfahrzeugbatterien anwendbar sein. Das Wärmemanagement von Automobilbatterien ist nur ein spezifisches Beispiel. Andere anwendbare Bereiche sind die Elektronik, Energieumwandlung und -lagerung, der menschliche Komfort (zum Beispiel Klimakontrolle), medizinische Vorrichtungen, Luftfahrt und Automobilanwendungen, ohne hierauf beschränkt zu sein.

Ausführungsformen von Batterie-Wärmemanagementsystemen

[0119] **Fig. 18** stellt eine Ausführungsform eines Stapsels oder einer Anordnung **70** von Batteriezellen **12** und Wärmeverteilern **28** dar. Die Batteriezellen **12** können mit Wärmeverteilern **28** zwischen den Batteriezellen **12** gestapelt sein, wie hierin diskutiert, um ein Wärmemanagement für die Batteriezellen **12** bereitzustellen. Der Stapel **70** kann zwischen Trägerplatten **72** angeordnet sein. Die Trägerplatten **72** können den Batteriezellen **12** eine strukturelle Integrität verleihen sowie jegliche gewünschte thermische Leitfähigkeit/Isolierung. Die Trägerplatten **72** des Stapsels **70** können unter Verwendung von Riemen **74** gesichert werden.

[0120] Der Stapel **70** der Batteriezellen und der Wärmeverteiler **28** kann außerdem über die Verbindung **48** gesichert werden. Zum Beispiel kann die Verbindung **48** Bolzenlöcher umfassen, die es erlauben, dass Bolzen **76** durch all die aneinander gereihten Bolzenlöcher der Verbindungen **48** geschoben werden. Die Bolzen **76** können außerdem den Stapel **70** der Batteriezellen in den Wärmeverteilern **28** physikalisch fixieren. Jede geeignete Verbindung, einschließlich der, wie sie hierin diskutiert ist, kann an den Verbindungen **48** verwendet werden, um das Sicher der Anordnung **70** zu vereinfachen.

[0121] Auch eine Heizelement-Verteilerschiene **78** kann über eine Verbindung zu den Trägerplatten **72** an den Stapel **70** befestigt sein, ebenso wie sie an den Verbindungen **48** über die Bolzen **76** befestigt ist. Der Stapel **70** kann innerhalb eines einem Batteriekastens **16** oder in einem solchen Kasten, wie hierin diskutiert, untergebracht sein. Der Stapel **70** kann mit dem Batteriekasten **16** auf jede geeignete Weise verbunden sein, an diesen angefügt sein, mit diesem zusammenpassen und/oder in diesen einrasten, einschließlich über Halteklemmen **80**, die an den Trägerplatten **72** sowie dem Batteriekasten **16** anliegen können.

[0122] Eine Leiterplatte (PCB) **79**, einschließlich eines Kontrollelementes **36**, wie hierin diskutiert, kann an die Heizelement-Verteilerschiene **78** sowie jede

andere Verbindung an den Stapel **70** angefügt oder befestigt sein. Die Leiterplatte **79** kann mit den elektrischen Verbindungen **46**, wie hierin diskutiert, verbunden sein. Die PCB **79** und/oder das Kontrollelement **36** kann eines oder mehrere Kontrollelemente (Wärmemanagementkontrolleinheit oder Batteriekontrolleinheit) darstellen, die die Funktionen irgend-einer der BTMS **10**-Komponenten, die hierin diskutiert sind, kontrolliert/kontrollieren, einschließlich der Funktionalität der Batteriezelle **12**, der Batterie **14**, der Wärmequelle und/oder des Wärmefallensystems **32**, des TE-Wärmemanagementsystems **34**, der Energiequelle **38** und/oder der Sensoren **40**. In einigen Ausführungsformen kann die PCB **79** und/oder das Kontrollelement **36** so verbunden sein, dass Daten oder Bedingungen, die von dem Kontrollelement **36** überwacht werden, verwendet werden, um die Batteriezelle **12**, die Batterie **14**, die Wärmequelle und/oder das Wärmefallensystem **32**, das TE-Wärmemanagementsystem **34**, die Energiequelle **38** und/oder die Sensoren **40** zu regulieren und zu kontrollieren, um die Systemeffizienz zu optimieren.

[0123] Die **Fig. 19** bis **Fig. 22** stellen eine Ausführungsform eines Batteriekastens mit einer thermischen Kontaktstelle **82** und einem thermischen Fenster **84** dar. Wie hierin diskutiert, kann die Verbindung **48** in einigen Ausführungsformen eine sich verjüngende Schwalbenschwanzform **58** umfassen. Die schwalbenschwanzförmige Verbindung **58** ist so ausgestaltet, dass sie mit einer entsprechenden weiblich geformten Schwalbenschwanz-Verbindungsstelle **86** oder hinteren Oberfläche, die die thermische Kontaktstelle **82** mit einer Oberfläche einer TED **20** bildet, verbunden werden kann, um einen thermischen Austausch zwischen der Vorrichtung, die unter Wärmemanagement steht (zum Beispiel der Batterie **14**, der Zellen **12**) und einer TED **20**, die außerhalb des Kastens **16** angeordnet ist, bereitzustellen.

[0124] Wie in den **Fig. 19** bis **Fig. 22** dargestellt, schließt die thermische Kopplungsstelle **82** eine hintere Oberfläche **86** der Schwalbenschwanz-Verbindung **58** ein oder ein Anschlussstück in thermischem Austausch mit einer TED **20** über ein thermisches Fenster **84**, oder eine Öffnung in dem Batteriekasten **16** oder einer Umhüllung der elektrischen Vorrichtung (zum Beispiel der Batterie **14**). In einigen Ausführungsformen ist ein thermisch leitfähiges Material oder ein thermisches Substrat **88** (zum Beispiel eine Kupferoberfläche oder eine Platte) in einem thermischen Fenster **84** zwischen einer TED **20** und der Schwalbenschwanz-Anschlussstelle **86** angeordnet. Das thermische Substrat **88** kann thermische Energie in den Batteriekasten **16** hinein und aus diesem heraus überführen, während es eine physikalische Barriere in den Batteriekasten **16** hinein darstellt (zum Beispiel durch Einschließen der Batteriezellen **12** in den Batteriekasten **16**).

[0125] Wie in den **Fig. 10** bis **Fig. 12** und **Fig. 19** bis **Fig. 22** dargestellt, kann die Verbindung **48** eine sich verjüngende Schwalbenschwanz-Ausgestaltung **58** in einigen Ausführungsformen umfassen. Die Verbindung **48** kann jedoch jede geeignete Form oder Ausgestaltung haben (zum Beispiel quadratisch, rechteckig, polygonal, dreieckig). Die Verbindung **48**, der Anschluss oder die Kopplungsstelle zwischen den pyrolytischen Graphitlagen **42** und dem Batteriekasten **16** und/oder der TED **20** ist nicht auf eine mechanische männlich-weibliche Verbindung oder Anschlussstelle beschränkt. Die Verbindung **48** kann vielmehr jede geeignete Ausgestaltung oder Weise (zum Beispiel Klebstoffe, Nuten und Bolzen, Schrauben, Nägel, Presspassung oder Pressfit) einschließen, so dass sie in elektrischem und/oder thermischem Austausch, wie hierin diskutiert, stehen. Außerdem kann die Verbindung **48** an die Graphitlagen **42** in jeder geeigneten Weise angebracht sein (zum Beispiel aufgeformt, durch Presspassung).

[0126] Die hintere Oberfläche **86** der Schwalbenschwanz-Verbindung **58** kann in direktem thermischen Austausch (zum Beispiel durch Fläche-zu-Fläche-Kontakt) oder in indirektem thermischen Austausch (zum Beispiel über die Kupferfläche **88**) mit einer Hauptseite **22** einer TED **20** stehen, die außerhalb eines Batteriekastens **16** angebracht ist, wie in **Fig. 22** dargestellt. Während in **Fig. 22** eine TED **20** dargestellt ist, können mehrere TEDs **20** für ein umfangreicheres Wärmemanagement unter Anwendung von Verfahren, die hierin diskutiert sind, bereitgestellt werden, einschließlich des Wärmemanagements von einzelnen Wärmeverteilern **28**, die mit einer einzelnen TED **20** zusammengebracht sind (siehe zum Beispiel **Fig. 4**). Wie hierin diskutiert, kann auch ein thermisches Schmiermittel oder andere dazwischen-geschobene Materialien zwischen den Komponenten verwendet werden.

[0127] In einigen Ausführungsformen umfasst der Batteriekasten **16** kein thermisches Fenster **84** und/oder thermisch leitfähiges Material in dem Fenster, ebenso kann ein pyrolytischer Graphit-Wärmeverteiler und Widerstandsheizelement in einigen Ausführungsformen auch ohne eine TED **20** oder ein TE-Wärmemanagementsystem **34** bereitgestellt werden.

[0128] Die **Fig. 23** bis **Fig. 25** stellen eine Ausführungsform eines Luftrohr **90**- und Gebläse **92**-Systems oder einer solchen Anordnung dar. Das Luftrohr **90**- und Gebläse **92**-System kann Luft über eine Abgabeseite oder -fläche **24** einer TED **20**, wie hierin diskutiert, ziehen oder schieben. Wie in **Fig. 22** dargestellt, kann die Abgabeseite **24** der TED **20** einen Abwärmetauscher **93** umfassen (zum Beispiel einen Luft-Wärmetauscher). In einigen Ausführungsformen kann das Rohr **90** und andere Luftflusskomponenten optimiert oder bezüglich der Größe angepasst werden, um einen Druckverlust über die TED **20** und/

oder das Rohr **90** zu verringern und eine gleichmäßige Luftverteilung oder einen gleichmäßigen Luftzug zu gewährleisten.

[0129] Wie in **Fig.** 24 dargestellt, kann das Gebläse **92** an das Rohr **90** angebracht oder mit diesem verbunden sein, um Luft über die TED **20** zu ziehen oder zu schieben. Integrierte Kontrollelemente können ein Umschalten auf entweder das Ziehen oder das Schieben von Luft über die TED gewährleisten. In einem Kühlungsmodus oder einem Erwärmungsmodus kann erwärme beziehungsweise gekühlte Abluft hin zu oder weg von einem Gebläse **92** gezogen oder geschoben werden und durch einen Gebläseausgang/-eingang **94** des Luftgebläses **92** oder durch einen Rohreinlass/-auslass **96** ausgeführt oder ausreten gelassen werden. In einigen Ausführungsformen kann die Abluft an die außenliegende Umgebung, außerhalb eines Gehäuses, einer Einschalung oder Einfassung, in der die Batterie **14** angeordnet ist, oder in einen anderen Kreislauf (zum Beispiel ein Abwärmeabgabesystem), das mit dem Gebläseausgang/-eingang **94** verbunden ist, abgeführt werden, um erwärme oder gekühlte Luft bereitzustellen, wie es benötigt wird (zum Beispiel für das Erwärmen oder das Kühlen von Sitzen und/oder einem Passagierabteil usw.).

[0130] Wie in **Fig.** 25 dargestellt, kann der Rohrauslass/-einlass **96** Klappen **98** umfassen. Die Klappen **98** können über eine thermische Diode aktiviert werden (zum Beispiel Öffnen). In einigen Ausführungsformen bleiben die Klappen **98** geschlossen, bis das Gebläse **92** läuft. Dadurch, dass die Klappen **98** geschlossen bleiben, bis das Gebläse **92** läuft, kann die Abgabeseite **24** der TED **20** von den Umgebungstemperaturen isoliert sein (das Erwärmen der TED **20** wird zum Beispiel verhindert). In einigen Ausführungsformen kann das Rohr **90** isoliert sein, um die Isolierung der TED **20** weiter zu unterstützen.

[0131] In einigen Ausführungsformen zieht das Gebläse **92** die Luft mehr über die TED **20**, als dass sie sie schiebt. Wenn die Luft durch einen Ventilator oder ein Luftgebläse eher gezogen wird als geschoben, muss die Luft beispielsweise nicht erst durch das Gebläse **92** ziehen, bevor sie die Abgabeseite **24** der TED **20** erreicht. Stattdessen wird die Luft über die Abgabeseite **24** der TED **20** geschoben und an dem Gebläseauslass/-einlass **94** abgeführt. Die Luft wird zum Beispiel nicht durch die Wärme die von dem Motor des Gebläses kommt, erwärmt, wenn die Luft gezogen wird. Das Ziehen der Luft kann im Kühlungsmodus verwendet werden.

[0132] In einigen Ausführungsformen schiebt das Gebläse **92** die Luft eher über die TED **20** als dass es zieht. Wenn die Luft durch den Ventilator oder das Luftgebläse **92** eher geschoben wird als gezogen, zieht die Luft durch das Gebläse **92**, bevor sie die

Abgabeseite der TED **20** erreicht. Die Luft wird stattdessen über die Abgabeseite **24** der TED **20** gezogen und an dem Rohrauslass/-einlass **96** abgeführt. Zum Beispiel wird die Luft durch die Wärme des Motors des Gebläses **92** erwärmt, wenn die Luft geschoben wird, um die Effizienz zu erhöhen (zum Beispiel die Luft wie gewünscht vorzuerwärmen). Das Schieben der Luft kann im Erwärmungsmodus verwendet werden. In einigen Ausführungsformen kann die Luft durch das Luftgebläse **92**, wie hierin diskutiert, gezogen werden, wenn eine Vorerwärmung der Luft in dem Erwärmungsmodus nicht gewünscht ist.

[0133] Im Kontext mit einem Fahrzeug wird die Luft vom Abgabesystem nicht erwärmt, bevor sie über die Abgabeseite **24** der TED **20** geschoben wird, wenn die Luft gezogen wird. In solch einer Ausführungsform liegt der Einlass für die Luft nahe bei, bei oder an den Wärmetauschern oder den Rippen **93** der TED **20** (zum Beispiel Auslass/Einlass **96**) und der Auslass/Einlass **94** für die Luft ist bei dem Gebläse **92**. Wenn die Luft geschoben wird, ist der Einlass bei dem Auslass/Einlass **94** des Gebläses **92** und der Auslass ist nahe bei, bei oder an den Wärmetauschern oder Rippen **93** der TED **20** (zum Beispiel Auslass/Einlass **96**). In einigen Ausführungsformen kann ein zusätzliches Leitungsrohr bereitgestellt werden, um die Abwärme von der TED **20**, der/den Batteriezelle(n) **12** und/oder dem Batteriekasten **16** wegzuführen, wenn die Luft geschoben wird und der Auslass nahe bei, bei oder an den Wärmetauschern oder Rippen **93** der TED **20** liegt. Wenn die Luft gezogen wird, kann die Luft durch den Auslass/Einlass **96** des Gebläses **92** abgeführt werden. In einigen Ausführungsformen reduziert dies die Komplexität des Systems, da die Luft über den Auslass/Einlass **96** abgeführt werden kann, ohne ein zusätzliches Leitungsrohr oder Abwärmeabgabesystem. In einigen Ausführungsformen ist die Lufttemperatur ein halbes Grad kühler, wenn sie gezogen wird, im Vergleich zu, wenn sie über die Wärmetauscher oder die Rippen **93** der TED **20** geschoben wird.

[0134] In einigen Ausführungsformen können Verbindungen und Kontrollelemente für das Regulieren des Gebläses **92** und des Rohrs **90** in die Kontrolleinheit **36** integriert sein. In einigen Ausführungsformen kann die PCB **79** und/oder die Kontrolleinheit **36** den Durchsatz des Gebläses **92** regulieren, um die Systemeffizienz zu optimieren (zum Beispiel den Luftstrom, die Energie oder die Motorgeschwindigkeit des Gebläses zu erhöhen oder zu verringern, um die Kühlungs- oder Erwärmungsanforderungen der Batteriezellen **12** zu treffen). In einigen Ausführungsformen kann die PCB **79** und/oder die Kontrolleinheit **36** so verbunden sein, dass Daten oder Bedingungen, die durch die Kontrolleinheit **36** überwacht werden, verwendet werden können, um den Durchsatz des Gebläses **92** zu regulieren, um die Systemeffizienz zu optimieren.

[0135] Es ist so gedacht, dass verschiedene Kombinationen und Unterkombinationen der bestimmten Merkmale und Aspekte der Ausführungsformen, die oben offenbart sind, gemacht werden können und immer noch in den Umfang einer oder mehrere der Erfindungen fallen. Außerdem kann die vorliegende Offenbarung eines/einer bestimmten Merkmals, Aspekts, Verfahrens, Eigenschaft, Charakteristik, Qualität, Attributs, Elements oder ähnlichem im Zusammenhang mit einer Ausführungsform für alle anderen Ausführungsformen, die hierin beschrieben sind, verwendet werden. Dementsprechend sollte es so verstanden werden, dass verschiedene Merkmale und Aspekte der offenbarten Ausführungsformen miteinander kombiniert werden können oder gegeneinander ausgetauscht werden können, um unterschiedliche Modi der offenbarten Erfindungen zu bilden. So mit ist es so gedacht, dass der Umfang der vorliegenden Erfindungen, die hierin offenbart sind, nicht durch die bestimmten offenbarten Ausführungsformen, die oben beschrieben sind, beschränkt sein sollten. Darüber hinaus gilt, dass obwohl die Erfindungen für verschiedene Modifikationen und alternative Formen zugänglich sind, spezifische Beispiele davon in den Abbildungen gezeigt wurden und hierin im Detail beschrieben sind. Es sollte jedoch so verstanden werden, dass die Erfindungen nicht auf die bestimmten Formen oder Verfahren, die offenbart sind, beschränkt sind, sondern im Gegenteil, die Erfindungen alle Modifikationen, Äquivalente und Alternativen, die in den Sinngehalt und den Umfang der verschiedenen beschriebenen Ausführungsformen und den anhängenden Ansprüche fallen, abdecken. Jegliche Verfahren, die hierin beschrieben sind, müssen nicht in der Reihenfolge ausgeführt werden, die angegeben sind. Die Verfahren, die hierin offenbart sind, schließen bestimmte Tätigkeiten, die von einem Fachmann ausgeführt werden, ein; sie können jedoch auch eine Anweisung einer dritten Partei für diese Tätigkeiten umfassen, entweder explizit oder durch Implikation. Zum Beispiel schließen Tätigkeiten, wie „Hindurchführen einer Aufhängeleine durch die Basisfläche des Spundes“ auch „Anordnen einer Aufhängeleine durch die Basisfläche des Spundes zu führen“ ein. Es soll so verstanden sein, dass die wiedergegebenen Aufbauten nur Beispiele sind, und dass tatsächlich viele andere Aufbauten umgesetzt werden können, die dieselbe Funktionalität erzielen. In einem konzeptionellen Sinn ist jegliche Anordnung von Komponenten, die die gleiche Funktionalität erreichen tatsächlich „zugehörig“, so dass die gewünschte Funktionalität erzielt wird.

