



(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2018 104 935.8**
(22) Anmeldetag: **05.03.2018**
(43) Offenlegungstag: **05.09.2019**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **09.02.2023**

(51) Int Cl.: **H01M 10/667 (2014.01)**
H01M 10/653 (2014.01)

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

(73) Patentinhaber:
**Dr. Ing. h.c. F. Porsche Aktiengesellschaft, 70435
Stuttgart, DE**

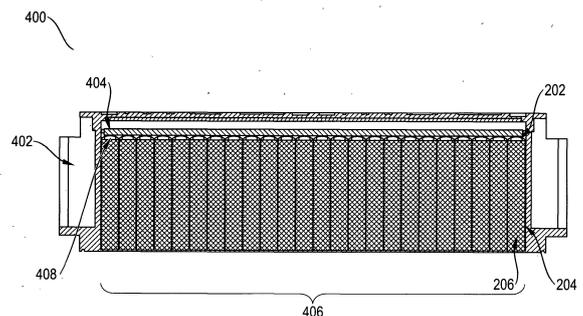
(72) Erfinder:
**Götz, Stefan, Dr., 85659 Forstern, DE; Jaensch,
Malte, Dr., 74321 Bietigheim-Bissingen, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2011 050 402	A1
DE	10 2013 113 366	A1
DE	10 2014 103 095	A1
DE	11 2014 000 607	T5
DE	11 2014 006 126	T5
DE	11 2016 000 129	T5
JP	2015- 167 069	A

(54) Bezeichnung: **Verfahren, System und Batteriemodul zur Kühlung einer mittels Federwirkung kontaktierten Leistungselektronik**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Bereitstellung einer Kühlung einer in einem Batteriemodul (402) integrierten Leistungselektronik (404), bei dem das Batteriemodul (402) ein Batteriegehäuse, darin eine Vielzahl von Energiespeichereinheiten (206) und dazu benachbart integriert die Leistungselektronik (404), welche eine mit Leistungshalbleiterschaltern (112) bestückte Platine (111) umfasst, und ein Wärmeleitelement (302, 802), welches zwischen den jeweiligen Energiespeichereinheiten (206) und der Leistungselektronik (404) einen thermischen Kontakt bewirkt, aufweist, bei dem die Kühlung der Leistungselektronik (404) durch das Wärmeleitelement (302, 802), welches einen Übertrag einer Wärmeenergie von der Leistungselektronik (404) an die Energiespeichereinheiten (206) ermöglicht, erreicht wird, und bei dem mindestens eine Seite des Batteriegehäuses an ein Kühlsystem angekoppelt wird, wobei das Wärmeleitelement (302, 802) mit einer jeweiligen Energiespeichereinheit (206) flächig verbunden wird und mit einem zu der jeweiligen Energiespeichereinheit (206) benachbarten Teil der Leistungselektronik (404) durch eine jeweilige am Wärmeleitelement (302, 802) angeformte Wölbung (202) kontaktiert wird, wobei durch die Wölbung (202) eine Federwirkung zwischen Leistungselektronik (404) und Wärmeleitelement (302, 802) gebildet wird.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und ein System für eine Kühlung für ein Batteriemodul mit integrierter Leistungselektronik, bei dem die thermische Ankopplung der Leistungselektronik an ein Wärmeabführungssystem aus dem Batteriemodul betrachtet wird.

[0002] Ist in einem Batteriemodul, bspw. eines elektrischen Fahrzeuges, zusätzlich zu einer Vielzahl von Energiezellen eine Leistungselektronik integriert, liegen zwei Wärmequellen vor. Einerseits erwärmen sich die Energiezellen aufgrund ihres nicht vernachlässigbaren Innenwiderstandes sowohl bei einer Aufladung als auch bei einer Entladung. Hier bestimmt ein Batteriekühlsystem zu einem großen Anteil eine dem elektrischen Fahrzeugs zur Verfügung stehende Leistung. Oft wird hierzu eine Flüssigkühlung eingesetzt, welche, sogar unter Einsatz eines Klimakompressors, die Energiezellen auf etwa Raumtemperatur kühlt. Zum anderen leitet die Leistungselektronik ihrerseits große Ströme, bspw. einen Batteriestrom, durch Elektronikkomponenten, welche zusätzliche Durchlass- und/oder Schaltverluste erzeugen. Bislang ist jedoch in konventionellen Batteriekonzepten eine zusätzliche Wärmequelle, wie hier durch die Leistungselektronik verursacht, nicht vorgesehen. Zwar enthalten konventionelle Fahrzeugbatterien oft ebenfalls eine Batterieelektronik, insbesondere zur Batterieüberwachung und/oder dem Batteriemangement. Allerdings sind dies keine Leistungselektroniksysteme und produzieren thermische Verluste in vernachlässigbarem Maß.

[0003] So beschreibt die Druckschrift DE 10 2012 018 113 A1 eine Batterie mit einer Vielzahl prismatischer Energiezellen, welche zusammen mit der Batterieelektronik und einer Kühlvorrichtung verbaut sind. Die Batterieelektronik dient hier aber lediglich zur Verschaltung der einzelnen Energiezellen im Niedervoltbereich, bspw. zu einer Spannungsüberwachung oder einem Ladungsausgleich zwischen den einzelnen Energiezellen, und offenbart keine Leistungselektronik zur Verschaltung von Strömen auf einer Skala des Batteriestroms als weitere Wärmequelle.

[0004] Grundsätzlich unterscheidet sich ein typischer Betriebstemperaturbereich der Leistungselektronik und der Batterie. Heutige Batterien wie Li- oder Zn-basierte Batterien (im Gegensatz zu Hochtemperaturbatterien wie Natrium-basierte Batterien) bevorzugen ideale Betriebstemperaturen, die zumeist von knapp über 0 °C bis etwa 40 °C reichen (absolute Grenzen sind deutlich weiter gefasst). Obwohl eine Reaktionsgeschwindigkeit mit der Temperatur (wie bei exothermen Reaktionen) ansteigt und damit eine Stromfähigkeit der Batterie mit der Temperatur wächst, steigt auch ein Risiko einer Überhitzung und

einer Brandgefahr an. Somit ist die Batterie sowohl bei hohen und tiefen Temperaturen in ihrer Leistung verringert und bevorzugt etwa Raumtemperatur. Im Gegensatz dazu können Elektronikbauteile weit unter 0 °C betrieben werden, bspw. bei Halbleitern mindestens bei -20 °C, bevor eine fehlende, thermisch scharf definierte, Fermi-Dirac-Zustandsbesetzungsdichte bei niedrigen Temperaturen einen Betrieb beeinträchtigt. Auf einer Temperaturskala nach oben erlauben Halbleiter Temperaturen bis zu einer sog. Junction-Temperatur, welche bis weit über 120 °C reicht, wodurch Gehäusetemperaturen über 100 °C möglich sind. Gleiches gilt zumindest oft für eine Verlustleistung. Batterien dominieren die Verlustleistung, erzeugen diese aber über eine große Oberfläche und verfügen zumeist über eine erhebliche Wärmekapazität, was bereits an einer hohen Masse und einem hohen Volumen ersichtlich wird. Leistungselektronik erzeugt oft deutlich weniger (hier schätzungsweise um einen Faktor 5 bis 10) absolute Wärmeleistung. Diese tritt allerdings zumeist sehr konzentriert an einem leistungselektronischen Bauteil zu Tage. Zudem weist die Leistungselektronik im Vergleich zur Batterie meistens eine extrem geringe Wärmekapazität auf. Würde die Wärme nicht von der Elektronik abgeführt, würde sich diese entsprechend bis über deren Zerstörungsgrenze hinaus aufheizen.

[0005] In der US-amerikanischen Druckschrift US 2008 / 0 090 137 A1 wird eine Batterie offenbart, welche eine Vielzahl prismatischer Energiezellen, jeweilig mit Wärmeleitblechen angeordnet, in einem Batteriegehäuse integriert. Eine jeweilige mechanische Verbindung zwischen einer jeweiligen prismatischen Energiezelle und einem jeweiligen Wärmeleitblech kann auch wieder gelöst werden.

[0006] Die Druckschrift DE 10 2009 030 017 A1 behandelt eine Batterie, deren Energiespeichereinheiten aus elektrochemischen Speicherzellen und/oder aus Kondensatoren bestehen. An die Energiespeichereinheiten ist ein Kühlerblock angekoppelt, der Wärme über Kühl- bzw. Kältemittel abführt.

[0007] Die Druckschrift DE 10 2014 103 095 A1 offenbart ein System zur Bereitstellung einer Kühlung einer in einem Batteriemodul integrierten Leistungselektronik, welches ein Batteriegehäuse, darin eine Vielzahl von Energiespeichereinheiten und dazu benachbart integriert die Leistungselektronik, welche eine mit Leistungshalbleiterschaltern bestückte Platine umfasst, und ein Wärmeleitelement, welches zwischen den jeweiligen Energiespeichereinheiten und der Leistungselektronik einen thermischen Kontakt bewirkt, aufweist, bei dem das Wärmeleitelement dazu ausgelegt ist, die Kühlung der Leistungselektronik durch einen Wärmeübertrag von der Leistungselektronik an die Energiespeichereinheiten zu bewirken, und bei dem mindestens

eine Seite des Batteriegehäuses an ein Kühlsystem angekoppelt ist, wobei das Wärmeleitelement mit einer jeweiligen Energiespeichereinheit -flächig verbunden ist

[0008] Die Druckschrift DE 10 2011 050 402 A1 beschreibt eine passgenaue Entsprechung eines zu entwärmenden Leistungshalbleiterschalters und eines diesen an einer Seite abdeckenden Kühlkörpers als Wärmeleitelement für eben diesen Leistungshalbleiterschalter. Der Kühlkörper weist dabei eine Einbuchtung auf.

[0009] Vor diesem Hintergrund ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Verfügung zu stellen, welches das Problem einer Kühlung für eine Batterie mit integrierter Leistungselektronik und, dadurch bedingt, für zwei Wärmequellen löst. Insbesondere soll die thermische Ankopplung der Leistungselektronik an ein Wärmeabführungssystem aus der Batterie betrachtet werden. Ferner ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein entsprechendes System zur Durchführung eines solchen Verfahrens bereitzustellen.

