



(10) **DE 10 2004 043 828 B4** 2018.09.13

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 043 828.5**  
(22) Anmeldetag: **10.09.2004**  
(43) Offenlegungstag: **16.03.2006**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **13.09.2018**

(51) Int Cl.: **H01M 2/02 (2006.01)**  
**H01M 10/653 (2014.01)**  
**H01M 10/655 (2014.01)**  
**H01M 10/6235 (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:  
**Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE**

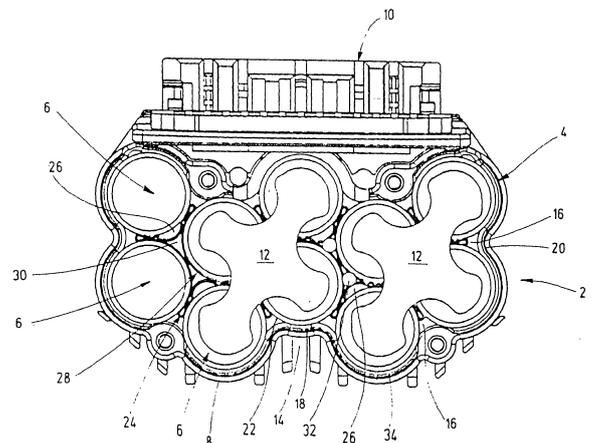
(72) Erfinder:  
**Matthias, Wolf, 70469 Stuttgart, DE; Rejman,  
Marcin, 71332 Waiblingen, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

<b>US</b>	<b>6 656 626</b>	<b>B1</b>
<b>US</b>	<b>5 338 624</b>	<b>A</b>
<b>US</b>	<b>5 553 675</b>	<b>A</b>
<b>JP</b>	<b>2003- 36 821</b>	<b>A</b>
<b>JP</b>	<b>2002- 184 374</b>	<b>A</b>

(54) Bezeichnung: **Batteriepack**

(57) Hauptanspruch: Batteriepack zur Stromversorgung eines Elektrowerkzeugs, mit einem Verriegelungs- und Anschlussstück (10) zur lösbaren Befestigung des Batteriepacks (2) am Elektrowerkzeug, mit einem mindestens teilweise aus Kunststoff bestehenden Gehäuse (4), das mindestens eine Batteriezelle (6) aufnimmt, wobei das Gehäuse (4) eine Mehrzahl von Batteriezellen (6) aufnimmt, dadurch gekennzeichnet, dass der Kunststoff ein Polyethylen hoher Dichte mit einer Dichte von mehr als  $0,93 \text{ g/cm}^3$  ist, und dass zwischen benachbarten Batteriezellen (6) ein Kern (32) in das Gehäuse (4) eingesetzt ist, der die Batteriezellen (6) gegeneinander und/oder gegen eine benachbarte äußere Begrenzungswand (8) des Gehäuses (4) anpresst.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Batteriepack zur Stromversorgung eines Elektrogeräts gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, wobei die hier verwendeten Begriffe Batteriezelle und Batteriepack auch wiederaufladbare Stromspeicher (Akkus) bzw. Akkupacks umfassen sollen.

### Stand der Technik

**[0002]** In den Druckschriften US 6 656 626 B1 und US 5 553 675 A sind Batteriepacks gemäß des Oberbegriffs des Anspruchs 1 beschrieben.

**[0003]** Batteriepacks zur Stromversorgung von Elektrogeräten, wie handgeführten Elektrowerkzeugen, weisen gewöhnlich Gehäuse auf, die zum Großteil aus Kunststoffmaterialien bestehen. Üblicherweise für Batteriepackgehäuse verwendete Kunststoffmaterialien umfassen Acrylnitril-Butadien-Styrol (ABS), Polycarbonat (PC) oder Polyamid (PA), wie zum Beispiel PA6 oder PA12. Diese Kunststoffmaterialien weisen gute mechanische Eigenschaften und eine ausreichende Wärmeleitfähigkeit auf, die sie für einen Einsatz als Batteriepackgehäuse für die meisten gegenwärtig im Handel befindlichen Batteriezellen geeignet macht. Jedoch geht die Entwicklung von neueren Batteriezellen in Richtung einer Vergrößerung des Leistungsumsatzes, wodurch auch die Verlustleistung größer wird, so dass im Inneren des Gehäuses mehr Wärme freigesetzt wird und schneller an die Umgebung abgeführt werden muss, um eine Überhitzung der Batteriezellen zu vermeiden. Da das Gehäuse von Batteriepacks gewöhnlich dicht verschlossen ist, um ein Eindringen von Feuchtigkeit zu verhindern, muss die Wärmeabfuhr durch die Wand des Gehäuses hindurch erfolgen. Mit einer Wärmeleitfähigkeit von 0,17 W/mK (ABS), 0,21 W/mK (PC) und 0,29 W/mK PA6 nach DIN 52612 weisen die zuvor genannten üblichen Werkstoffe für Batteriepackgehäuse jedoch keine weiteren Reserven mehr auf, so dass nach Lösungen zur Verbesserung der Wärmeabfuhr gesucht werden muss.

