

(19)



(11)

EP 2 362 491 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
04.10.2017 Patentblatt 2017/40

(51) Int Cl.:
H01R 4/18 (2006.01) **H01R 4/62** (2006.01)
H01R 43/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10002028.8**

(22) Anmeldetag: **26.02.2010**

(54) **Verfahren zum Verbinden einer elektrischen Leitung mit einem elektrischen Anschlusselement**

Method for connecting an electrical conduit with an electrical connection element

Procédé de connexion d'une conduite électrique avec un élément de raccordement électrique

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL
PT RO SE SI SK SM TR**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
31.08.2011 Patentblatt 2011/35

(73) Patentinhaber: **Delphi Technologies, Inc.**
Troy MI 48007 (US)

(72) Erfinder:
• **Packebusch, Swindhard**
42111 Wuppertal (DE)
• **Hackländer, Fred**
42929 Wermelskirchen (DE)

• **Kasser, Michael**
42369 Wuppertal (DE)
• **Eder, Bernd**
42287 Wuppertal (DE)

(74) Vertreter: **Delphi France SAS**
Patent Department
Bâtiment le Raspail- ZAC Paris Nord 2
22, avenue des Nations
CS 65059 Villepinte
95972 Roissy CDG Cedex (FR)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 10 123 636 **DE-A1- 19 902 405**
DE-B3-102006 010 622 **DE-C1- 19 821 630**
DE-U1-202007 013 957 **JP-A- 2009 259 532**

EP 2 362 491 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verbinden einer elektrischen Leitung mit einem elektrischen Anschlusselement.

[0002] Elektrische Leitungen, insbesondere solche, die in Fahrzeugen zur Stromversorgung oder zur Übertragung von elektrischen Steuersignalen eingesetzt werden, sind herkömmlicherweise aus Kupfermaterial gebildet und mit elektrischen Anschlusselementen aus Kupfermaterial verbunden, welche den Anschluss der elektrischen Leitungen an Fahrzeugkomponenten erleichtern.

[0003] Aufgrund der höheren gewichtsbezogenen elektrischen Leitfähigkeit von Aluminium im Vergleich zu Kupfer ist es wünschenswert, an Stelle einer Kupferleitung eine elektrische Leitung aus Aluminium zu verwenden.

[0004] Bei der Verwendung einer solchen elektrischen Leitung aus Aluminium besteht jedoch das Problem, dass mit herkömmlichen Verbindungsverfahren keine Verbindung zwischen der elektrischen Leitung und einem elektrischen Anschlusselement aus einem von dem Material der elektrischen Leitung verschiedenen Metallmaterial, wie beispielsweise Kupfer, hergestellt werden kann, die dauerhaft sowohl mechanisch stabil als auch ausreichend elektrisch leitfähig ist.

[0005] Dieses Problem ist zum einen darin begründet, dass Aluminium an seiner Oberfläche eine elektrisch relativ gut isolierende Oxidschicht ausbildet, wenn es der Umgebungsluft ausgesetzt ist. Eine solche Oxidschicht erhöht den elektrischen Widerstand zwischen der elektrischen Leitung und dem elektrischen Anschlusselement. Zum anderen weist Aluminium einen deutlich höheren thermischen Ausdehnungskoeffizienten als zum Beispiel Kupfer auf, weshalb nach wiederholtem Erwärmen und Abkühlen eine Lockerung der Verbindung zwischen der elektrischen Leitung und dem Anschlusselement auftreten kann, wodurch sowohl die mechanische Stabilität als auch die elektrische Leitfähigkeit der Verbindung mit der Zeit abnimmt. Außerdem ist Aluminium prinzipiell weicher als beispielsweise Kupfer, weshalb es schwierig ist, eine Verbindung herzustellen, die eine ausreichende Zugfestigkeit aufweist. Insbesondere kann sich Aluminium durch Fließen verformen, wenn es einer Zugbelastung ausgesetzt wird, was zu einer Beeinträchtigung der Stabilität der Verbindung beiträgt.

[0006] DE 199 02 405 A1 offenbart ein Verfahren mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

[0007] DE 198 21 630 C1 offenbart ein Anschlussstück für einen elektrischen Leiter, das mit diesem kraftschlüssig durch Verpressen oder Quetschen verbunden ist, wobei das Anschlussstück und der Leiter unterschiedliche Metallmaterialien aufweisen und das Anschlussstück an seiner Innenseite mit Schlitzten oder Sicken versehen ist.

[0008] JP 2009 259532 A offenbart ein Crimp-Anschlussstück für einen Aluminiumleiter, welches an seiner dem Aluminiumleiter zugewandten Innenseite eine Ker-

bung und Schlitzte aufweist.

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu schaffen, mit dem eine dauerhaft mechanisch stabile und elektrisch leitfähige Verbindung zwischen einer elektrischen Leitung mit mindestens einem Aluminiumdraht und einem Anschlusselement aus einem von dem Material des Aluminiumdrahts verschiedenen Metallmaterial hergestellt werden kann.

[0010] Zur Lösung dieser Aufgabe ist ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 vorgesehen.

[0011] Das Verfahren nach Anspruch 1 dient zum Verbinden einer elektrischen Leitung mit einem elektrischen Anschlusselement, wobei die elektrische Leitung mindestens einen Aluminiumdraht aufweist und das Anschlusselement aus einem von dem Material des Aluminiumdrahts verschiedenen Metallmaterial gebildet ist. Das Verfahren umfasst ein Vercrimpen eines Crimpabschnitts des Anschlusselements mit dem mindestens einen Aluminiumdraht sowie zusätzlich ein Verschweißen des mit dem mindestens

einen Aluminiumdraht vercrimpten Crimpabschnitts des Anschlusselements mit dem mindestens einem Aluminiumdraht und zwar mittels Widerstandsschweißen.

[0012] Das erfindungsgemäße Verfahren kombiniert also zwei Verbindungsprozesse, nämlich das Vercrimpen des Crimpabschnitts mit dem mindestens einen Aluminiumdraht einerseits und das anschließende Widerstandsschweißen andererseits. Durch diese Kombination wird eine dauerhaft mechanisch stabile und elektrisch leitfähige Verbindung zwischen der elektrischen Leitung und dem Anschlusselement gewährleistet.

