



(10) **AT 511667 B1 2015-07-15**

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 956/2011
(22) Anmeldetag: 30.06.2011
(45) Veröffentlicht am: 15.07.2015

(51) Int. Cl.: **H01M 2/20** (2006.01)
H01M 2/30 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
WO 2011144372 A1
DE 102009046505 A1
US 2010092858 A1

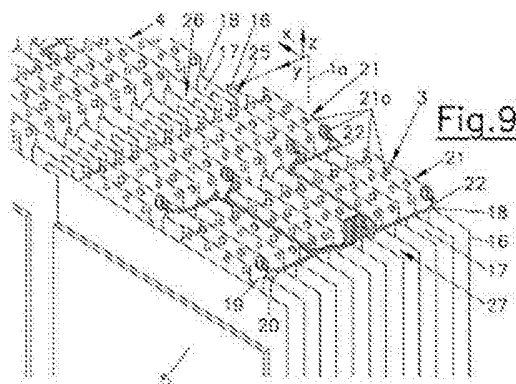
(73) Patentinhaber:
AVL LIST GMBH
8020 GRAZ (AUSTRIA)

(72) Erfinder:
Michelitsch Martin Dipl.Ing. (FH)
8062 Kumberg (AUSTRIA)

(74) Vertreter:
BABELUK MICHAEL DIPL.ING. MAG.
WIEN

(54) WIEDERAUFLADBARE ELEKTRISCHE BATTERIE

(57) Die Erfindung betrifft eine wiederaufladbare elektrische Batterie (1), insbesondere Hochspannungsbatterie, vorzugsweise für ein Elektrofahrzeug, mit zumindest einem Stapel (3, 4) von aneinandergereihten Batteriezellen (5), wobei zumindest zwei Zellpole (18) von benachbarten Batteriezellen (5) durch zumindest einen Zellverbinder (19, 20) miteinander elektrisch leitend verbunden sind, wobei die Verbindung zwischen zumindest einem Zellpol (18) und dem Zellverbinder (19, 20) durch eine kalt-flächenverpresste Durchsetzfugeverbindung (21) gebildet ist, wobei zumindest ein Zellverbinder ein U-Profil oder Y-Profil aufweist.



AT 511667 B1 2015-07-15

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine wiederaufladbare elektrische Batterie, insbesondere Hochspannungsbatterie, vorzugsweise für ein Elektrofahrzeug, mit zumindest einem Stapel von aneinandergereihten Batteriezellen, wobei zumindest zwei Zellpole von benachbarten Batteriezellen durch zumindest einen Zellverbinder miteinander elektrisch leitend verbunden sind, wobei die Verbindung zwischen zumindest einem Zellpol und dem Zellverbinder durch eine kaltflächenverpresste Durchsetzfugeverbindung gebildet ist.

[0002] Hochspannungsbatterien weisen üblicherweise Batteriepackungen mit aneinandergereihten Batteriezellen, beispielsweise Lithium-Ionen-Batteriezellen, auf, wobei die Zellpole durch Zellverbinder miteinander elektrisch verbunden sind, welche an die Zellpole durch eine Laserschweißverbindung angebunden sind. Die beiden Zellpole jeder Batteriezelle bestehen auf Grund der elektrochemischen Materialeigenschaften meistens aus verschiedenen Werkstoffen, was die Verbindungstechnik erschwert. Beim sehr häufig verwendeten Laserschweißverfahren werden die aus der Zellchemie hervorstehenden Zellpolbleche (meistens Cu oder Al) mit einem zusätzlichen Bi-Metall-Zellverbinder (zum Beispiel Aluminiumblech oder Kupferblech über ein Kompaktierungsverfahren verbunden) miteinander verschweißt. Ein direktes Verschweißen von zwei unterschiedlichen Materialien ist technisch äußerst kompliziert und erschwert den ohnehin aufwendig zu überwachenden und komplexen Laserschweißprozess zusätzlich.