[0136] Somit können jegliche zwei Komponenten, die hierin kombiniert werden, um eine bestimmte Funktionalität zu erreichen als zueinander „zugehörig“ angesehen werden, so dass die gewünschte Funktionalität erreicht wird, unabhängig von den Aufbauten oder dazwischenliegenden Komponenten. Die Bereiche, die hierin offenbart sind, umfassen

auch jegliche und alle Überlappungen, Unterbereiche und Kombinationen davon. Die Sprachverwendung „bis zu“, „wenigstens“, „mehr als“, „weniger als“, „zwischen“ und ähnliche schließen die genannte Zahl ein. Zahlen, denen ein Begriff „näherungsweise“, „ungefähr“ und „im Wesentlichen“ vorangehen, schließen gemäß der hiesigen Verwendung die angegebenen Zahlen ein und stellen auch noch einen Betrag nahe dem angegebenen Betrag dar, der immer noch eine gewünschte Funktion ausübt oder ein gewünschtes Ergebnis erzielt. Zum Beispiel können die Begriffe wie „näherungsweise“, „ungefähr“ und „im Wesentlichen“ sich auf einen Betrag beziehen, der innerhalb weniger als 10% von, innerhalb weniger als 5% von, innerhalb weniger als 1% von, innerhalb weniger als 0,1% und innerhalb weniger von 0,01% von dem angegebenen Betrag liegt. Merkmale und Ausführungsformen, die hierin offenbart sind, denen ein Begriff wie zum Beispiel „näherungsweise“, „ungefähr“ und „im Wesentlichen“ vorangeht, stellen gemäß der hiesigen Verwendung das Merkmal mit einiger Variabilität dar, das immer noch eine gewünschte Funktion ausübt oder ein gewünschtes Ergebnis für dieses Merkmal ergibt.

[0137] In Bezug auf die Verwendung von im Wesentlichen jeglichen Plural- und/oder Singular-Begriffen hierin, können Fachleute auf diesem Gebiet dieses vom Plural zum Singular und/oder vom Singular zum Plural, wie es in dem Kontext und/oder der Anwendung passend ist, übersetzen. Die verschiedenen Singular-/Plural-Permutationen können hier explizit angegeben sein, um Klarheit zu haben.

[0138] Es wird von den Fachleuten auf dem Gebiet so verstanden werden, dass im Allgemeinen Begriffe, die hier verwendet werden, allgemein als „offene“ Begriffe gedacht sind (zum Beispiel sollte der Begriff „einschließlich“ als „einschließlich, nicht jedoch beschränkt auf“ interpretiert werden, der Begriff „mit“ sollte als „mit wenigstens“ interpretiert werden, der Begriff „schließt ein“ sollte als „schließt ein, ist jedoch nicht beschränkt auf“ interpretiert werden usw.). Es wird bei den Fachleuten auf diesem Gebiet außerdem so verstanden werden, dass, wenn eine bestimmte Anzahl eines Vortrags zu einer eingeführten Ausführungsform gedacht ist, solch eine Bedeutung explizit in der Ausführungsform wiedergegeben wird und bei Abwesenheit eines solchen Vortrags eine solche Bedeutung nicht vorliegt. Zum Beispiel, als Verständnisstütze, kann die Offenbarung die Verwendung der einführenden Formulierung „wenigstens ein“ und „ein oder mehr“ enthalten, um Benennungen einer Ausführungsform vorzustellen. Die Verwendung solcher Formulierungen sollte jedoch nicht so ausgelegt werden, dass impliziert wird, dass die Vorstellung einer Benennung einer Ausführungsform durch die unbestimmten Artikel „ein“ oder „eine“ irgendeine bestimmte Ausführungsform, die eine solche vorgestellte Benennung einer Ausführungsform umfasst, auf

Ausführungsformen beschränkt ist, die nur eine einzelne solche Benennung umfasst, auch wenn die gleiche Ausführungsform die vorgestellten Formulierungen „ein(e)“ oder „mehrere“ oder „wenigstens ein (e)“ und unbestimmte Artikel wie „ein“ oder „eine“ umfasst (zum Beispiel „ein“ und/oder „eine“ sollte typischerweise so interpretiert werden, dass es „wenigstens ein(e)“ oder „ein(e) oder mehrere“ bedeutet); Dasselbe trifft für die Verwendung von bestimmten Artikeln zu, die verwendet werden, um Benennungen in einer Ausführungsform vorzustellen. Zusätzlich werden Fachleute auf diesem Gebiet erkennen, dass, auch wenn eine bestimmte Anzahl einer vorgestellten Benennung einer Ausführungsform explizit wiedergegeben ist, solch eine Benennung typischerweise so interpretiert werden sollte, dass es wenigstens die wiedergegebene Anzahl bedeutet (zum Beispiel die reine Benennung von „zwei Benennungen“ ohne weitere Modifizierungen bedeutet typischerweise wenigstens zwei Benennungen oder zwei oder mehr Benennungen). Außerdem, in den Fällen, in denen eine Begrifflichkeit entsprechend „wenigstens eines von A, B und C, usw.“ verwendet wird, ist im Allgemeinen solch eine Konstruktion in dem Sinne gedacht, wie ein Fachmann auf diesem Gebiet die Begrifflichkeit verstehen würde (zum Beispiel ein System, das wenigstens eines von A, B und C hat, würde einschließen, wäre jedoch nicht beschränkt auf Systeme, die A alleine, B alleine, C alleine, A und B zusammen, A und C zusammen, B und C zusammen und/oder A, B oder C zusammen enthalten usw.). In solchen Fällen, in denen eine Begrifflichkeit entsprechend „wenigstens eines von A, B oder C usw.“ verwendet wird, ist im Allgemeinen eine solche Begrifflichkeit in dem Sinn gedacht, wie ein Fachmann auf dem Gebiet diese Begrifflichkeit verstehen würde (zum Beispiel „ein System, das wenigstens eines von A, B oder C hat“ würde einschließen, wäre jedoch nicht beschränkt auf Systeme, die A alleine, B alleine, C alleine, A und B zusammen, A und C zusammen, B und C zusammen und/oder A, B und C zusammen aufweisen). Es wird außerdem von den Fachleuten auf dem Gebiet verstanden werden, dass nahezu jedes disjunktive Wort und/oder jeder disjunktive Begriff, der zwei oder mehrere alternative Begriffe darstellt, unabhängig davon, ob er in der Beschreibung, den Ausführungsformen oder den Abbildungen vorkommt, so verstanden werden sollte, dass er die Möglichkeiten betrachtet, einen der Begriffe, jeden der Begriffe oder beide der Begriffe einzuschließen. Zum Beispiel wird die Bezeichnung „A“ oder „B“ so verstanden, dass sie die Möglichkeiten „A“ oder „B“ oder „A und B“ einschließt.

[0139] Obwohl der vorliegende Gegenstand hierin mit Begriffen im Hinblick auf bestimmte Ausführungsformen und bestimmte exemplarische Verfahren beschrieben wurde, soll es so verstanden werden, dass der Umfang des Gegenstands dadurch nicht limitiert wird. Der Anmelder will vielmehr, dass Variationen an

den Verfahren und den Materialien, die hierin offenbart sind, die den Fachleuten auf diesem Gebiet offensichtlich sind, in den Umfang des offenbarten Gegenstands fallen sollen.

Patentansprüche

1. Ein thermoelektrisches Batterie-Wärmemanagementsystem, das so ausgestaltet ist, dass es die Temperatur einer Batteriezelle regelt, wobei das System umfasst:
 - einen Wärmeverteiler in thermischem Austausch mit einem temperatursensitiven Bereich einer Batteriezelle, wobei der Wärmeverteiler umfasst:
 - pyrolytisches Graphit in thermischem Austausch mit dem temperatursensitiven Bereich der Batteriezelle, wobei der pyrolytische Graphit eine Vielzahl von Graphitschichten umfasst, die sich im Wesentlichen parallel entlang des Wärmeverteilers erstrecken und so ausgestaltet sind, dass sie thermische Energie und elektrischen Strom entlang einer Ebene übertragen, die im Wesentlichen parallel zu den Graphitschichten liegt;
 - eine Vielzahl von thermischen Förderelementen zwischen der Vielzahl von Graphitschichten, wobei die thermischen Förderelemente so ausgestaltet sind, dass sie thermische Energie zwischen der Vielzahl der Graphitschichten übertragen und so ausgestaltet sind, dass sie thermische Energie im Wesentlichen orthogonal zu der Ebene überragen; und
 - einen Leiter in thermischem Austausch mit dem pyrolytischen Graphit und der Vielzahl von thermischen Förderelementen, wobei der Leiter in elektrischem Austausch mit dem pyrolytischen Graphit steht, um die Batteriezelle zu erwärmen, indem über den Leiter elektrischer Strom durch das pyrolytische Graphit angelegt wird;
 - eine thermoelektrische Vorrichtung, umfassend eine Hauptseite und eine Abgabeseite, wobei die thermoelektrische Vorrichtung so ausgestaltet ist, dass sie durch Anlegen von elektrischem Strom an die elektrische Vorrichtung thermische Energie zwischen der Hauptseite und der Abgabeseite der thermoelektrischen Vorrichtung überführt, wobei die Hauptseite der thermischen Vorrichtung in thermischem Austausch mit dem Wärmeverteiler steht, um die Batteriezelle durch Anlegen einer Polarität des elektrischen Stroms, der an die thermoelektrische Vorrichtung abgegeben wird, zu erwärmen oder zu kühlen; und
 - eine Wärmemanagement-Kontrolleinheit, die so ausgestaltet ist, dass sie in einem Erwärmungsmodus oder einem Kühlungsmodus arbeitet, wobei in dem Erwärmungsmodus die Batteriezelle durch den Wärmeverteiler erwärmt wird, indem thermische Energie an den temperatursensitiven Bereich der Batteriezelle überführt wird, wenn elektrischer Strom über den Leiter an den Wärmeverteiler angelegt wird, wenn elektrischer Strom an die thermoelektrische Vorrichtung in einer ersten Polarität angelegt

wird oder wenn elektrischer Strom über den Leiter sowohl an den Wärmeverteiler als auch an die thermoelektrische Vorrichtung in einer ersten Polarität angelegt wird, und

wobei im Kühlungsmodus die Batterie durch den Wärmeverteiler gekühlt wird, indem thermische Energie von dem temperatursensitiven Bereich der Batteriezelle abgeführt wird, wenn elektrischer Strom an die thermoelektrische Vorrichtung in einer zweiten Polarität angelegt wird.

2. Das System gemäß Anspruch 1, wobei der Wärmeverteiler eine erste Seite und eine zweite Seite aufweist, wobei die erste Seite der zweiten Seite im Wesentlichen gegenüberliegt, wobei der Wärmeverteiler einen weiteren Leiter umfasst, der in thermischem und elektrischem Austausch mit dem pyrolytischen Graphit an der zweiten Seite des Wärmevertellers steht, wobei der Leiter an der ersten Seite des Wärmevertellers liegt und wobei im Erwärmungsmodus die Batteriezelle erwärmt wird, wenn elektrischer Strom über den Leiter und den weiteren Leiter an das pyrolytische Graphit angelegt wird, so dass elektrischer Strom entlang einer Vielzahl von Graphitlagen von der ersten Seite zu der zweiten Seite des Wärmevertellers fließt.

3. Das System gemäß Anspruch 2, wobei der weitere Leiter einen elektrischen Anschluss umfasst, der so ausgestaltet ist, dass er mit einer Leiterplatte, die ein Wärmeaustausch-Kontrollelement umfasst, elektrisch verbunden wird, wobei die elektrische Anschlussstelle so ausgestaltet ist, dass sie elektrischen Strom an den Wärmeverteiler abgibt.

4. Das System gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Batteriezelle und der Wärmeverteiler in einem Batteriekasten angeordnet sind und wobei der Leiter so ausgestaltet ist, dass er so an dem Batteriekasten anliegt, dass er den Wärmeverteiler in Bezug auf den Batteriekasten physikalisch befestigt.

5. Das System gemäß Anspruch 4, außerdem umfassend eine thermische Kontaktstelle an dem Batteriekasten, die so ausgestaltet ist, dass sie mit dem Leiter zusammenpasst, wobei der Leiter ein erstes mechanisches Verbindungsstück umfasst, wobei die thermische Kontaktstelle ein zweites mechanisches Verbindungsstück umfasst, das so ausgestaltet ist, dass es mit dem ersten mechanischen Verbindungsstück zusammenpasst, um den Leiter an den Batteriekasten anzuschließen.

6. Das System gemäß Anspruch 5, wobei das erste mechanische Verbindungsstück ein männliches Schwalbenschwanz-Verbindungsstück umfasst und das zweite mechanische Verbindungsstück ein weibliches Schwalbenschwanz-Verbindungsstück umfasst, das so ausgestaltet ist, dass es das männliche Schwalbenschwanz-Verbindungs-

stück aufnimmt, um den Leiter an den Batteriekasten anzuschließen.

7. Das System gemäß einem der Ansprüche 5 bis 6, wobei der Batteriekasten ein thermisches Fenster umfasst, das so ausgestaltet ist, dass es thermische Energie in den Batteriekasten hinein und aus diesem heraus überführt, wobei das thermische Fenster in thermischem Austausch mit der thermischen Kontaktstelle steht.

8. Das System gemäß Anspruch 7, wobei der Batteriekasten ein thermisches Substrat in dem thermischen Fenster umfasst, wobei das thermische Substrat so ausgestaltet ist, dass thermische Energie in den Batteriekasten hinein und aus diesem heraus überführt, während es eine physikalische Barriere in den Batteriekasten hinein bereitstellt.

9. Das System gemäß Anspruch 8, wobei die Hauptseite der thermoelektrischen Vorrichtung in thermoelektrischem Austausch mit dem thermischen Substrat steht, um den thermischen Austausch zwischen der Hauptseite der thermoelektrischen Vorrichtung und dem Wärmeverteiler über den Leiter und die thermische Kontaktstelle zu gewährleisten.

10. Das System gemäß einem der Ansprüche 4 bis 9, wobei die thermoelektrische Vorrichtung außerhalb des Batteriekastens angeordnet ist.

11. Das System gemäß einem der Ansprüche 4 bis 10, außerdem umfassend eine Gebläse- und -Rohr-Baugruppe, die an den Batteriekasten angeschlossen ist und so ausgestaltet ist, dass sie Luft über die Abgabeseite der thermoelektrischen Vorrichtung schiebt oder zieht, wobei das Wärmemanagement-Kontrollelement so ausgestaltet ist, dass es die Systemeffizienz optimiert, so dass ein Luftfluss von einem Gebläse der Gebläse- und -Rohr-Baugruppe verstärkt oder verringert wird, um die Erwärmungs- oder Kühlungsanforderungen der Batteriezelle zu treffen.

12. Das System gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10, außerdem umfassend eine Gebläse- und -Rohr-Baugruppe in thermischen Austausch mit der thermoelektrischen Vorrichtung, die so ausgestaltet, dass sie Luft über die Abgabeseite der thermoelektrischen Vorrichtung schiebt oder zieht, wobei das Wärmemanagement-Kontrollelement so ausgestaltet ist, dass es die Systemeffizienz optimiert, so dass der Luftfluss von einem Gebläse der Gebläse- und -Rohr-Baugruppe verstärkt oder verringert wird, um die Erwärmungs- oder Kühlungserfordernisse der Batteriezelle zu treffen.

13. Das System gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei die Abgabeseite der thermoelektrischen Vorrichtung über einen Abwärmetauscher in thermi-

schem Austausch mit Luft ist, wobei die Abgabeseite der thermoelektrischen Vorrichtung den Abwärmetauscher umfasst.

14. Das System gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei der Wärmeverteiler eine Vielzahl von Unterbrechungen in der Vielzahl von Graphitschichten aufweist, wobei die Vielzahl von Unterbrechungen so ausgestaltet ist, dass sie einen Leitungsweg für elektrischen Strom durch den Wärmeverteiler verlängert, um die Widerstandserwärmungskapazität des Wärmevertellers zu erhöhen.

15. Das System gemäß einem der Ansprüche 1 bis 14, wobei die Vielzahl von Graphitschichten geknittert ist, um eine Länge einer Fläche wenigstens einer der Graphitschichten der Vielzahl von Graphitschichten zu verlängern, wobei die verlängerte Länge der Oberfläche der wenigstens einen Graphitschicht so ausgestaltet ist, dass sie einen Leitungsweg für elektrischen Strom durch die wenigstens eine Graphitlage verlängert, um die Widerstandserwärmungskapazität des Wärmevertellers zu erhöhen.

16. Das System gemäß einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei der Leiter wenigstens einige der Vielzahl der thermischen Förderelemente umfasst, so dass die Vielzahl von thermischen Förderelementen im Wesentlichen an den Enden des Wärmevertellers liegt.

17. Das System gemäß einem der Ansprüche 1 bis 16, wobei der Wärmeverteiler an einer Seite des Wärmevertellers, die der Seite des Wärmevertellers in thermischem Austausch mit dem temperatursensitiven Bereich der Batteriezelle gegenüberliegt, mit einem temperatursensitiven Bereich einer anderen Batteriezelle steht, wobei sich wenigstens einige der Vielzahl der thermischen Förderelemente im Wesentlichen über eine Länge erstrecken, die zwischen den Seiten des Wärmevertellers in thermischem Austausch mit den temperatursensitiven Bereichen der Batteriezelle und der anderen Batteriezelle liegt.

18. Das System gemäß Anspruch 17, wobei wenigstens einige der Vielzahl der thermischen Förderelemente, die sich zwischen den Seiten des Wärmevertellers erstrecken, in direktem thermischen Austausch mit der Batteriezelle und der anderen Batteriezelle stehen, um den thermischen Kontaktwiderstand, der mit dem Wärmeverteiler einhergeht, zu reduzieren.

19. Das System gemäß einem der Ansprüche 1 bis 18, wobei die Vielzahl von thermischen Förderelementen ein metallisches Material umfasst, das so ausgestaltet ist, dass es elektrischen Strom zwischen der Vielzahl der Graphitschichten und dem Leiter überführt.

20. Das System gemäß einem der Ansprüche 1 bis 19, wobei der Leiter sich im Wesentlichen über die Gesamtheit einer Dimension des Wärmevertellers erstreckt, um dem Wärmeverteiler eine strukturelle Integrität zu verleihen.