**[0004]** Aus der Literatur ist zwar bereits eine ganze Reihe von Kunststoffmaterialien mit zum Teil erheblich höheren Wärmeleitfähigkeiten bekannt. Diese Kunststoffmaterialien sind jedoch für Batteriepackgehäuse zumeist ungeeignet, weil sie entweder keine ausreichenden mechanischen Eigenschaften aufweisen oder für diesen Einsatzzweck schlicht zu teuer sind.

### Vorteile der Erfindung

**[0005]** Demgegenüber bietet der erfindungsgemäße Batteriepack mit den im Anspruch 1 genannten Merkmalen den Vorteil, dass er nicht nur eine ausreichende Wärmeleitfähigkeit zur Ableitung auch der

von Hochleistungsbatterien im Gehäuseinneren erzeugten Wärme sowie zufriedenstellende mechanische Eigenschaften für den Einsatz als Batteriepackgehäusewerkstoff aufweist, sondern darüber hinaus sehr preiswert ist und mittels üblicher konventioneller Formverfahren hergestellt werden kann.

**[0006]** Überraschenderweise hat sich ergeben, dass sich Polyethylen, das bisher vor allem als Massenkunststoff eingesetzt, bei der Herstellung technisch hochwertiger Artikeln jedoch eher seltener verwendet wird, besonders gut als Werkstoff für Batteriepackgehäuse eignet, weil seine Wärmeleitfähigkeit erheblich höher ist als die der eingangs genannten konventionellen Batteriepackgehäusewerkstoffe, weil es diesen im Hinblick auf die meisten, für Batteriepacks geforderten oder gewünschten Festigkeitseigenschaften kaum nachsteht und sogar eine höhere Bruchfestigkeit besitzt, und weil es darüber hinaus äußerst preisgünstig ist. Die höhere Wärmeleitfähigkeit von Polyethylen ist insofern überraschend, als andere unmodifizierte technische Polyolefine keine vergleichbare Wärmeleitfähigkeit aufweisen. Zum Beispiel besitzt Polypropylen (PP) mit einem Wert von 0,22 W/mK eine Wärmeleitfähigkeit die nur unwesentlich höher ist als diejenige von Polycarbonat (PC) und erheblich geringer als diejenige von Polyamid 6 (PA6). Je nach Art des Polyethylens gibt es darüber hinaus beträchtliche Unterschiede bei der Wärmeleitfähigkeit, wobei diese bei Polyethylen geringer Dichte (PE-LD) mit etwa 0,3 W/mK am geringsten ist, während sie bei Polyethylen hoher Dichte (PE-HD) und bei hochmolekularem Polyethylen (PE-HMW) und ultrahochmolekularem Polyethylen (PE-UHMW) bei etwa 0,4 bis 0,42 W/mK liegt. Es wird als Werkstoff für die erfindungsgemäßen Batteriepackgehäuse Polyethylen hoher Dichte mit einer Dichte von mehr als 0,93 g/cm<sup>3</sup> verwendet, da seine mechanischen Eigenschaften, wie Bruchfestigkeit, bei gleichzeitig geringeren Materialkosten besser als diejenigen von hochmolekularem Polyethylen (PE-HMW) und ultrahochmolekularem Polyethylen (PE-UHMW) und für Batteriepackgehäuse mehr als zufriedenstellend sind.

**[0007]** Ein weiterer Vorteil einer Verwendung von Polyethylen hoher Dichte mit einer Wärmeleitfähigkeit von etwa 0,4 bis 0,42 W/mK besteht darin, dass diese Wärmeleitfähigkeit in etwa der maximalen Wärmeleitfähigkeit des Batteriezellenmaterials selbst entspricht. Bei Vermeidung von isolierenden Luftspalten zwischen der Gehäusewand und den Zelle bedeutet dies, dass die Gefahr einer Überhitzung der Zelle durch eine weitere Steigerung der Wärmeleitfähigkeit des Gehäusematerials nicht notwendigerweise verringert werden kann, da dann die Ableitung der Wärme aus der Zelle heraus den im Hinblick auf die Überhitzungsgefahr begrenzenden Faktor für die maximale Leistungsumsetzung in der Zelle darstellt.