[0013] Indem der mindestens eine Aluminiumdraht und der Crimpabschnitt beim Vercrimpen gegeneinander gequetscht werden, wird zunächst eine mechanische Verbindung zwischen dem mindestens einen Aluminiumdraht und dem Crimpabschnitt hergestellt, die eine vorläufig ausreichende mechanische Stabilität und elektrische Leitfähigkeit aufweist. Dabei wird bereits durch das Vercrimpen eine auf dem mindestens einen Aluminiumleiter vorhandene Oxidschicht zumindest teilweise aufgebrochen und eine gewisse elektrische Leitfähigkeit zwischen der Aluminiumleitung und dem Anschlusselement erreicht.

[0014] Sofern die elektrische Leitung eine Mehrzahl von Aluminiumdrähten aufweist, werden beim Vercrimpen nicht nur die einzelnen Aluminiumdrähte mit dem Anschlusselement verquetscht, sondern die Aluminiumdrähte werden auch untereinander verquetscht, wodurch sich eine verbesserte Leitfähigkeit auch zwischen den einzelnen Aluminiumdrähten ergibt.

[0015] Eine optimale mechanische Stabilität und elektrische Leitfähigkeit der Verbindung wird erfindungsgemäß schließlich dadurch erreicht, dass nach dem Vercrimpen der mit dem mindestens einen Aluminiumdraht vercrimpte Crimpabschnitt zusätzlich mit dem mindestens einen Aluminiumdraht verschweißt wird, d.h. also eine stoffschlüssige Verbindung zwischen diesen geschaffen wird. Hierbei wird dem Crimpbereich so viel

elektrische Energie zugeführt, dass der mindestens eine Aluminiumdraht und das Anschlusselement in ihrem Berührungsbereich aufgeschmolzen werden und dort vorhandene Oxidschichten zumindest annähernd vollständig aufgebrochen werden, wodurch der Übergangswiderstand zwischen Anschlusselement und dem mindestens einen Aluminiumdraht noch weiter verringert wird.

[0016] Ein besonderer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht dabei darin, dass die während des Vercrimpens auf den Crimpabschnitt und den wenigstens einen Aluminiumdraht ausgeübte Crimpkraft aufgrund des zusätzlichen Verschweißens geringer sein kann als bei herkömmlichen Crimpverbindungen, bei denen nicht geschweißt wird.

[0017] Bei Verwendung einer elektrischen Leitung mit mehreren Aluminiumdrähten werden außerdem die Oxidschichten der einzelnen Drähte aufgebrochen und die Drähte zumindest teilweise miteinander verschmolzen, sodass sich zwischen den Drähten ebenfalls verringerte Übergangswiderstände und eine bessere elektrische Leitfähigkeit ergeben.

[0018] Auf diese Weise kann durch die erfindungsgemäße Kombination von Vercrimpen und Widerstandsschweißen eine dauerhaft elektrisch leitfähige und mechanisch stabile Verbindung zwischen einer Aluminiumleitung und einem Anschlusselement hergestellt werden, das aus einem Metallmaterial gebildet ist, das sich von dem Material der Aluminiumleitung unterscheidet. Unterschiedliche Materialien können hierbei auch unterschiedliche Aluminiumlegierungen sein.

[0019] Vorteilhafte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen beschrieben.

[0020] Gemäß einer Ausführungsform werden während des Widerstandsschweißens wenigstens zwei Elektroden an dem Anschlusselement zur Anlage gebracht und ein Stromfluss zwischen den Elektroden über das Anschlusselement und den mindestens einen Aluminiumdraht erzeugt. Hierbei ist es bevorzugt, die Elektroden während des Widerstandsschweißens nicht direkt mit dem mindestens einen Aluminiumdraht in Kontakt zu bringen. Auf diese Weise können unerwünschte Wechselwirkungen zwischen dem mindestens einen Aluminiumdraht und den Elektroden verhindert werden. Geeignete Elektroden können beispielsweise ein Wolframmaterial aufweisen.

[0021] Während des Widerstandsschweißens kann das Anschlusselement zwischen den Elektroden eingeklemmt werden. Hierdurch wird während des Widerstandsschweißens eine gute mechanische Stabilität der Gesamtanordnung erreicht.

[0022] Während des Widerstandsschweißens kann durch die Elektroden ferner eine Klemmkraft auf das Anschlusselement ausgeübt werden, die von gleicher Größenordnung ist wie eine während des Vercrimpens auf das Anschlusselement ausgeübte Kraft. Auf diese Weise erfolgt während des Widerstandsschweißens eine zu-

sätzliche Verpressung des Anschlusselements mit dem mindestens einen Aluminiumdraht, welche zu einer noch besseren Verbindung zwischen beiden führt.

[0023] Um das Anschlusselement und den mindestens einen Aluminiumdraht während des Widerstandsschweißens noch sicherer zu halten, kann das Anschlusselement während des Widerstandsschweißens zusätzlich zwischen zwei elektrisch isolierenden Halteelementen eingeklemmt werden. Dadurch, dass die Halteelemente elektrisch isolierend ausgebildet sind, wird ein Kurzschluss zwischen den Elektroden über die Halteelemente vermieden. Besonders geeignet sind Halteelemente, die ein Keramikmaterial umfassen, da diese eine besonders hohe mechanische Stabilität bei gleichzeitig hoher elektrischer Isolationswirkung aufweisen.

[0024] Bevorzugt wird durch das Vercrimpen eine F-Crimpverbindung oder eine Hexagonal-Crimpverbindung gebildet.

[0025] Bei der Herstellung einer F-Crimpverbindung weist der Crimpabschnitt zwei freie Crimpflügel auf, die eine Aufnahme bilden, in die der wenigstens einen Aluminiumdraht eingelegt wird, wobei die Crimpflügel beim Vercrimpen auf den Aluminiumdraht aufgepresst werden, was in der Regel für beide Crimpflügel in ein und demselben Pressvorgang erfolgt. Die beiden Crimpflügel können dabei durch einen Basisabschnitt des Crimpabschnitts verbunden und so ausgebildet sein, dass der Crimpabschnitt vor dem Vercrimpen einen im Wesentlichen U- oder V-förmigen Querschnitt annimmt. Während des Vercrimpens können die Crimpflügel so umgebogen werden, dass die freien Enden der Crimpflügel in Richtung des wenigstens einen Aluminiumdrahtes weisen und gegen den Aluminiumdraht gepresst werden.