21. Ein Batterie-Wärmemanagementsystem, das so ausgestaltet ist, dass es eine Batteriezelle wärmt oder kühlt, wobei das System umfasst: einen Wärmeverteiler in thermischem Austausch mit einer Batteriezelle, wobei der Wärmeverteiler umfasst:

eine pyrolytische Graphitlage, die so ausgestaltet ist, dass sie thermische Energie und elektrischen Strom entlang der pyrolytischen Graphitlage überführt; und einen Leiter in thermischem und elektrischem Austausch mit der pyrolytischen Graphitlage, wobei der Leiter in elektrischem Austausch mit der pyrolytischen Graphitlage steht, um die Batteriezelle durch Anlegen von elektrischem Strom über den Leiter an die pyrolytische Graphitlage zu erwärmen, wobei der Leiter in thermischem Austausch mit der pyrolytischen Graphitlage steht, um thermische Energie zu der pyrolytischen Graphitlage hin und von dieser weg zu überführen; und

eine thermoelektrische Vorrichtung, umfassend eine Hauptseite und eine Abgabeseite, wobei die thermoelektrische Vorrichtung so ausgestaltet ist, dass sie thermische Energie zwischen der Hauptseite und der Abgabeseite der thermoelektrischen Vorrichtung durch Anlegen von elektrischem Strom an die thermoelektrische Vorrichtung überführt, wobei die Hauptseite der thermoelektrischen Vorrichtung in thermischem Austausch mit dem Wärmeverteiler steht, um die Batteriezelle durch Einstellen einer Polarität des elektrischen Stroms, der an die thermoelektrische Vorrichtung abgegeben wird, zu erwärmen oder zu kühlen,

wobei die Batteriezelle durch den Wärmeverteiler erwärmt wird, indem dieser thermische Energie an die Batteriezelle überführt, wenn elektrischer Strom über den Leiter an den Wärmeverteiler angelegt wird, oder wenn elektrischer Strom an die thermoelektrische Vorrichtung in einer ersten Polarität angelegt wird, oder wenn elektrischer Strom über den Leiter sowohl an den Wärmeverteiler als auch an die thermoelektrische Vorrichtung in der ersten Polarität angelegt wird, und

wobei die Batteriezelle durch den Wärmeverteiler gekühlt wird, indem dieser thermische Energie von der Batteriezelle abführt, wenn elektrischer Strom an die thermoelektrische Vorrichtung in einer zweiten Polarität angelegt wird.

22. Das System gemäß Anspruch 21, wobei der Wärmeverteiler eine erste und eine zweite Seite umfasst, wobei die erste Seite der zweiten Seite im Wesentlichen gegenüberliegt, wobei der Wärmeverteiler einen weiteren Leiter in thermischem und elektrischem Austausch mit der pyrolytischen Graphit-

lage umfasst, wobei die Batteriezelle erwärmt wird, wenn elektrischer Strom an die pyrolytische Graphitlage über den Leiter und den weiteren Leiter angelegt wird, so dass elektrischer Strom entlang der pyrolytischen Graphitlage von der ersten Seite zu der zweiten Seite des Wärmeverteilers fließt.

23. Das System gemäß Anspruch 22, wobei der weitere Leiter einen elektrischen Anschluss umfasst, der so ausgestaltet ist, dass er an eine Leiterplatte elektrisch anschließt, wobei der elektrische Anschluss so ausgestaltet ist, dass er elektrischen Strom an den Wärmeverteiler abgibt.

24. Das System gemäß einem der Ansprüche 21 bis 23, wobei die Batteriezelle und der Wärmeverteiler in einer Batterieeinheit angeordnet sind und wobei der Leiter so ausgestaltet ist, dass er sich mit der Batterieeinheit verbindet, um den Wärmeverteiler an die Batterieeinheit zu befestigen.

25. Das System gemäß Anspruch 24, außerdem umfassend eine thermische Kontaktstelle an der Batterieeinheit, die so ausgestaltet ist, dass sie mit dem Leiter zusammenpasst, wobei der Leiter ein erstes mechanisches Verbindungsstück umfasst, wobei die thermische Kontaktstelle ein zweites mechanisches Verbindungsstück umfasst, das so ausgestaltet ist, dass es mit dem ersten mechanischen Verbindungsstück zusammenpasst, um den Leiter an die Batterieeinheit anzuschließen.

26. Das System gemäß Anspruch 25, wobei das erste mechanische Verbindungsstück ein männliches Schwalbenschwanz-Verbindungsstück umfasst und das zweite mechanische Verbindungsstück ein weibliches Schwalbenschwanz-Verbindungsstück umfasst, das so ausgestaltet ist, dass es das männliche Schwalbenschwanz-Verbindungsstück aufnimmt, um den Leiter an die Batterieeinheit anzuschließen.

27. Das System gemäß einem der Ansprüche 24 bis 26, wobei die Batterieeinheit ein thermisches Fenster umfasst, das so ausgestaltet ist, dass es thermische Energie in die Batterieeinheit hinein und aus dieser heraus überführt.

28. Das System gemäß Anspruch 27, wobei die Batterieeinheit ein thermisches Substrat in dem thermischen Fenster umfasst, wobei das thermische Substrat so ausgestaltet ist, dass es thermische Energie in die Batterieeinheit hinein und aus dieser heraus überführt, während es eine physikalische Barriere in die Batterieeinheit hinein bereitstellt.

29. Das System gemäß Anspruch 28, wobei die thermoelektrische Vorrichtung in thermischem Austausch mit dem thermischen Substrat steht, um den thermischen Austausch zwischen der thermoelektri-

schen Vorrichtung und dem Wärmeverteiler zu gewährleisten.

30. Das System gemäß einem der Ansprüche 24 bis 29, wobei die thermoelektrische Vorrichtung außerhalb der Batterieeinheit angeordnet ist.

31. Das System gemäß einem der Ansprüche 24 bis 30, außerdem umfassend eine Gebläse- und -Rohr-Baugruppe, die an die Batterieeinheit angeschlossen und so ausgestaltet ist, dass sie Luft über die Abgabeseite der thermoelektrischen Vorrichtung schiebt oder zieht, wobei ein Gebläse der Gebläse- und -Rohr-Baugruppenanordnung so ausgestaltet ist, dass die Systemeffizienz optimiert wird, so dass der Luftstrom verstärkt oder verringert wird, um die Erwärmungs- oder Kühlungsanforderungen der Batteriezelle zu erfüllen.

32. Das System gemäß einem der Ansprüche 24 bis 30, außerdem umfassend eine Gebläse- und -Rohr-Baugruppe in thermischem Austausch mit der thermoelektrischen Vorrichtung, die so ausgestaltet ist, dass sie Luft über die Abgabeseite der thermoelektrischen Vorrichtung schiebt oder zieht, wobei ein Gebläse der Gebläse- und -Rohr-Baugruppe so ausgestaltet ist, dass es die Systemeffizienz optimiert, so dass der Luftstrom verstärkt oder verringert wird, um die Erwärmungs- oder Kühlungserfordernisse der Batteriezelle zu erfüllen.

33. Das System gemäß einem der Ansprüche 21 bis 32, wobei die Abgabeseite der thermoelektrischen Vorrichtung über einen Abwärmetauscher in thermischem Austausch mit Luft steht, wobei die Abgabeseite der thermoelektrischen Vorrichtung den Abwärmetauscher umfasst.

34. Das System gemäß einem der Ansprüche 21 bis 33, wobei der Wärmeverteiler eine Unterbrechung in der pyrolytischen Graphitlage umfasst, wobei die Unterbrechung so ausgestaltet ist, dass sie einen Leitungsweg für elektrischen Strom durch den Wärmeverteiler verlängert, um die Widerstandswärmekapazität des Wärmevertellers zu erhöhen.

35. Das System gemäß einem der Ansprüche 21 bis 34, wobei die pyrolytische Graphitlage geknittert ist, um eine Länge der Fläche der pyrolytischen Graphitlage zu verlängern, wobei die verlängerte Länge der Fläche der pyrolytischen Graphitlage so ausgestaltet ist, so dass sie einen Leitungsweg für elektrischen Strom durch die pyrolytische Graphitlage verlängert, um die Widerstandswärmekapazität des Wärmevertellers zu erhöhen.

36. Das System gemäß einem der Ansprüche 21 bis 35, wobei der Leiter sich im Wesentlichen über die Gesamtheit einer Dimension des Wärmevertellers er-

streckt, um dem Wärmeverteiler strukturelle Integrität zu verleihen.

37. Das System gemäß einem der Ansprüche 21 bis 36, wobei der Wärmeverteiler außerdem wenigstens eine weitere pyrolytische Graphitlage in thermischem und elektrischem Austausch mit dem Leiter umfasst, wobei sich die wenigstens eine weitere pyrolytische Graphitlage im Wesentlichen parallel zu der pyrolytischen Graphitlage erstreckt, wobei der Leiter in elektrischem Austausch mit der wenigstens einen weiteren pyrolytischen Graphitlage steht, um die Batteriezelle durch Anlegen eines elektrischen Stroms durch den Leiter an die wenigstens eine weitere pyrolytische Graphitlage zu erwärmen, wobei der Leiter in thermischem Austausch mit der wenigstens einen weiteren pyrolytischen Graphitlage steht, um thermische Energie auf die wenigstens eine weitere pyrolytische Graphitlage und von dieser weg zu überführen.

38. Das System gemäß Anspruch 37, wobei der Wärmeverteiler außerdem ein thermisches Verbindungselement zwischen der pyrolytischen Graphitlage und der wenigstens einen weiteren pyrolytischen Graphitlage umfasst, wobei das thermische Verbindungselement so ausgestaltet ist, dass es thermische Energie zwischen der pyrolytischen Graphitlage und der wenigstens einen weiteren pyrolytischen Graphitlage überführt.

39. Das System gemäß Anspruch 38, wobei der Leiter das thermische Verbindungselement umfasst.

40. Das System gemäß einem der Ansprüche 38 bis 39, wobei das thermische Verbindungselement ein metallisches Material umfasst, das so ausgestaltet ist, dass es elektrischen Strom zwischen der pyrolytischen Graphitlage und der wenigstens einen weiteren pyrolytischen Graphitlage überführt.

41. Das System gemäß einem der Ansprüche 38 bis 40, wobei der Wärmeverteiler an einer Seite des Wärmevertellers, die einer Seite des Wärmevertellers in thermischem Austausch mit der Batteriezelle gegenüberliegt in thermischem Austausch mit einer weiteren Batteriezelle steht, wobei das thermische Verbindungselement zwischen den Seiten des Wärmevertellers in thermischem Austausch mit der Batteriezelle und der anderen Batteriezelle angeordnet ist.

42. Das System gemäß Anspruch 41, wobei das thermische Verbindungselement in direktem thermischen Austausch mit der Batteriezelle und der anderen Batteriezelle steht, um den thermischen Kontaktwiderstand, der mit dem Wärmeverteiler einhergeht, zu verringern.

43. Das System gemäß einem der Ansprüche 21 bis 42, wobei der Wärmeverteiler außerdem ein me-

tallisches Substrat in thermischem Austausch mit der pyrolytischen Graphitlage umfasst, wobei die pyrolytische Graphitlage in thermischem Austausch mit der Batteriezelle steht, so dass die pyrolytische Graphitlage als thermische Kopplungsstelle zwischen der Batteriezelle und dem metallischen Substrat fungiert.

44. Das System gemäß Anspruch 43, wobei die pyrolytische Graphitlage sich entlang einer Fläche des metallischen Substrats an wenigstens zwei Seiten des metallischen Substrats erstreckt.

45. Das System gemäß einem der Ansprüche 43 bis 44, wobei die pyrolytische Graphitlage sich wenigstens auf die Hälfte des Querschnittumfangs des metallischen Substrats erstreckt.

46. Das System gemäß einem der Ansprüche 43 bis 45, wobei die Hauptseite der thermoelektrischen Vorrichtung über wenigstens einem Teil des metallischen Substrats angeordnet ist, und wobei sich die pyrolytische Graphitlage so erstreckt, dass sie zwischen der Hauptseite der thermoelektrischen Vorrichtung und dem metallischen Substrat liegt, um eine thermische Kopplungsstelle zwischen der thermoelektrischen Vorrichtung und dem metallischen Substrat bereitzustellen, wobei die thermische Kopplungsstelle so ausgestaltet ist, dass sie thermische Energie zwischen der Hauptseite der thermoelektrischen Vorrichtung und dem metallischen Substrat überführt.

47. Das System gemäß einem der Ansprüche 43 bis 46, wobei die Batteriezelle durch den Wärmeverteiler, der thermische Energie auf die Batteriezelle überführt, wenn elektrischer Strom über den Leiter an das metallische Substrat angelegt wird, erwärmt wird.

48. Das System gemäß einem der Ansprüche 21 bis 47, wobei die Batterie durch den Wärmeverteiler, der thermische Energie von der Batteriezelle über die pyrolytische Graphitlage und den Leiter abführt, wenn elektrischer Strom an die thermoelektrische Vorrichtung in der zweiten Polarität angelegt wird, gekühlt wird.

49. Eine Wärmeverteileranordnung zum Regulieren der Temperatur einer elektrischen Vorrichtung, wobei die Wärmeverteileranordnung umfasst: eine Graphitlage in thermischem Austausch mit einer elektrischen Vorrichtung, wobei die Graphitlage so ausgestaltet ist, dass sie thermische Energie und elektrischen Strom entlang der Graphitlage überführt; und einen Leiter in thermischem und elektrischen Austausch mit der Graphitlage, wobei der Leiter in elektrischem Austausch mit der Graphitlage dazu dient, die elektrische Vorrichtung durch Anlegen eines elektrischen Stroms über den Leiter an die Graphitlage zu erwärmen, und der Leiter in thermischem Austausch

mit der Graphitlage dazu da ist, thermische Energie zu der Graphitlage hin und von dieser wegzuführen, wobei die elektrische Vorrichtung durch die Graphitlage, die thermische Energie an die elektrische Vorrichtung überführt, erwärmt wird, wenn elektrischer Strom über den Leiter an den Wärmeverteiler angelegt wird, und wobei die elektrische Vorrichtung durch die Graphitlage, die thermische Energie von der elektrischen Vorrichtung abführt, gekühlt wird.

50. Die Anordnung gemäß Anspruch 49, außerdem umfassend einen weiteren Leiter in thermischem und elektrischem Austausch mit der Graphitlage, wobei die elektrische Vorrichtung erwärmt wird, wenn elektrischer Strom über den Leiter und den weiteren Leiter an die Graphitlage angelegt wird, so dass elektrischer Strom entlang der Graphitlage fließt.

51. Die Anordnung gemäß Anspruch 50, wobei die Graphitlage eine erste und eine zweite Seite umfasst, wobei die erste Seite der zweiten Seite im Wesentlichen gegenüberliegt und wobei der Leiter auf der ersten Seite liegt und der weitere Leiter auf der zweiten Seite liegt.

52. Die Anordnung gemäß einem der Ansprüche 50 bis 51, wobei der weitere Leiter einen elektrischen Anschluss umfasst, der so ausgestaltet ist, dass er an eine Leiterplatte elektrisch anschließt, die ein Kontrollelement umfasst, das so ausgestaltet ist, dass es die Temperatur der elektrischen Vorrichtung reguliert, wobei der elektrische Anschluss so ausgestaltet ist, dass er an den Wärmeverteiler elektrischen Strom abgibt.

53. Die Anordnung gemäß einem der Ansprüche 49 bis 52, wobei die Wärmeverteileranordnung in einer Einfassung für die elektrische Vorrichtung angeordnet ist und wobei der Leiter so ausgestaltet ist, dass er mit der Einfassung für die elektrische Vorrichtung verbunden ist, um die Wärmeverteileranordnung an die Einfassung der elektrischen Vorrichtung zu befestigen.

54. Die Anordnung gemäß Anspruch 53, außerdem umfassend eine thermische Kopplungsstelle an der Einfassung der elektrischen Vorrichtung, die so ausgestaltet ist, dass sie mit dem Leiter zusammenpasst, wobei der Leiter ein erstes mechanisches Verbindungsstück umfasst, wobei die thermische Kopplungsstelle ein zweites mechanisches Verbindungsstück umfasst, das so ausgestaltet ist, dass sie mit dem ersten mechanischen Verbindungsstück zusammenpasst, um den Leiter an die Einfassung der elektrischen Vorrichtung anzuschließen.

55. Die Anordnung gemäß Anspruch 54, wobei das erste mechanische Verbindungsstück ein männliches Schwalbenschwanz-Verbindungsstück umfasst und das zweite mechanische Verbindungs-

stück ein weibliches Schwalbenschwanz-Verbindungsstück umfasst, dass so ausgestaltet ist, dass es das männliche Schwalbenschwanz-Verbindungsstück aufnimmt, um den Leiter an die Einfassung der elektrischen Vorrichtung anzuschließen.

56. Die Anordnung gemäß einem der Ansprüche 53 bis 55, wobei die Einfassung der elektrischen Vorrichtung ein thermisches Fenster umfasst, das so ausgestaltet ist, dass es thermische Energie in die Einfassung der elektrischen Vorrichtung hinein und aus dieser heraus überführt.

57. Die Anordnung gemäß Anspruch 56, wobei die elektrische Vorrichtung ein thermisches Substrat in dem thermischen Fenster umfasst, wobei das thermische Substrat so ausgestaltet ist, dass es thermische Energie in die Einfassung der elektrischen Vorrichtung hinein und aus dieser heraus überführt, während es eine physikalische Barriere in die Einfassung der elektrischen Vorrichtung hinein bereitstellt.

58. Die Anordnung gemäß Anspruch 57, wobei eine thermoelektrische Vorrichtung in thermischem Austausch mit dem thermischen Substrat steht, um über den Wärmeverteiler ein Erwärmen oder Kühlen für die elektrische Vorrichtung zu gewährleisten.

59. Die Anordnung gemäß Anspruch 58, wobei die thermoelektrische Vorrichtung außerhalb der Einfassung der elektrischen Vorrichtung angeordnet ist.

60. Die Anordnung gemäß einem der Ansprüche 49 bis 57, wobei die thermoelektrische Vorrichtung in thermischem Austausch mit der Graphitlage steht, wobei die elektrische Vorrichtung durch die Graphitlage erwärmt wird, wenn elektrischer Strom an die thermoelektrische Vorrichtung in einer ersten Polarität angelegt wird, und wobei die elektrische Vorrichtung von der Graphitlage gekühlt wird, wenn elektrischer Strom an die thermoelektrische Vorrichtung in einer zweiten Polarität angelegt wird.

