

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
08. Februar 2018 (08.02.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/024784 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H01G 4/228 (2006.01) B23K 20/00 (2006.01)
H01G 9/008 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/069557
- (22) Internationales Anmeldedatum:
02. August 2017 (02.08.2017)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2016 114 414.2 04. August 2016 (04.08.2016) DE
10 2016 117 220.0 13. September 2016 (13.09.2016) DE
- (71) Anmelder: ELECTRONICON KONDENSATOREN GMBH [DE/DE]; Keplerstraße 2, 07549 Gera (DE).
- (72) Erfinder: GEITNER, Volker; An der Haardt 2, 07557 Hundhaupten (DE). LIMMER, Patrick; Zschochernstraße 38, 07545 Gera (DE). REGENSBURG, Anna; An der Schlossmauer 2a, 98693 Ilmenau (DE). SCHÜRER, René; Geschwister-Scholl-Str. 4a, 98693 Ilmenau (DE).
- (74) Anwalt: KRUSPIG, Volkmar; Meissner, Bolte Patentanwälte Rechtsanwälte Partnerschaft mbB Geschwister-Scholl-Str. 15, 07545 Gera (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP,

(54) Title: ELECTRICAL CONNECTION ASSEMBLY HAVING TEAR-OFF PROTECTION FUNCTION

(54) Bezeichnung: ELEKTRISCHE VERBINDUNGSANORDNUNG MIT ABREIßSICHERUNGSFUNKTION

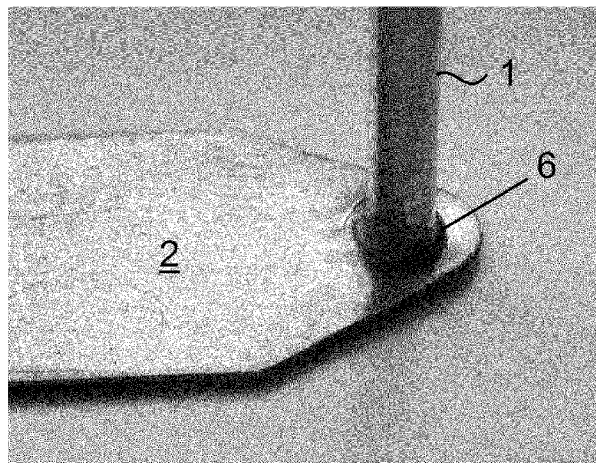


Fig. 4

(57) Abstract: The invention relates to an electrical connection assembly having tear-off protection functions, in particular for capacitors or similar electrical or electronic components, wherein the connection consists of a stiff, wire-shaped first connection element and a thin-walled, band- or strip-shaped, plate- or film-shaped second connecting element, there being an integral bond between the first and second connecting elements at a contacting and connection point, wherein the contacting and connection point is realized by friction stir welding and the friction stir welding connection region forms a mechanical tear-off protection means having a defined tear-off force and a high capacity for carrying pulse currents.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine elektrische Verbindungsanordnung mit Abreißsicherungsfunktionen, insbesonde-



WO 2018/024784 A1

KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

re für Kondensatoren oder dergleichen elektrischer oder elektronischer Bauelemente, wobei die Verbindung aus einem steifen, drahtförmigen, ersten sowie einem dünnwandigen, band- oder streifenförmigen, blech- oder folienförmigen, zweiten Verbindungselement besteht sowie zwischen dem ersten und dem zweiten Verbindungselement an einer Kontakt- und Verbindungsstelle Stoffschluss vorliegt, wobei die Kontakt- und Verbindungsstelle durch Rührreißschweißen realisiert ist und der Rührreißschweißverbindungsbereich eine mechanische Abreißsicherung mit definierter Abreißkraft und hoher Impulsstromtragfähigkeit bildet.

Elektrische Verbindungsanordnung mit Abreißsicherungsfunktion

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine elektrische Verbindungsanordnung mit Abreißsicherungsfunktion, insbesondere für Kondensatoren oder dergleichen elektrische oder elektronische Bauelemente, wobei die Verbindung aus einem steifen, drahtförmigen, ersten sowie einem dünnwandigen, band- oder streifenartigen, blech- oder folienförmigen, zweiten Verbindungselement besteht sowie zwischen dem ersten und dem zweiten Verbindungselement an einer Kontakt- und Verbindungsstelle Stoffschluss vorliegt gemäß Oberbegriff des Patentanspruches 1.

10 Aus der DE 213 092 A1 sind elektrische Kondensatoren auch großer Blindleistung vorbekannt, welche ein Abschaltelement besitzen. Gemäß der dortigen Aufgabe wird eine Abschaltsicherung vorgeschlagen, die sich dadurch auszeichnet, dass die in ihr erzeugte Verlustwärme klein bleibt und dass bei geringerer Schaltkraft gleichzeitig ein sicheres Abschalten vom Netz möglich ist.

15 Dies wird dadurch erreicht, dass die aus Leitermaterial gebildete Abschaltsicherung aus einem blechförmigen und bis zu einem erforderlichen Querschnitt der Stromstärke entsprechend eingeschnittenen Streifen gebildet ist, wobei ein Teilstreifen so um 180° gebogen wird, dass dieser bei Zugbelastung infolge einer Überdruckes im Kondensator einer
20 Abtrennung unterliegt, so dass gleichzeitig der defekte Kondensator von der Spannungsquelle getrennt wird.

Beispielsweise aus der DD 114 165 A1 ist das Grundprinzip von Abreißsicherungen vorbekannt, bei welchen auf eine Sollbruchstelle mit vermindertem Querschnitt eingegangen wird, der durch Quetschen oder
25 Abtragen eines Teiles der Querschnittsfläche eines Leiters erzielt wird.

Nachteilig ist bei derartigen Sollbruchstellen die Tatsache, dass durch die Querschnittsverminderung eine Stromengstelle entsteht, die eine

Widerstandserhöhung und damit zusätzliche Stromwärmeverluste zur Folge hat.