**[0008]** Zur Vermeidung von isolierenden Luftspalten zwischen der Gehäusewand und den Zellen sieht eine weitere bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung vor, dass eine die Batteriezelle umgebende Außenwand des Gehäuses mindestens mit der Hälfte ihrer inneren Wandoberfläche gegen eine benachbarte Umfangsfläche der Batteriezelle anliegt. Durch eine solche großflächige Anlage der Umfangsfläche von der oder jeder Batteriezelle an der Gehäuseaußenwand werden luftgefüllte Zwischenräume zwischen der oder den Zellen und der Außenwand so weit wie möglich vermieden, wodurch der Wärmeübergang aus der oder jeder Zelle in die Gehäusewand verbessert und damit der Wärmewiderstand zwischen den Batteriezellen und der Umgebung verringert werden kann.

**[0009]** Während bei Batteriepacks mit einem Einzelzellenquerschnitt für eine oder mehrere übereinander angeordnete zylindrische Batteriezellen um den gesamten Umfang der Zelle herum für ein formschlüssige Anlage zwischen der Umfangsfläche der Zelle und der Gehäusewand gesorgt werden kann, ist dies bei Batteriepacks mit einer Mehrzahl von nebeneinander in das Gehäuse eingesetzten zylindrischen Batteriezellen nicht möglich, weshalb dort zweckmäßig vorgesehen wird, dass die Gehäusewand zwischen benachbarten Batteriezellen nach innen einspringende Wandbereiche aufweist, um die Anlagefläche so weit wie möglich zu vergrößern und eine größere äußere Oberfläche zu schaffen.

**[0010]** Um auch ein Auftreten von dünnen Luftspalten zwischen den einander gegenüberliegenden Anlageflächen der Batteriezellen und der Gehäusewand zu vermeiden, werden die Batteriezellen und die Gehäuseaußenwand im Bereich der Anlageflächen vorzugsweise gegeneinander angepresst, wodurch der Wärmeübergang in die Gehäusewand weiter verbessert werden kann. Diese Anpressung kann zweckmäßig durch eine elastische Verformung des Polyethylenmaterials des Gehäuses beim Einführen der Zellen erreicht werden, zum Beispiel bei Batteriepacks mit einer Mehrzahl von nebeneinander in das Gehäuse eingesetzten zylindrischen Batteriezellen vorzugsweise durch elastische Verformung von zwischen zwei benachbarten Zellen nach innen einspringenden Wandbereichen. Es wird zum selben Zweck nach dem Einsetzen der Zellen ein Kern in den frei bleibenden Zwickel zwischen benachbarten Zellen eingeführt, der diese Zellen oder einen Teil dieser Zellen gegen einen dem Kern gegenüberliegenden Bereich der Gehäuseaußenwand anpresst.

**[0011]** Da die Kratzfestigkeit von Polyethylen hoher Dichte (PE-HD) nicht ganz derjenigen der eingangs genannten konventionellen Batteriepackgehäusewerkstoffen entspricht, können bei der Herstellung des Gehäuses Füllstoffe in Form von pulver- oder plättchenförmigen Substanzen mit einer Parti-

kelgröße von weniger als 20 µm und vorzugsweise von weniger als 10 µm in das Kunststoffmaterial des Gehäuses zugesetzt werden. Durch eine geeignete Auswahl der Füllstoffe und ihres Gewichts- oder Volumenanteils im Kunststoffmaterial lässt sich darüber hinaus bei Bedarf die Wärmeleitfähigkeit des Kunststoffmaterials des Gehäuses noch etwas erhöhen bzw. an die Wärmeleitfähigkeit der Batteriezellen selbst anpassen, indem zum Beispiel Füllstoffe in Form von Metallpulvern oder pulverförmigen Metalloxiden, wie Aluminium oder Aluminiumoxiden, verwendet werden.