61. Die Anordnung gemäß einem der Ansprüche 49 bis 60, wobei die Graphitlage eine Unterbrechung in den kovalenten Bindungen in der Graphitlage umfasst, wobei der Schnitt so ausgestaltet ist, dass er einen Leitungsweg für den elektrischen Strom durch die Graphitlage verlängert, um die Widerstandserwärmungskapazität der Graphitlage zu erhöhen.

62. Die Anordnung gemäß einem der Ansprüche 49 bis 61, wobei die Graphitlage geknittert ist, um eine Länge der Graphitlage zu verlängern, wobei die verlängerte Länge der Graphitlage so ausgestaltet ist, dass sie einen Leitungsweg für elektrischen Strom durch die Graphitlage verlängert, um die Widerstandserwärmungskapazität der Graphitlage zu erhöhen.

63. Die Anordnung gemäß einem der Ansprüche 49 bis 62, wobei der Leiter sich im Wesentlichen über die Gesamtheit einer Dimension der Graphitlage erstreckt, um der Graphitlage strukturelle Integrität zu verleihen.

64. Die Anordnung gemäß einem der Ansprüche 49 bis 63, außerdem umfassend eine weitere Graphitlage in thermischem und elektrischem Austausch mit dem Leiter, wobei der Leiter in elektrischem Austausch mit der wenigstens einen weiteren Graphitlage steht, um die elektrische Vorrichtung durch Anlegen von elektrischem Strom über den Leiter an die wenigstens eine weitere Graphitlage zu erwärmen, wobei der Leiter in thermischem Austausch mit der wenigstens einen weiteren Graphitlage steht, um thermische Energie zu der wenigstens einen anderen Graphitlage und von dieser weg zu führen.

65. Die Anordnung gemäß Anspruch 64, wobei die Graphitlage und die wenigstens eine weitere Graphitlage sich im Wesentlichen parallel zu der Wärmeverteileranordnung erstrecken.

66. Die Anordnung gemäß einem der Ansprüche 64 bis 65, außerdem umfassend ein thermisches Verbindungselement zwischen der Graphitlage und der wenigstens einen weiteren Graphitlage, wobei das thermische Verbindungselement so ausgestaltet ist, dass es thermische Energie zwischen der Graphitlage und der wenigstens einen weiteren Graphitlage überführt.

67. Die Anordnung gemäß Anspruch 66, wobei der Leiter das thermische Verbindungselement umfasst.

68. Die Anordnung gemäß einem der Ansprüche 66 bis 67, wobei das thermische Verbindungselement ein metallisches Material umfasst, das so ausgestaltet ist, dass es elektrischen Strom zwischen der Graphitlage und der wenigstens einen weiteren Graphitlage überführt.

69. Die Anordnung gemäß einem der Ansprüche 49 bis 68, außerdem umfassend ein metallisches Substrat in thermischem Austausch mit der Graphitlage, wobei die Graphitlage in thermischem Austausch mit der elektrischen Vorrichtung steht, so dass die Graphitlage so ausgestaltet ist, dass sie thermische Energie zwischen der Hauptseite der thermoelektrischen Vorrichtung und dem metallischen Substrat überführt.

70. Die Anordnung gemäß Anspruch 69, wobei die Graphitlage sich entlang einer Fläche des metallischen Substrats an wenigstens zwei Seiten des metallischen Substrats erstreckt.

71. Die Anordnung gemäß einem der Ansprüche 69 bis 70, wobei die Graphitlage sich wenigstens

auf die Hälfte eines Querschnittumfangs des metallischen Substrats erstreckt.

72. Die Anordnung gemäß einem der Ansprüche 69 bis 71, wobei die elektrische Vorrichtung erwärmt wird, wenn elektrischer Strom über den Leiter an das metallische Substrat angelegt wird.

73. Die Anordnung gemäß einem der Ansprüche 49 bis 72, wobei die Graphitlage eine oder mehrere pyrolytische Graphitschichten umfasst.

74. Die Anordnung gemäß einem der Ansprüche 49 bis 73, wobei die elektrische Vorrichtung eine Batteriezelle umfasst.

75. Die Anordnung gemäß einem der Ansprüche 49 bis 74, wobei die Graphitlage in thermischem Austausch mit einem temperatursensitiven Bereich der elektrischen Vorrichtung steht.

76. Ein Verfahren zum Herstellen eines Batterie-Wärmemanagementsystems zum Erwärmen oder Kühlen einer Batteriezelle, wobei das Verfahren umfasst:

das thermische Verbinden eines Wärmeverteilers mit einer Batteriezelle, wobei der Wärmeverteiler umfasst:

eine pyrolytische Graphitlage, die so ausgestaltet ist, dass sie thermische Energie und elektrischen Strom entlang der pyrolytischen Graphitlage überführt; und einen Leiter in thermischem und elektrischem Austausch mit der pyrolytischen Graphitlage, wobei der Leiter in elektrischem Austausch mit der pyrolytischen Graphitlage steht, um die Batteriezelle durch Anlegen von elektrischem Strom über den Leiter an die pyrolytische Graphitlage zu erwärmen, wobei der Leiter in thermischem Austausch mit der pyrolytischen Graphitlage steht, um thermische Energie zu der pyrolytischen Graphitlage und von dieser weg zu führen; und

das thermische Verbinden einer Hauptseite einer thermoelektrischen Vorrichtung mit dem Wärmeverteiler, um die Batteriezelle durch Einstellen einer Polarität des elektrischen Stroms, der an die thermoelektrische Vorrichtung abgegeben wird, zu erwärmen oder zu kühlen, wobei die thermoelektrische Vorrichtung so ausgestaltet ist, dass sie thermische Energie zwischen der Hauptseite und einer Abgabeseite der thermoelektrischen Vorrichtung durch Anlegen eines elektrischen Stroms an die thermoelektrische Vorrichtung überführt,

wobei die Batteriezelle durch den Wärmeverteiler, der die thermische Energie an die Batteriezelle überführt, erwärmt wird, wenn elektrischer Strom über den Leiter an den Wärmeverteiler angelegt wird, oder wenn elektrischer Strom an die thermoelektrische Vorrichtung in einer ersten Polarität angelegt wird, oder wenn elektrischer Strom über den Leiter sowohl an den Wärmeverteiler als auch an die thermoelektrische Vorrichtung überführt.

sche Vorrichtung in der ersten Polarität angelegt wird; und wobei die Batteriezelle durch den Wärmeverteiler, der thermische Energie von der Batteriezelle wegführt, gekühlt wird, wenn elektrischer Strom in einer zweiten Polarität an die thermoelektrische Vorrichtung angelegt wird.

77. Das Verfahren gemäß Anspruch 76, wobei der Wärmeverteiler eine erste Seite und eine zweite Seite umfasst, wobei die erste Seite der zweiten Seite im Wesentlichen gegenüberliegt, wobei der Wärmeverteiler einen weiteren Leiter in thermischem und elektrischem Austausch mit der pyrolytischen Graphitlage umfasst, wobei die Batteriezelle erwärmt wird, wenn elektrischer Strom über den Leiter und den weiteren Leiter an die pyrolytische Graphitlage angelegt wird, so dass der elektrische Strom entlang der pyrolytischen Graphitlage von der ersten Seite zu der zweiten Seite des Wärmevertellers fließt.

78. Das Verfahren gemäß Anspruch 77, wobei der weitere Leiter einen elektrischen Anschluss umfasst, der so ausgestaltet ist, dass er an eine Leiterplatte elektrisch anschließt, wobei der elektrische Anschluss so ausgestaltet ist, dass er elektrischen Strom an den Wärmeverteiler abgibt.

79. Das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 76 bis 78, außerdem umfassend das Anordnen der Batteriezelle und des Wärmevertellers in einer Batterieeinheit und Verbinden des Leiters mit der Batterieeinheit, um den Wärmeverteiler an der Batterieeinheit zu befestigen.

80. Das Verfahren gemäß Anspruch 79, außerdem umfassend das Verbinden einer thermischen Kopplungsstelle mit der Batterieeinheit, wobei die thermische Kopplungsstelle so ausgestaltet ist, dass sie mit dem Leiter zusammenpasst, wobei der Leiter ein erstes mechanisches Verbindungsstück umfasst, wobei die thermische Kopplungsstelle ein zweites mechanisches Verbindungsstück umfasst, das so ausgestaltet ist, dass es mit dem ersten mechanischen Verbindungsstück zusammenpasst, um den Leiter an die Batterieeinheit anzuschließen.

81. Das Verfahren gemäß Anspruch 80, wobei das erste mechanische Verbindungsstück ein männliches Schwalbenschwanz-Verbindungsstück umfasst und das zweite mechanische Verbindungsstück ein weibliches Schwalbenschwanz-Verbindungsstück umfasst, das so ausgestaltet ist, dass es das männliche Schwalbenschwanz-Verbindungsstück aufnimmt, um den Leiter an die Batterieeinheit anzuschließen.

82. Das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 79 bis 81, außerdem umfassend das Anordnen eines thermischen Fensters in der Batterieeinheit, wo-

bei das thermische Fenster so ausgestaltet ist, dass es thermische Energie in die Batterieeinheit und aus dieser heraus überführt.

83. Das Verfahren gemäß Anspruch 82, außerdem umfassend das Verbinden eines thermischen Substrats mit der Batterieeinheit in dem thermischen Fenster, wobei das thermische Substrat so ausgestaltet ist, dass es thermische Energie in die Batterieeinheit und aus dieser heraus überführt, wobei es eine physikalische Barriere in die Batterieeinheit hinein bereitstellt.

84. Das Verfahren gemäß Anspruch 83, außerdem umfassend das thermische Verbinden der thermoelektrischen Vorrichtung mit dem thermischen Substrat, um die thermoelektrische Vorrichtung thermisch mit dem Wärmeverteiler zu verbinden.

85. Das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 79 bis 84, außerdem umfassend das Anordnen der thermoelektrischen Vorrichtung außerhalb der Batterieeinheit.

86. Das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 79 bis 85, außerdem umfassend das Verbinden einer Gebläse- und -Rohr-Baugruppe mit der Batterieeinheit, wobei die Gebläse- und -Rohr-Baugruppe so ausgestaltet ist, dass sie Luft über die Abgabeseite der thermoelektrischen Vorrichtung schiebt oder zieht, und außerdem umfassend das Anschließen eines Gebläses in der Gebläse- und -Rohr-Baugruppe, wobei das Gebläse so ausgestaltet ist, dass es die Systemeffizienz optimiert, so dass der Luftstrom verstärkt oder verringert wird, um die Erwärmungs- oder Kühlungsanforderungen der Batteriezelle zu erfüllen.

87. Das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 79 bis 85, außerdem umfassend das Anschließen einer Gebläse- und -Rohr-Baugruppe in thermischem Austausch mit der thermoelektrischen Vorrichtung, die so ausgestaltet ist, dass sie Luft über die Abgabeseite der thermoelektrischen Vorrichtung schiebt oder zieht, und außerdem umfassend das Anschließen eines Gebläses in der Gebläse- und -Rohr-Baugruppe, wobei das Gebläse so ausgestaltet ist, dass es die Systemeffizienz optimiert, so dass der Luftstrom verstärkt oder verringert wird, um die Erwärmungs- oder Kühlungsanforderungen der Batteriezelle zu erfüllen.

88. Das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 76 bis 87, wobei die Abgabeseite der thermoelektrischen Vorrichtung über einen Abwärmetauscher in thermischem Austausch mit Luft ist, wobei die Abgabeseite der thermoelektrischen Vorrichtung den Abwärmetauscher umfasst.

89. Das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 76 bis 88, wobei der Wärmeverteiler eine Unterbrechung in der pyrolytischen Graphitlage umfasst, wobei die

Unterbrechung so ausgestaltet ist, dass sie einen Leitungsweg für elektrischen Strom durch den Wärmeverteiler verlängert, um die Widerstandserwärmungskapazität des Wärmevertellers zu erhöhen.

90. Das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 76 bis 89, wobei die pyrolytische Graphitlage ge-
knittert ist, um die Länge einer Fläche der pyrolytischen Graphitlage zu verlängern, wobei die verlängerte Länge der Fläche der pyrolytischen Graphitlage so ausgestaltet ist, dass sie einen Laufweg für den elektrischen Strom durch die pyrolytische Graphitlage verlängert, um die Widerstandswärmekapazität des Wärmevertellers zu erhöhen.

91. Das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 76 bis 90, wobei der Leiter sich im Wesentlichen über die Gesamtheit einer Dimension des Wärmevertellers erstreckt, um dem Wärmeverteiler strukturelle Integrität zu verleihen.

92. Das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 76 bis 91, wobei der Wärmeverteiler außerdem wenigstens eine weitere pyrolytische Graphitlage in thermischem und elektrischem Austausch mit dem Leiter umfasst, wobei die wenigstens eine weitere pyrolytische Graphitlage sich im Wesentlichen parallel zu der pyrolytischen Graphitlage erstreckt, wobei der Leiter in elektrischem Austausch mit der wenigstens einen weiteren pyrolytischen Graphitlage steht, um die Batteriezelle durch Anlegen von elektrischem Strom an die wenigstens eine weitere pyrolytische Graphitlage zu erwärmen, wobei der Leiter in thermischem Austausch mit der wenigstens einen pyrolytischen Graphitlage steht, um thermische Energie zu der wenigstens einen anderen pyrolytischen Graphitlage hin und von dieser weg zu überführen.

93. Das Verfahren gemäß Anspruch 92, wobei der Wärmeverteiler außerdem ein thermisches Verbindungs-
element zwischen der pyrolytischen Graphitlage und der wenigstens einen anderen pyrolytischen Graphitlage umfasst, wobei das thermische Verbindungs-
element so ausgestaltet ist, dass es thermische Energie zwischen der pyrolytischen Graphitlage und der wenigstens einen weiteren pyrolytischen Graphitlage überführt.

94. Das Verfahren gemäß Anspruch 93, wobei der Leiter das thermische Verbindungs-
element umfasst.

95. Das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 93 bis 94, wobei das thermische Verbindungs-
element ein metallisches Material umfasst, das so ausgestaltet ist, dass es elektrischen Strom zwischen der pyrolytischen Graphitlage und der wenigstens einen weiteren pyrolytischen Graphitlage überführt.

96. Das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 93 bis 95, außerdem umfassend das thermische Verbin-

den des Wärmevertellers mit einer weiteren Batteriezelle an einer Seite des Wärmeleiters, die einer Seite des Wärmeleiters gegenüberliegt, die thermisch mit der Batteriezelle verbunden ist, wobei das thermische Verbindungs-
element zwischen den Seiten des Wärmeleiters in thermischem Austausch mit der Batteriezelle und der anderen Batteriezelle angeordnet ist.

97. Das Verfahren gemäß Anspruch 96, wobei das thermische Verbindungs-
element in direktem thermischem Austausch mit der Batteriezelle und der weiteren Batteriezelle steht, um den thermischen Kontaktwiderstand, der mit dem Wärmeverteiler einhergeht, zu verringern.

98. Das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 76 bis 97, wobei der Wärmeverteiler außerdem ein metallisches Substrat in thermischem Austausch mit der pyrolytischen Graphitlage umfasst, wobei die pyrolytische Graphitlage in thermischem Austausch mit der Batteriezelle steht, so dass die pyrolytische Graphitlage als thermische Kopplungsstelle zwischen der Batteriezelle und dem metallischen Substrat fungiert.

99. Das Verfahren gemäß Anspruch 98, wobei die pyrolytische Graphitlage sich entlang einer Fläche des metallischen Substrats an wenigstens zwei Seiten des metallischen Substrats erstreckt.

100. Das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 98 bis 99, wobei die pyrolytische Graphitlage sich wenigstens über die Hälfte eines Querschnittumfangs des metallischen Substrats erstreckt.

101. Das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 98 bis 100, wobei die Hauptseite der thermoelektrischen Vorrichtung über wenigstens einem Teil des metallischen Substrats angeordnet ist und wobei die pyrolytische Graphitlage sich so erstreckt, dass sie zwischen der Hauptseite der thermoelektrischen Vorrichtung und dem Metallsubstrat liegt, um eine thermische Kopplungsstelle zwischen der thermoelektrischen Vorrichtung und dem metallischen Substrat bereitzustellen, wobei die thermische Kopplungsstelle so ausgestaltet ist, dass sie thermische Energie zwischen der Hauptseite der thermoelektrischen Vorrichtung und dem metallischen Substrat überträgt.

102. Das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 98 bis 101, wobei die Batteriezelle durch den Wärmeverteiler, der thermische Energie auf die Batterie überträgt, erwärmt wird, wenn elektrischer Strom über den Leiter an das metallische Substrat abgegeben wird.

103. Das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 76 bis 102, wobei die Batterie durch den Wärmeverteiler, der thermische Energie über die pyrolytische Graphitlage und den Leiter von der Batteriezelle abführt, gekühlt wird, wenn elektrischer Strom an die

thermoelektrische Vorrichtung in der zweiten Polari-
tät angelegt wird.