Bei dem elektrischen Kondensator mit niedriger Eigeninduktivität nach DD 264 781 A1 werden als Verbindungselemente zwischen dem Kondensatorwickel und den äußeren Anschlüssen streifen- oder bandförmige Leiter verwendet, die in Höhe der oberen Kontaktschicht beidseitig auf einem überstehenden Isolationsträger aufgebracht sind und so als Bandleiter zu den äußeren Anschlüssen führbar sind. Als Anschlüsse an die bandförmigen Leiter dienen rechtwinkelig angesetzte mit Gewinde versehene Schaltstücke. Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß DD 264 781 A1 ist eine Überdruck-Abreißsicherung realisiert, wobei hierfür in dem bandförmigen Leiter eine Sollbruchstelle, zum Beispiel in Form einer Kerbe oder eines gestanzten Loches eingebracht ist. Im Kondensatorbecher befindet sich eine gestauchte Sicke, die sich bei Überdruck öffnet und so eine Gehäuseverlängerung und das Abreißen des betreffenden Leiters bewirkt.

Bei dem Kondensator mit Abreißsicherung nach CH 472103 ist der Abreißdraht an seinem aus dem Kondensatorgehäusedeckel herausragenden Ende derartig verformt, dass das herausragende Drahtende bei einer Streckung des Gehäuses vom Deckel mitgenommen wird. Das betreffende herausragende Ende des Abreißdrahtes ist bei einer Ausführungsform abgebogen und bei einer weiteren Variante gequetscht.

Bekannt sind weiterhin Lösungen zum Schweißen von Kupfer und Kupferlegierungen. Dabei ist das sogenannte Rührreibschweißen ein Verfahren, bei dem die Prozesswärme und der notwendige Druck von einem Werkzeug durch Rotation erzeugt wird. Das Werkzeug besteht aus einem rotierenden Zapfen, an dem ein Stift zentrisch befestigt sein kann. Der Stift ist üblicherweise kürzer als die zu verschweißende Materialdicke und wird rotierend in die Stoßflächen der Werkstücke gedrückt. Selbige werden gegeneinander und auf einer Unterlage befestigt, um die wirkenden Kräfte aufzunehmen. Ähnlich wie beim Reibschweißen wird der Werkstoff aufgrund der entstehenden Reibungswärme plastifiziert und dann vom Werkzeug nach oben und außen transportiert. Durch die

Unterlage und die Stirnfläche des Werkzeugzapfens bleibt das Schweißgut im Stoß eingeschlossen und bildet die Schweißnaht. Mit einem derartigen Verfahren sind sowohl linien- als auch punktförmige Verbindungen im Stumpf- und Überlappstoß möglich.

- 5 Ein Werkzeug zum Herstellen derartiger Reibschweißverbindungen ist beispielsweise in der DE 10 2012 112 413 A1 offenbart. Mit dem vorbe-
- 10 kannten Werkzeug kann eine Reibschweißverbindung zwischen einem Draht und dem Substrat realisiert werden, wobei zusätzlich die Anwendung von Ultraschallenergie erforderlich ist. Nach der Verformung und zu Beginn
- 15 oder während des Ausführens der Ultraschallbiegeschwingungen liegt hier eine Kontakthilfsfläche, welche zum Zeitpunkt des Aktivierens der Ultraschallquelle den Draht nicht berührt, infolge einer weiteren Verformung des Drahtes und/oder einer weiteren Absenkung des Werkzeuges in Richtung des Substrats an dem Draht an. Hierdurch soll
- die Verbindungsqualität und somit das Ergebnis der Reibschweißung verbessert werden.

Aus dem Vorgenannten ist es Aufgabe der Erfindung, eine weiter-

20 entwickelte elektrische Verbindungsanordnung mit Abreißsicherungs-

funktion, insbesondere für Kondensatoren oder dergleichen elektrischer oder elektronischer Bauelemente anzugeben, wobei die Verbindung zum

einen eine hohe Stromtragfähigkeit und damit Impulsstromfestigkeit besitzen soll und andererseits aber mit dem Aufbringen definierter Kräfte ein sicheres Erreichen der gewünschten Abreißfunktion möglich wird. Ein

25 thermisch bedingtes Zerstören der elektrischen Verbindung, wenn

beispielsweise infolge von Kurzschlüssen eine hohe Impulsstrombelastung im Kondensator vorliegt, soll unterbunden werden. Insofern stellt sich der

Erfindung die Aufgabe, den Widerspruch zwischen einer hohen

30 Stromtragfähigkeit und einer für die Abreißfunktion notwendigen elektrischen Trennstelle zu sichern, andererseits aber zu gewährleisten,

dass eine sichere Abreißfunktion gegeben ist, und zwar ohne dass zu hohe Kräfte auf die Trennstelle einwirken müssen oder dass die Notwendigkeit besteht, diesbezüglich kraftverstärkende Maßnahmen vorzusehen, die die Kosten für eine derartige Abreißsicherung erhöhen.

Ein weiteres erfindungsgemäß zu lösendes Problem besteht darin, dass die elektrische Verbindungsanordnung von einem steifen, drahtförmigen, ersten Verbindungselement ausgeht, das mit einem zweiten Verbindungselement zu kontaktieren ist, welches hingegen dünnwandig, band- oder streifenförmig bzw. blech- oder folienförmig ist. Damit besitzen die zu verbindenden Elemente völlig unterschiedliche Eigenschaften hinsichtlich ihrer Stabilität, was dazu führte, dass im Stand der Technik üblicherweise großflächige Lötverbindungen zwischen dem drahtförmigen Leiter und dem bandförmigen Anschlussstreifen realisiert wurden und im Leiter die eingangs erwähnte Einkerbung mit Abreißfunktion ausgebildet wurde, mit dem Nachteil der hierdurch entstehenden Stromengstelle.

Die Lösung der Aufgabe der Erfindung erfolgt mit der elektrischen Verbindungsanordnung gemäß der Merkmalskombination nach Patentanspruch 1, wobei die Unteransprüche mindestens zweckmäßige Ausgestaltungen und Weiterbildungen umfassen.