#### Figurenliste

**[0012]** Die Erfindung wird nachfolgend in einem Ausführungsbeispiel anhand der zugehörigen Zeichnung näher erläutert. Es zeigt:

**Fig. 1:** eine Draufsicht auf einen Batteriepack mit einer Mehrzahl von Batteriezellen.

#### Beschreibung des Ausführungsbeispiels

**[0013]** Der in der Zeichnung dargestellte Batteriepack **2** dient als Stromversorgung für ein Elektrogerät, wie beispielsweise ein handgeführtes Elektrowerkzeug. Er besteht im Wesentlichen aus einem am oberen Stirnende offenen Gehäuse **4**, einer oder mehreren Lagen von nebeneinander im Gehäuse **4** angeordneten Batteriezellen **6** (in der Zeichnung ist nur die oberste Lage sichtbar), sowie einem Verschluss (nicht dargestellt), der das Gehäuse **4** am Stirnende der obersten Lage von Zellen **4** verschließt. Der in der Regel von einem Teil des Elektrogeräts gebildete Verschluss umfasst zwei Kontakte, die beim Verschließen des Gehäuses **4** mit Anschlusskontakten des Batteriepacks **2** in Berührung treten, um die im Gehäuse **4** untergebrachten, in Reihe oder parallel geschalteten Zellen **6** mit einem Stromkreis des Verbrauchers des Elektrogeräts zu verbinden.

**[0014]** Das Gehäuse ist einstückig durch Spritzgießen aus Polyethylen hoher Dichte (PE-HD) hergestellt, wobei es außer einer Bodenwand (nicht sichtbar) und einer Umfangswand **8** einen an einer Seite der Umfangswand **8** angeformten, im folgenden nicht näher beschriebenen Verriegelungs- und Anschlussenteil **10** zur lösbaren Befestigung des Batteriepacks **2** am Elektrogerät und zur Herstellung der elektrischen Verbindung zwischen den Zellen **6** und einem Stromkreis des Verbrauchers des Elektrogeräts umfasst. Das zur Herstellung des Gehäuses **4** verwendete Polyethylen hoher Dichte (PE-HD) weist eine Dichte von etwa 0,96 g/cm<sup>3</sup> nach ISO 1183, eine Wärmeleitfähigkeit von etwa 0,42 W/mK nach DIN **52 612** und einen Zug-Elastizitätsmodul von etwa 1350 MPa nach ISO 527 auf.

**[0015]** Bei dem dargestellten Batteriepack **2** enthält das Gehäuse insgesamt zehn zylindrische Batterie-

zellen **6** in jeder Lage von Zellen **6**, die in Form von fünf Reihen von je zwei Zellen **6** nebeneinander angeordnet sind, wobei die Zellen **6** von benachbarten Reihen in Querrichtung abwechselnd nach links und recht versetzt sind, um eine optimale Platzausnutzung zu erreichen. Oberhalb der oberen Stirnenden der Zellen **6** sind zwei im Umriss kreuzförmige Zellenverbinder **12** aus einem elektrisch leitendem Metallblech vorgesehen, die jeweils gleichnamige Pole von vier benachbarten Zellen **6** miteinander verbinden.

**[0016]** Um die Umfangswand **8** des Gehäuses **4** möglichst eng an die Form des äußeren Umrisses des Verbundes der Zellen **6** jeder Lage anzupassen, ist die Umfangswand **8** in den durch den Versatz der Zellen benachbarter Reihen gebildeten Lücken **14** zwischen den äußeren Zellen **6** zweier im Abstand angeordneter Zellenreihen sowie in nach außen divergierenden Zwickeln **16** zwischen zwei benachbarten Zellen **6** so geformt, dass sie nach innen zu in die Lücken **14** bzw. in die Zwickel **16** einspringende Wandabschnitte **18** bzw. **20** aufweist. Durch diese Anpassung kann zum einen die Größe der Anlagefläche zwischen den Zellen **6** und der Umfangswand **8** maximiert werden, so dass diese trotz der zylindrischen Querschnitte der Zellen **6** mindestens entlang der Hälfte ihres Umfangs gegen die Umfangsflächen **22** von Batteriezellen **6** anliegt. Zum anderen können luftgefüllte isolierende Zwischenräume zwischen den Umfangsflächen **22** der Zellen **6** und der Umfangswand **8** verkleinert und die äußere Oberfläche des Gehäuses **4** vergrößert werden, womit die Wärmeabfuhr aus den Zellen **6** an die Umgebung weiter verbessert wird.