Es folgen 22 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

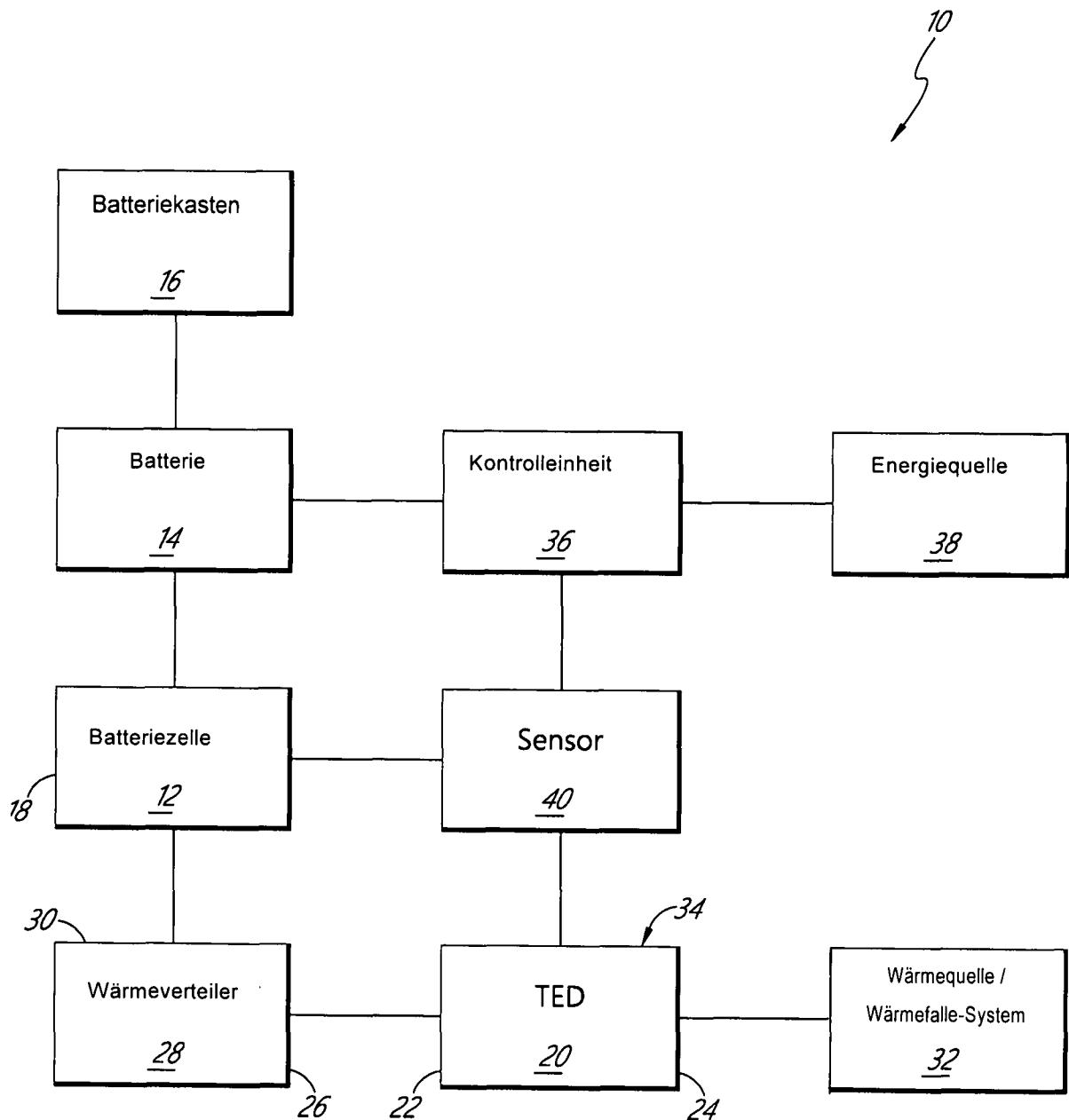


Fig. 1

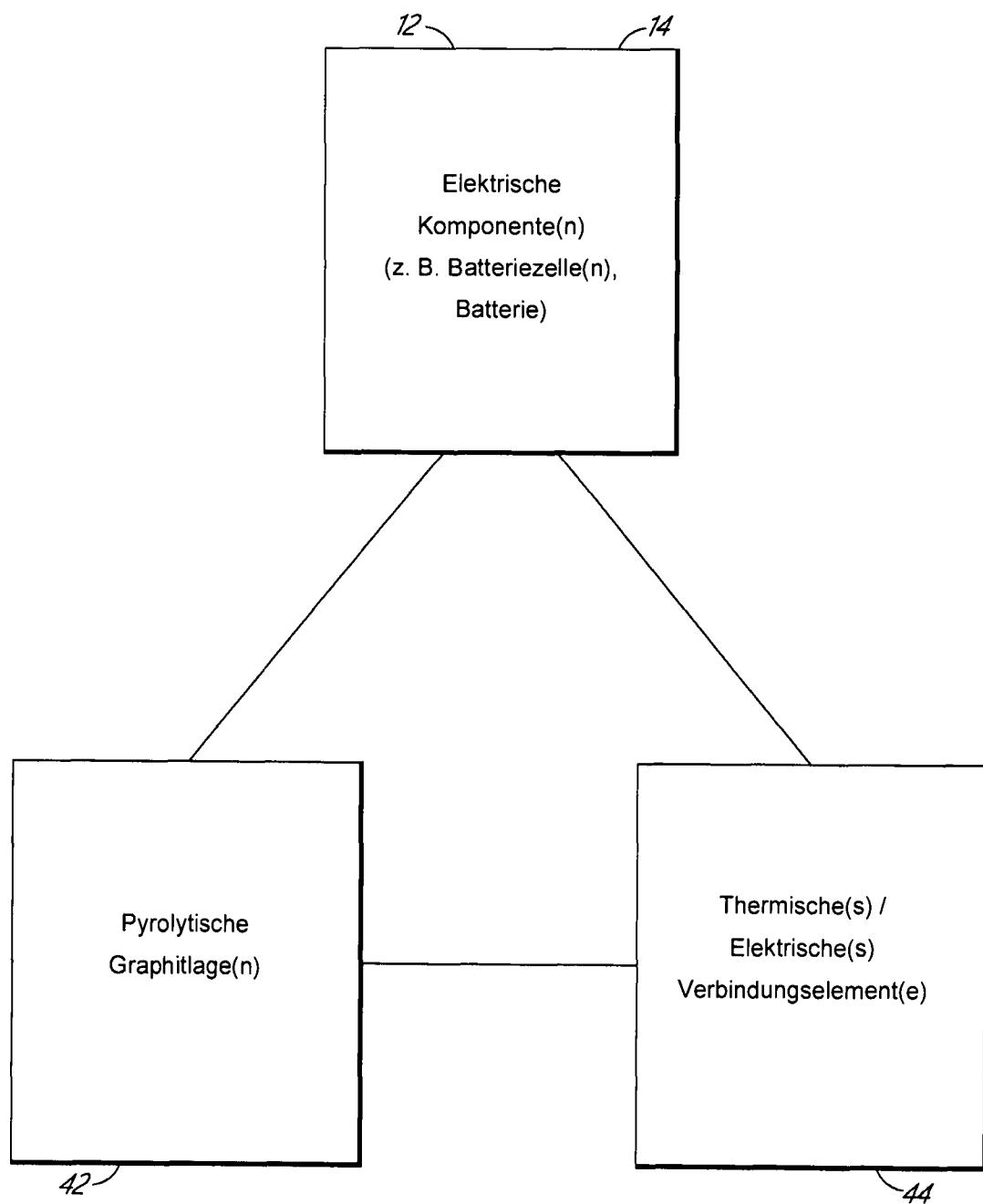


Fig. 2

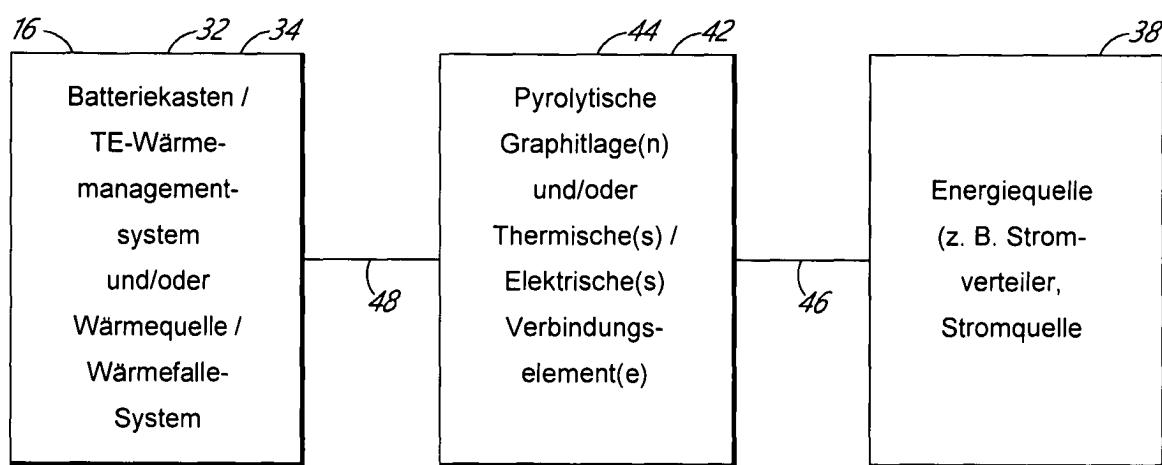


Fig. 3

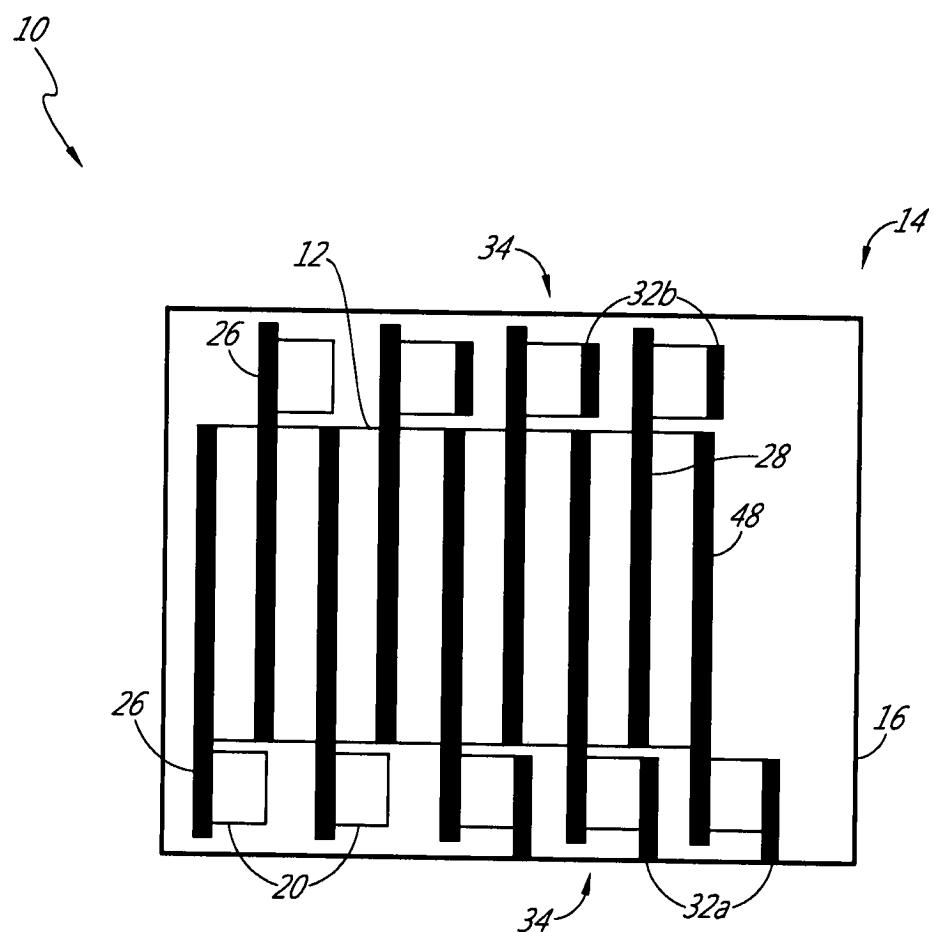


Fig. 4