[0003] Aus der DE 10 2009 035 463 A1 ist eine Batterie mit einer Vielzahl von flachen, im Wesentlichen plattenförmigen Batterieeinzelzellen bekannt. Die Batterieeinzelzellen sind zu einem Zellenstapel gestapelt und mit einem Batteriegehäuse umgeben. Die Batterieeinzelzellen sind dabei in Rahmenflachbauweise mit metallischen Blechen und einem Rahmen aus isolierenden Material ausgebildet.

[0004] Auch aus der WO 2008/048751 A2 ist ein Batteriemodul mit einer Vielzahl an nebeneinander in einem Stapel angeordneten plattenförmigen Batteriezellen bekannt, welche in einem Gehäuse untergebracht sind.

[0005] Die WO 2010/053689 A2 beschreibt eine Batterieanordnung mit einem Gehäuse und einer Mehrzahl von Lithium-Ionen-Zellen, welche nebeneinander angeordnet sind. Das Gehäuse ist zur Kühlung mit einem thermisch leitenden, elektrisch isolierenden Fluid durchströmt.

[0006] Aus der WO 2010/067944 A1 ist eine Batterie mit nebeneinander angeordneten Stapel von Batteriezellen bekannt, wobei Batteriezellen durch Kühlluft gekühlt werden.

[0007] Die DE 27 05 050 A1 beschreibt einen Batterieaufbau mit zumindest einer galvanischen Zelle, welches einen positiven und einen negativen Batterieanschluss und ein positives und negatives spiralförmig zu einer zylindrischen Form gewundenes Elektrodenmaterial aufweist, wobei die Verbindung zwischen dem Elektrodenmaterial mit den Polen über eine mechanische Punktkontakt-Verbindung erfolgt.

[0008] Aus der DE 10 2004 003 066 A1 ist ein prismatischer Akkumulator mit mehreren Zellgefäßen bekannt, wobei in jedem Zellgefäß ein Plattenstapel aufgenommen ist. Entlang der Zwischenwände des Zellgefäßes zwischen den Plattenstapeln erstrecken sich jeweils Kontaktverbindungsbleche, wobei jeweils die an einer Zwischenwand gegenüberliegenden Kontaktverbindungsbleche sich durch die Zwischenwand hindurch miteinander leitend verbinden und die Kontakte der Plattenstapel mit den zugeordneten Kontaktverbinderblechen elektrisch leitend durch Schweißen verbunden sind. Die Verbindung von Kontaktverbindungsblechen durch die Zwischenwand hindurch ist als kaltflächenverpresste Durchsetzfugeverbindung ausgebildet.

[0009] Die WO 2011/144 372 A1 beschreibt eine Lithium-Ionen-Batteriezelle sowie ein Verfahren zur Herstellung einer elektrisch leitfähigen Kontaktierung von Terminals von Batteriezellen, wobei die Terminals mit einem Fügeverfahren, beispielsweise einem Durchsetzfugeverfahren, miteinander elektrisch leitend kontaktierend verbunden werden.

[0010] Aus der DE 10 2009 046 505 A1 ist ein Verfahren zur Verbindung eines Batteriepol

einer ersten Batteriezelle mit einem Batteriepol einer zweiten Batteriezelle bekannt, wobei die Batteriepole zur Herstellung des elektrisch leitfähigen Kontaktes kraft- und formschlüssig mittels Durchsetzfügens, was auch Druckfügen genannt wird, oder Clinchen oder Toxen verbunden werden.

[0011] Aufgabe der Erfindung ist es, die genannten Nachteile zu vermeiden, und die Fertigung einer wiederaufladbaren elektrischen Batterie der eingangs genannten Art zu vereinfachen.

[0012] Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass die Zellverbinder ein U- oder Y- Profil aufweisen, wobei vorzugsweise Zellverbinder mit U-Profil und mit Y-Profil abwechselnd zwischen aufeinanderfolgenden Batteriezellen angeordnet sind.