[0026] Bei der Herstellung einer Hexagonal-Crimpverbindung, auch Sechskantcrimp genannt, wird ein Endbereich des wenigstens einen Aluminiumdrahts in eine geschlossene Crimphülse des Crimpabschnitts eingeführt und die Crimphülse zumindest bereichsweise so zusammengepresst, dass sie einen im Wesentlichen hexagonalen Querschnitt annimmt. Hierdurch wird eine besonders robuste Crimpverbindung erreicht. Eine hexagonale Crimpverbindung kann zum Beispiel unter Verwendung einer Crimpzange mit hexagonalem Innenquerschnitt erzeugt werden.

[0027] Die Verwendung eines Crimpabschnitts mit geschlossener Crimphülse erweist sich auch deshalb als vorteilhaft, weil dadurch beim anschließenden Widerstandsschweißen auf einfache Weise sichergestellt ist, dass die auf den Crimpabschnitt aufgesetzten Elektroden nicht mit dem wenigstens einen Aluminiumdraht in direkten Kontakt kommen.

[0028] Außerdem weist die Crimphülse einer Hexagonal-Crimpverbindung zwei im Wesentlichen parallele und ebene Außenflächen auf, an denen die für den Widerstandsschweiß-Schritt verwendeten Elektroden besonders einfach und großflächig angelegt werden können.

[0029] Erfindungsgemäß wird der Crimpabschnitt des

Anschlusselements an seiner der elektrischen Leitung zugewandten Innenseite mit Vertiefungen versehen und beim Vercrimpen Material des mindestens einen Aluminiumdrahts in die Vertiefungen gedrängt. Hierdurch werden die mechanische Belastbarkeit und elektrische Leitfähigkeit der hergestellten Verbindung noch weiter verbessert und somit letztlich die Zuverlässigkeit und Lebensdauer der Verbindung noch weiter erhöht.

[0030] Bevorzugt werden die Vertiefungen so ausgebildet, dass sie beim Vercrimpen nur teilweise durch das Material des mindestens einen Aluminiumdrahts ausgefüllt werden.

[0031] Die Vertiefungen gleichen eine durch die unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten von Aluminium und Kupfer bedingte stärkere Ausdehnung des mindestens einen Aluminiumdrahtes im Vergleich zu dem Anschlusselement bei Erwärmung aus und können deshalb auch als Ausgleichsvertiefungen bezeichnet werden. Das Material des Aluminiumdrahtes kann sich bei einer Erwärmung in die nach dem Vercrimpen frei gebliebenen Bereiche der Vertiefungen ausdehnen, ohne dass das Kupfermaterial durch das sich ausdehnende Aluminium nach außen gedrückt wird. Umgekehrt ist auch bei einer Abkühlung des Aluminiums und einer entsprechenden Kontraktion ein ausreichender mechanischer und elektrischer Kontakt zu dem Anschlusselement gewährleistet, da das Aluminium zumindest bereichsweise stets mit den zwischen benachbarten Vertiefungen liegenden Vorsprüngen des Anschlusselements in Kontakt steht.

[0032] Im Ergebnis tragen die Vertiefungen also dazu bei, eine Lockerung der Verbindung aufgrund von Temperaturschwankungen, insbesondere aufgrund von wiederholtem Erwärmen und Abkühlen des Anschlusselements und der elektrischen Leitung, zu vermeiden und eine dauerhaft zuverlässige mechanische und elektrische Verbindung zu gewährleisten.

[0033] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung werden die Vertiefungen in dem Crimpabschnitt durch einen Schneide-, Fräs-, Press- oder Rändelvorgang gebildet. Die Vertiefungen werden mit anderen Worten dadurch erzeugt, dass Material des Crimpabschnitts, d.h. Material des Anschlusselements selbst, entfernt oder verdrängt wird. Zwischen benachbarten Vertiefungen liegende Vorsprünge können beispielsweise eine im Wesentlichen pyramidenförmige oder pyramidenstumpfförmige Gestalt aufweisen.

[0034] Um zu verhindern, dass ein Aluminiumdraht vollständig in einer Vertiefung aufgenommen wird, sind die maximalen Weiten der Vertiefungen geringer als der Durchmesser eines Aluminiumdrahts gewählt.

[0035] Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst der Crimpabschnitt des Anschlusselements eine Plattierung aus einem ein Metall enthaltenden Material, welches zumindest ein von Aluminium und Kupfer verschiedenes Metall aufweist. Denkbar ist auch, dass die Plattierung weder Aluminium noch Kupfer enthält. Die Plattierung ist vorteilhafterweise so angeordnet, dass

beim Herstellen der Verbindung das Metall enthaltende Material der Plattierung an dem mindestens einen Aluminiumdraht zur Anlage kommt, sodass im Bereich des Übergangs zwischen dem Anschlusselement und der Aluminiumleitung das Metall enthaltende Material der Plattierung direkt an den mindestens einen Aluminiumdraht angrenzt. Durch eine geeignete Wahl des Metall enthaltenden Materials können die Eigenschaften der Verbindung optimiert werden. Die Plattierung kann beispielsweise ein Zinnmaterial aufweisen, da Zinn zur Erzielung besonders geringer Übergangswiderstände zu Aluminium geeignet ist.

[0036] Gemäß noch einer weiteren Ausführungsform wird der Crimpabschnitt des Anschlusselements nach dem Vercrimpen mit einer den Crimpabschnitt abdichtenden Versiegelung versehen. Die Versiegelung kann so ausgebildet sein, dass sie den Crimpabschnitt luftdicht und/oder wasserdicht gegen die Umgebung des Crimpabschnitts abdichtet. Eine solche Versiegelung verhindert eine Korrosion des Grenzbereichs zwischen dem Anschlusselement und der elektrischen Leitung und trägt somit zur dauerhaften Zuverlässigkeit der hergestellten Verbindung bei.

