



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**31.08.2011 Patentblatt 2011/35**

(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**

(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**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA RS**

- **Hackländer, Fred**  
**42929 Wermelskirchen (DE)**
- **Kasser, Michael**  
**42369 Wuppertal (DE)**
- **Eder, Bernd**  
**42287 Wuppertal (DE)**

(71) Anmelder: **Delphi Technologies, Inc.**  
**Troy MI 48007 (US)**

(74) Vertreter: **Manitz, Finsterwald & Partner GbR**  
**Postfach 31 02 20**  
**80102 München (DE)**

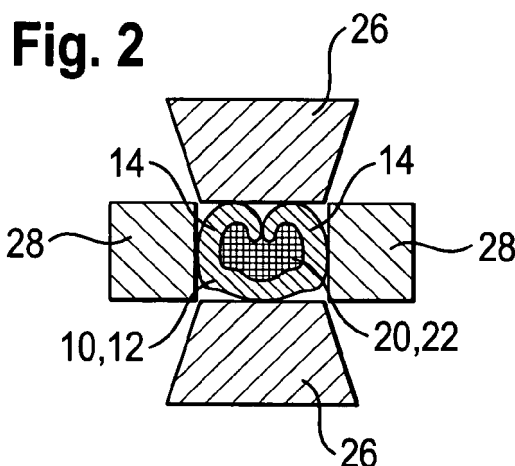
(72) Erfinder:  
• **Packebusch, Swindhard**  
**42111 Wuppertal (DE)**

Bemerkungen:  
Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

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

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verbinden einer elektrischen Leitung mit einem elektrischen Anschlusselement, wobei die elektrische Leitung mindestens einen Aluminiumdraht aufweist und das Anschlusselement aus einem Kupfermaterial gebildet ist, mit den Schritten: Vercrimpen eines Crimpabschnitts des Anschlusselements mit dem mindestens einen Aluminiumdraht und Verschweißen des mit dem mindestens einen Aluminiumdraht vercrimpten Crimpabschnitts mit dem mindestens einen Aluminiumdraht mittels Widerstandsschweißen.

det ist, mit den Schritten: Vercrimpen eines Crimpabschnitts des Anschlusselements mit dem mindestens einen Aluminiumdraht und Verschweißen des mit dem mindestens einen Aluminiumdraht vercrimpten Crimpabschnitts mit dem mindestens einen Aluminiumdraht mittels Widerstandsschweißen.



## 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]** 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.

**[0007]** Zur Lösung dieser Aufgabe ist ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 vorgesehen.

**[0008]** 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.

**[0009]** 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.

**[0010]** 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.

**[0011]** 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.

**[0012]** 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.

**[0013]** 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.

**[0014]** 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.

**[0015]** 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.

**[0016]** Vorteilhafte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen beschrieben.

**[0017]** 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.

**[0018]** Während des Widerstandsschweißens kann das Anschlusselement zwischen den Elektroden eingeklemmt werden. Hierdurch wird während des Widerstandsschweißens eine gute mechanische Stabilität der Gesamtanordnung erreicht.

**[0019]** 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 zusätzliche Verpressung des Anschlusselements mit dem mindestens einen Aluminiumdraht, welche zu einer noch besseren Verbindung zwischen beiden führt.

**[0020]** 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 Halte-

elemente, die ein Keramikmaterial umfassen, da diese eine besonders hohe mechanische Stabilität bei gleichzeitig hoher elektrischer Isolationswirkung aufweisen.

**[0021]** Bevorzugt wird durch das Vercrimpen eine F-Crimpverbindung oder eine Hexagonal-Crimpverbindung gebildet.

**[0022]** Bei der Herstellung einer F-Crimpverbindung weist der Crimpabschnitt zwei freie Crimpflügel auf, die eine Aufnahme bilden, in die der wenigstens eine 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.

**[0023]** 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.

**[0024]** 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.

**[0025]** 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.

**[0026]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens 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.

**[0027]** Bevorzugt werden die Vertiefungen so ausgebildet, dass sie beim Vercrimpen nur teilweise durch das Material des mindestens einen Aluminiumdrahts ausge-

füllt werden.

**[0028]** 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.

**[0029]** 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.

**[0030]** 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.

**[0031]** Um zu verhindern, dass ein Aluminiumdraht vollständig in einer Vertiefung aufgenommen wird, sind die maximalen Weiten der Vertiefungen bevorzugt geringer als der Durchmesser eines Aluminiumdrahts gewählt. 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 ge-

eignet ist.