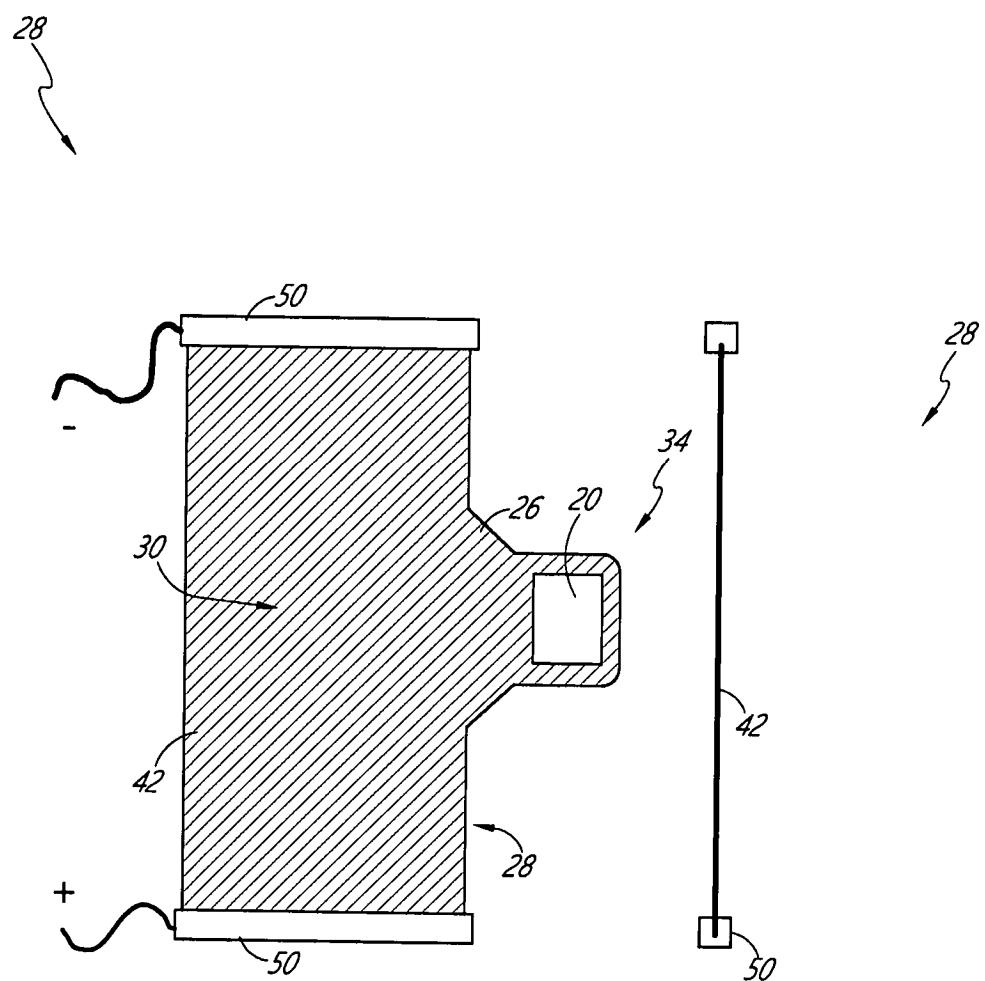


Fig. 5

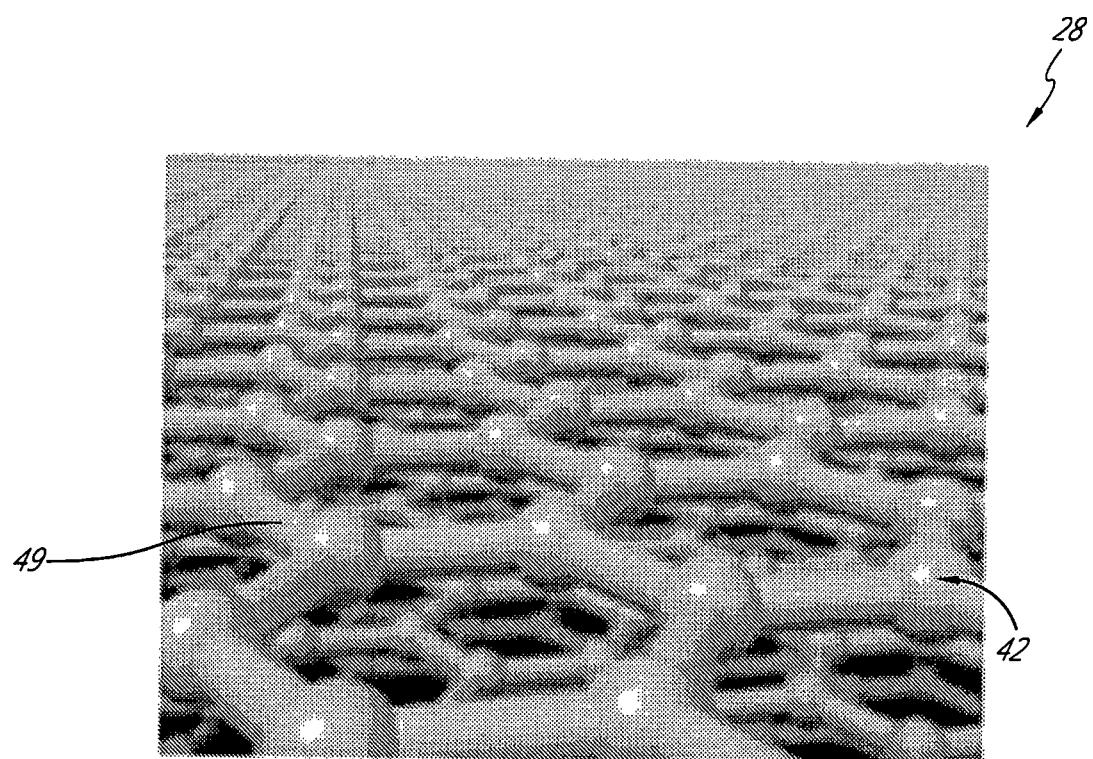


Fig. 6

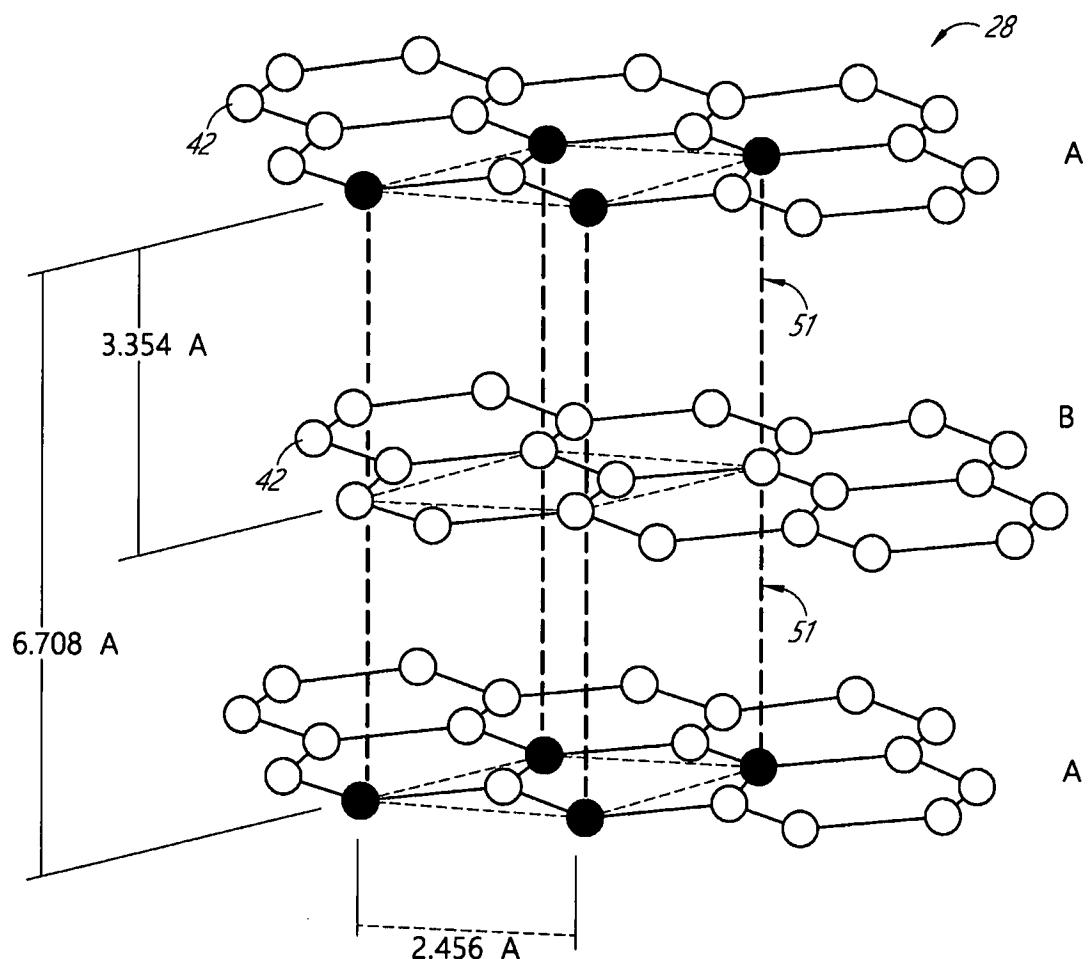


Fig. 7

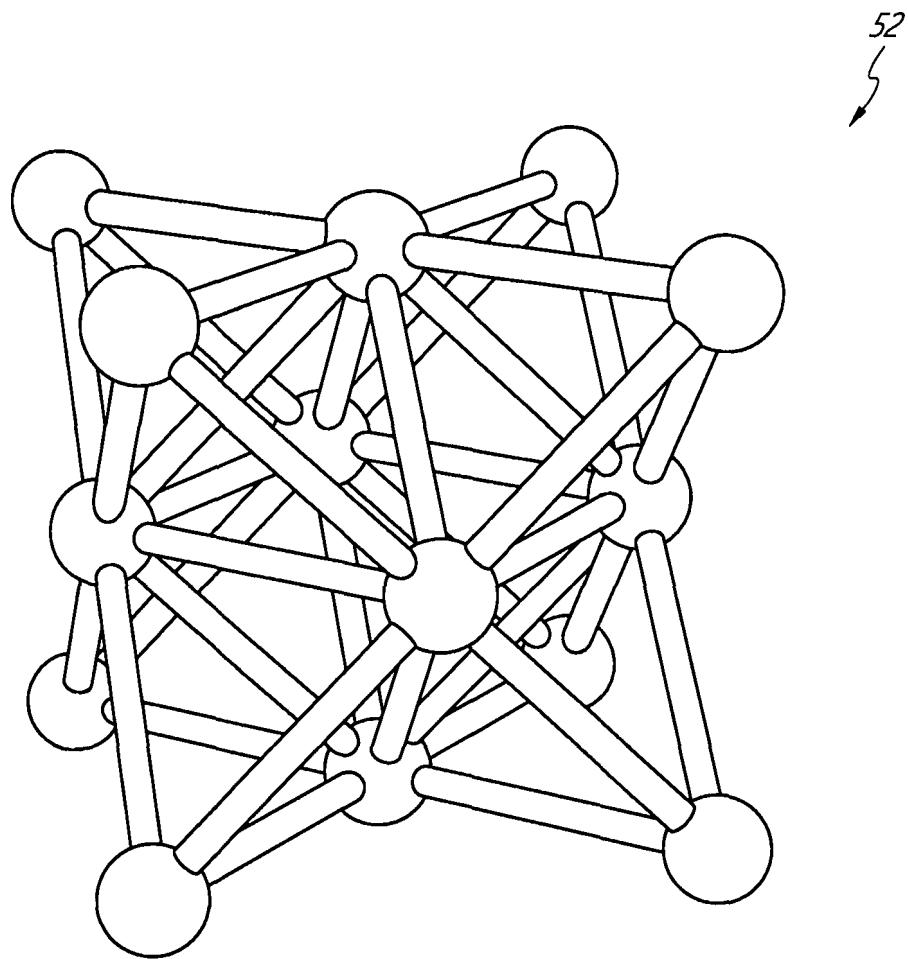


Fig. 8

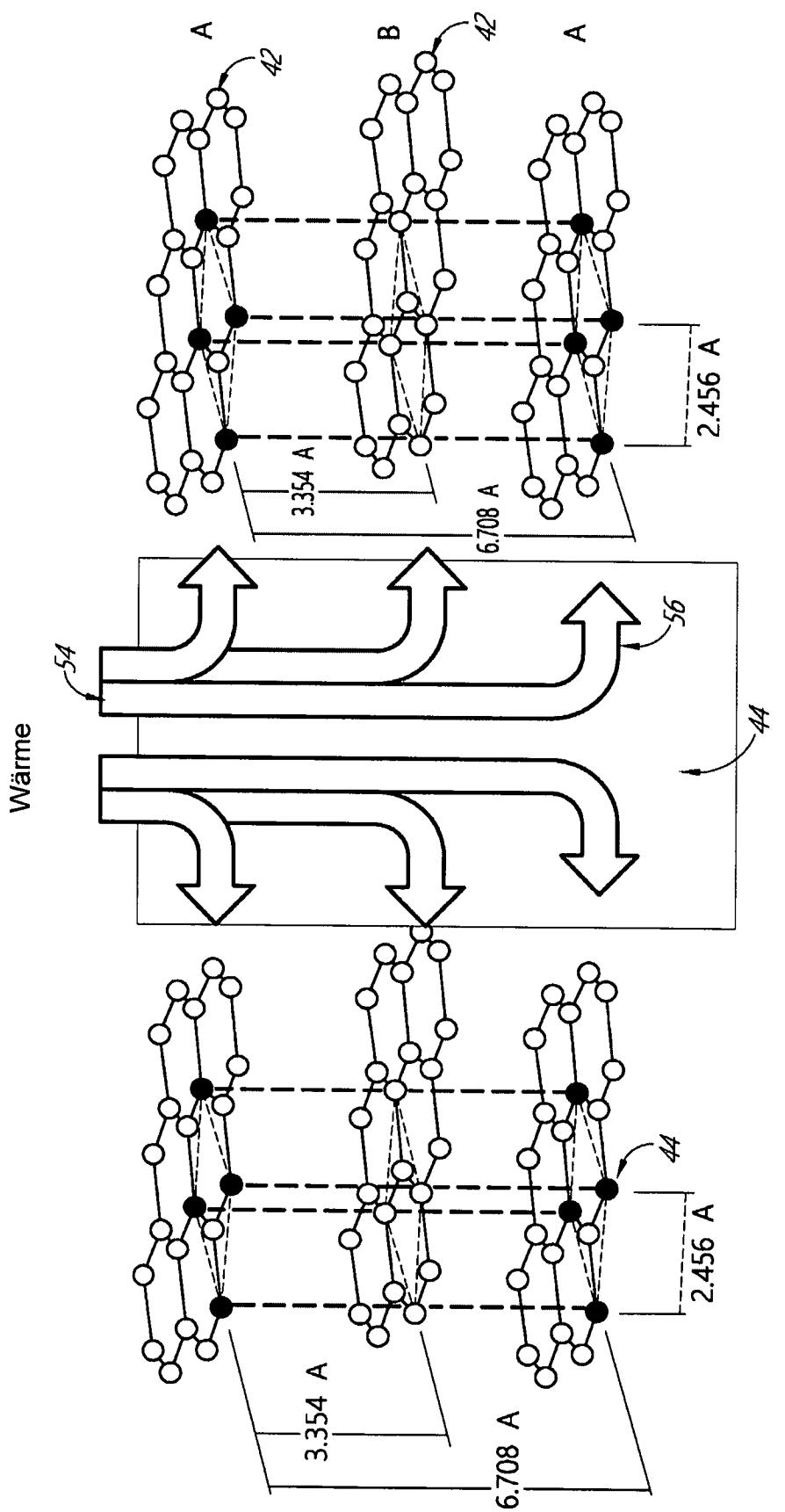


Fig. 9

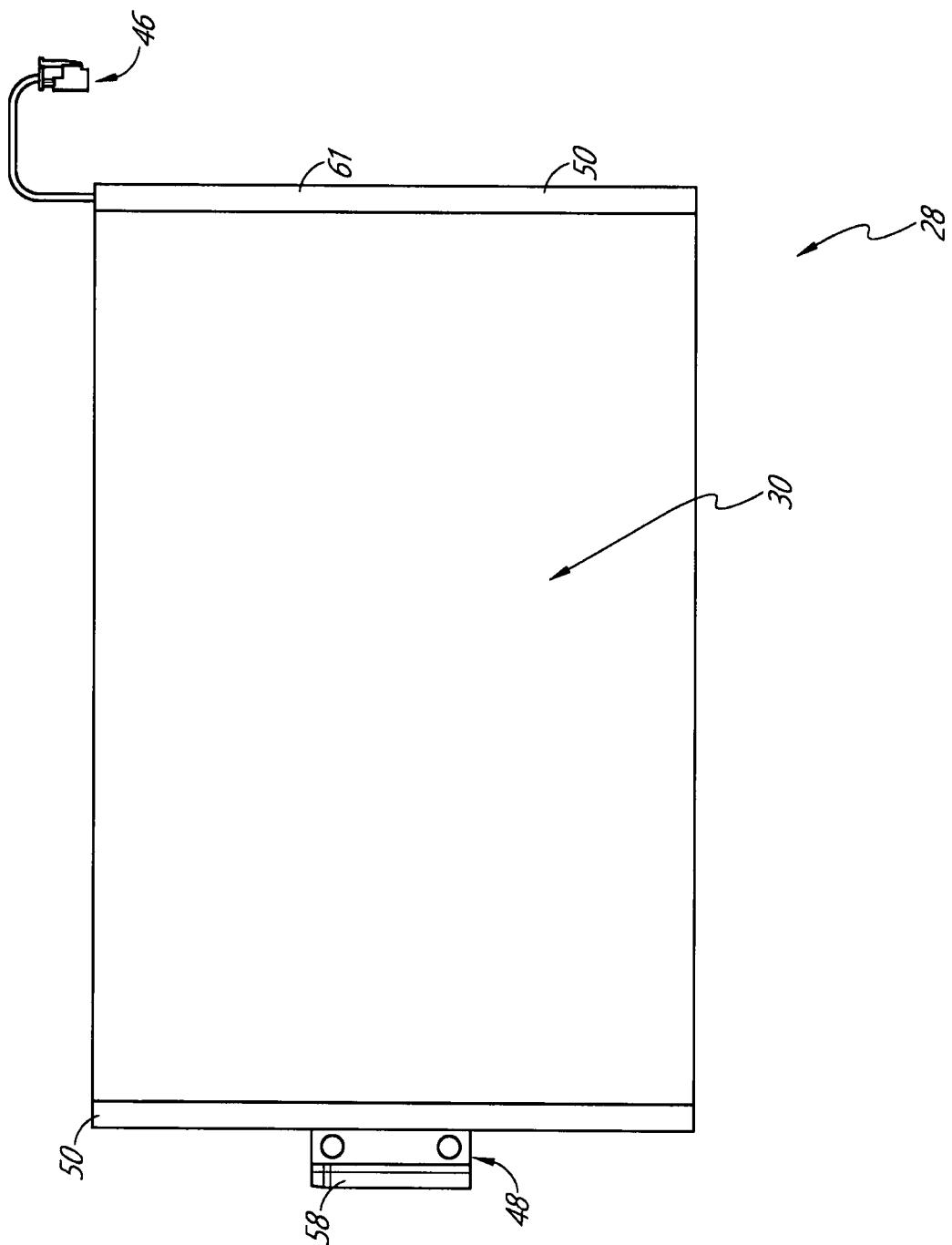