**[0017]** In den Zwischenräumen zwischen den Zellen **6** jeder Lage ist ein elektrisch isolierender Abstandhalter **24** angeordnet, der die einander gegenüberliegenden Umfangsflächen **22** benachbarter Zellen **6** in einem geringen Abstand voneinander hält, um zum Beispiel Kurzschlüsse infolge von vibrationsbedingten Beschädigungen der Isolierung der Zellen **6** zu verhindern. Der Abstandhalter **24** besteht aus einem elastisch nachgiebigen bandartigen Körper geringer Wandstärke, der doppelwandig ausgebildet ist, wobei er sich eng gegen die Umfangsflächen **22** eines Teils der Zellen **6** anschmiegt und mit den Umfangsflächen **22** anderer Zellen **6** jeweils einen im Querschnitt halbmondförmigen Hohlraum **26** begrenzt. In den Zwickeln **28** zwischen jeweils drei benachbarten, im Dreieck angeordneten Zellen **6** begrenzt der doppelwandige Abstandhalter **24** einen im Querschnitt etwa dreieckigen Hohlraum **30**, der an einen der im Querschnitt halbmondförmigen Hohlräume **26** angrenzt. Nach dem Einsetzen der Zellen **6** in das Gehäuse **4** können in alle oder einen Teil der Hohlräume **30** zylindrische Kerne **32** eingeführt werden, deren äußere Querschnittsabmessungen etwas größer als die inneren Querschnittsabmessungen der Hohlräume **30** sind. Das Einführen der Kerne **32** wird

durch eine elastische Verformung des Abstandhalters **24** im Bereich der gerundeten Wände der Hohlräume **26** ermöglicht. Nach dem Einführen der Kerne **32** drücken diese die Zellen **6** auseinander, wobei die letzteren diametral gegenüber von den Kernen **32** mit ihren zylindrischen Umfangsflächen **22** gegen benachbarte, komplementär geformte Abschnitte **34** der Gehäuseumfangswand **8** angepresst werden, so dass sie formschlüssig und ohne Luftspalt gegen die letztere anliegen. Dazu trägt auch die inhärente Elastizität des Kunststoffmaterials der Umfangswand **8** bei, die zudem für einen Ausgleich ggf. vorhandener Durchmesserabweichungen der Zellen **6** sorgt.

**[0018]** Obwohl die Batteriezellen **6** bei dem dargestellten Batteriepack **2** als Monozellen mit kreisförmigem Querschnitt ausgebildet sind, versteht sich, dass das Gehäuse **4** des Batteriepacks **2** bei Verwendung von Zellen **6** mit anderen Querschnittsformen eine an diese angepasste Gestalt aufweist. Vorzugsweise wird der Batteriepack **2** für Li-Ionen-Batteriezellen **6** verwendet.

### Patentansprüche

1. Batteriepack zur Stromversorgung eines Elektrowerkzeugs, mit einem Verriegelungs- und Anschlusssteil (10) zur lösbaren Befestigung des Batteriepacks (2) am Elektrowerkzeug, mit einem mindestens teilweise aus Kunststoff bestehenden Gehäuse (4), das mindestens eine Batteriezelle (6) aufnimmt, wobei das Gehäuse (4) eine Mehrzahl von Batteriezellen (6) aufnimmt, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kunststoff ein Polyethylen hoher Dichte mit einer Dichte von mehr als 0,93 g/cm<sup>3</sup> ist, und dass zwischen benachbarten Batteriezellen (6) ein Kern (32) in das Gehäuse (4) eingesetzt ist, der die Batteriezellen (6) gegeneinander und/oder gegen eine benachbarte äußere Begrenzungswand (8) des Gehäuses (4) anpresst.
2. Batteriepack nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die die Batteriezelle (6) umgebende äußere Begrenzungswand (8) des Gehäuses (4) aus dem Polyethylen besteht.
3. Batteriepack nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Begrenzungswand (8) mindestens entlang der Hälfte ihrer Wandfläche gegen die Batteriezelle (6) anliegt.
4. Batteriepack nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Begrenzungswand (8) und die Batteriezelle (6) gegeneinander angepresst werden.
5. Batteriepack nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die äußere Begrenzungswand (8) des Gehäuses (4) zwi-

schen benachbarten Batteriezellen (6) nach innen einspringende Wandabschnitte (18, 20) aufweist.

6. Batteriepack nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Polyethylen mindestens einen Füllstoff enthält.

7. Batteriepack nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Füllstoff ein pulverförmiger mineralischer oder metallischer Füllstoff ist.

8. Batteriepack nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Füllstoff eine Partikelgröße von weniger als 20  $\mu\text{m}$  aufweist.

9. Batteriepack nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gehäuse (4) einstückig ausgebildet ist und an zumindest zwei Batteriezellen (6) anliegt.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