Die Erfindung geht also von einer elektrischen Verbindungsanordnung mit Abreißfunktion insbesondere für Kondensatoren oder ähnliche elektrische oder elektronische Bauelemente aus. Die Verbindung umfasst ein erstes, steifes, drahtförmiges Verbindungselement und ein zweites, band- oder streifenartiges, blech- oder folienförmiges, dünnwandiges zweites Verbindungselement. Zwischen dem ersten und dem zweiten Verbindungselement wird eine Kontakt- und Verbindungsstelle durch Stoffschluss geschaffen.

Erfindungsgemäß ist die Kontakt- und Verbindungsstelle durch Rührreißschweißen realisiert, wobei der Rührreißschweißverbindungsbereich eine mechanische Abreißsicherung mit definierter Abreißkraft und hoher Impulsstromtragfähigkeit bildet.

Ein erster Grundgedanke liegt also in der Anwendung des an sich bekannten Rührreißschweißens für die Ausbildung einer elektrischen Verbindungsanordnung mit Abreißsicherungsfunktion, wobei gemäß dem weiteren Erfindungsgedanken die eigentliche Rührreißschweißverbindung die Abreißsicherung darstellt.

Die so geschaffene stromtragfähige Verbindung zwischen drahtförmigem Leiter einerseits und bandförmigen Leiter andererseits ist insbesondere für Hochleistungskondensatoren einsetzbar und vorteilhaft.

5 Es besteht keine Notwendigkeit, eine mechanische Einengung zur Bildung definierter Abreißkräfte vorzusehen, so dass nachteilige Stromengstellen vermeidbar sind. Die Verbindung von Kontaktdraht mit Kupferbändchen durch Reibschweißen und die hierbei variierbaren Parameter gestatten die Möglichkeit der Schaffung ausreichend stromtragfähiger elektrischer Kontakte und als Gewährleisten reproduzierbare Ausreißkräfte des Drahtes
10 bezogen auf die Kupferfolie bzw. das Kupferband.

Zur Ausbildung der Rührreibschweißverbindung eignet sich im Ergebnis umfangreicher Versuche insbesondere das Rührreibpunktschweißen.

In bevorzugter Weise ist das erste Verbindungselement mit einer Stirnfläche im Wesentlichen senkrecht auf einem Oberflächenabschnitt
15 des zweiten Verbindungselementes stehend durch das erwähnte Rührreibschweißen verbunden.

Die Anbringung der Fügepartner findet dabei so statt, dass die Oberfläche des zweiten Verbindungselementes, das heißt des band- oder streifenförmigen bzw. blech- oder folienförmigen Teiles zur Stirnseite des
20 Drahtes angeordnet ist und eine Überlappung vorgesehen wird. Der so entstehende Überlappstoß wird im Anschluss durch das eingesetzte rotierende Reibwerkzeug gefügt, welches überwiegend in das zweite Verbindungselement eintaucht. Im Besonderen ist wegen Fügepartnerpositionierung ein Überstand des steifen, drahtförmigen, ersten
25 Verbindungselementes vorzusehen, so dass zusätzliches Material bereitsteht, um das in der Fügezone zu erwärmende und zu transportierende Materialvolumen zu erhöhen.

Bei einer Ausführungsform können Kavitäten an der Stirnseite des notwendigen Werkzeuges vorgesehen sein, um einen Drahtüberstand über
30 eine Bohrung oder Ausnehmung im blechförmigen Fügepartner, das heißt dem zweiten Verbindungselement, zuzulassen und somit überstehendes

Material ergänzend zur Plastifizierung bereitzustellen und über die Zustellbewegung des Werkzeuges im Bereich der Verbindungszone umzuformen und mit dem dünnwandigen, blechförmigen, ersten Verbindungselement zu verbinden.

- 5 Es hat sich überraschenderweise gezeigt, dass mit dem Anwenden des Rührreißschweißverfahrens zur Ausbildung einer elektrischen Verbindungsanordnung diese zwischen zwei völlig unterschiedlich geformten Kontaktelementen realisierbar ist, ohne dass das Aufschmelzen der Grundwerkstoffe oder eines Zusatzwerkstoffes erforderlich ist. Durch
10 die Positionierung der Werkstücke, das heißt des ersten und zweiten Verbindungselementes sowie dem lokalen, reibbasierten Energieeintrag, können auch dünnwandige bzw. mechanisch gering belastbarere Bauteile gefügt werden, ohne dass es zu einer signifikanten Verformung außerhalb der eigentlichen Fügezone kommt. Darüber hinaus kann über die
15 Prozessführung und die resultierende Anbindungsfläche ein geforderter Festigkeitsbereich bzw. eine Vorgabe der Abreißkraft eingestellt werden.

Während des eigentlichen Reißschweißvorganges wirkt das rotierende Reißschweißwerkzeug auf die der Stirnfläche des ersten Verbindungselementes gegenüberliegende freie Oberfläche des zweiten Verbindungselementes ein.
20

Das erste Verbindungselement besitzt letztendlich außerhalb der Kontakt- und Verbindungsstelle keine Stromengstellen, wie es beim Stand der Technik erforderlich ist, um eine Abreißfunktion zu bewerkstelligen.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung liegt das Verhältnis
25 zwischen dem Durchmesser des ersten Verbindungselementes, das heißt des Drahtes, und der Dicke des zweiten Verbindungselementes, das heißt des Bandes oder der Folie, im Bereich von 5:1 bis 20:1.

Bevorzugt liegt der Durchmesser des ersten Verbindungselementes im Bereich von 1,5 bis 3 mm und es liegt die Dicke des zweiten Verbindungselementes im Bereich von 0,1 bis 0,5 mm.
30

In dem Abschnitt der Kontakt- und Verbindungsstelle weist in einer Ausbildung der Erfindung das zweite Verbindungselement eine reduzierte Breite auf. Dabei kann es sich um eine konisch verlaufende Verjüngung in Verbindung mit einem definierten Rundungsradius oder um die Ausbildung einer Spitze handeln.