[0037] Die Versiegelung kann aus einem Kunststoff enthaltenden Material gebildet sein und beispielsweise ein thermoplastisches Elastomer auf Urethanbasis, ein Polyamid, ein Polyvinylchlorid, ein Polyurethan oder ein Butylkautschukmaterial umfassen. Bevorzugt umschließt die Versiegelung sowohl den Crimpabschnitt des Anschlusselements als auch einen Endbereich eines Isolationsmantels der elektrischen Leitung.

[0038] Die Versiegelung kann durch ein Spritzgießverfahren, ein Gießverfahren oder ein Aufschäumverfahren auf den Crimpabschnitt aufgebracht werden. Alternativ kann die Versiegelung auch dadurch aufgebracht werden, dass ein Schrumpfschlauch auf die Leitung und das Anschlusselement aufgeschoben und unter Wärmezufuhr auf das Anschlusselement und die Leitung aufgeschrumpft wird. Verwendung in der Erfindung findet ein elektrisches Anschlusselement aus Metallmaterial, welches einen Crimpabschnitt umfasst, der zur Herstellung einer Crimpverbindung mit einer elektrischen Leitung mit mindestens einem Aluminiumdraht ausgebildet ist, welches aus einem von dem Material des Aluminiumdrahts verschiedenen Metallmaterial gebildet ist und welches an seiner der elektrischen Leitung zugewandten Innenseite mit mehreren Vertiefungen versehen ist, in die sich während des Vercrimpens Material des mindestens einen Aluminiumdrahts ausdehnen kann. Das erfindungsgemäße Anschlusselement ermöglicht eine dauerhaft zuverlässige Verbindung mit einer elektrischen Leitung aus Aluminium, so dass sich die voranstehend erläuterten Vorteile entsprechend erreichen lassen.

[0039] Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung rein beispielhaft anhand einer vorteilhaften Ausführungsform unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:

- Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines Crimpabschnitts eines elektrischen Anschlusselements;
- Fig. 2 eine Querschnittsansicht des mit einer elektrischen Leitung vercrimpten Crimpabschnitts von Fig. 1 während eines Widerstandsschweißvorgangs;
- Fig. 3 eine perspektivische Ansicht des Anschlusselements und der elektrischen Leitung von Fig. 1 nach ihrer Crimp- und Schweißverbindung;
- Fig. 4 eine perspektivische Ansicht eines ersten alternativen Anschlusselements und einer elektrischen Leitung nach ihrer Crimp- und Schweißverbindung;
- Fig. 5 eine Querschnittsansicht des mit der elektrischen Leitung vercrimpten Anschlusselements von Fig. 4 während eines Widerstandsschweißvorgangs;
- Fig. 6a eine Querschnittsansicht eines Ausschnitts eines Crimpabschnitts eines zweiten alternativen Anschlusselements;
- Fig. 6b die Querschnittsansicht von Fig. 6a nach dem Vercrimpen des Crimpabschnitts mit einer elektrischen Leitung;
- Fig. 6c die Querschnittsansicht von Fig. 6b nach einer Erwärmung von Anschlusselement und elektrischer Leitung; und
- Fig. 6d die Querschnittsansicht von Fig. 6c nach einer auf die Erwärmung folgenden Abkühlung von Anschlusselement und elektrischer Leitung.

[0040] Fig. 1 zeigt eine perspektivische Ansicht eines Crimpabschnitts 12 eines elektrischen Anschlusselements 10, welches aus einem Metallblech - im vorliegenden Ausführungsbeispiel einem Kupferblech - ausgestanzt ist. Der Crimpabschnitt 12 dient zur Verbindung des Anschlusselements 10 mit einer elektrischen Leitung 20 (Fig. 2 und 3) und umfasst zwei Crimpflügel 14, die in einem Vormontagezustand umgebogen sind, so dass der Crimpabschnitt 12 einen im Wesentlichen U-förmigen Querschnitt besitzt.

[0041] Zusätzlich zu den Crimpflügeln 14 umfasst der Crimpabschnitt 10 zwei Crimpzungen 18, die zum Vercrimpen des Anschlusselements 10 mit einem Isolationsmantel 24 der elektrischen Leitung 20 dienen.

[0042] Auf der den Crimpzungen 18 entgegengesetzten Seite der Crimpflügel 14 schließt sich ein Kontaktabschnitt 21 (Fig. 3) des Anschlusselements 10 an den Crimpabschnitt 12 an, welcher buchsen- oder stecker-

förmig ausgebildet sein kann und zur Verbindung des Anschlusselements 10 mit einem Kontaktelement z.B. eines elektrischen Geräts dient.

[0043] Unter Bezugnahme auf Fig. 2 und Fig. 3 wird nachfolgend die Verbindung des Anschlusselements 10 mit der elektrischen Leitung 20 genauer erläutert.

[0044] Die elektrische Leitung 20 weist mehrere zu einem Aluminiumdrahtbündel 22 zusammengefasste Aluminiumdrähte auf, wobei die Aluminiumdrähte des Bündels 22 der besseren Übersichtlichkeit halber nicht einzeln dargestellt sind. Alternativ kann die elektrische Leitung 20 auch nur einen Aluminiumdraht umfassen.

[0045] Die elektrische Leitung 20 wird in einem Endbereich durch Entfernen eines der Aluminiumdrähte 22 umgebenden Isolationsmantels 24 abisoliert, wobei die Länge des abisolierten Bereichs bevorzugt etwas länger gewählt wird als die Länge der Crimpflügel 14 in Längsrichtung des Anschlusselements 10 gesehen. Anschließend wird die elektrische Leitung 10 so in den Crimpabschnitt 12 eingesetzt, dass die abisolierten Aluminiumdrähte 22 zwischen den Crimpflügeln 14 liegen.

[0046] Um eine Zugentlastung der Verbindung zwischen Leitung 20 und Anschlusselement 10 zu schaffen, wird ein Endbereich des verbliebenen Isolationsmantels 24 mit den dafür vorgesehenen Crimpzungen 18 vercrimpt, wie es in Fig. 3 gezeigt ist.