**[0032]** 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.

**[0033]** 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.

**[0034]** 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.

**[0035]** Weiterer Gegenstand der Erfindung ist außerdem 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.

**[0036]** 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.

**[0037]** 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.

**[0038]** 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.

**[0039]** 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 steckerförmig ausgebildet sein kann und zur Verbindung des Anschlusselements 10 mit einem Kontaktelement z.B. eines elektrischen Geräts dient.

**[0040]** Unter Bezugnahme auf Fig. 2 und Fig. 3 wird nachfolgend die Verbindung des Anschlusselements 10 mit der elektrischen Leitung 20 genauer erläutert.

**[0041]** 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.

**[0042]** Die elektrische Leitung 20 wird in einem Endbereich durch Entfernen eines die 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.

**[0043]** 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.

**[0044]** 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.

**[0045]** 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.

**[0046]** Fig. 2 zeigt eine Querschnittsansicht des mit der elektrischen Leitung 10 vercrimpten Crimpabschnitts 12 des Anschlusselements 10 während des Widerstandsschweißens.

**[0047]** 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 vorgegebene 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 Klemmkraften können dabei so gewählt sein, dass sie eine zusätzliche Verquetschung des Crimpabschnitts 12 und der Aluminiumdrähte 22 bewirken.

**[0048]** Um während des Widerstandsschweißens eine korrekte Positionierung des Crimpabschnitts 12 zwi-

schen 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.

**[0049]** Fig. 3 zeigt die fertig gestellte Anordnung aus Anschlusselement 10 und elektrischer Leitung 20 nach Vercrimpen und Verschweißen.

**[0050]** 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.

**[0051]** Die elektrische Leitung 20 entspricht hierbei der elektrischen Leitung von Fig. 1 bis 3.

**[0052]** 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.

**[0053]** Fig. 6a-d zeigen eine Querschnittsansicht eines Ausschnitts eines Crimpabschnitts 12 eines zweiten alternativen 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 mehreren Vertiefungen 32 versehen ist. Die Vertiefungen 32 können zum Beispiel durch einen Schneide-, Fräs-, Press- oder Rändelvorgang erzeugt werden.

**[0054]** Die maximale Weite d der Vertiefungen 32 ist geringer ist der Durchmesser eines Aluminiumdrahtes 40 (Fig. 6b-d) der elektrischen Leitung 20.

**[0055]** Zwischen benachbarten Vertiefungen 32 liegen Vorsprünge 34 des Crimpabschnitts 12, die eine im Wesentlichen pyramidenförmige oder pyramidenstumpfför-

mige Gestalt besitzen.

**[0056]** 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.

**[0057]** 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.

**[0058]** 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.

**[0059]** 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

#### **[0060]**

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.

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** der Crimpabschnitt (12) des Anschlusselements (10) an seiner der elektrischen Leitung (20) zugewandten Innenseite (36) mit Vertiefungen (32) versehen wird und beim Vercrimpen Material des mindestens einen Aluminiumdrahts (22; 40) in die Vertiefungen (32) gedrängt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, **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.
9. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die maximale Weite (d) der Vertiefungen (32) geringer ist als der Durchmesser eines Aluminiumdrahts (22; 40).
10. 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.
11. 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.

## Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

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.

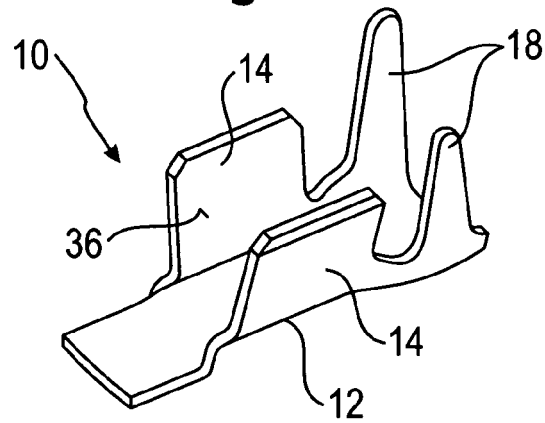
9. Verfahren nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,