Die Erfindung soll nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen und unter Bezugnahme auf Figuren sowie fotorealistischen Darstellungen näher erläutert werden.

Hierbei zeigen:

- 10 Fig. 1 und Fig. 2 perspektivische Darstellungen einer bekannten elektrischen Verbindungsanordnung für Leistungskondensatoren mit Abreißsicherungsfunktion mit erkennbarem bandförmigem Anschlusselement in Form einer Kupferfolie, großflächigem Lötkontakt sowie
15 einem drahtförmigen Leiter mit Quetschung (Fig. 1) und Ausstanzung (Fig. 2) zur Bildung einer Abreißschwächungsstelle, die gleichzeitig zu einer nachteiligen Stromengstelle führt;
- Fig. 3 eine prinzipielle Darstellung der erfindungsgemäßen
20 Ausbildung einer elektrischen Verbindungsanordnung mit Abreißsicherungsfunktion, wobei die Kontakt- und Verbindungsstelle durch Rührreibschweißen realisiert ist und der Rührreibschweißverbindungs Bereich die mechanische Abreißsicherung mit definierter Abreißkraft und hoher Impulsstromtragfähigkeit bildet;
25
- Fig. 4 eine fotorealistische Darstellung der Draufsicht auf die Kontakt- und Verbindungsstelle, betrachtet von der Drahtseite, das heißt von der Seite des ersten Verbindungselementes her;

Fig. 5 eine Darstellung ähnlich derjenigen nach Fig. 4, jedoch von der Unterseite, das heißt von der Seite aus, auf welche das Reibschweißwerkzeug einwirkt;

5 Fig. 6 einen Mikroschliff der Verbindungsstelle, welche gleichzeitig die eigentliche mechanische Abreißsicherung darstellt; und

10 Fig. 7 eine Seitenansicht sowie eine Draufsicht der elektrischen Verbindungsanordnung mit Kontakt- und Verbindungsstelle durch Rührreibschweißen realisiert mit beispielhaften Material- und Bemessungsangaben sowie der Geometrie des zweiten, bandförmigen Verbindungselementes im Bereich der Kontakt- und Verbindungsstelle.

15 Die Fig. 1 und 2 zeigen eine prinzipielle Ausbildung einer elektrischen Verbindungsanordnung mit Abreißsicherungsfunktion, wie sie beispielsweise bei Leistungskondensatoren zum Einsatz kommt, um zu verhindern, dass bei Überlastungssituationen die Gefahr des Explodierens des Kondensators besteht, indem durch die Abreißsicherung eine elektrische Netztrennung vorgenommen wird.

20 Die in den Fig. 1 und 2 gezeigte elektrische Verbindungsanordnung mit Abreißsicherungsfunktion geht von einem steifen, drahtförmigen ersten Verbindungselement 1 und einem dünnwandigen, band- oder streifenartigen, blech- oder folienförmigen, zweiten Verbindungselement 2 aus.

25 Im Bereich einer großflächigen Lötung 3, die durch Aufquetschen eines Endes des ersten Verbindungselementes 1 entstanden ist, liegt ein Stoffschluss zwischen dem ersten Verbindungselement 1 und dem zweiten Verbindungselement 2 vor.

30 Zum Erhalt einer Abreißsicherung wird im ersten, drahtförmigen Verbindungselement 1 eine Quetschung 4 oder eine Ausklinkung oder Ausstanzung 5 realisiert.

Durch diese materialeseitigen Einwirkungen und Veränderungen in der Struktur des ersten Verbindungselementes findet unter mechanischer Krafteinwirkung ein Zerstörungsvorgang statt, so dass die elektrische Sicherungsfunktion gegeben ist.

- 5 Die Quetschung 4 bzw. die Ausstanzung 5 hat bei entsprechender Impulsstrombelastung zur Folge, dass es zu einer lokalen Erwärmung aufgrund Widerstandserhöhung kommt. Dies wiederum ergibt eine Materialschwächung mit der Folge veränderter Duktilität des Materials und einem hierdurch nicht mehr reproduzierbarem Abreißverhalten.
- 10 Bei der erfindungsgemäßen Verbindungsanordnung gemäß Fig. 3 wird wiederum von einem ersten Verbindungselement 1 in Drahtform und einem zweiten Verbindungselement 2 in Bandform ausgegangen. Beide Verbindungselemente 1; 2 bestehen aus einem Kupfermaterial.

Bei einem Ausführungsbeispiel liegt der Durchmesser des Drahtes, das
15 heißt des ersten Verbindungselementes 1, bei 2 mm und die Dicke des Kupferbandes, das heißt des zweiten Verbindungselementes 2, bei etwa 0,3 mm. Die eigentliche Kontakt- und Verbindungsstelle 6 wird durch Reibschweißen ausgeführt bzw. erhalten. Diesbezüglich wird mit einem geeigneten Werkzeug mit Einspannen des zweiten Verbindungselementes 2
20 und gesicherter Zuführung des ersten Verbindungselementes 1 dieses senkrecht mit einer Stirnfläche unter Überstand positioniert.

Der Überstand beträgt beispielsweise 0,1 mm um eine Anpassung des plastifizierten Materials an die vorgesehene Verrundungsfase zu gewährleisten und die Kerbwirkung in der Fügezone zu reduzieren. Die
25 Einspannung des bandförmigen Verbindungselementes 2 erfolgt möglichst nahe am entsprechenden Werkzeug um eine unerwünschte Verformung zu minimieren. Als ein Reibschweißfügewerkzeug kann in einfacher Weise ein Werkzeug in kugelähnlicher Weise eingesetzt werden, welches entgegen der Schnittrichtung eine Rotationsbewegung ausführt. Die Drehzahl
30 erreicht hierbei von 2000 bis 3000 U/min und kann bis in den Bereich von 5000 U/min gehen. Ein beispielhafter Eintauchvorschub liegt im Bereich von 10 bis 200 mm je Minute mit einer Eintauchtiefe von 0,1 bis 0,5 mm je

nach Werkzeugausführung. Die Prozesskraft liegt ebenfalls je nach Werkzeugausführung im Bereich zwischen 150 und 2000 Newton.