[0010] Zur Lösung der voranstehend genannten Aufgabe wird ein Verfahren zur Bereitstellung einer Kühlung einer in einem Batteriemodul integrierten Leistungselektronik vorgeschlagen, bei dem das Batteriemodul ein Batteriegehäuse, darin eine Vielzahl von Energiespeichereinheiten und dazu benachbart integriert die Leistungselektronik, welche eine mit Leistungshalbleiterschaltern bestückte Platine umfasst, und ein Wärmeleitelement, welches zwischen den jeweiligen Energiespeichereinheiten und der Leistungselektronik einen thermischen Kontakt bewirkt, aufweist, bei dem die Kühlung der Leistungselektronik durch das Wärmeleitelement, welches einen Übertrag einer Wärmeenergie von der Leistungselektronik an die Energiespeichereinheiten ermöglicht, erreicht wird, und bei dem mindestens eine Seite des Batteriegehäuses an ein Kühlsystem angekoppelt wird, wobei das Wärmeleitelement mit einer jeweiligen Energiespeichereinheit flächig verbunden wird und mit einem zu der jeweiligen Energiespeichereinheit benachbarten Teil der Leistungselektronik durch eine jeweilige am Wärmeleitelement angeformte Wölbung kontaktiert wird, wobei durch die Wölbung eine Federwirkung zwischen Leistungselektronik und Wärmeleitelement gebildet wird und sich dadurch der thermische Kontakt erhöht.

[0011] Das erfindungsgemäße Verfahren macht sich den Umstand zu Nutze, dass für eine Wärmeabfuhr aus den Energiespeichereinheiten bereits leistungsfähige Konzepte durch den Stand der Technik bereitgestellt werden. Bspw. können die Energiespeichereinheiten in thermischen Kontakt mit einem flächigen Boden des Batteriegehäuses stehen, welcher ebenfalls flächig an ein Kühlsystem angekoppelt

ist, worüber Wärme in ausreichendem Maße aus dem Batteriemodul abgeführt werden kann. Zudem nutzt das erfindungsgemäße Verfahren thermische Eigenschaften beider Wärmequellen. So kann die zusätzliche Wärmeenergie der Leistungselektronik, welche im Vergleich zu der in den Energiespeichereinheiten entstehenden Wärmeenergie eher gering ausfällt, von dem Kühlsystem der Energiespeichereinheit leicht kompensiert werden und bedarf keiner oder nur einer geringen Verstärkung des Kühlsystems. Weiterhin erlauben unterschiedlich weit gefasste thermische Betriebsbereiche von Leistungselektronik und Energiespeichereinheiten eine Ausbildung eines relativ großen Temperaturgefälles, wodurch ein entsprechend hoher Wärmestrom von der Leistungselektronik in die Energiespeichereinheiten möglich ist.

[0012] Vorteilhaft wirkt sich ein möglichst geringer Abstand zwischen der Leistungselektronik und den Energiespeichereinheiten aus, so dass die Wärmeenergie von dem Wärmeleitelement möglichst direkt in die Energiespeichereinheiten geleitet wird. Weiter vorteilhaft ist auch, dass durch das erfindungsgemäße Verfahren eine hohe Energiedichte der vor allem an den Leistungshalbleiterschaltern entstehenden Wärme sich bereits im Wärmeleitelement verteilt und großflächig an die Energiespeichereinheiten weitergegeben wird.

[0013] In einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Wärmeleitelement aus einem einzigen Stück Blech kammartig dargestellt. Ein solches Wärmeleitelement nimmt dann die jeweiligen Energiespeichereinheiten zwischen den jeweiligen Kammzinken bzw. Schenkeln auf. Eine technische Umsetzung dieser Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens verursacht geringe Kosten, Bauraum und Gewicht.

[0014] Die in einem Blechbiegeprozess zu erwartenden Toleranzen können ausreichend groß sein, dass sich eine Kontaktfläche zwischen der jeweiligen Energiespeichereinheit und einem an ihm anliegenden Teil des Blechs ausbildet, die nur an manchen Stellen ihrer Kontaktfläche einen thermischen Kontakt aufweist. In gleicher Weise kann sich die Kontaktfläche zwischen der Leistungselektronik und der am Blech angeformten Wölbung auf wenige, vorstehende Bereiche der Leistungselektronik, die vorteilhaft an den Leistungshalbleiterschaltern gebildet werden, beschränken. Alle anderen von dem Blech an Energiespeichereinheiten und Leistungselektronik bedeckten Bereiche sind meist von einem geringen, aber thermisch isolierenden Luftfilm getrennt.

[0015] Diese Toleranzen können durch sogenannte Gap-Pads, das sind leicht elastische thermisch leitende Folien, ausgeglichen werden. Die Gap-Pads erhöhen jedoch einen thermischen Übergangswider-

stand zwischen Leistungselektronik und Blech. Alternativ könnte man hier sehr dünne Lackbeschichtungen auf dem Blech einsetzen, um eine nötige elektrische Isolierung bei deutlich besserer thermischer Leitung bereitzustellen.

[0016] Denkbar ist eine sehr dünne Beschichtung des Wärmeleitelements, welche thermisch leitend ist, aber elektrisch zumindest gegenüber lokalen Spannungsunterschieden isolierend wirkt. Materialien mit diesen Eigenschaften sind bspw. unter Polymeren zu finden. Als solche sind bspw. Poly-Ether-Ether-Keton, Polyurethan, Polyamid, Polyimid, Teflon oder Epoxid zu nennen, welche alle bis in Bereiche von 10 kV/mm bis 100 kV/mm isolierend wirken. Vorzugsweise wird die Beschichtung des Wärmeleitelements zusammen mit einer Füllung mit einem thermisch gut leitenden Material ausgeführt, dessen thermische Leitfähigkeit oberhalb von 10 W/(m K) liegt. Als solche sind bspw. Al₂O₃, ZnO, ZrO oder TiO₂ zu nennen. Insgesamt wird ein Verbund aus den genannten elektrisch isolierenden Materialien und den genannten thermisch leitenden Materialien eine thermische Leitfähigkeit größer als 2 W/(m K) erreichen, was vorteilhaft ist im Vergleich mit typischen Kunststoffen mit einer thermischen Leitfähigkeit geringer als 0.3 W/(m K). Ferner sind auch Beschichtungen mit anorganischen Materialien wie bspw. Keramikwerkstoffen denkbar. Gegebenenfalls sind diese mit Kunststoff getränkt. Zu einer Vermeidung von Beschädigungen einer beschichteten Oberfläche des Wärmeleitelementes, sollte die Beschichtung erst nach einer mechanischen Behandlung des Wärmeleitelementes, bspw. durch Biegen oder Stanzen, erfolgen.

[0017] Durch das erfindungsgemäße Verfahren werden Möglichkeiten zu einem Ausgleich für die erwähnten Toleranzen geschaffen. Da die Wölbung des Blechs vorteilhaft eine Federwirkung ermöglicht, wird einerseits ein wohldefinierter Anpressdruck des Blechs auf die Leistungselektronik bewirkt und zudem werden Höhenungleichheiten der Leistungselektronik ausgeglichen. Andererseits setzt sich die Federwirkung auf einen nichtgewölbten Teil des Blechs fort und erhöht auch dort den Anpressdruck des Teils des Blechs, welches die jeweilige Energiespeichereinheit bedeckt. Dadurch wird auch eine Toleranz gegenüber unterschiedlicher Dicken der Energiespeichereinheiten erreicht. Dies ist insbesondere bei Energiespeichereinheiten von Relevanz, deren Dicke mit Ladezustand und Umgebungsbedingungen variiert.

[0018] In einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Wärmeleitelement aus einer Mehrzahl von Blechbiegeteilstücken zusammengesetzt. Es kann sich dabei um mindestens zwei Blechbiegeteilstücke handeln, bis hin zu einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfah-

rens, bei dem jeder Energiespeichereinheit ein jeweiliges Blechbiegeteilstück zugeordnet wird.

[0019] In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird ein jeweiliges Blechbiegeteilstück „U“-förmig dargestellt und eine jeweilige Energiespeichereinheit zwischen zwei Schenkeln des „U“ aufgenommen und von einer Biegung des „U“ die Wölbung verkörpert.

[0020] In einer noch weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird ein jeweiliges Blechbiegeteilstück „J“-förmig dargestellt und eine jeweilige Energiespeichereinheit mit einem Schenkel des „J“ kontaktiert und von einer Biegung des „J“ die Wölbung verkörpert.

[0021] In einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird als jeweilige Energiespeichereinheit entweder eine als prismatische Zelle ausgebildete Batteriezelle oder eine als Pouch-Zelle ausgebildete Batteriezelle oder eine als eine Mehrzahl von in Reihe angeordneten Rundzellen ausgebildete Batteriezelle gewählt. Es ist auch denkbar, dass das jeweilige Blechbiegeteilstück, um den thermischen Kontakt mit einer als Rundzelle ausgebildeten Batteriezelle zu maximieren, hülsenförmig ausgebildet wird.

[0022] In einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird durch einen auf die Leistungselektronik drückenden Gehäusedeckel ein wohldefinierter Anpressdruck des Wärmeleitelementes auf die Leistungselektronik bewirkt. Bspw. kann der Gehäusedeckel durch einen Klemmmechanismus mit dem Batteriegehäuse verbunden werden.

[0023] In einer noch weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird durch eine Fixierung der Leistungselektronik innerhalb des Batteriegehäuses ein wohldefinierter Anpressdruck des Wärmeleitelementes auf die Leistungselektronik bewirkt. Die Fixierung kann dabei relativ zum Batteriegehäuse und/oder zu den Energiespeichereinheiten erfolgen. Bspw. kann bei Energiespeichereinheiten mit Schraubanschlüssen beispielsweise dieser Schraubanschluss genutzt werden, um einerseits eine elektrische Verbindung zwischen Leistungselektronik und Energiespeichereinheiten herzustellen, andererseits aber auch die Leistungselektronik gegen die Energiespeichereinheiten und das dazwischenliegende Wärmeelement zu pressen. Insbesondere sind bei als prismatische Zellen ausgebildeten Batteriezellen Schraubbolzen oder auch Löcher mit Innengewinde anzutreffen.