Fig. 10

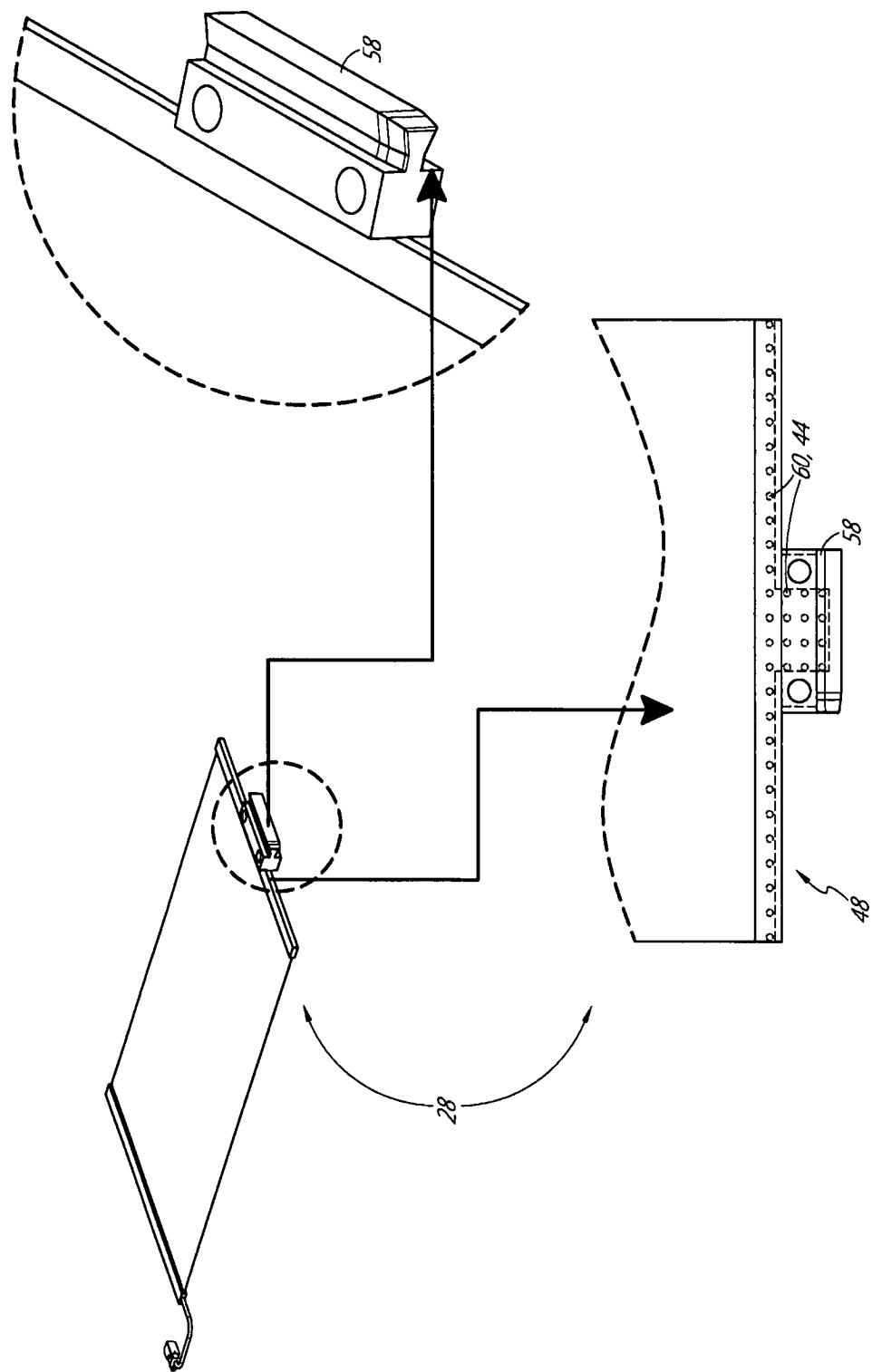


Fig. 11

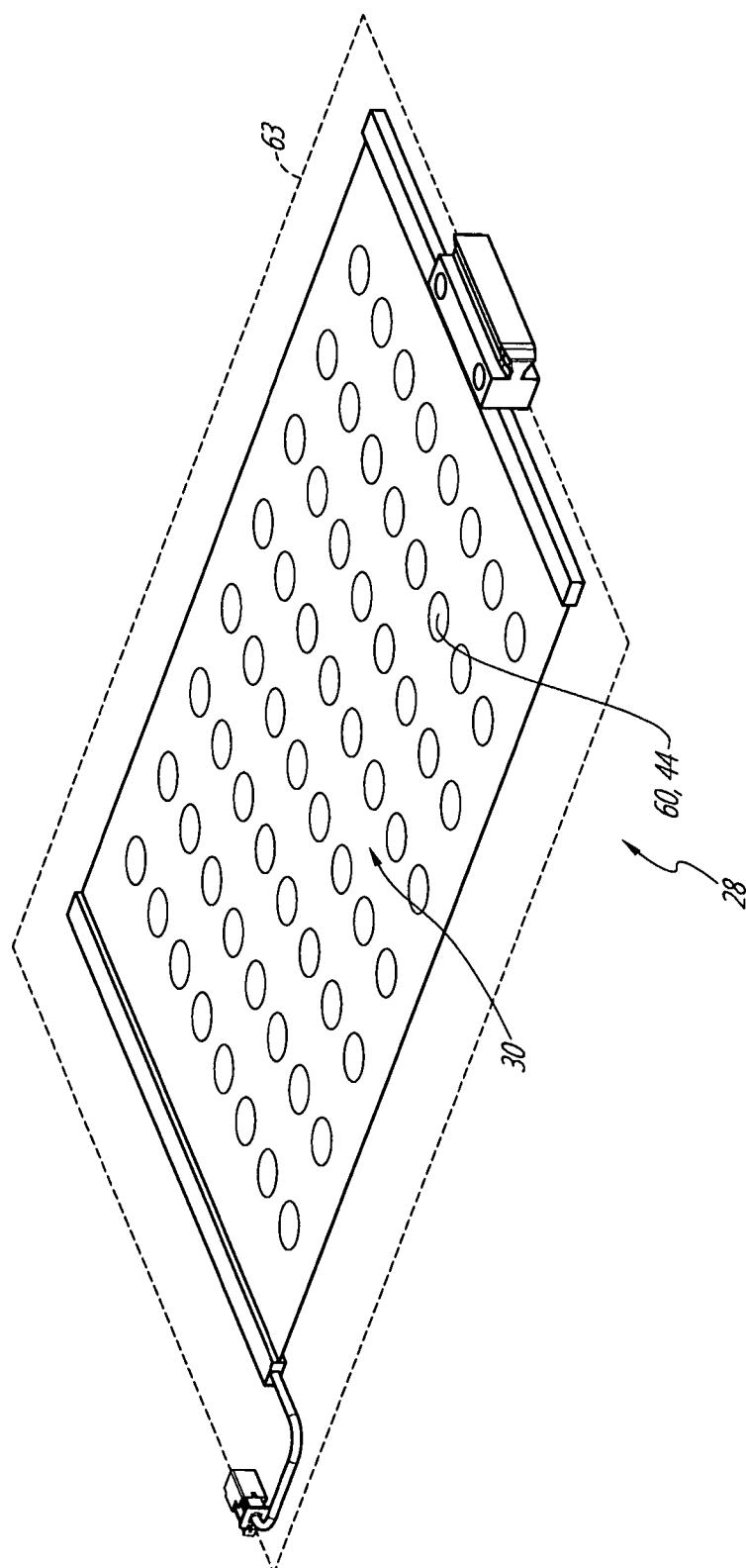


Fig. 12

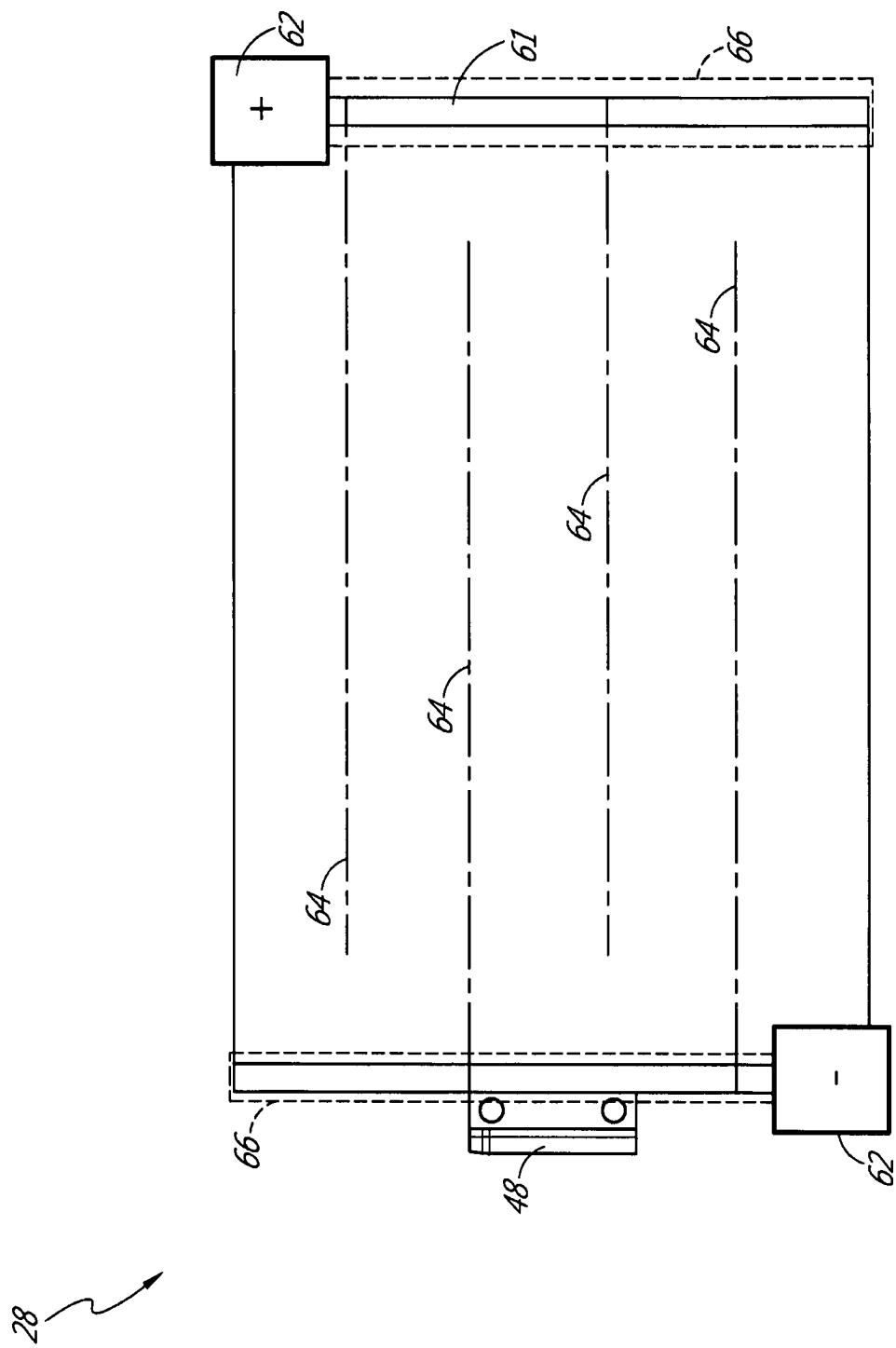
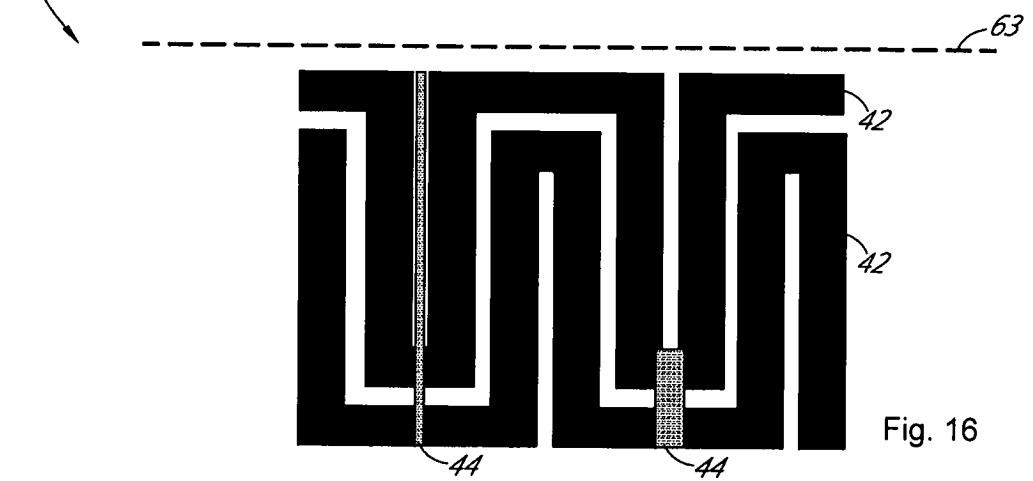
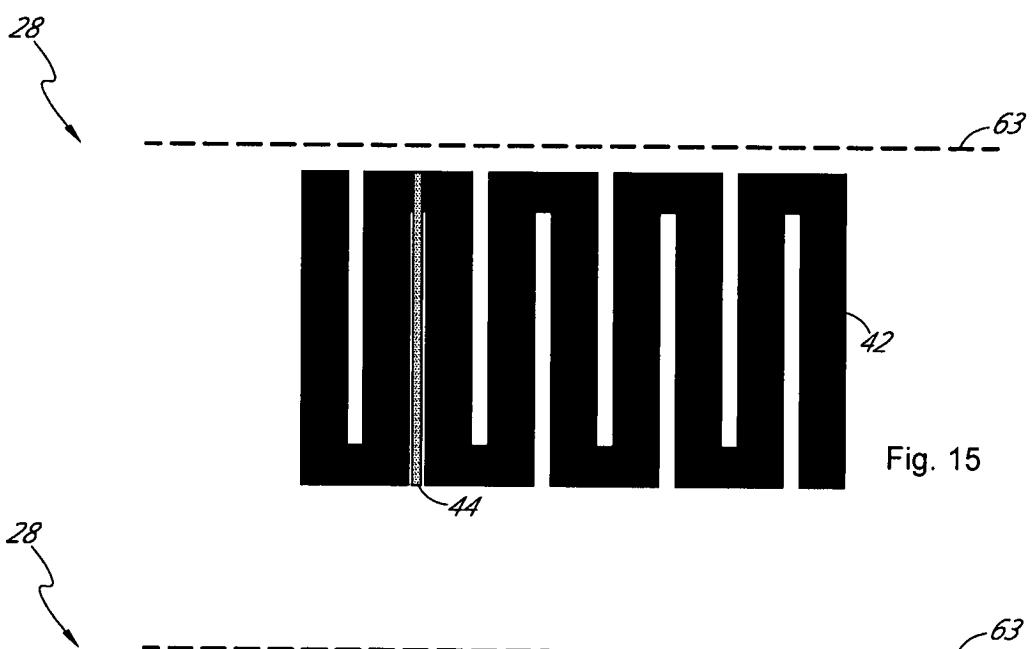
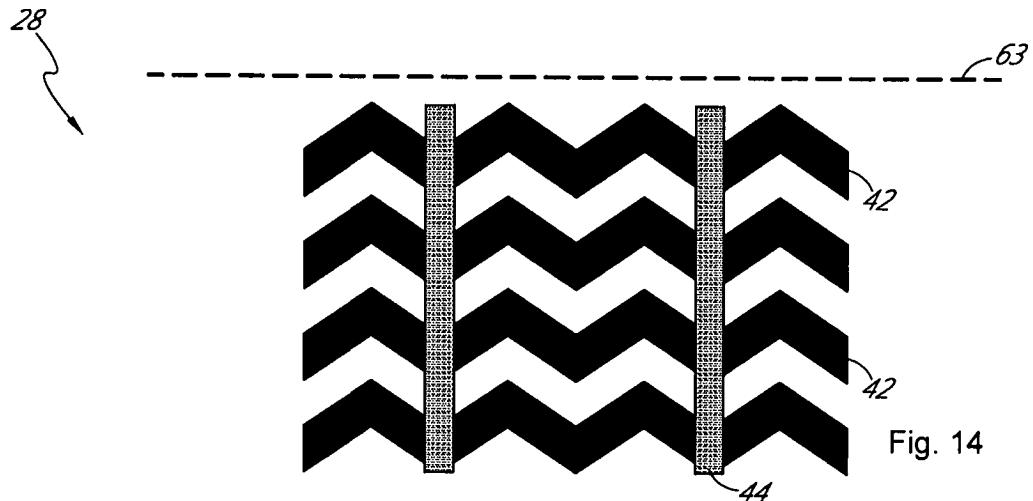