Die fotorealistische Abbildung nach Fig. 4 zeigt eine Ansicht vergleichbar mit der zeichnerischen Darstellung nach Fig. 3 als Blick auf die Verbindungsstelle zwischen dem steifen, drahtförmigen ersten Verbindungselement und dem bandförmigen, dünnen, zweiten Verbindungselement. Gleichzeitig ist die bevorzugte Geometrie im Bereich der Kontakt- und Verbindungsstelle 6 erkennbar. Diesbezüglich liegt eine konisch zugespitzte Gestalt des zweiten Verbindungselementes vor, wobei ergänzend ein Rundungsradius vorgesehen ist. Der Winkel zwischen den sich ergebenden quasi Dreiecksschenkeln gemäß Fig. 4, 5 und 7 liegt bei ca. 60°.

Die Ansicht der Verbindungsstelle von unten gemäß Fig. 5 lässt die Position des Eintrittes des Werkzeuges erkennen. Diese Senkung ist auch im Mikroschliff der Verbindungsstelle gemäß Fig. 6 ersichtlich.

Der Bereich dieser Verbindungsstelle stellt die mechanische Abreißsicherung dar, welche über die notwendige Impulsstrom-Tragfestigkeit verfügt, wie durch umfangreiche Versuche bestätigt wurde.

Fig. 7 zeigt eine beispielhafte Ausbildung der erfindungsgemäßen Abreißsicherung mit beispielhafter Bemaßung, die jedoch keinesfalls einschränkend zu verstehen ist.

Diesbezüglich wird beim ersten Verbindungselement 1 von einem verzinnten Kupferdraht mit einem Durchmesser von im Wesentlichen 2 mm ausgegangen. Die beispielhafte Länge des Drahtes weist 60 mm auf.

Der verzinnte Kupferdraht wird gemäß Fig. 7 mit einer freien Stirnseite über eine Reibschweißverbindung mit der Oberfläche eines Kupferbandes als dem zweiten Verbindungselement 2 verbunden.

Die Dicke des Kupferbandes beträgt beispielsweise 0,3 mm.

Die Breite des Kupferbandes als dem zweiten Verbindungselement 2 ist gemäß Ausführungsbeispiel mit 10 mm gewählt, wobei im eigentlichen Bereich der Kontakt- und Verbindungsstelle 6 das Kupferband spitzwinkelig ausläuft und über einen Rundungsradius R2 verfügt. Der von den spitzwinkligen Schenkeln eingeschlossene Winkel beträgt beispielsweise 60°.

Zum Nachweis der Leistungsfähigkeit der weiterentwickelten elektrischen Verbindungsanordnung mit Abreißsicherungsfunktion wurden Vergleichsversuche zwischen einer klassischen Sicherung mit 2 mm Durchmessern und gekerbter bzw. gequetschter Drahtausführung mit einer 2 mm rührreibgeschweißten Sicherung durchgeführt.

Dabei zeigte es sich, dass unter Beachtung des Verhältnisses der Schmelzintegrale I^2t zur Anzahl der Stoßentladung bis zur Zerstörung der Sicherung die erfindungsgemäße Lösung dem Stand der Technik um den Faktor 3 bis 4 überlegen ist.

Ansprüche

1. Elektrische Verbindungsanordnung mit Abreißsicherungsfunktion, insbesondere für Kondensatoren oder dergleichen elektrischer oder elektronischer Bauelemente, wobei die Verbindung aus einem steifen, drahtförmigen, ersten (1) sowie einem dünnwandigen, band- oder streifenförmigen, blech- oder folienförmigen, zweiten (2) Verbindungselement besteht sowie zwischen dem ersten und dem zweiten Verbindungselement (1; 2) an einer Kontakt- und Verbindungsstelle (6) Stoffschluss vorliegt, dadurch gekennzeichnet, dass die Kontakt- und Verbindungsstelle (6) durch Rührreibschweißen realisiert ist und der Rührreibschweißverbindungsbereich eine mechanische Abreißsicherung mit definierter Abreißkraft und hoher Impulsstromtragfähigkeit bildet.
2. Elektrische Verbindungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Verbindungselement (1) mit einer Stirnfläche im Wesentlichen senkrecht auf einem Oberflächenabschnitt des zweiten Verbindungselementes (2) stehend durch Reibschweißen verbunden ist.
3. Elektrische Verbindungsanordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass während des Reibschweißvorganges das rotierende Reibschweißwerkzeug auf die der Stirnfläche des ersten Verbindungselementes (1) gegenüberliegenden freien Oberfläche des zweiten Verbindungselementes (2) einwirkt.
4. Elektrische Verbindungsanordnung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Verbindungselement (1) außerhalb der Kontakt- und Verbindungsstelle (6) keine Stromengstellen aufweist.

5. Elektrische Verbindungsanordnung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis zwischen dem Durchmesser des ersten Verbindungselementes (1) und der Dicke des zweiten Verbindungselementes (2) im Bereich von 5:1 bis 20:1 liegt.
6. Elektrische Verbindungsanordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser des ersten Verbindungselementes (1) im Bereich von 1,5 bis 3 mm und die Dicke des zweiten Verbindungselementes (2) im Bereich zwischen 0,1 und 0,5 mm liegt.
7. Elektrische Verbindungsanordnung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Abschnitt der Kontakt- und Verbindungsstelle (6) das zweite Verbindungselement eine reduzierte Fläche, insbesondere eine reduzierte Breite aufweist.
8. Elektrische Verbindungsanordnung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kontakt- und Verbindungsstelle (6) durch Rührreibpunktschweißen realisiert ist.