[0024] Ferner wird ein System zur Bereitstellung einer Kühlung einer in einem Batteriemodul integrierten Leistungselektronik beansprucht, welches ein Batteriegehäuse, darin eine Vielzahl von Energie-

speichereinheiten und dazu benachbart integriert die Leistungselektronik, welche eine mit Leistungshalbleiterschaltern bestückte Platine umfasst, und ein Wärmeleitelement, welches zwischen den jeweiligen Energiespeichereinheiten und der Leistungselektronik einen thermischen Kontakt bewirkt, aufweist, bei dem das Wärmeleitelement dazu ausgelegt ist, die Kühlung der Leistungselektronik durch einen Wärmeübertrag von der Leistungselektronik an die Energiespeichereinheiten zu bewirken, und bei dem mindestens eine Seite des Batteriegehäuses an ein Kühlsystem angekoppelt ist, wobei das Wärmeleitelement mit einer jeweiligen Energiespeichereinheit flächig verbunden ist und mit einem zu der jeweiligen Energiespeichereinheit benachbarten Teil der Leistungselektronik durch eine jeweilige am Wärmeleitelement angeformte Wölbung, welche eine Federwirkung auf die Leistungselektronik ausübt, kontaktiert ist.

[0025] In Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Systems wird das Wärmeleitelement aus einem einzigen Stück Blech gebildet.

[0026] In weiterer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Systems wird das Wärmeleitelement aus einzelnen „U“-förmigen und/oder „J“-förmigen Blechbiegeteilstücken gebildet.

[0027] Schließlich wird ein Batteriemodul beansprucht, welches mit dem erfindungsgemäßen System ausgestattet ist und das ausgelegt ist, das erfindungsgemäße Verfahren auszuführen.

[0028] Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und der beiliegenden Zeichnung.

[0029] Es versteht sich, dass die voranstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0030] Die Figuren werden zusammenhängend und übergreifend beschrieben, gleichen Komponenten sind dieselben Bezugszeichen zugeordnet.

Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung ein kammartiges Wärmeleitelement ohne Wölbung.

Fig. 2 zeigt in schematischer Darstellung seitliche Ansichten von in Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens gebildeter Blechbiegeteilstücke.

Fig. 3 zeigt in perspektivischer Darstellung ein in einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens gebildetes Wärmeleitelement.

Fig. 4 zeigt in schematischer Darstellung eine seitliche Ansicht eines Schnitts durch ein mit einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens erhaltenes Batteriemodul.

Fig. 5 zeigt in perspektivischer Darstellung den Schnitt durch das in **Fig. 4** gezeigte mit einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens erhaltene Batteriemodul.

Fig. 6 zeigt in perspektivischer Darstellung ein mit einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens erhaltenes Batteriemodul ohne Gehäusedeckel.

Fig. 7 zeigt in Explosionsdarstellung ein mit einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens erhaltenes Batteriemodul mit horizontaler angeordneter Leistungselektronik.

Fig. 8 zeigt in Explosionsdarstellung ein mit einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens erhaltenes Batteriemodul mit seitlich angeordneter Leistungselektronik.

Fig. 9 zeigt in perspektivischer Darstellung einen Anschluss der Leistungselektronik in einem weiteren Beispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Fig. 10 zeigt in schematischer Darstellung Bauformen während einer Herstellung eines zu einer Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens gebildeten Wärmeleitelementes.

Fig. 11 zeigt in Explosionsdarstellung ein mit einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens erhaltenes Batteriemodul.

[0031] In **Fig. 1** wird in schematischer Darstellung ein kammartiges Wärmeleitelement 102 ohne Wölbung gezeigt. Die perspektivische Ansicht 100 stellt das aus einem Stück Blech gefertigte Wärmeleitelement 102 mit einer Vielzahl von Kammzinken 104 dar. Die an der oberen Seite sichtbaren oval abgerundeten Ausschnitte nehmen, nachdem das Wärmeleitelement 102 auf eine Vielzahl von Energiespeichereinheiten aufgesetzt wurde, obere Anschlüsse der Energiespeichereinheiten auf und ermöglichen so einen Zugang zu deren Verschaltung. Die Ansicht 110 zeigt in seitlicher Darstellung ein auf Energiespeichereinheiten 116 gestecktes Wärmeleitelement 102. Oben auf das Wärmeleitelement 102 wird eine Platine 111 einer Leistungselektronik angeordnet, welche u. a. mit Leistungshalbleiterschaltern 112 bestückt ist. Sowohl durch Größenunterschiede 119 der Energiespeichereinheiten 116, wie auch durch eine Bestückung mit unterschiedlich dicken elektronischen Bauteilen bedingte Aufbauhöhe 118 der Platine 111 wird eine thermische Kontaktfläche des Wärmeleitelementes 102 eingeschränkt. Unter Umständen befindet sich ein thermisch isolierender Luftfilm zwischen einem Leistungshalbleiterschalter als Wärmequelle und dem Wärmeleitelement, das

Wärme an die Energiespeichereinheiten 116 weiterleiten soll. Genauso kann es auftreten, dass manche Energiespeichereinheiten 116 mit ihrer oberen Kante keinen Kontakt zum Wärmeleitelement 102 aufweisen und die Wärme an so einer Stelle nur über die seitlichen Kammzinken 104 auf die jeweiligen Energiespeichereinheiten 116 übertragen werden kann. Die Ansicht 120 zeigt ein weiteres Problem bei einer starren Bauweise des Wärmeleitelementes 102 auf. Die einzelnen Energiespeichereinheiten 126 können je nach Ladezustand und Umgebungsbedingungen eine unterschiedliche Dicke aufweisen. Ein Aufstecken des kammartigen Wärmeleitelementes auf die Energiespeichereinheiten 126 kann daher unter Umständen nicht möglich sein, wenn ein Spalt 122 zwischen zwei Energiespeichereinheiten nicht mit einer Position einer Kammzinke übereinstimmt. Oder es kann nach dem Aufstecken ein Luftspalt 124 verbleiben, der thermisch isolierend wirkt. Diese möglichen Probleme werden durch Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens gelöst.

[0032] In Fig. 2 werden in schematischer Darstellung seitliche Ansichten 210 bzw. 220 von in Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens gebildeten Blechbiegeteilstücke 212 bzw. 222 gezeigt. Erfindungsgemäß verfügen die Blechbiegeteilstücke 212 bzw. 222 über eine Wölbung 202, welche mit der Leistungselektronik in thermischen Kontakt steht, und mindestens einen Schenkel 204, welcher, falls mehrere Blechbiegeteilstücke 1 212 bzw. 222 aneinandergereiht und von der Seite betrachtet Ähnlichkeiten zu einem Kamm aufweisen, einen jeweiligen Kammzinken darstellt und in thermischem Kontakt zu der jeweiligen Energiespeichereinheit steht. Ansicht 210 zeigt zwei „U“-förmig ausgebildete Blechbiegeteilstücke 212 mit einer Wölbung 202 und jeweils zwei Schenkeln 204. Zwischen den beiden Schenkeln 204 wird eine Energiespeichereinheit aufgenommen, Ansicht 220 zeigt zwei „J“-förmig ausgebildete Blechbiegeteilstücke 222 mit einer Wölbung 202 und jeweils einem Schenkel 204, welcher die jeweilige Energiespeichereinheit von einer Seite thermisch kontaktiert.

[0033] In Fig. 3 wird in perspektivischer Darstellung 300 ein in einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens gebildetes Wärmeleitelement 302 gezeigt, welches eine Vielzahl von Wölbungen 202 und Schenkeln 204 aufweist. In einem jeweiligen Wölbungsteil befinden sich zwei oval abgerundete Ausschnitte, welche nach Aufnahme einer jeweiligen Energiespeichereinheit von oben her einen Zugang zu dessen Anschlüssen ermöglicht. Das Wärmeleitelement 302 kann entweder aus einem einzigen Stück Blech kammartig dargestellt werden, oder aus einer Mehrzahl von Blechbiegeteilstücken, die eine Untermenge des einzigen Stück Blechs darstellen, zusammengesetzt werden. Das Wärmeleitelement

302 kann dabei aus den in Fig. 2 gezeigten „U“- oder „J“-förmigen Blechbiegeteilstücken zusammengesetzt sein.

[0034] In Fig. 4 wird in schematischer Darstellung 400 eine seitliche Ansicht eines Schnitts durch ein mit einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens erhaltenes Batteriemodul 402 gezeigt. Das Batteriemodul 402 sitzt mit seiner unteren Seite auf einer hier nicht gezeigten Kühlplatte eines Kühlsystems auf. In dem Batteriegehäuse befindet sich ein Verbund 406 von Energiespeichereinheiten und Wärmeleitelement, wobei jeweilig zur Energiespeichereinheit 206 ein Kammzinken bzw. Schenkel 204 und eine Wölbung 202 des Wärmeleitelementes angeordnet sind. Eine jeweilig im Bereich der Wölbung 202 vorgesehene Öffnung bzw. ein entsprechender Ausschnitt (in der Darstellung 400 nicht sichtbar, aber in Fig. 3. besprochen) nimmt einen jeweiligen oberen Anschluss 408 der jeweiligen Energiespeichereinheit 206 auf. Oben auf den Wölbungen 202 des Wärmeleitelementes liegt die Leistungselektronik 404, von der Wärme über den Verbund 406 abgeführt wird. Dies geschieht erfindungsgemäß über die Wölbungen 202 des Wärmeleitelementes, welche einerseits mit der Leistungselektronik 404 in Kontakt stehen, andererseits von dort die Wärme an die Schenkel 204 und schließlich an die Energiespeichereinheiten ableiten. Zusätzlich kann die Wärme über das Wärmeleitelement auch direkt zu einem Boden des Batteriegehäuses abgeführt werden, wenn, wie in der gezeigten Ausführungsform, die Schenkel 204 über eine gesamte Zelllänge nach unten Richtung. Kühlplatte gezogen sind und diese thermisch kontaktieren. Denkbar ist auch, dass die flächige Ausdehnung der Schenkel zur Seite bis an eine seitliche Wand des Batteriegehäuses reicht und dort Wärme abgeführt wird. Generell ist aber erfindungsgemäß vorgesehen, dass an den Stellen, an denen die Leistungselektronik 404 das Wärmeleitelement kontaktiert, Wölbungen 202 gebildet sind, und das Wärmeleitelement mit den einzelnen Energiespeichereinheiten 206 einen Verbund 406 eingeht.

[0035] In Fig. 5 wird in perspektivischer Darstellung 500 der Schnitt durch das in Fig. 4 gezeigte mit einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens erhaltene Batteriemodul 402 gezeigt. Sichtbar werden insbesondere auf dem Verbund 406 von Energiespeichereinheiten und Wärmeleitelement die in einer jeweiligen Öffnung des Wärmeleitelementes von oben kontaktierbaren jeweiligen Anschlüsse 408 der Energiespeichereinheiten und die aufliegende Leistungselektronik 404.