Fig. 13



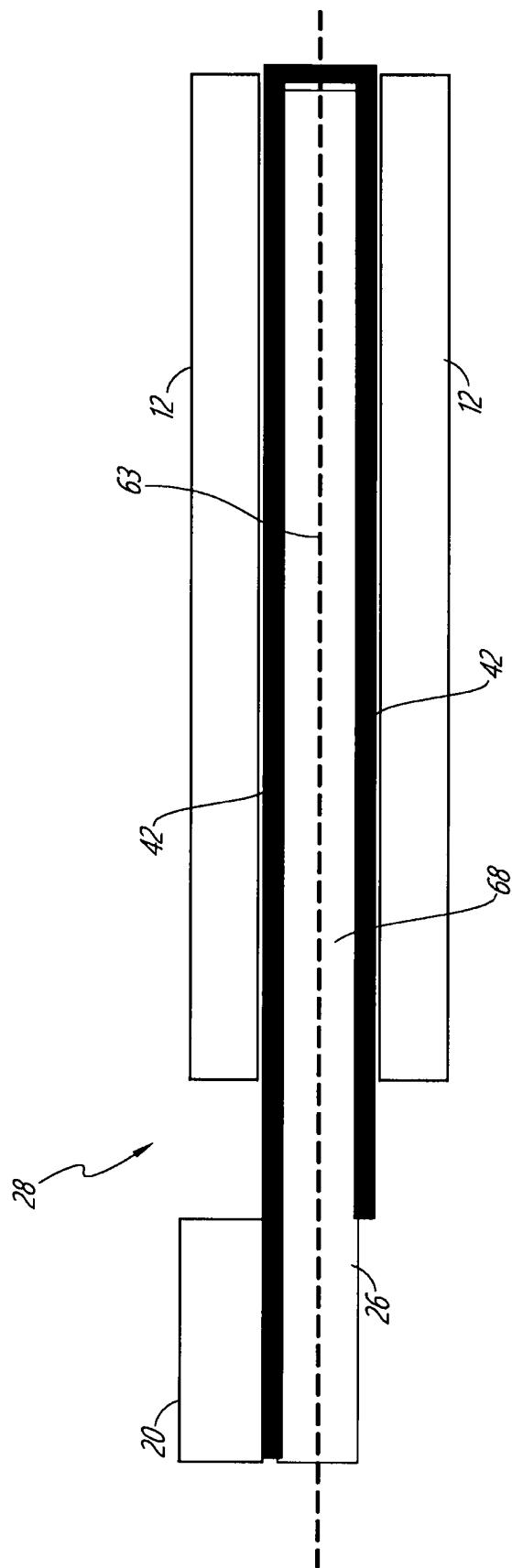


Fig. 17

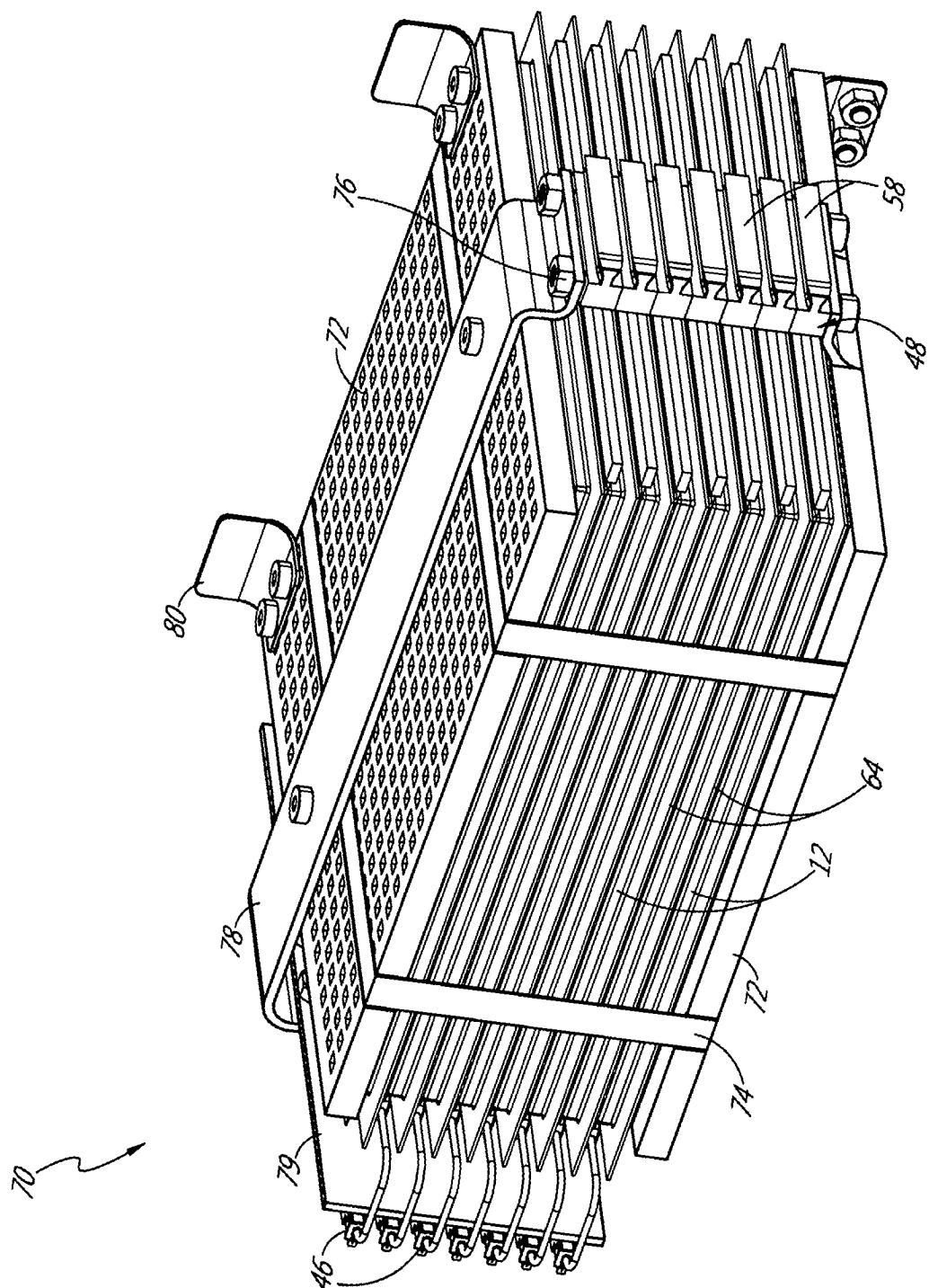


Fig. 18

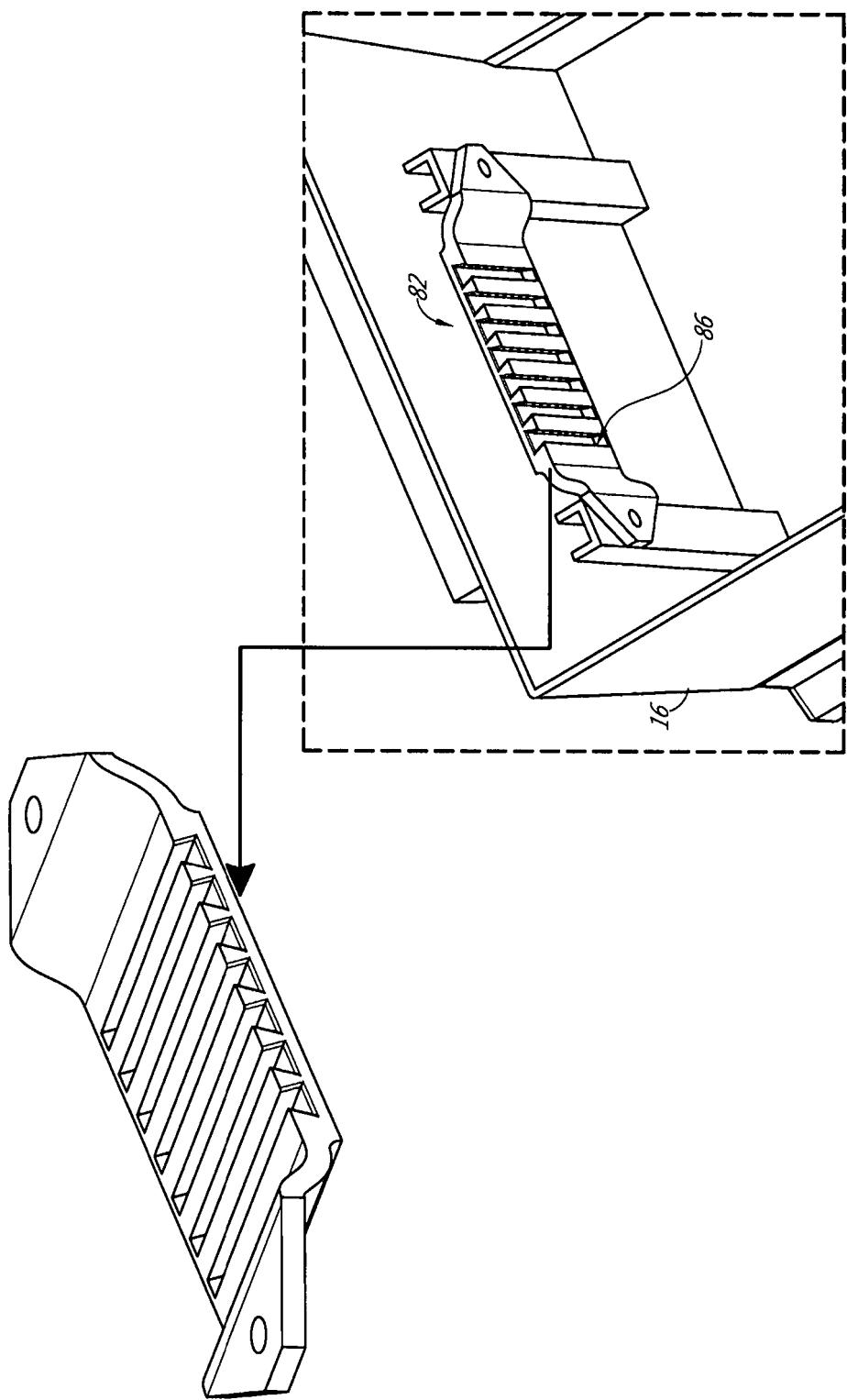


Fig. 19

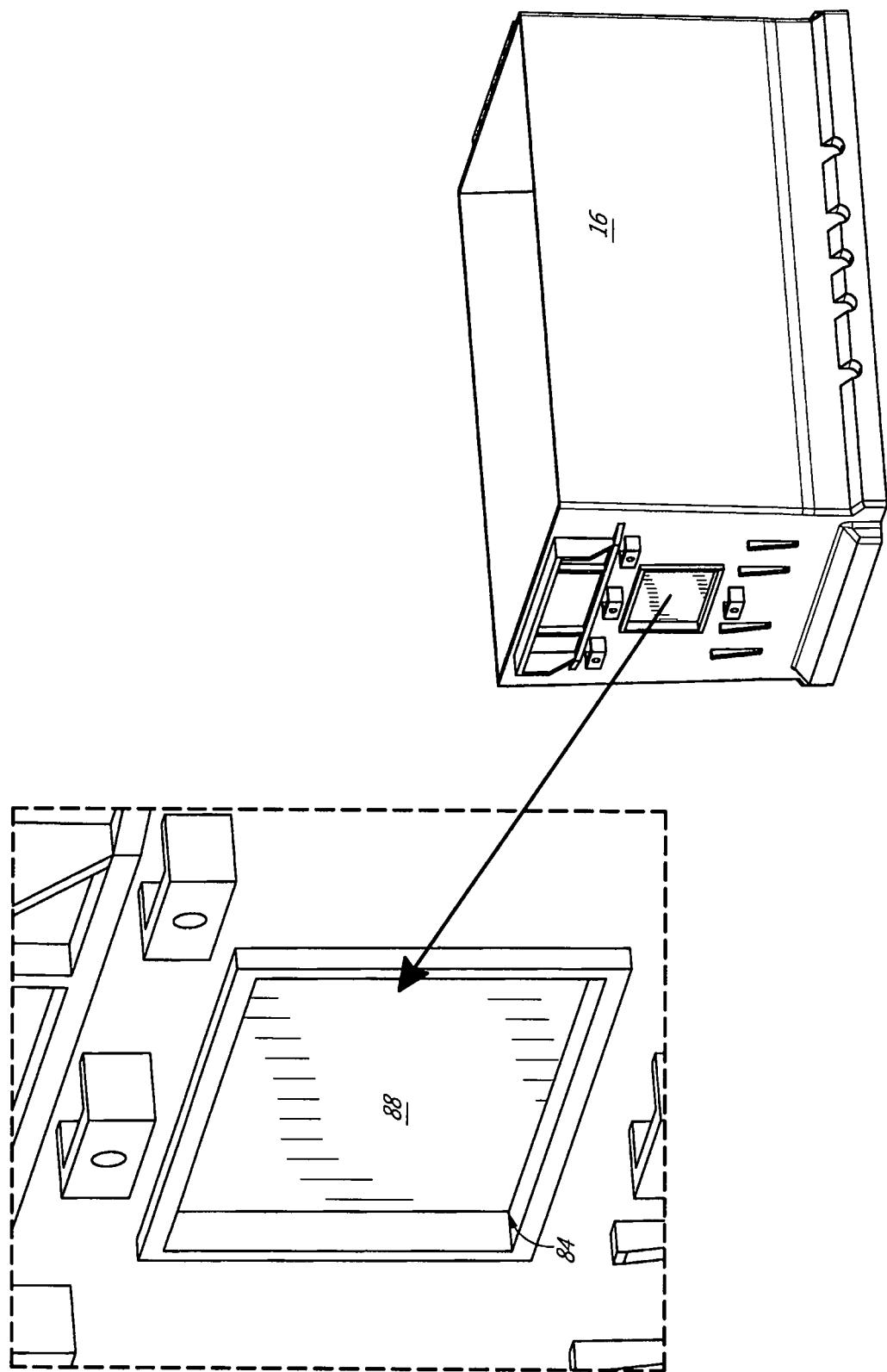


Fig. 20

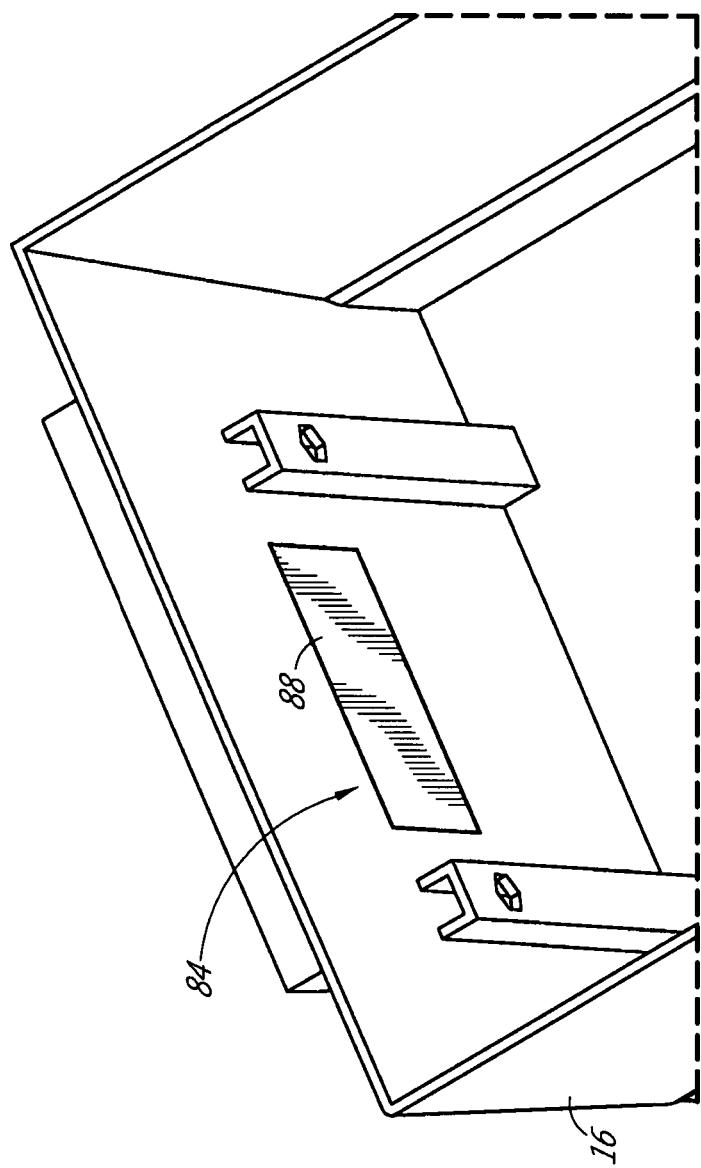


Fig. 21

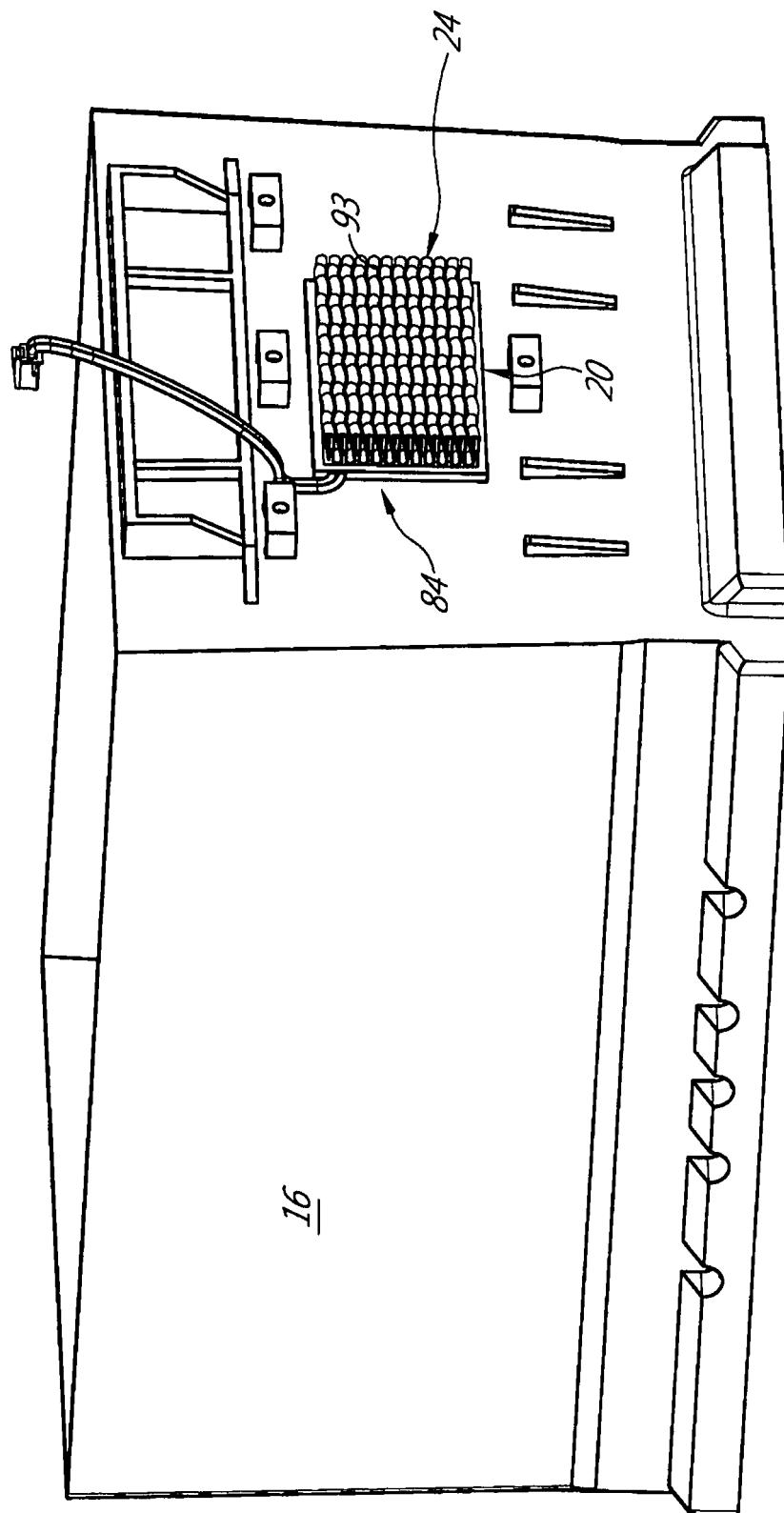


Fig. 22

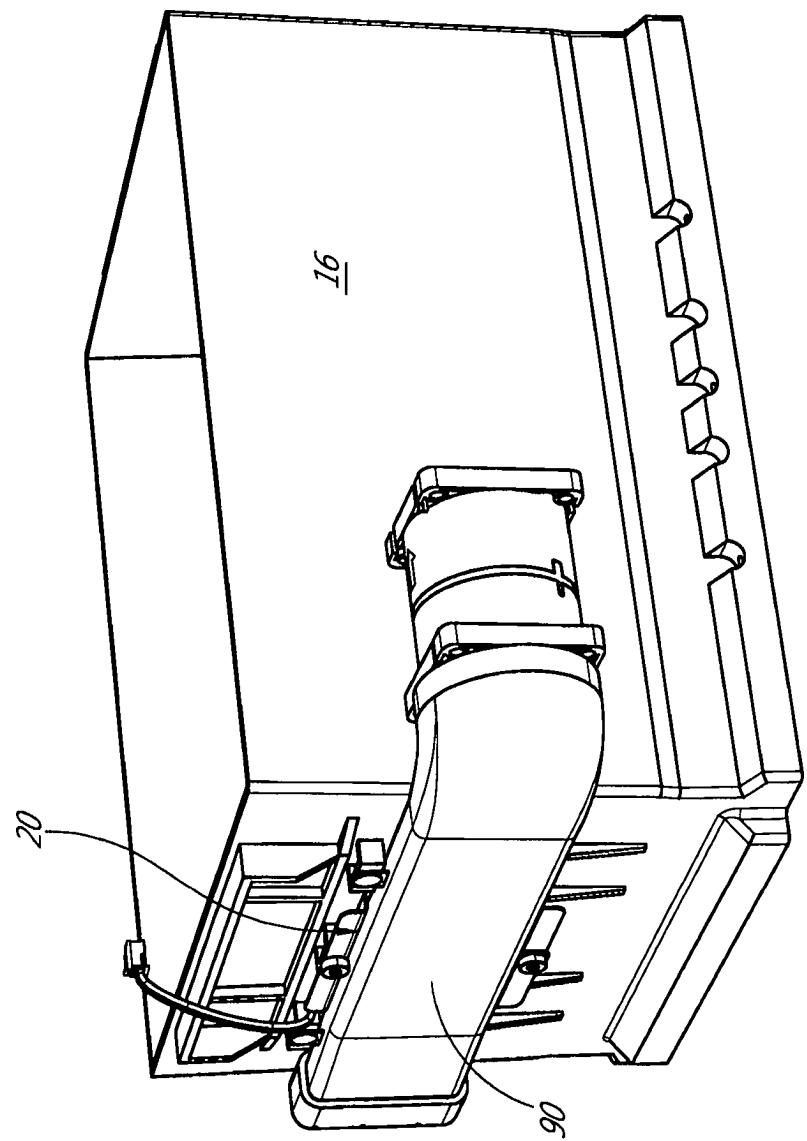


Fig. 23

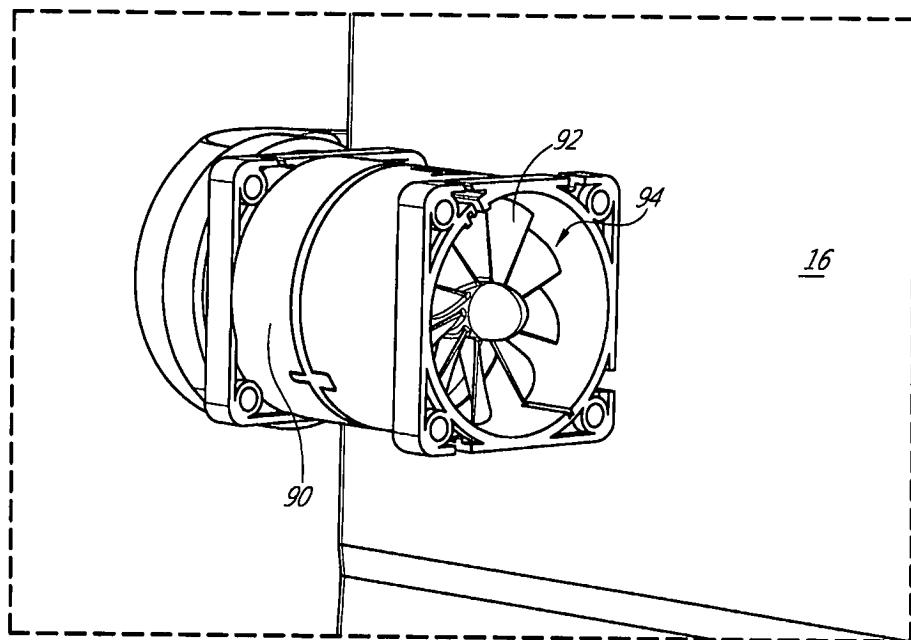


Fig. 24

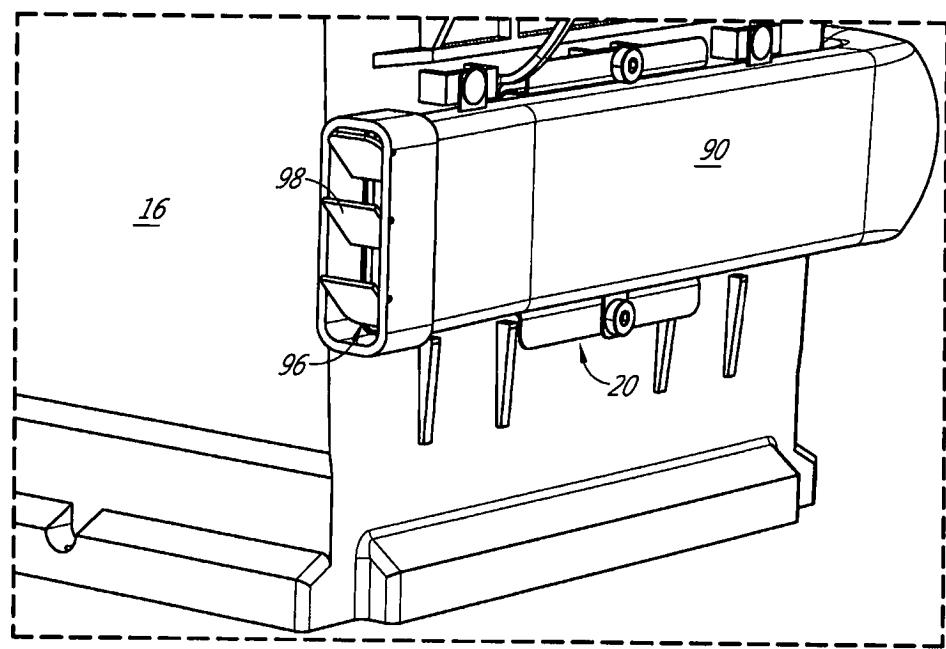


Fig. 25