[0047] Außerdem werden die Crimpflügel 14 und die Aluminiumdrähte 22 miteinander vercrimpt, indem die Crimpflügel 14 aufeinander zu gebogen und auf die zwischen den Crimpflügeln 14 freiliegenden Aluminiumdrähte 22 gepresst werden. Bevorzugt erfolgt das Vercrimpen unter Verwendung einer entsprechend angepassten Crimpzange oder eines ähnlichen Werkzeugs. Nach dem Vercrimpen ist das Aluminiumdrahtbündel 22 in Längsrichtung gesehen zumindest abschnittsweise vollumfänglich von Material des Crimpabschnitts 12 ummantelt.

[0048] Nach dem Vercrimpen werden die Aluminiumdrähte 22 und der Crimpabschnitt 12 durch Widerstandsschweißen miteinander verschweißt. Um eine zwischenzeitliche Lockerung der Crimpverbindung aufgrund von Temperaturschwankungen zu verhindern, erfolgt das Verschweißen bevorzugt möglichst zeitnah nach dem Vercrimpen. Zur Begrenzung von unerwünschten Temperaturschwankungen zwischen dem Vercrimpen und dem Verschweißen können außerdem eine Temperatur der Leitung 20, des Anschlusselements 10 oder der Umgebungsluft überwacht beziehungsweise zumindest annähernd konstant gehalten werden.

[0049] Fig. 2 zeigt eine Querschnittsansicht des mit der elektrischen Leitung 10 vercrimpten Crimpabschnitts 12 des Anschlusselements 10 während des Widerstandsschweißens.

[0050] Während des Widerstandsschweißens werden zwei Elektroden 26, die beispielsweise aus einem Wolframmaterial gebildet sein können, an einer Ober- beziehungsweise Unterseite des Crimpabschnitts 12 zur Anlage gebracht. Die Elektroden 26 üben jeweils eine vor-

gegebene Kraft auf den Crimpabschnitt 12 aus, die in Richtung der jeweils anderen Elektrode 26 gerichtet ist, sodass das Anschlusselement 10 zwischen den Elektroden 26 eingeklemmt ist. Die Klemmkräfte können dabei so gewählt sein, dass sie eine zusätzliche Verquetschung des Crimpabschnitts 12 und der Aluminiumdrähte 22 bewirken.

[0051] Um während des Widerstandsschweißens eine korrekte Positionierung des Crimpabschnitts 12 zwischen den Elektroden 26 sicher zu stellen, werden zusätzlich zwei Halteelemente 28 seitlich an dem Crimpabschnitt 12 zur Anlage gebracht, die den Crimpabschnitt 12 einklemmen und eine Bewegung des Crimpabschnitts 12 in einer Richtung senkrecht zu der Richtung der von den Elektroden 26 ausgeübten Klemmkräfte verhindern. Die Halteelemente können aus einem elektrisch isolierenden Keramikmaterial gebildet sein.

[0052] Fig. 3 zeigt die fertig gestellte Anordnung aus Anschlusselement 10 und elektrischer Leitung 20 nach Vercrimpen und Verschweißen.

[0053] Fig. 4 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Anordnung aus einem ersten alternativen elektrischen Anschlusselements 10 und einer elektrischen Leitung 20 nach dem Herstellen einer Verbindung durch Vercrimpen und anschließendes Widerstands-Verschweißen eines Crimpabschnitts 12 des Anschlusselements 10 mit Aluminiumdrähten der elektrischen Leitung 20. Fig. 5 zeigt die Anordnung von Fig. 4 während eines Widerstandsschweißvorgangs.

[0054] Die elektrische Leitung 20 entspricht hierbei der elektrischen Leitung von Fig. 1 bis 3.

[0055] Das elektrische Anschlusselement 10 unterscheidet sich darin von dem in Fig. 1 bis 3 dargestellten Anschlusselement, dass sein Crimpabschnitt 12 durch eine Crimphülse 30 gebildet ist. Im nicht dargestellten Vormontagezustand des Anschlusselements 10 weist die Crimphülse 30 einen im Wesentlichen runden Querschnitt auf. Zum Herstellen der Verbindung werden die abisolierten Aluminiumdrähte 22 (Fig. 5) der elektrischen Leitung 20 in die Crimphülse 30 eingelegt und die Crimphülse 30 durch Hexagonal-Crimpen mit den Aluminiumdrähten 22 vercrimpt und dabei in eine Form mit im Wesentlichen hexagonalem Querschnitt verformt. Hierbei entstehen drei Paare von einander gegenüberliegenden Außenflächen 31 der Crimphülse 30, die im Wesentlichen planar sind und im Wesentlichen parallel verlaufen und sich somit besonders gut für das Anlegen der Elektroden 26 (Fig. 5) während des anschließenden Widerstandsverschweißens des Crimpabschnitts 12 mit den Aluminiumdrähten 22 eignen.

[0056] Fig. 6a-d zeigen eine Querschnittsansicht eines Ausschnitts eines Crimpabschnitts 12 eines erfindungsgemäßen Anschlusselements 10. Bei diesem Anschlusselement 10 kann es sich um ein Anschlusselement 10 von Fig. 1 bis 3 oder ein Anschlusselement 10 von Fig. 4 und 5 handeln mit dem Unterschied, dass der Crimpabschnitt 12 des Anschlusselements 10 an seiner der elektrischen Leitung 20 zugewandten Innenseite 36 mit meh-

rerer Vertiefungen 32 versehen ist. Die Vertiefungen 32 können zum Beispiel durch einen Schneide-, Fräs-, Press- oder Rändelvorgang erzeugt werden.

[0057] Die maximale Weite d der Vertiefungen 32 ist geringer als der Durchmesser eines Aluminiumdrahtes 40 (Fig. 6b-d) der elektrischen Leitung 20.

[0058] Zwischen benachbarten Vertiefungen 32 liegen Vorsprünge 34 des Crimpabschnitts 12, die eine im Wesentlichen pyramidenförmige oder pyramidenstumpfförmige Gestalt besitzen.

[0059] Fig. 6b zeigt den Ausschnitt von Fig. 6a, nachdem der Crimpabschnitt 12 des Anschlusselements 10 mit dem Aluminiumdraht 40 vercrimpt worden ist. Wie dargestellt wird das Material des Aluminiumdrahts 40 teilweise in die Vertiefung 32 gedrängt.