[0013] Hierbei ist die Verbindung zwischen zumindest einem Zellpol und zumindest einem Zellverbinder und/oder zwischen zumindest einem Zellpol und zumindest einer Stromschiene und/oder unmittelbar zwischen zwei Zellpolen durch eine kaltflächenverpresste Durchsetzfügeverbindung gebildet, wobei vorzugsweise jede Durchsetzfügeverbindung mehrere nebeneinander angeordnete Clinchpunkte aufweist. Die Durchsetzfügeverbindung ist luftdicht abgeschlossen, wodurch eine korrosionsfeste Langzeitverbindung entsteht.

[0014] Beim Durchsetzfügen (Clinchen) werden zwei oder mehr Bleche über einen Werkzeugstempel und eine Werkzeugmatrize plastisch in sich verformt, wodurch ein Formschluss zwischen den Blechen entsteht. Beim Verbinden von Zellblechen werden diese je nach der gewählten Verschaltungsart (zum Beispiel zwei Bleche bei Serienschaltung oder drei bzw. vier Bleche bei einer Parallelschaltung von jeweils zwei Batteriezellen mit Zellverbindern und Zellspannungsüberwachungskabel) in einem Arbeitsgang miteinander verbunden, wobei durch Verwendung von Mehrfachwerkzeugen gleichzeitig mehrere Fügepunkte (Clinchpunkte) auf einem Zellpolpaket (Zellpolstapel) oder auf mehreren Zellpolpaketen gesetzt werden können.

[0015] Die Mehrfachfügepunkte ermöglichen eine hohe Stromtragfähigkeit.

[0016] Die Durchsetzfügeverbindung erlaubt eine einfache Kontaktierung der Zellpole mit unterschiedlichen Materialien (zum Beispiel Kupfer zu Aluminium oder umgekehrt), ohne dass zusätzliche Bauteile erforderlich wären.

[0017] Da die Position der Clinchpunkte viel mehr streuen darf, als etwa die Bauteilpositionierung bei einer Laserschweißverbindung, ergibt sich ein hohes Toleranzkompensationsvermögen.

[0018] Durch Verwendung von Parallelmehrfachwerkzeugen kann insbesondere für große Stückzahlen eine einfache und kostengünstige Fertigung ermöglicht werden, wobei nur wenige und leicht zu beherrschende Einflussgrößen, wie Materialwandstärke, Presskraft oder dergleichen kontrolliert werden müssen.

[0019] Besonders vorteilhaft ist es, wenn zumindest eine Durchsetzfügeverbindung in einem Kühlluftkanal angeordnet ist, wobei vorzugsweise die Durchsetzfügeverbindung zumindest einen in die Kühlluftströmung des Kühlluftkanals hineinragenden Clinchpunkt aufweist. Durch die vorragenden Clinchpunkte wird die für die Kühlung, beispielsweise bei direkter Luftkühlung der Zellpole, maßgebende Oberfläche erhöht. Die hervorstehenden Clinchpunkte wirken zudem turbulenzsteigernd, was sich vorteilhaft auf den Wärmetransport bei Luftkühlung auswirkt. Durch effiziente Bauteilnutzung kann somit die volumetrische Energiedichte der Batterie erhöht werden.

[0020] Die Erfindung wird im folgenden an Hand der Fig. näher erläutert.

[0021] Es zeigen

[0022] Fig. 1 eine erfindungsgemäße Batterie in einer Schrägansicht von oben,

[0023] Fig. 2 die Batterie in einem Schnitt gemäß der Linie II - II in Fig. 1,

[0024] Fig. 3 die Batterie in einer Vorderansicht,

[0025] Fig. 4 die Batterie in einer Schrägansicht von unten,

- [0026] Fig. 5 ein Batteriemodul der Batterie in einer Schrägansicht,
- [0027] Fig. 6 dieses Batteriemodul in einer Ansicht von unten,
- [0028] Fig. 7 einen Stapel von Batteriezellen in einer Schrägansicht,
- [0029] Fig. 8 diesen Stapel in einer Seitenansicht,
- [0030] Fig. 9 die Stapel von Batteriezellen eines Batteriemoduls in einer Schrägansicht,
- [0031] Fig. 10 ein Batteriemodul in einem Schnitt gemäß der Linie X - X in Fig. 9 und
- [0032] Fig. 11 ein Detail dieses Batteriemoduls in einem Schnitt analog zu Fig. 10.