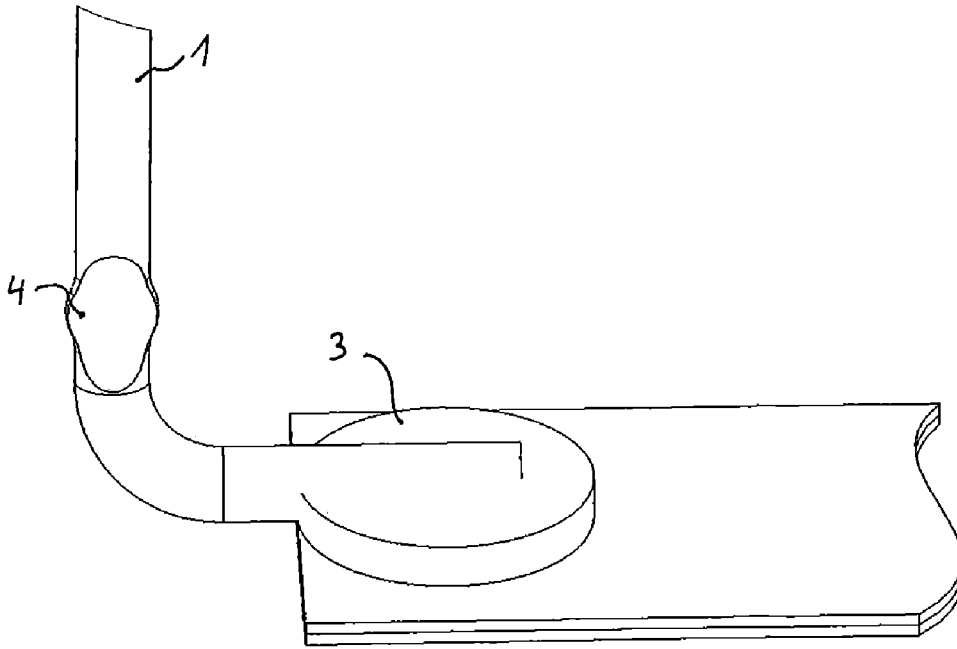


Fig. 1

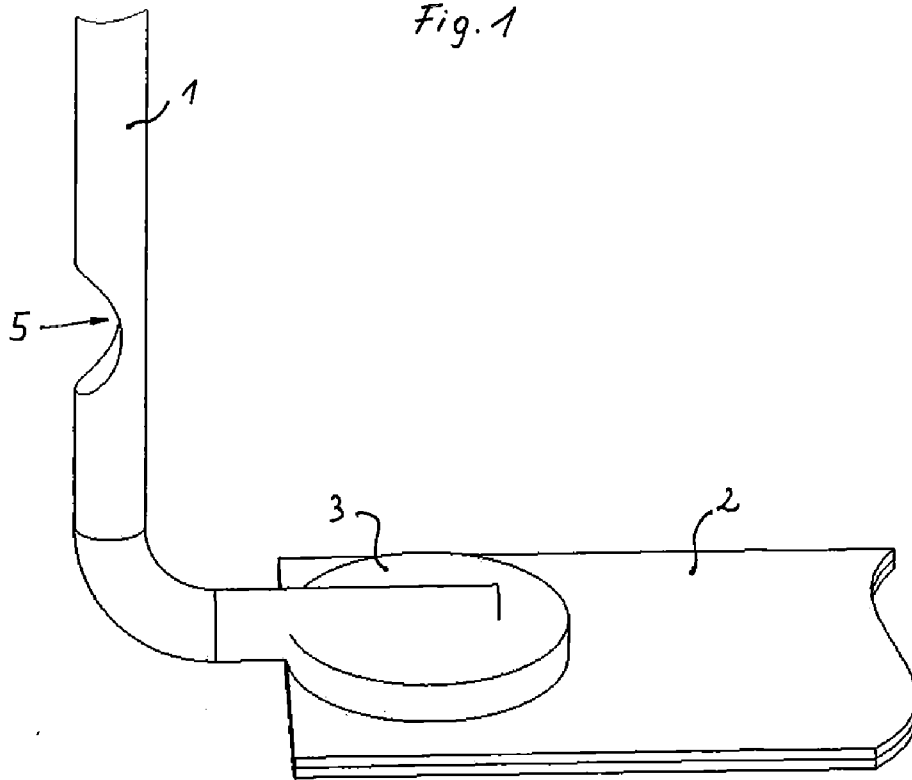


Fig. 2

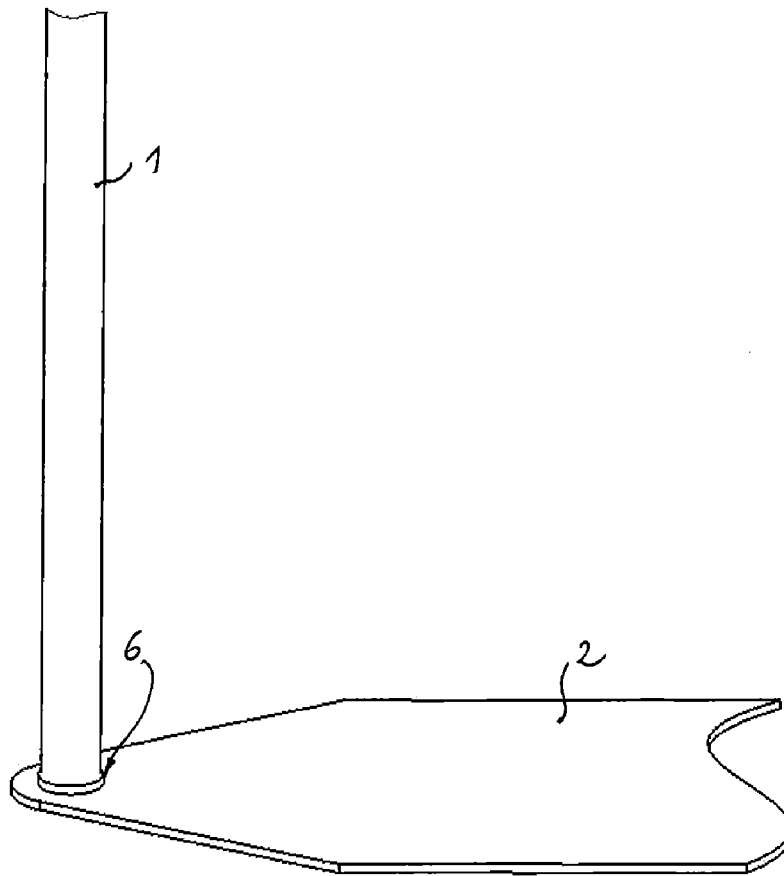


Fig.3

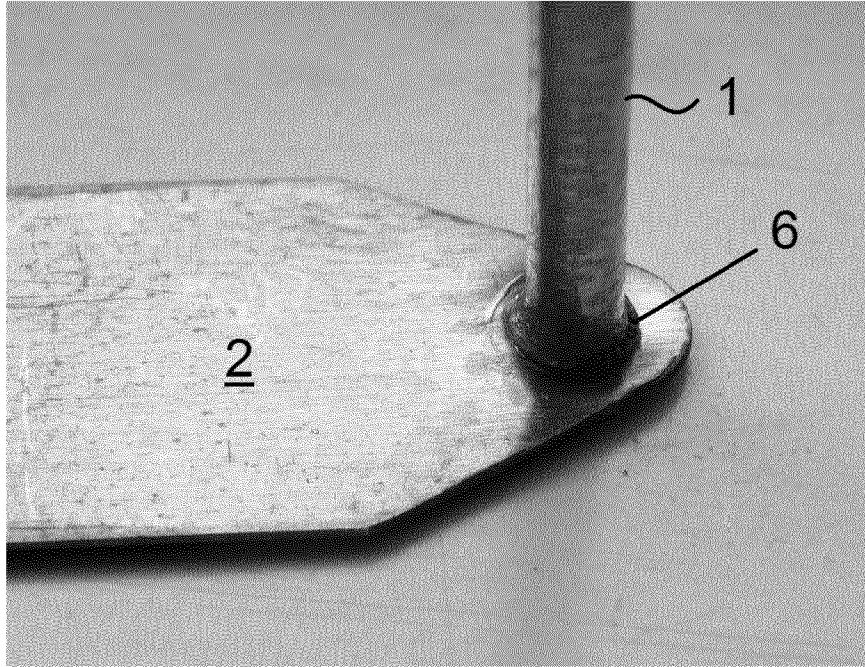


Fig. 4

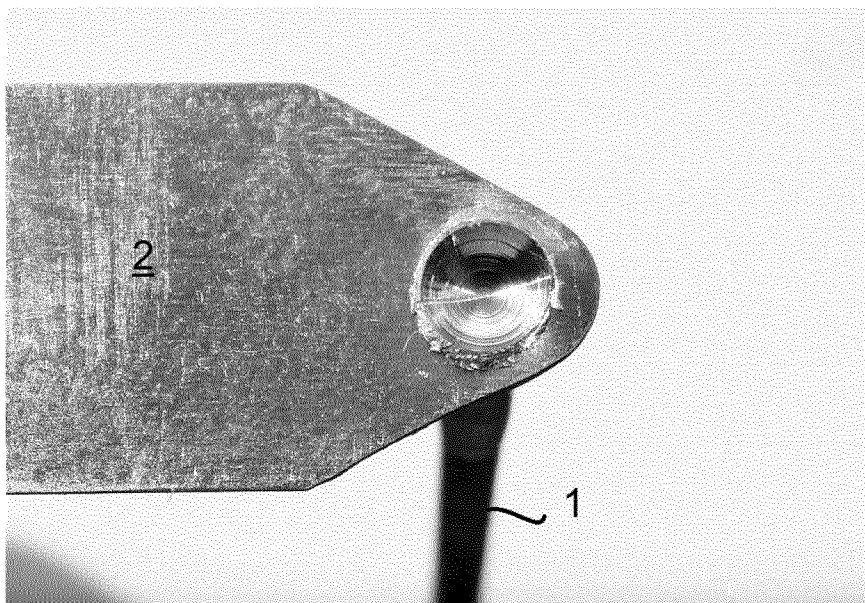


Fig. 5

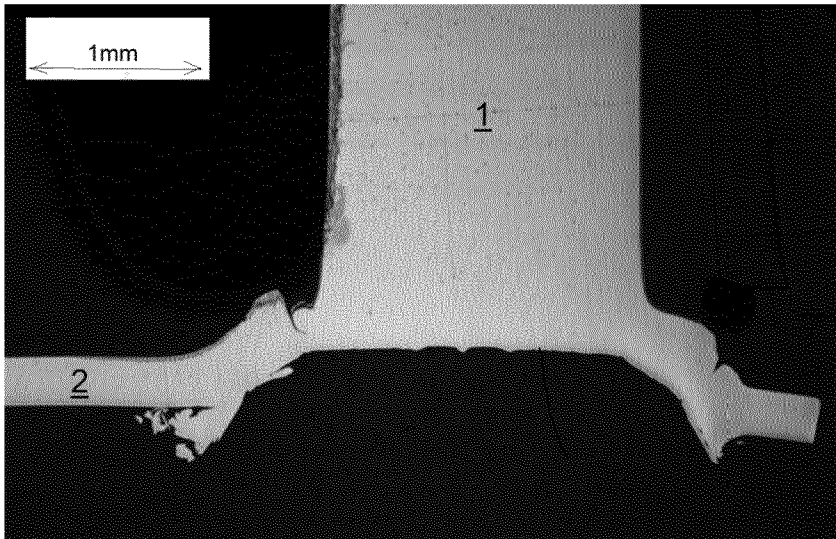


Fig. 6

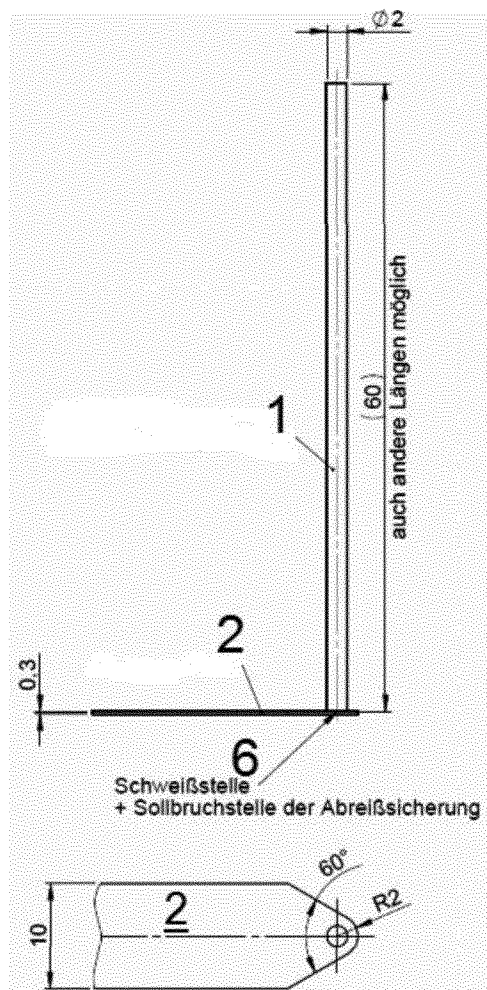


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/069557

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01G4/228 H01G9/008 B23K20/00
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01G B23K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2014 072273 A (HITACHI AIC INC) 21 April 2014 (2014-04-21)	1-4,8
A	paragraphs [0006], [0020]; claim 1; figure 2 the whole document	5-7
X	JP 2015 015211 A (SHOWA DENKO KK) 22 January 2015 (2015-01-22)	1-4,8
A	paragraphs [0001], [0029], [0030]; claim 1; figure 2 the whole document	5-7
X	DE 11 2013 006217 T5 (GS YUASA INT LTD [JP]; HONDA MOTOR CO LTD [JP]) 24 September 2015 (2015-09-24)	1-4,8
A	paragraphs [0009], [0068], [0069] the whole document	5-7
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 November 2017

Date of mailing of the international search report

27/11/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Dessaux, Christophe

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/069557

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2007/029368 A1 (KUBOUCHI TATSUO [JP] ET AL) 8 February 2007 (2007-02-08) the whole document	1-8
A	----- CN 1 762 033 A (NIPPON CHEMICON [JP]) 19 April 2006 (2006-04-19) the whole document	1-8