[0036] In Fig. 6 wird in perspektivischer Darstellung 600 ein mit einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens erhaltenes Batteriemodul 402 ohne Gehäusedeckel gezeigt. Sichtbar werden ins-

besondere die in einer jeweiligen Öffnung des Wärmeleitelementes von oben kontaktierbaren jeweiligen Anschlüsse 408 der Energiespeichereinheiten und die aufliegende Leistungselektronik 404.

[0037] In Fig. 7 wird in Explosionsdarstellung 700 ein mit einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens erhaltenes Batteriemodul 402 mit horizontaler angeordneter Leistungselektronik 404 gezeigt. Die Energiespeichereinheiten 704 wurden in der Explosionsdarstellung 700 in zwei Hälften seitlich zu dem Wärmeleitelement 302 dargestellt. Zusammengebaut sitzen die Energiespeichereinheiten 704 innerhalb des Batteriemoduls 402 mit eingefügtem Wärmeleitelement 302. Gut sichtbar sind die Anschlüsse 408 der Energiespeichereinheiten 704. Die Leistungselektronik 404 liegt horizontal oben auf dem Wärmeleitelement 302 und wird von dem Gehäusedeckel 702 auf die Wölbungen des Wärmeleitelementes 302 gedrückt. Eine Kühlung erfolgt vorzugsweise über den Boden des Batteriemoduls 402. Es ist denkbar, die Kühlung auch über eine Gehäuse-seite des Batteriemoduls 402 durchzuführen, oder sie von dort ergänzend zu der Kühlung am Boden zu gestalten.

[0038] In Fig. 8 wird in Explosionsdarstellung 800 ein mit einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens erhaltenes Batteriemodul 402 mit seitlich angeordneter Leistungselektronik 404 gezeigt. Entsprechend weist das Wärmeleitelement 802 an der zur Leistungselektronik 404 zugewandten Seite erfindungsgemäße Wölbungen auf. Eine solche Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens minimiert vorteilhaft eine Anzahl an andernfalls nötigen Öffnungen im Wärmeleitelement 802 für Anschlusspunkte der jeweiligen Energiespeichereinheit 206. Außerdem wird an der Darstellung 800 sichtbar, dass das Wärmeleitelement 802 nicht die gesamte Länge der jeweiligen Energiespeichereinheit 206 umfasst, sondern nach unten hin ein kleines Stück freilässt, d. h. nicht mit dem Boden des Batteriegehäuses in thermischen Kontakt steht.

[0039] In Fig. 9 wird in perspektivischer Darstellung 900 ein Anschluss der Leistungselektronik 404 in einem weiteren Beispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens gezeigt. In der gezeigten Ausführungsform kontaktiert die Leistungselektronik 404 über metallische Kontakte 910 ebenfalls metallische Kontakte 904 eines hier stilisiert kastenartig dargestellten Unterbaus 902. Bspw. umfasst der Unterbau 902 die Energiespeichereinheiten und das Wärmeleitelement, sowie eine Verschaltung aller Energiespeichereinheiten zu den metallischen Kontakten 904. Die Darstellung 900 zeigt mehrere unterschiedlich dicke elektronische Bauteile, die sich in gleicher Weise zusätzlich an einer hier nicht sichtbaren Unterseite der Leistungselektronik 404 befinden können. Insbesondere treten Leistungshalbleiterschalter 906 und

Stromschienen 908, welche Ströme führen, die im Bereich eines Batteriestroms liegen, und bspw. aus an der Oberfläche beschichtetem Kupfer gebildet werden, als Wärmequelle auf. Beide können an ihrer Oberfläche mit dem Wärmeleitelement kontaktiert werden. Gegebenenfalls weisen die Stromschienen 908, durch dicke Kupferauflagen bedingt, eine gleiche Bauhöhe auf wie die Leistungshalbleiterschalter 906, oder ragen sogar über diese hinaus. Auch sind diverse elektronische Bauteile, wie bspw. moderne Kleinspannungsleistungstransistoren, derart gestaltet, dass deren Wärme über elektrische Kontakte in das Kupfer der Stromschienen gezogen werden kann. In diesen Fällen kann die Wärme aus dem Kupfer auf der Platine der Leistungselektronik 404 über das Wärmeleitelement in die Energiespeichereinheiten abgeführt werden.

[0040] In Fig. 10 werden in schematischer Darstellung 1000 mehrere Bauformen während einer Herstellung eines zu einer Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens gebildeten Wärmeleitelementes 302 gezeigt. Die Herstellung eines Wärmeleitelementes 302 als einzelnes Blechstück oder aus mehreren Blechbiegeteilstücken kann beispielsweise sehr kostengünstig in einem Stanz-Biege-Prozess erfolgen. In diesem Stanz-Biege-Prozess wird ein Blech 1002, vorzugsweise aus einem Material mit guter Wärmeleitfähigkeit, wie Aluminium oder Kupfer, so geformt, dass eine Oberfläche entsteht, an der die Leistungselektronik thermisch kontaktiert werden kann, d. h. die Wölbungen angeformt werden können, sowie die zwischen die Zellen reichenden Schenkel gebildet werden können. Die Erzeugung der Fortsätze in der Bauform 1004 erfolgt bspw. über V-Biegung, sogenanntes „v-bending“. Etwaige Schenkel an Außenkanten können per Kantenbiegung, sogenanntes „edge bending“, erzeugt werden. Alle nötigen Aussparungen, um bspw. Schraub- oder Schweißanschlüsse der Energiespeichereinheiten durch das Wärmeleitelement zur Leistungselektronik zu führen oder elektronische Bauteile mit größerer Bauhöhe auf der Leistungselektronikplatine aus dem Wärmeleitelement auszusparen, können durch Stanzen gebildet werden.

[0041] In Fig. 11 wird in Explosionsdarstellung 1100 ein mit einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens erhaltenes Batteriemodul 402 gezeigt. In das Batteriegehäuse des Batteriemoduls 402 werden die jeweiligen Energiespeichereinheiten 206 eingefügt, dann das Wärmeleitelement 302 aufgesteckt, und schließlich auf den Wölbungen des Wärmeleitelementes 302 die Leistungselektronik 404 durch wohldefinierten Andruck des Gehäusedeckels 702 thermisch kontaktiert.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bereitstellung einer Kühlung einer in einem Batteriemodul (402) integrierten Leistungselektronik (404), bei dem das Batteriemodul (402) ein Batteriegehäuse, darin eine Vielzahl von Energiespeichereinheiten (206) und dazu benachbart integriert die Leistungselektronik (404), welche eine mit Leistungshalbleiterschaltern (112) bestückte Platine (111) umfasst, und ein Wärmeleitelement (302, 802), welches zwischen den jeweiligen Energiespeichereinheiten (206) und der Leistungselektronik (404) einen thermischen Kontakt bewirkt, aufweist, bei dem die Kühlung der Leistungselektronik (404) durch das Wärmeleitelement (302, 802), welches einen Übertrag einer Wärmeenergie von der Leistungselektronik (404) an die Energiespeichereinheiten (206) ermöglicht, erreicht wird, und bei dem mindestens eine Seite des Batteriegehäuses an ein Kühlsystem angekoppelt wird, wobei das Wärmeleitelement (302, 802) mit einer jeweiligen Energiespeichereinheit (206) flächig verbunden wird und mit einem zu der jeweiligen Energiespeichereinheit (206) benachbarten Teil der Leistungselektronik (404) durch eine jeweilige am Wärmeleitelement (302, 802) angeformte Wölbung (202) kontaktiert wird, wobei durch die Wölbung (202) eine Federwirkung zwischen Leistungselektronik (404) und Wärmeleitelement (302, 802) gebildet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Wärmeleitelement (302, 802) aus einem einzigen Stück Blech (1002) kammartig dargestellt wird und die jeweiligen Energiespeichereinheiten (206) zwischen jeweiligen Kammzinken oder Schenkeln (204) aufgenommen werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Wärmeleitelement (302, 802) aus einer Mehrzahl von Blechbiegeteilstücken (212, 222) zusammengesetzt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem jeder Energiespeichereinheit (206) ein jeweiliges Blechbiegeteilstück (212, 222) zugeordnet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem ein jeweiliges Blechbiegeteilstück (212) „U“-förmig dargestellt wird und eine jeweilige Energiespeichereinheit (206) zwischen zwei Schenkeln (204) des „U“ aufgenommen wird und von einer Biegung des „U“ die Wölbung (202) verkörpert wird.

6. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem ein jeweiliges Blechbiegeteilstück (222) „J“-förmig dargestellt wird und eine jeweilige Energiespeichereinheit (206) mit einem Schenkel (204) des „J“ kontaktiert wird und von einer Biegung des „J“ die Wölbung (202) verkörpert wird.

7. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, bei dem als jeweilige Energiespeichereinheit (206) entweder eine als prismatische Zelle ausgebildete Batteriezelle oder eine als Pouch-Zelle ausgebildete Batteriezelle oder eine als eine Mehrzahl von in Reihe angeordneten Rundzellen ausgebildete Batteriezelle gewählt wird.

8. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, bei dem durch einen auf die Leistungselektronik (404) drückenden Gehäusedeckel (702) ein wohldefinierter Anpressdruck des Wärmeleitelementes (302, 802) auf die Leistungselektronik (404) bewirkt wird.

9. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, bei dem durch eine Fixierung der Leistungselektronik (404) innerhalb des Batteriegehäuses ein wohldefinierter Anpressdruck des Wärmeleitelementes (302, 802) auf die Leistungselektronik (404) bewirkt wird.

10. System zur Bereitstellung einer Kühlung einer in einem Batteriemodul (402) integrierten Leistungselektronik (404), welches ein Batteriegehäuse, darin eine Vielzahl, von Energiespeichereinheiten (206) und dazu benachbart integriert die Leistungselektronik (404), welche eine mit Leistungshalbleiterschaltern (112) bestückte Platine (111) umfasst, und ein Wärmeleitelement (302, 802), welches zwischen den jeweiligen Energiespeichereinheiten (206) und der Leistungselektronik (404) einen thermischen Kontakt bewirkt, aufweist, bei dem das Wärmeleitelement (302, 802) dazu ausgelegt ist, die Kühlung der Leistungselektronik (404) durch einen Wärmeübertrag von der Leistungselektronik (404) an die Energiespeichereinheiten (206) zu bewirken, und bei dem mindestens eine Seite des Batteriegehäuses an ein Kühlsystem angekoppelt ist, wobei das Wärmeleitelement (302, 802) mit einer jeweiligen Energiespeichereinheit (206) flächig verbunden ist und mit einem zu der jeweiligen Energiespeichereinheit (206) benachbarten Teil der Leistungselektronik (404) durch eine jeweilige am Wärmeleitelement (302, 802) angeformte Wölbung (202), welche eine Federwirkung auf die Leistungselektronik (404) ausübt, kontaktiert ist.