[0033] Die wiederaufladbare Batterie 1 weist im Ausführungsbeispiel sieben Batteriemodule 2 auf, wobei jedes Batteriemodul 2 zwei Stapel 3, 4 von nebeneinander angeordneten und verspannten Batteriezellen 5 aufweist. Die Stapel 3, 4 jedes Batteriemoduls 2 sind zwischen zwei struktursteifen gewellten Platten 6 aus Metall, z.B. Aluminium, oder Kunststoff, angeordnet, wobei die Platten 6 durch Druckgussteile gebildet sein können. Die Platten 6 selbst sind zwischen zwei Halteplatten 7, 8 an der Vorder- und Rückseite der Batterie 1 eingespannt, wobei die Halteplatte 7 an der Vorderseite über Spannschrauben 9 mit der Halteplatte 8 an der Rückseite fest verbunden ist. Die Spannschrauben 9 sind dabei jeweils im Bereich der Platten 6 angeordnet. Die Platten 6 bilden zusammen mit den Halteplatten 7, 8 einen Halterahmen 10 für die Batteriemodule 2. Die Halteplatten 7, 8 weisen Öffnungen auf, um das Gewicht so gering wie möglich zu halten. Der - in Stapelrichtung y gesehene - definierte Abstand zwischen den Spannschrauben 9 gewährleistet, dass die Batteriezellen 5 lagerichtig und mit bestimmter und über die Lebensdauer der Batterie 1 im Wesentlichen unveränderlicher Vorspannung verbaut sind. Zwischen den Platten 6 und den angrenzenden Batteriezellen 5 ist dabei jeweils eine elastische Isolierschicht 6a, beispielsweise aus einem Schaumstoff, angeordnet, welcher eine gleichmäßige und schonende Druckverteilung ermöglicht.

[0034] Nach unten wird die Batterie 1 durch eine Bodenplatte 11 abgeschlossen. Die Batterie 1 samt Halterahmen 10 ist in einem Gehäuse 12 angeordnet, wobei zwischen dem Gehäuse 12 und der Batterie 1 Kühlluftströmungswege ausgebildet sind. Zur Führung der Kühlluftströmung sind in den Gehäuseboden 12a Strömungsleitflächen 13 eingearbeitet, wie aus Fig. 2 und 4 ersichtlich ist.

[0035] Jede Batteriezelle 5 ist von einer Kunststoffhülle 14 umgeben, wobei die Kunststoffhülle 14 etwa im Bereich einer Zellmittelebene 15 entlang der Schmalseite 5a eine vorragende Siegelnäht 16 zur Abdichtung aufweist. Zwischen den Siegelnähten 16 zweier benachbarter Batteriezellen 5 eines Stapels 3, 4 ist jeweils ein Freiraum 17 aufgespannt.

[0036] Um Bauraum einzusparen, sind die zwei nebeneinander angeordneten Stapel 3, 4 jedes Batteriemoduls 2 versetzt und überlappend zueinander ausgebildet. Der Versatz V beträgt dabei etwa der halben Dicke D einer Batteriezelle 5. Die Siegelnähte 16 einer Batteriezelle 5 des einen Stapels 3, 4 ragen dabei in einen von Siegelnähten 16 zweier benachbarter Batteriezellen 5 des anderen Stapels 4, 3 aufgespannten Freiraum 17 hinein. Dadurch kann der Freiraum 17 zumindest teilweise durch die Unterbringung eines Teiles der Siegelnähte 16 genutzt werden. Dies wirkt sich sehr vorteilhaft auf die Größe des verbauten Raumes und auf die volumetrische Energiedichte aus. Der Versatz v zwischen den beiden Stapeln 3, 4 bewirkt, dass die Platten 6 im Bereich einer Längsmittlebene 1a der Batterie 1 eine Stufe 24 ausbilden.