A	----- JP 2005 109070 A (NIPPON CHEMICON) 21 April 2005 (2005-04-21) the whole document	1-8
A	----- JP 2005 109229 A (NIPPON CHEMICON) 21 April 2005 (2005-04-21) the whole document	1-8
A	----- JP 2005 109280 A (NIPPON CHEMICON) 21 April 2005 (2005-04-21) the whole document	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2017/069557

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2014072273 A	21-04-2014	NONE	

JP 2015015211 A	22-01-2015	JP 6077409 B2	08-02-2017
		JP 2015015211 A	22-01-2015

DE 112013006217 T5	24-09-2015	CN 104904036 A	09-09-2015
		DE 112013006217 T5	24-09-2015
		JP W02014103874 A1	12-01-2017
		US 2015318519 A1	05-11-2015
		WO 2014103874 A1	03-07-2014

US 2007029368 A1	08-02-2007	JP 4442561 B2	31-03-2010
		JP W02004084244 A1	29-06-2006
		US 2007029368 A1	08-02-2007
		WO 2004084244 A1	30-09-2004

CN 1762033 A	19-04-2006	NONE	

JP 2005109070 A	21-04-2005	JP 4442173 B2	31-03-2010
		JP 2005109070 A	21-04-2005

JP 2005109229 A	21-04-2005	NONE	

JP 2005109280 A	21-04-2005	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01G4/228 H01G9/008 B23K20/00 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H01G B23K		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X A	JP 2014 072273 A (HITACHI AIC INC) 21. April 2014 (2014-04-21) Absätze [0006], [0020]; Anspruch 1; Abbildung 2 das ganze Dokument -----	1-4,8 5-7
X A	JP 2015 015211 A (SHOWA DENKO KK) 22. Januar 2015 (2015-01-22) Absätze [0001], [0029], [0030]; Anspruch 1; Abbildung 2 das ganze Dokument -----	1-4,8 5-7