[0060] Fig. 6c zeigt den Ausschnitt von Fig. 6a und Fig. 6b nach einer Erwärmung von Anschlusselement 10 und Aluminiumdraht 40. Durch die Erwärmung dehnt sich der Aluminiumdraht 40 so aus, dass die Vertiefung 32 zumindest annähernd vollständig durch das Aluminiummaterial des Drahts 40 ausgefüllt wird. Dadurch, dass sich das Aluminiummaterial hierbei in den in Fig. 6b dargestellten freien Bereich 42 der Vertiefung 32 ausdehnen kann, wird eine Druckausübung auf das Anschlusselement 40 und eine daraus möglicherweise resultierende Aufbiegung und Lockerung der Crimpverbindung verhindert.

[0061] Fig. 6d zeigt den Ausschnitt von Fig. 6a-c nach einer auf die Erwärmung folgenden Abkühlung von Anschlusselement 10 und Aluminiumdraht 40. Durch die Abkühlung entsteht in der Vertiefung 32 wieder ein freier Bereich 42, in den sich der Aluminiumdraht 40 bei einer erneuten Erwärmung ausdehnen kann.

[0062] Wie in Fig. 6b-d gezeigt ist, besteht zu jedem Zeitpunkt ein elektrischer Kontakt zwischen dem Anschlusselement 10 und dem Aluminiumdraht 40. Gleichzeitig wird einer Lockerung der Crimpverbindung infolge wiederholter Erwärmungen und Abkühlungen durch die Vertiefungen 32 effektiv vermieden. Auf diese Weise ist ein guter mechanischer und elektrischer Kontakt zwischen dem Anschlusselement 10 und der elektrischen Leitung 20 dauerhaft gewährleistet.

Bezugszeichenliste

[0063]

10	Anschlusselement
12	Crimpabschnitt
14	Crimpflügel
18	Crimpzunge
20	elektrische Leitung
21	Kontaktabschnitt
22	Aluminiumdrahtbündel
24	Isolationsmantel
26	Elektrode
28	Halteelement
30	Crimphülse

- 31 Außenfläche
- 32 Vertiefung
- d Abstand
- 34 Vorsprung
- 36 Innenseite
- 40 Aluminiumdraht
- 42 freier Bereich

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verbinden einer elektrischen Leitung (20) mit einem elektrischen Anschlusselement (10), wobei die elektrische Leitung (20) mindestens einen Aluminiumdraht (22; 40) aufweist und das Anschlusselement (10) aus einem von dem Material des Aluminiumdrahts verschiedenen Metallmaterial gebildet ist, mit den Schritten:

Vercrimpen eines Crimpabschnitts (12) des Anschlusselements (10) mit dem mindestens einen Aluminiumdraht (22; 40) und
Verschweißen des mit dem mindestens einen Aluminiumdraht (22; 40) vercrimpten Crimpabschnitts (12) mit dem mindestens einen Aluminiumdraht (22; 40) mittels Widerstandsschweißen,

dadurch gekennzeichnet, dass

der mindestens eine Aluminiumdraht (20; 40) aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung besteht, dass der Crimpabschnitt (12) des Anschlusselements (10) an seiner der elektrischen Leitung (20) zugewandten Innenseite (36) mit Vertiefungen (32) versehen wird und dass beim Vercrimpen Material des mindestens einen Aluminiumdrahts (22; 40) in die Vertiefungen (32) gedrängt wird, wobei die maximale Weite (d) der Vertiefungen (32) geringer ist als der Durchmesser eines Aluminiumdrahts (22; 40).

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** während des Widerstandsschweißens wenigstens zwei Elektroden (26) an dem Anschlusselement (10) zur Anlage gebracht werden und ein Stromfluss zwischen den Elektroden (26) über das Anschlusselement (10) und den mindestens einen Aluminiumdraht (22; 40) erzeugt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Elektroden (26) während des Widerstandsschweißens nicht direkt mit dem mindestens einen Aluminiumdraht (22; 40) in Kontakt gebracht werden.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Anschlusselement (10) während des Widerstandsschweißens zwischen den Elektroden (26) eingeklemmt wird.

5. Verfahren nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Anschlusselement (10) während des Widerstandsschweißens zwischen zwei elektrisch isolierenden Halteelementen (28) eingeklemmt wird, wobei die Halteelemente (28) insbesondere ein Keramikmaterial umfassen.
6. Verfahren nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch das Vercrimpen eine F-Crimpverbindung oder eine Hexagonal-Crimpverbindung gebildet wird.
7. Verfahren nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vertiefungen (32) in dem Crimpabschnitt (12) durch Entfernen oder Verdrängen von Material des Crimpabschnitts (12) und insbesondere durch einen Schneide-, Fräs-, Press- oder Rändelvorgang gebildet werden.
8. Verfahren nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Crimpabschnitt (12) des Anschlusselements (10) eine Plattierung aus einem ein Metall enthaltenden Material, insbesondere aus einem Zinn enthaltenden Material, aufweist.
9. Verfahren nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Crimpabschnitt (12) des Anschlusselements (10) nach dem Vercrimpen mit einer den Crimpabschnitt (12) abdichtenden Versiegelung versehen wird.

Claims

1. A method for connecting an electrical line (20) to an electrical connection element (10), wherein the electrical line (20) comprises at least one aluminum wire (22; 40), and the connection element (10) is formed of a metal material different from the material of the aluminum wire, comprising the steps:

crimping a crimping section (12) of the connection element (10) with the at least one aluminum wire (22; 40); and
 welding the crimping section (12) crimped with the at least one aluminum wire (22; 40) to the at least one aluminum wire (22; 40) using resistance welding, **characterized in that** the at least one aluminum wire (20; 40) consists

of aluminum or an aluminum alloy, **in that** the crimping section (12) of the connection element (10) is provided with recesses (32) on its inner side (36) facing the electrical line (20), and **in that** during crimping, material of the at least one aluminum wire (22; 40) is pressed into the recesses (32), the maximum width (d) of the recesses (32) being less than the diameter of an aluminum wire (22; 40).