[0037] An der oberen Schmalseite 5a ragen aus den Kunststoffhüllen 14 Zellpole 18, welche über U- und Y-förmige Zellverbinder 19, 20 miteinander verbunden sind.

[0038] Die Verbindung zwischen den Zellverbindern 19, 20 und den Zellpolen 18 kann als einen oder mehrere Clinchpunkte 21a aufweisende Durchsetzfügeverbindung 21 in einem Durchsetzfügeverfahren ausgeführt sein. Dies ermöglicht eine besonders hohe Stromtragfähigkeit durch nebeneinander angeordnete Mehrfachfügepunkte sowie eine korrosionsfeste Langzeitverbindung auf Grund der luftdicht abgeschlossenen Fügestellen und eine einfache Kontaktierung der Zellpole 18 mit unterschiedlichen Materialien (Kupfer zu Aluminium und umgekehrt), ohne zu-

sätzliche Bauteile. Mittels Durchsetzfügeverfahren lassen sich zwei bis vier Bleche miteinander elektrisch mit dem selben Werkzeug verbinden, wobei sich besonders die Materialien Kupfer, Aluminium und Stahl, bei Wandstärken von 0,1 bis 0,5 mm eignen. Gegebenenfalls können somit in einem Arbeitsschritt gleichzeitig mit den Zellverbindern 19, 20 auch Zellspannungsüberwachungskabel 22 an den Zellpolen 18 in einem Durchsetzfügeverfahren angebunden werden. Da die Position der Clinchpunkte 21a der Durchsetzfügeverbindung 21 mehr streuen darf, als zum Beispiel bei einer Laserschweißverbindung, ergibt sich ein relativ hohes Toleranzkompensationsvermögen. Durch Verwendung von Parallel- und Mehrfachwerkzeugen lässt sich für größere Stückzahlen eine einfache und kostengünstige Fertigung realisieren, wobei nur wenige und leicht beherrschbare Einflussgrößen wie Materialwandstärke, Presskraft etc. vorliegen. Durch die in den Kühlluftkanal 27 ragenden Clinchpunkte 21a wird die wärmeableitende Oberfläche der Batterie 1 erhöht, was insbesondere bei direkter Luftkühlung der Zellpole 18 von Bedeutung ist. Die hervorstehenden Clinchpunkte 21a tragen dabei auch zur Turbulenzerhöhung bei, was insbesondere bei Luftkühlung den Wärmetransport verbessert. Durch ihre positive Auswirkung auf die Kühlung tragen somit Clinchpunkte 21a auch zur Erhöhung der volumetrischen Energiedichte durch effiziente Bauraumausnutzung bei.

[0039] Um eine besonders gute volumetrische Energiedichte zu erreichen, ist es erforderlich, die Batteriezellen 5 möglichst nahe aneinander zu positionieren. Dazu wird zwischen den Batteriezellen 5 eine möglichst dünne, thermische und elektrische Isolatorschicht 23, zum Beispiel eine Isolationsfolie, angeordnet, um das Auftreten eines „Dominoeffektes“ bei einer thermischen Überlastung einer benachbarten Batteriezelle 5 zu vermeiden.

[0040] Die Freiräume 17 bilden zugleich Kühlluftkanäle 26, 27 aus. Im Bereich der Überlappung 25 der beiden Stapel 3, 4, also im Bereich der Längsmittlebene 1a der Batterie 1, bilden die Freiräume 17 erste Kühlluftkanäle 26, welche in Richtung der Hochachse z der Batterie 1 angeordnet sind. Die Siegelnähte 16 bilden dabei Strömungsleitflächen für die Luftströmung und wärmeabführende Oberflächen. In Richtung einer Querachse x normal auf die Hochachse z und normal auf die Stapelrichtung y sind zweite Kühlluftkanäle 27 im Bereich der Zellpole 18 durch die Freiräume 17 an der Oberseite der Batteriezellen 5 gebildet.