X A	DE 11 2013 006217 T5 (GS YUASA INT LTD [JP]; HONDA MOTOR CO LTD [JP]) 24. September 2015 (2015-09-24) Absätze [0009], [0068], [0069] das ganze Dokument ----- -/--	1-4,8 5-7
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
15. November 2017		27/11/2017
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Dessaux, Christophe

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2007/029368 A1 (KUBOUCHI TATSUO [JP] ET AL) 8. Februar 2007 (2007-02-08) das ganze Dokument	1-8
A	----- CN 1 762 033 A (NIPPON CHEMICON [JP]) 19. April 2006 (2006-04-19) das ganze Dokument	1-8
A	----- JP 2005 109070 A (NIPPON CHEMICON) 21. April 2005 (2005-04-21) das ganze Dokument	1-8
A	----- JP 2005 109229 A (NIPPON CHEMICON) 21. April 2005 (2005-04-21) das ganze Dokument	1-8
A	----- JP 2005 109280 A (NIPPON CHEMICON) 21. April 2005 (2005-04-21) das ganze Dokument	1-8

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/069557

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2014072273 A	21-04-2014	KEINE	
JP 2015015211 A	22-01-2015	JP 6077409 B2 JP 2015015211 A	08-02-2017 22-01-2015
DE 112013006217 T5	24-09-2015	CN 104904036 A DE 112013006217 T5 JP W02014103874 A1 US 2015318519 A1 WO 2014103874 A1	09-09-2015 24-09-2015 12-01-2017 05-11-2015 03-07-2014
US 2007029368 A1	08-02-2007	JP 4442561 B2 JP W02004084244 A1 US 2007029368 A1 WO 2004084244 A1	31-03-2010 29-06-2006 08-02-2007 30-09-2004
CN 1762033 A	19-04-2006	KEINE	
JP 2005109070 A	21-04-2005	JP 4442173 B2 JP 2005109070 A	31-03-2010 21-04-2005
JP 2005109229 A	21-04-2005	KEINE	
JP 2005109280 A	21-04-2005	KEINE	