2. Method according to claim 1, **characterized in that** at least two electrodes (26) are brought into abutment against the connection element (10) during resistance welding, and a current flow is produced between the electrodes (26) via the connection element (10) and the at least one aluminum wire (22; 40).
3. Method according to claim 2, **characterized in that** the electrodes (26) are not brought into direct contact with the at least one aluminum wire (22; 40) during resistance welding.
4. Method according to claim 2 or 3, **characterized in that** the connection element (10) is clamped between the electrodes (26) during resistance welding.
5. Method according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** the connection element (10) is clamped between two electrically insulating holding elements (28) during resistance welding, the holding elements (28) comprising in particular a ceramic material.
6. Method according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** a F-crimped connection or a hexagonal crimped connection is formed by the crimping.
7. Method according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** the recesses (32) in the crimping section (12) are formed by removing or displacing material of the crimping section (12) and in particular by cutting, milling, pressing or knurling.
8. Method according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** the crimping section (12) of the connection element (10) has a plating of a metal-containing material, in particular of a tin-containing material.

9. Method according to at least one of the preceding claims,

characterized in that

the crimping section (12) of the connection element (10) is provided, after crimping, with a seal sealing the crimping section (12).

Revendications

1. Procédé de connexion d'une ligne électrique (20) à un élément de raccordement électrique (10), dans lequel la ligne électrique (20) comprend au moins un fil à base d'aluminium (22 ; 40) et l'élément de raccordement (10) est constitué d'un matériau métallique qui diffère du matériau du fil à base d'aluminium, comprenant les étapes suivantes consistant à :

sertir une portion de sertissage (12) de l'élément de raccordement (10) avec ledit au moins un fil à base d'aluminium (22 ; 40) et souder la portion de sertissage (12) sertie avec ledit au moins un fil à base d'aluminium (22 ; 40) sur ledit au moins un fil à base d'aluminium (22 ; 40) par soudage par résistance,

caractérisé en ce que

ledit au moins un fil à base d'aluminium (22 ; 40) est constitué à base d'aluminium ou en un alliage d'aluminium, **en ce que** la portion de sertissage (12) de l'élément de raccordement (10) est pourvue de renforcements (32) sur sa face intérieure (36) tournée vers la ligne électrique (20), et

en ce que lors du sertissage, le matériau dudit au moins un fil à base d'aluminium (22 ; 40) est refoulé dans les renforcements (32), la largeur maximale (d) des renforcements (32) étant inférieure au diamètre d'un fil à base d'aluminium (22 ; 40).

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** pendant le soudage par résistance, on applique au moins deux électrodes (26) contre l'élément de raccordement (10), et une circulation de courant est générée entre les électrodes (26) via l'élément de raccordement (10) et ledit au moins un fil à base d'aluminium (22 ; 40).
3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** pendant le soudage par résistance, les électrodes (26) ne sont pas directement mises en contact avec ledit au moins un fil à base d'aluminium (22 ; 40).
4. Procédé selon la revendication 2 ou 3, **caractérisé en ce que** pendant le soudage par résistance, on coince l'élé-

ment de raccordement (10) entre les électrodes (26).

5. Procédé selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**
pendant le soudage par résistance, on coince l'élé- 5
ment de raccordement (10) entre deux éléments de
maintien (28) électriquement isolants, les éléments
de maintien (28) comprenant en particulier un ma-
térialu céramique. 10
6. Procédé selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**
le sertissage procure une liaison de sertissage en F
ou une liaison de sertissage hexagonale. 15
7. Procédé selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**
les renforcements (32) dans la portion de sertissage
(12) sont formés par enlèvement ou par refoulement
de matériau de la portion de sertissage (12) et en 20
particulier par une opération de coupe, de fraisage,
de pressage ou de moletage.
8. Procédé selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** 25
la portion de sertissage (12) de l'élément de raccor-
dement (10) comprend un plaquage d'un matériau
contenant du métal, en particulier d'un matériau con-
tenant de l'étain. 30
9. Procédé selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**
après le sertissage, on pourvoit la portion de sertis-
sage (12) de l'élément de raccordement (10) d'un
scellement qui étanche la portion de sertissage (12). 35