11. System nach Anspruch 10, bei dem das Wärmeleitelement (302, 802) aus einem einzigen Stück Blech (1002) gebildet ist.

12. System nach Anspruch 10, bei dem das Wärmeleitelement (302, 802) aus einzelnen „U“-förmigen und/oder „J“-förmigen Blechbiegeteilstücken (212, 222) gebildet ist.

13. Batteriemodul (402), welches ein System nach einem der Ansprüche 10 bis 12 aufweist und in dem eine Kühlung durch ein Verfahren nach

einem der Ansprüche 1 bis 9 ausgeführt wird, wobei das Batteriemodul (402) mit mindestens einer Seite des Batteriegehäuses flächig an ein Kühlsystem angekoppelt ist.

Es folgen 11 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

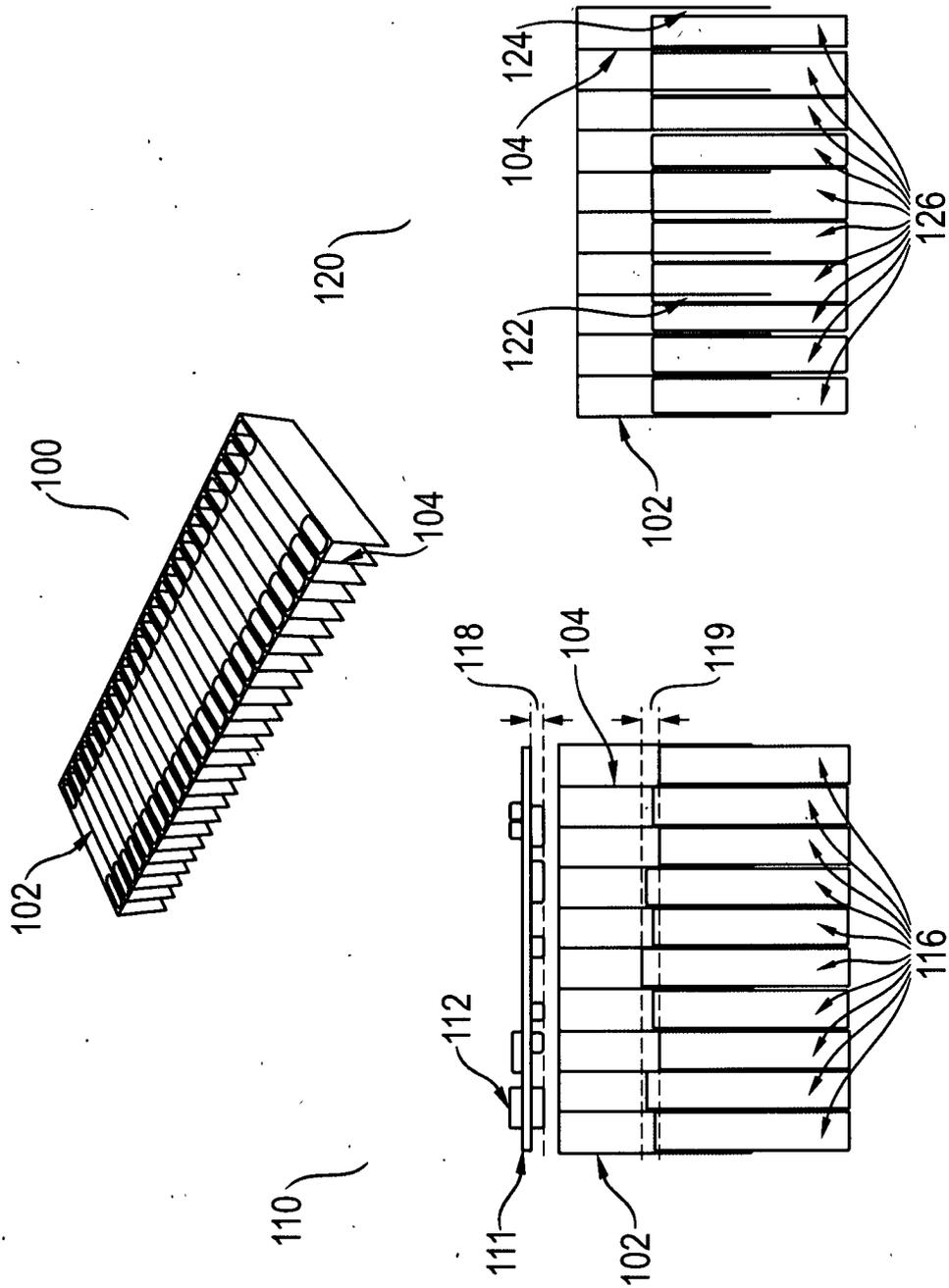


Fig. 1

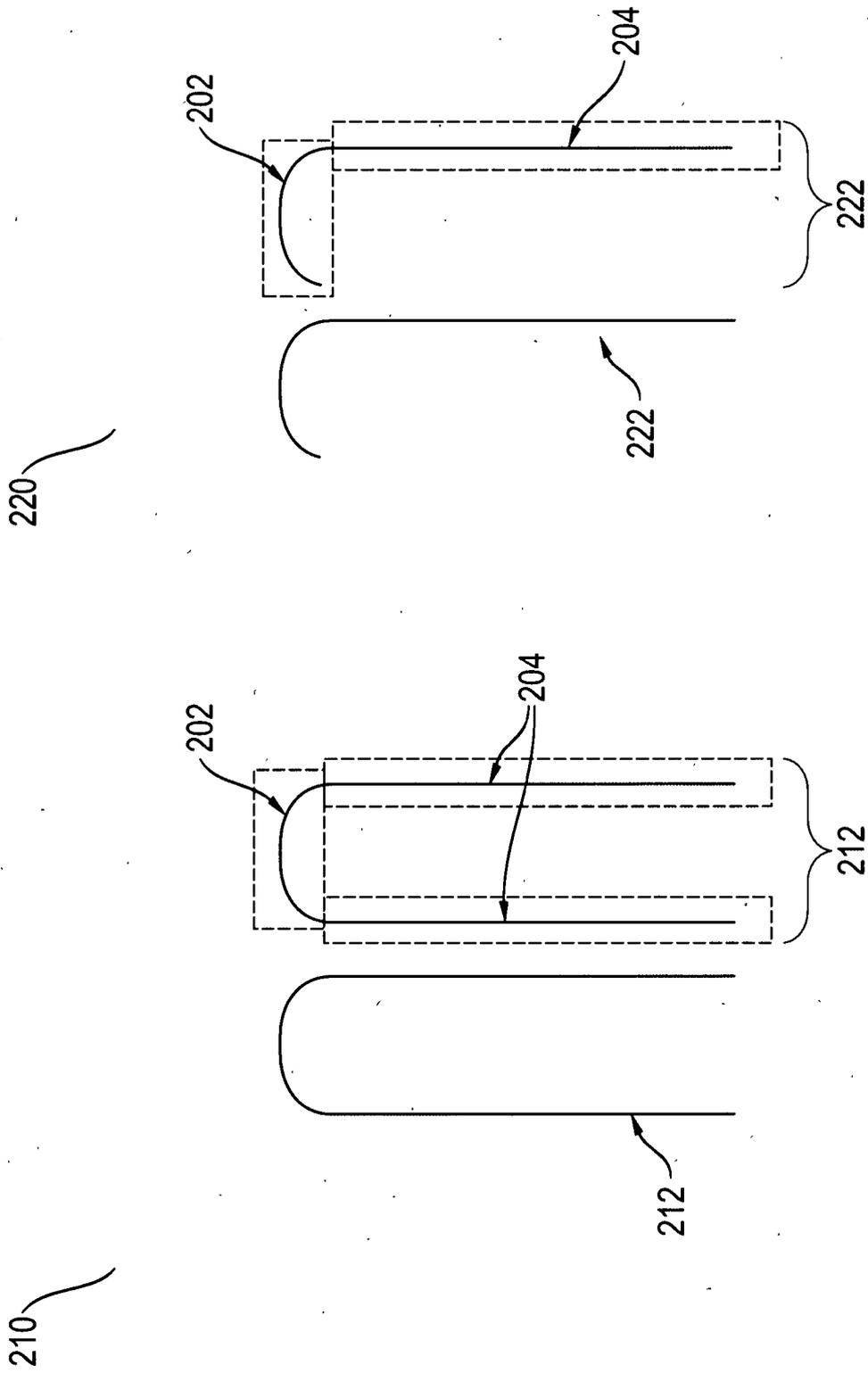


Fig. 2

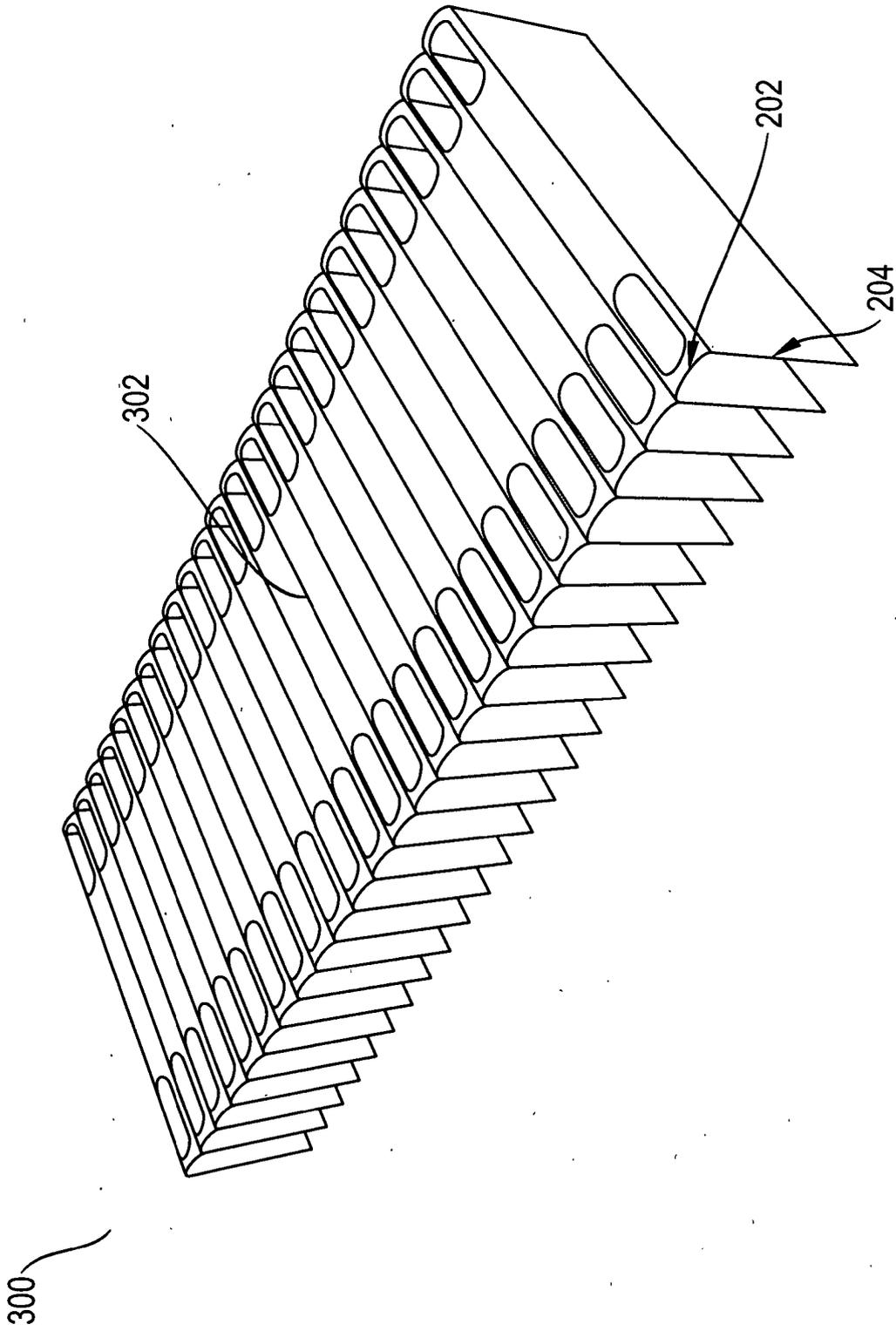


Fig. 3

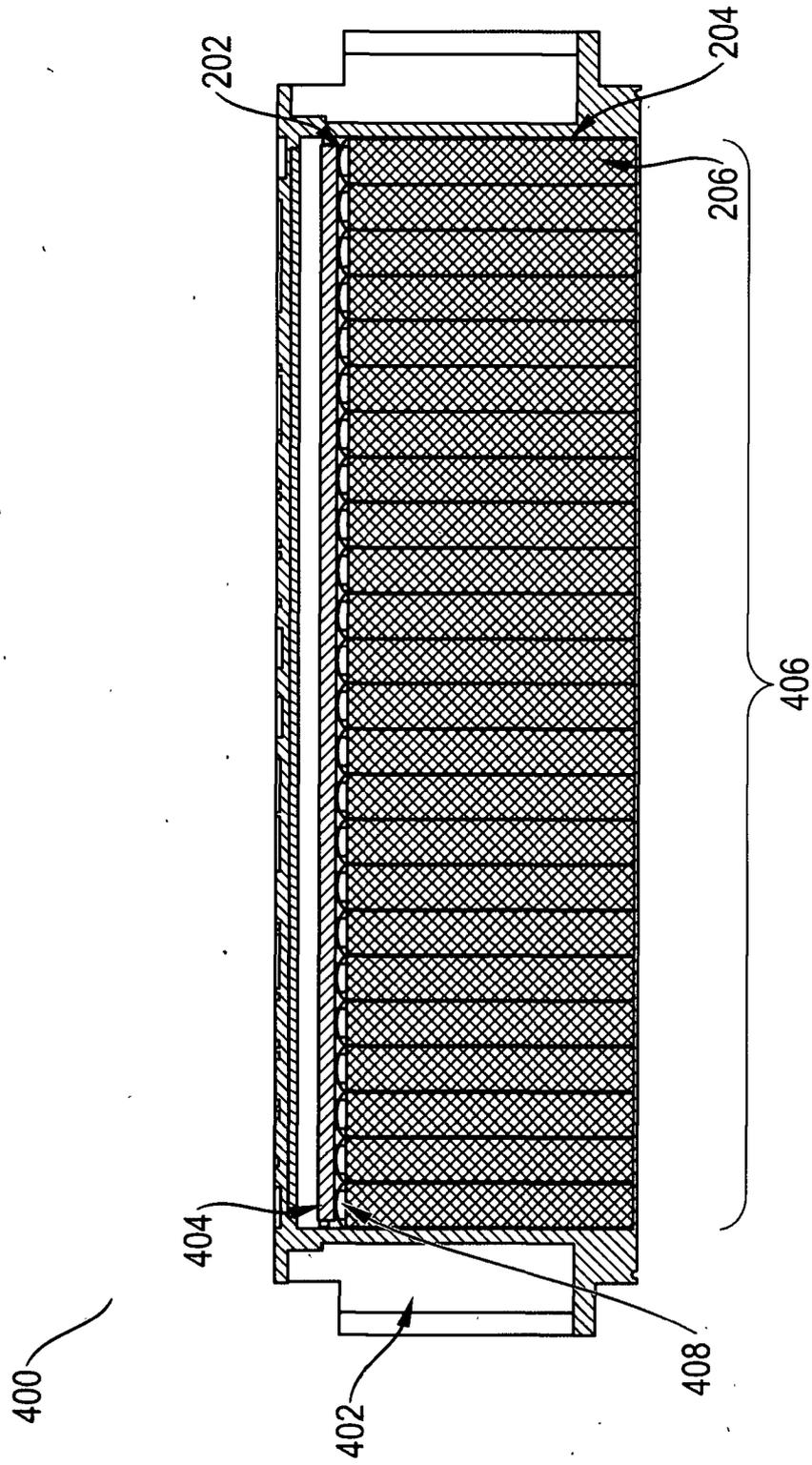


Fig. 4

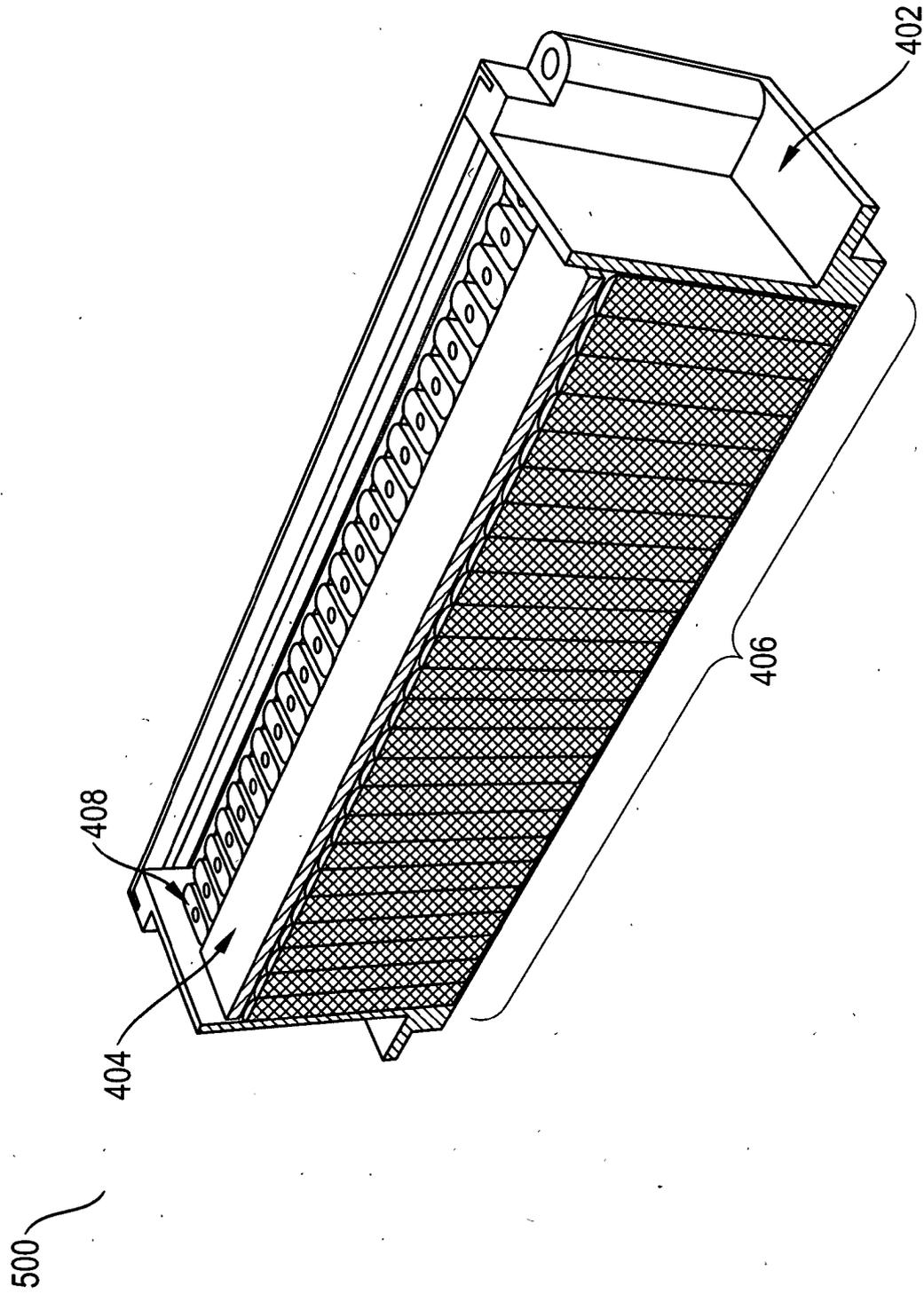


Fig. 5