[0041] Die ersten und zweiten Kühlluftkanäle 26, 27 sind Teil eines geschlossenen Kühlluftkreislaufes 28 zur Kühlung der Batterie 1, wobei der Kühlluftkreislauf 28 zumindest ein Kühlluftgebläse 29 und zumindest einen Wärmetauscher 30 aufweist. Die Kühlluft wird dabei - vom Kühlluftgebläse 29 und dem Wärmetauscher 30 kommend - in das Gehäuse 12 im Bereich der Halteplatte 9 an der Rückseite und/oder Oberseite der Batterie 1 oder im Bereich der Zellpole 18 zugeführt. Die Kühlluft durchströmt dabei die zweiten Kühlluftkanäle 27 und kühlt Zellpole 18 und Zellverbinder 19, 20. Danach gelangt zumindest ein Teil der Kühlluft in die ersten Kühlluftkanäle 26, welche die Kühlluft entgegen der Hochachse z nach unten führen. Dabei werden alle Zwischenräume und Freiräume 17 der Batterie 1 durchströmt und anfallende Wärme abgeführt. Zwischen der Halteplatte 8 an der Vorderseite der Batterie 1 und dem Gehäuse 12 strömt auch die restliche Kühlluft zum Gehäuseboden 12a des Gehäuses 12, wo es durch die Strömungsleitflächen 13 zur Fahrzeuglängsmittlebene ϵ geleitet und gesammelt wird. Danach wird die Kühlluft wieder durch das Kühlluftgebläse angesaugt und im Wärmetauscher 30 abgekühlt, bevor es wieder im geschlossenen Kühlkreislauf 28 der Batterie 1 zugeführt wird.

Patentansprüche

1. Wiederaufladbare elektrische Batterie (1), insbesondere Hochspannungsbatterie, vorzugsweise für ein Elektrofahrzeug, mit zumindest einem Stapel (3, 4) von aneinandergereihten Batteriezellen (5), wobei zumindest zwei Zellpole (18) von benachbarten Batteriezellen (5) durch zumindest einen Zellverbinder (19, 20) miteinander elektrisch leitend verbunden sind, wobei die Verbindung zwischen zumindest einem Zellpol (18) und dem Zellverbinder (19, 20) durch eine kalt-flächenverpresste Durchsetzfugeverbindung (21) gebildet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Zellverbinder ein U-Profil oder Y-Profil aufweist.
2. Batterie (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass jede Durchsetzfugeverbindung (21) mehrere nebeneinander angeordnete Clinchpunkte (21a) aufweist.
3. Batterie (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Durchsetzfugeverbindung (21) luftdicht abgeschlossen ist.
4. Batterie (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Zellpol (18) und zumindest ein mit dem Zellpol (18) mittels der Durchsetzfugeverbindung (21) verbundener Zellverbinder (19, 20) aus verschiedenen metallischen Werkstoffen bestehen.
5. Batterie (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Zellverbinder (20) aus zwei verschiedenen metallischen Werkstoffen besteht.
6. Batterie (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass Zellverbinder (19, 20) mit U-Profil und mit Y-Profil abwechselnd zwischen aufeinanderfolgenden Batteriezellen (5) angeordnet sind.
7. Batterie (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine Durchsetzfugeverbindung (21) in einem Kühlluftkanal (27) angeordnet ist.
8. Batterie (1) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine Durchsetzfugeverbindung (21) zumindest einen in die Kühlluftströmung des Kühlluftkanals (27) hineinragenden Clinchpunkt (21a) aufweist.
9. Batterie (1) nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Clinchpunkt (21a) zumindest einer Durchsetzfugeverbindung (21) turbulenzzeugend ausgebildet ist.
10. Batterie (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass mittels der Durchsetzfugeverbindung (21) auch zumindest ein Zellspannungsüberwachungskabel (22) mit zumindest einem Zellpol (18) elektrisch leitend verbunden ist.

Hierzu 5 Blatt Zeichnungen