40

45

50

55

Fig. 1

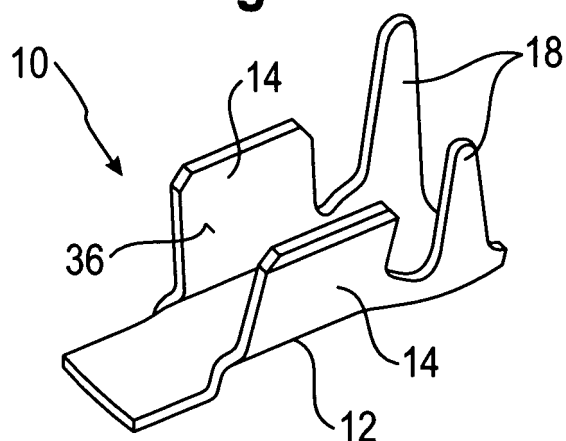


Fig. 2

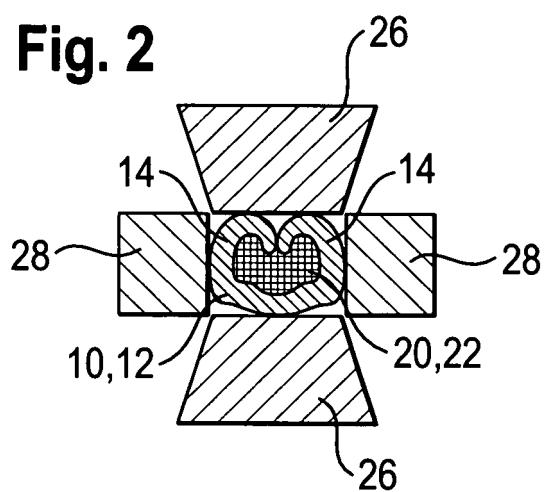


Fig. 3

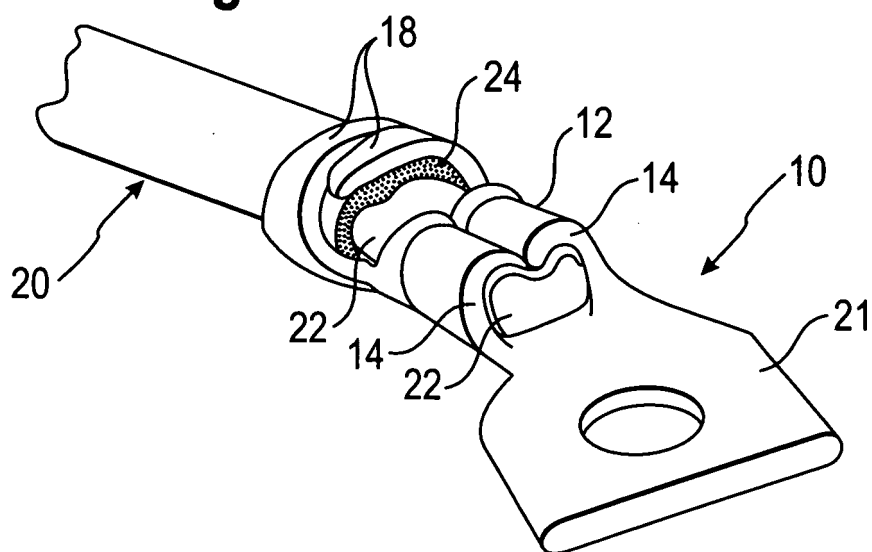


Fig. 4

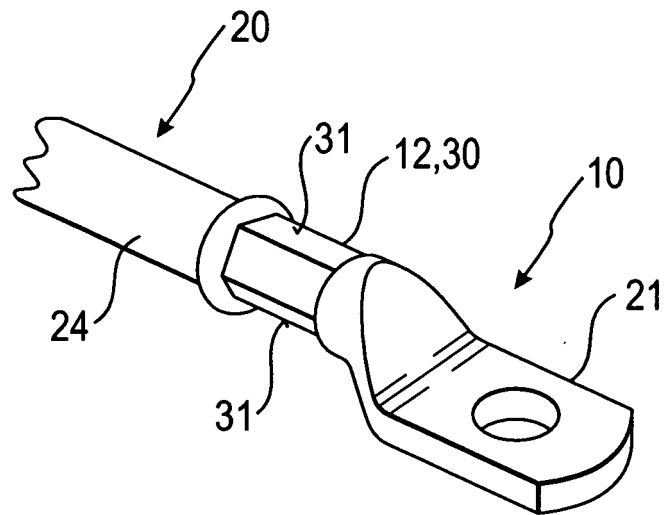


Fig. 5

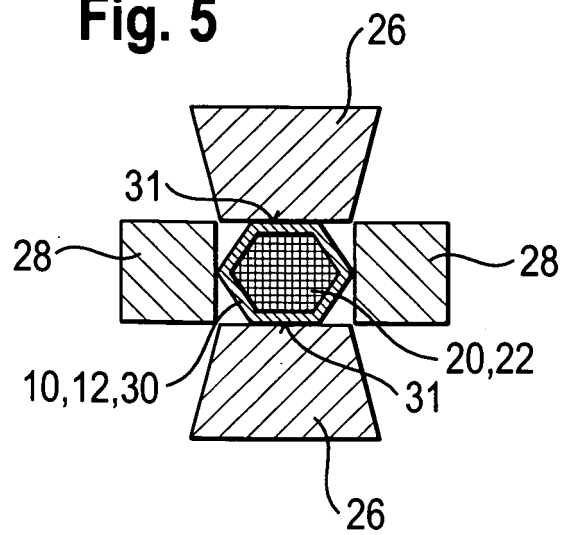
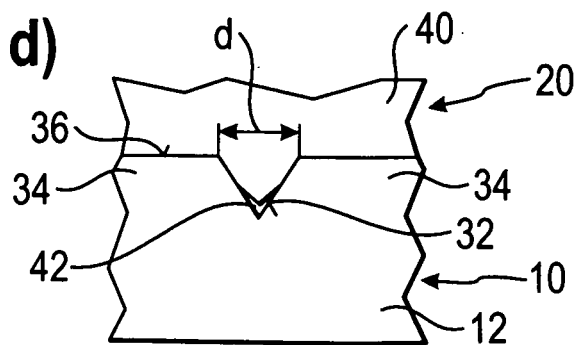
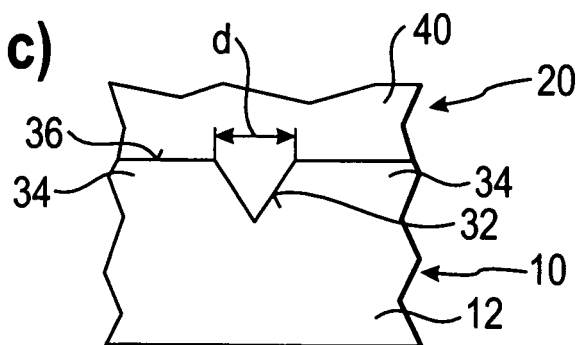
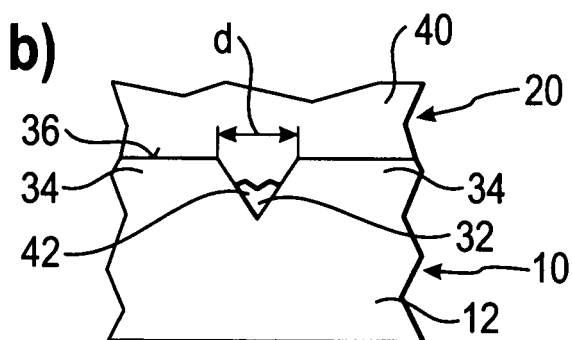
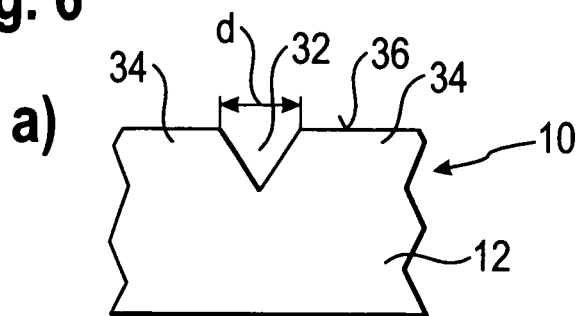


Fig. 6



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19902405 A1 [0006]
- DE 19821630 C1 [0007]
- JP 2009259532 A [0008]