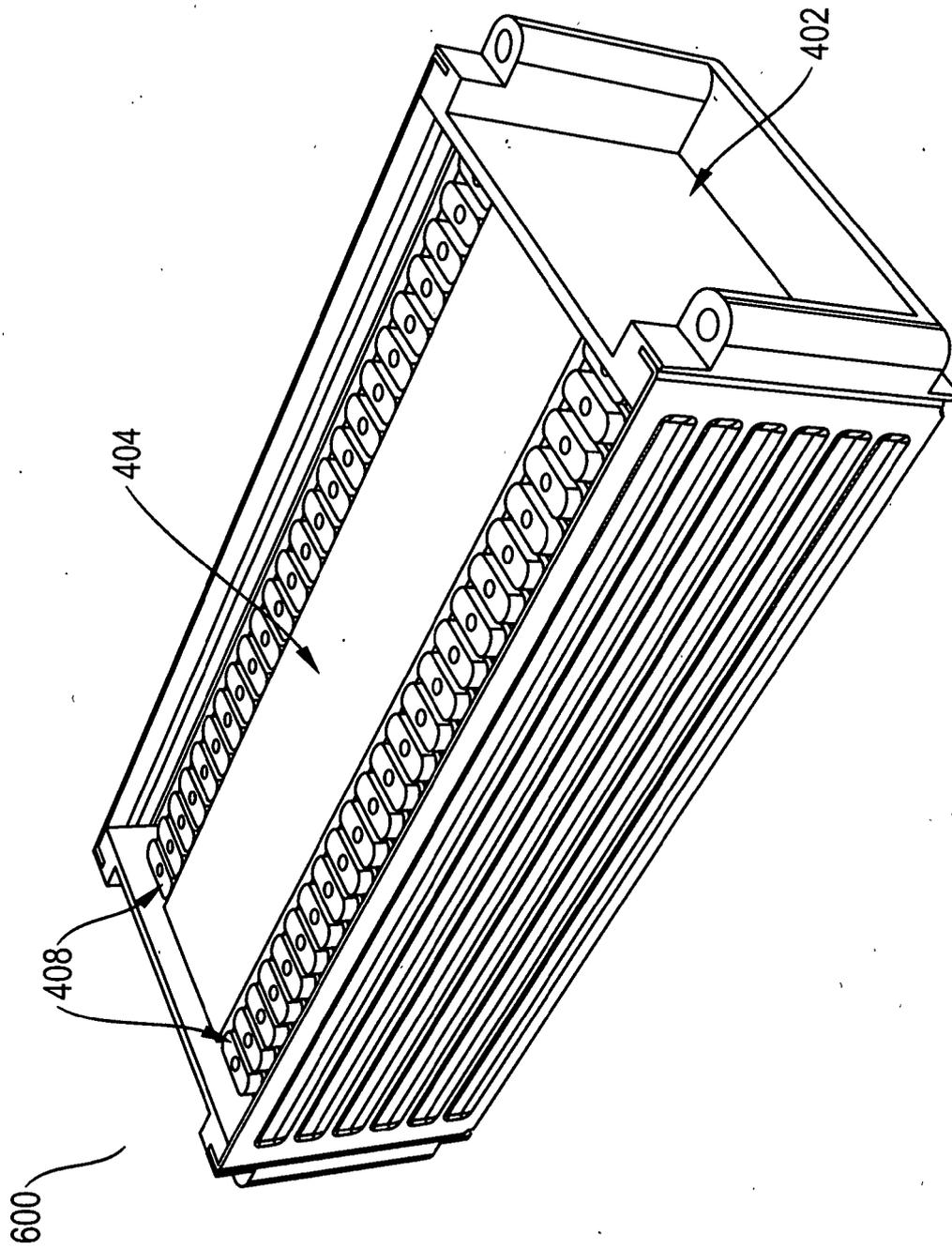


Fig. 6

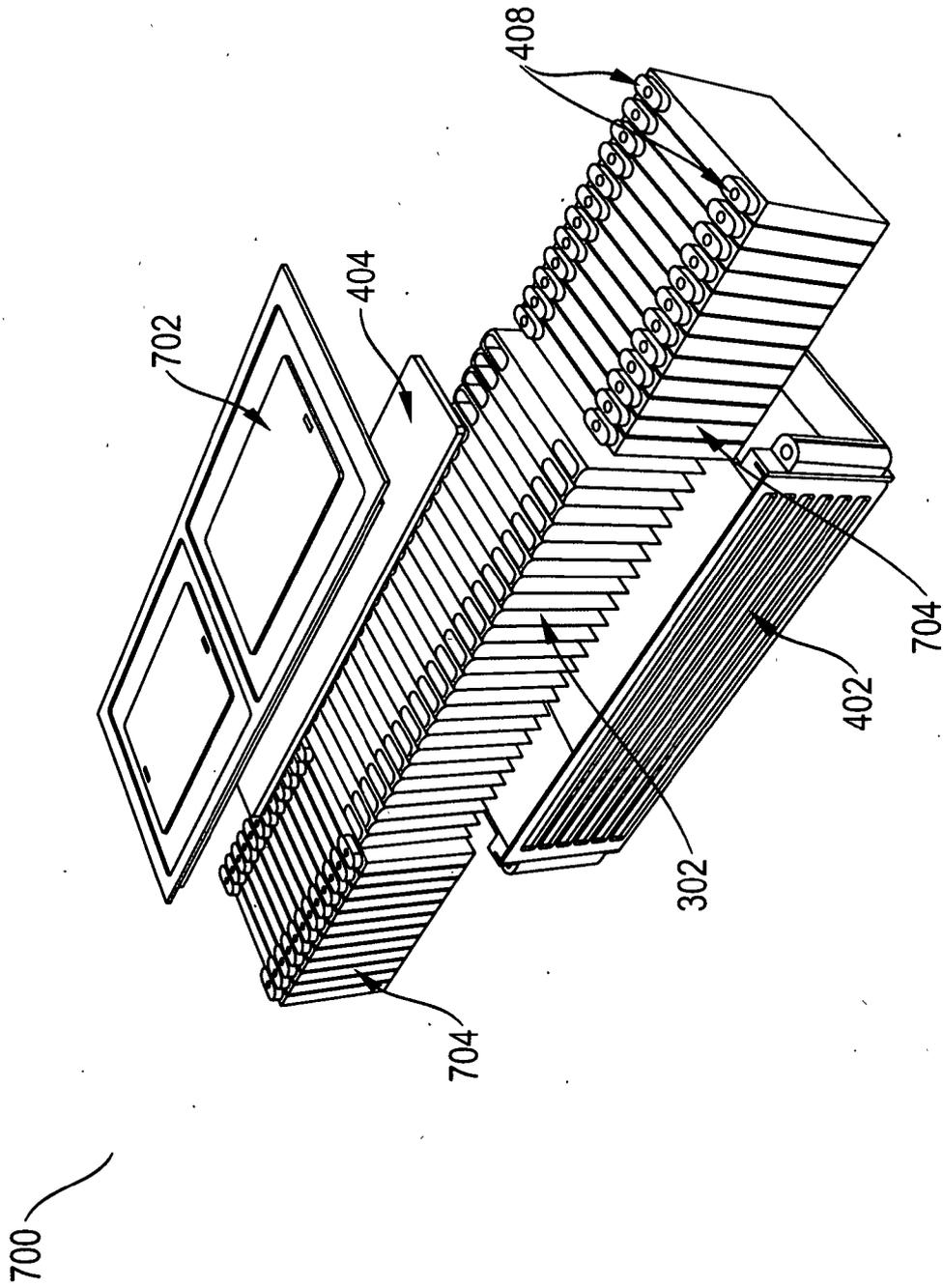


Fig. 7

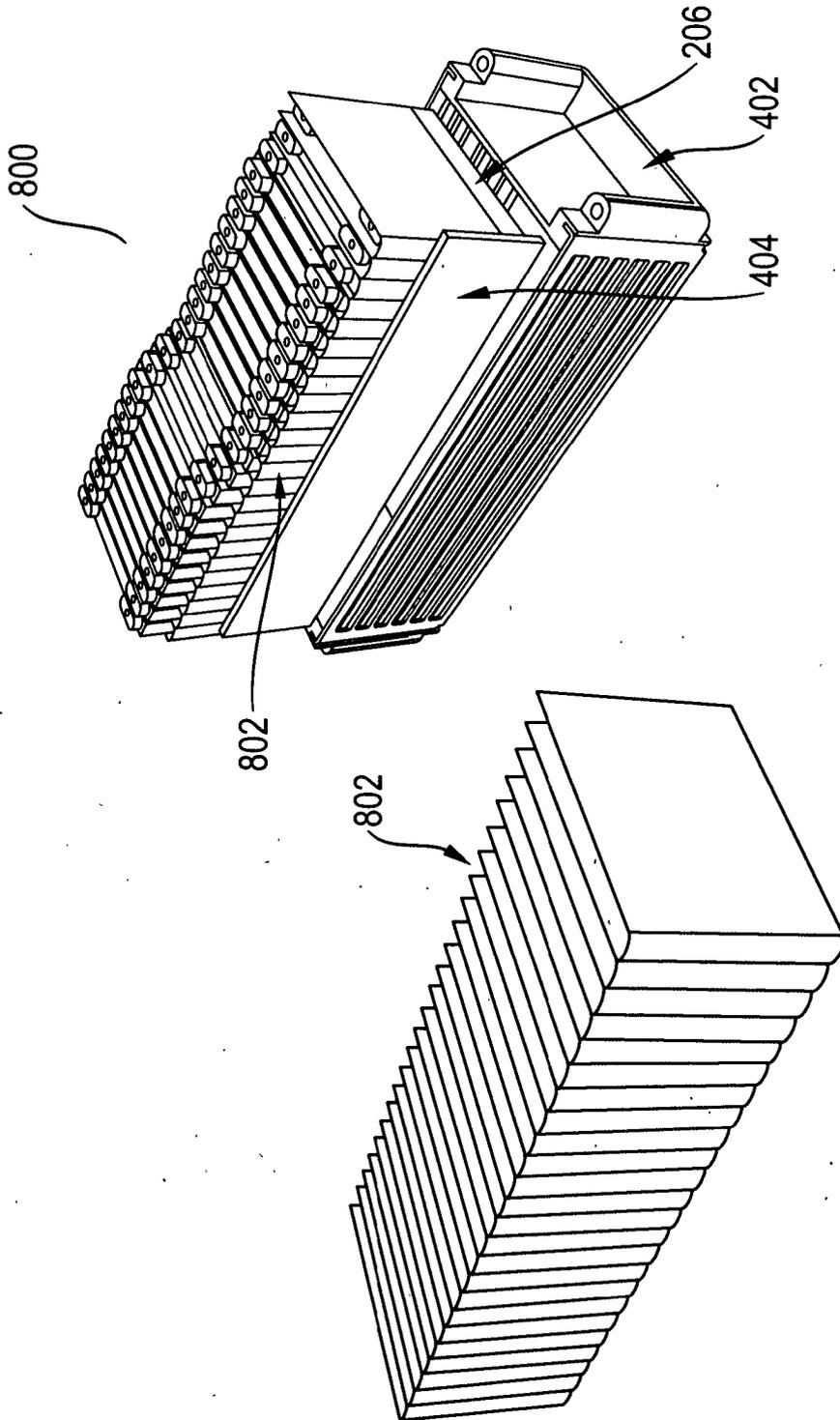


Fig. 8

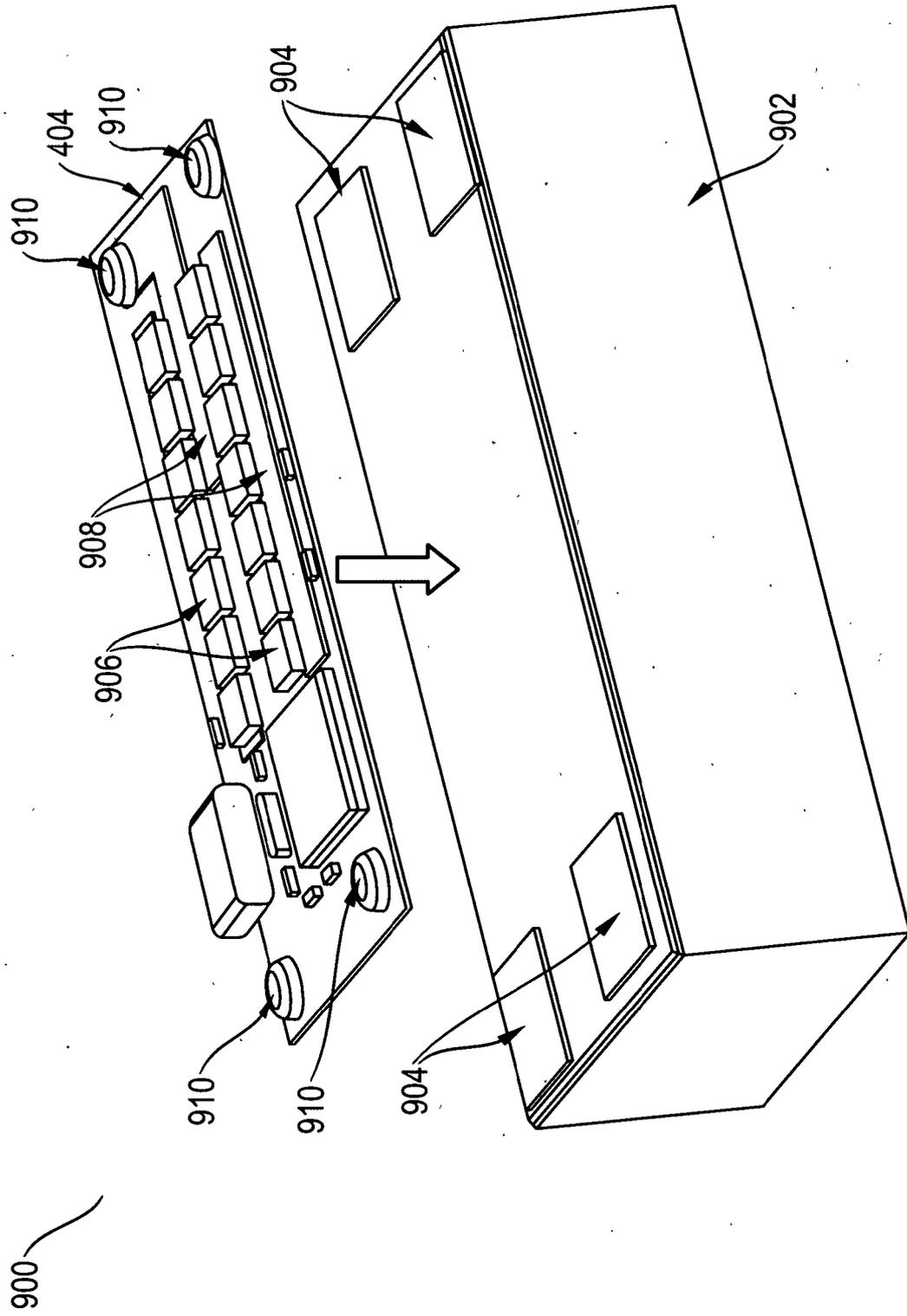


Fig. 9

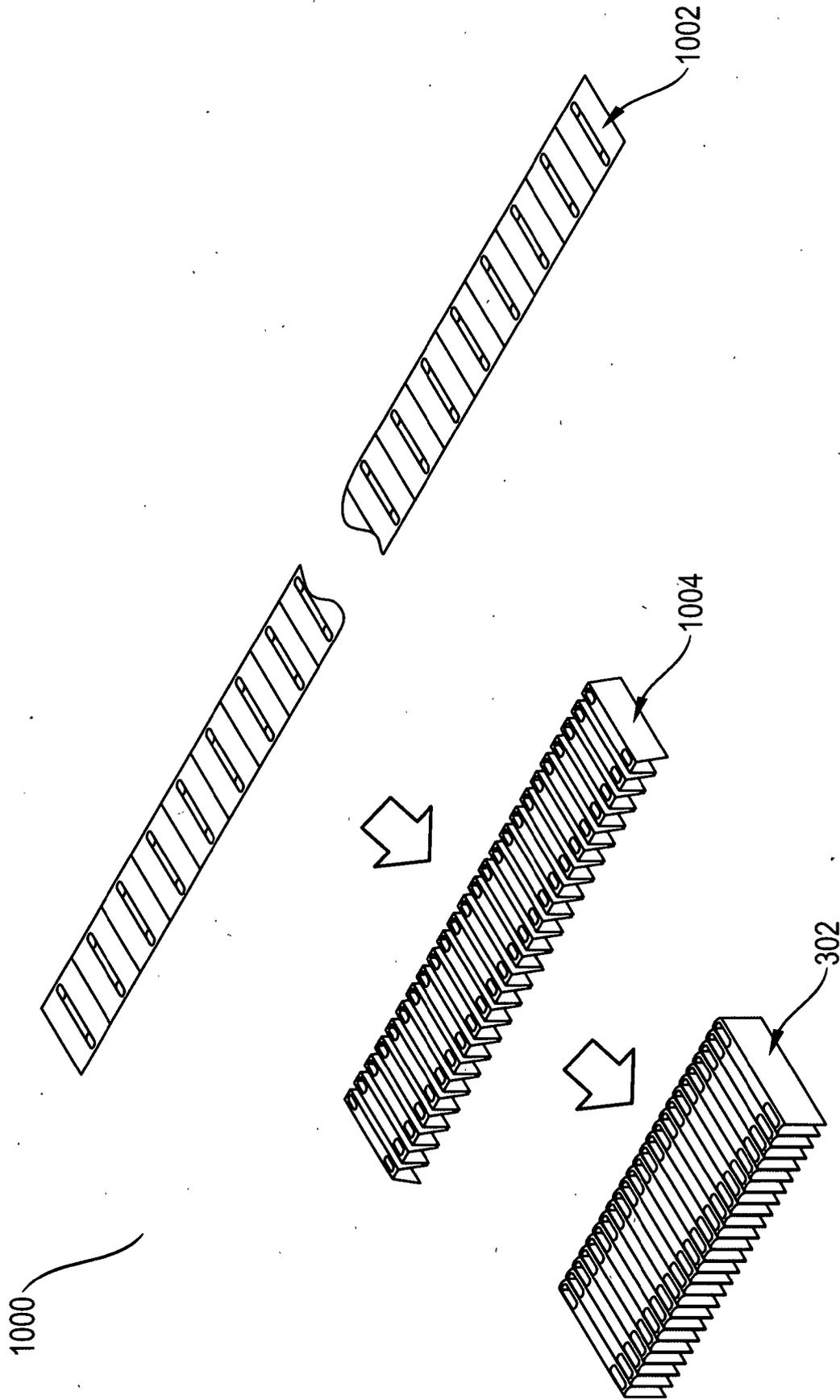


Fig. 10

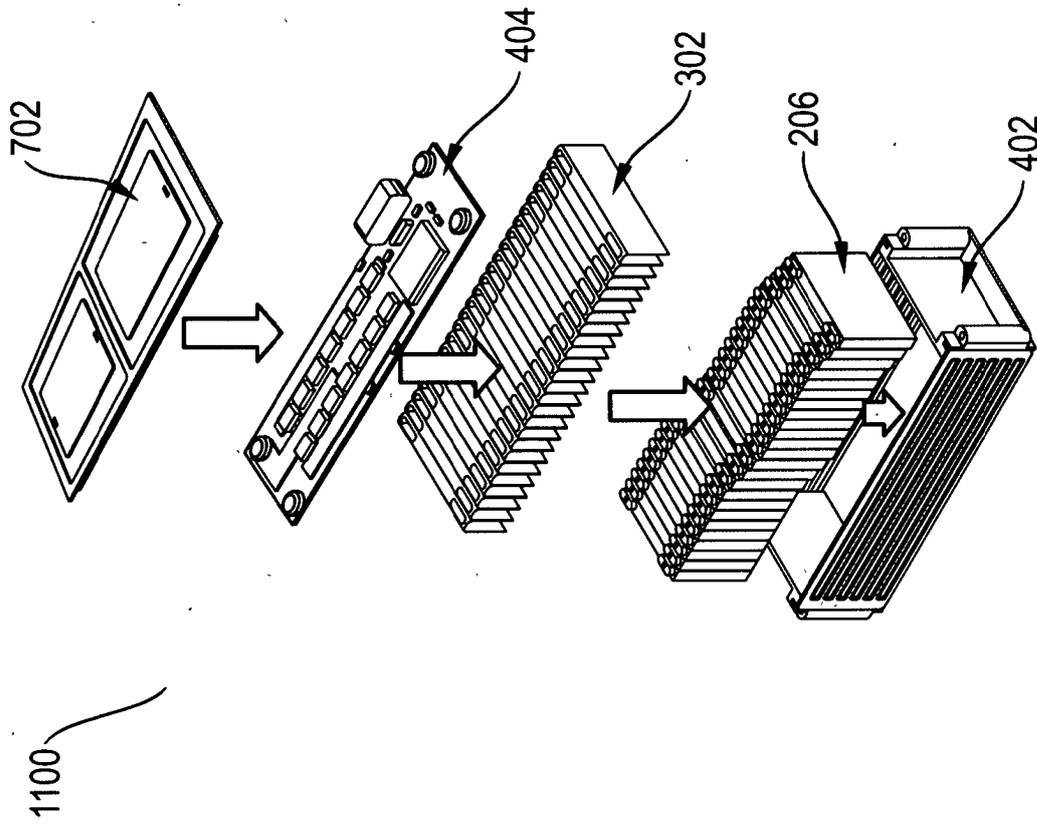


Fig. 11