### **dadurch gekennzeichnet, dass**

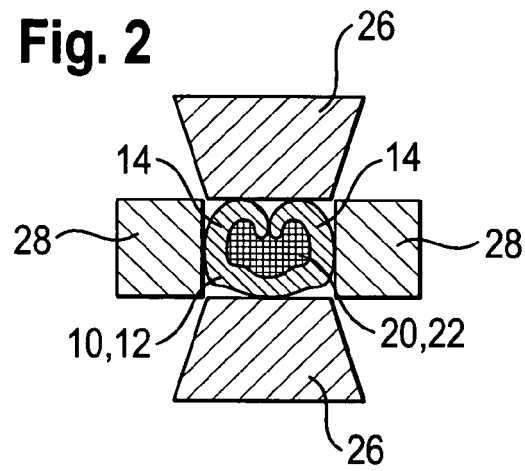
der Crimpabschnitt (12) des Anschlusselements (10) nach dem Vercrimpen mit einer den Crimpabschnitt (12) abdichtenden Versiegelung versehen wird.



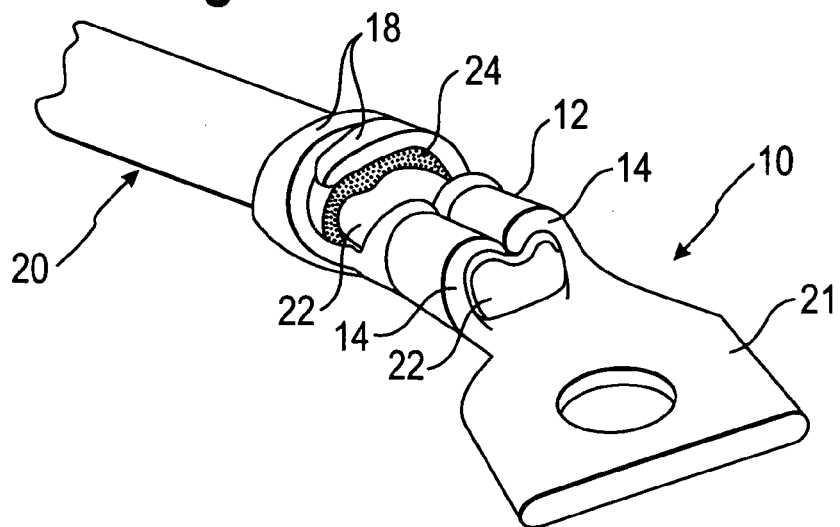
**Fig. 1**



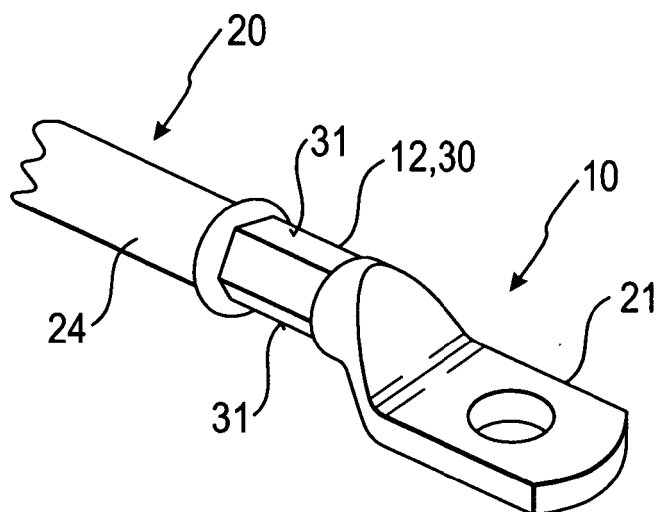
**Fig. 2**



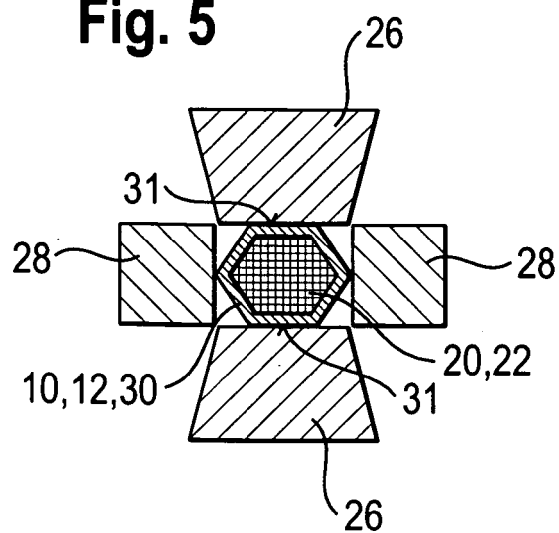
**Fig. 3**



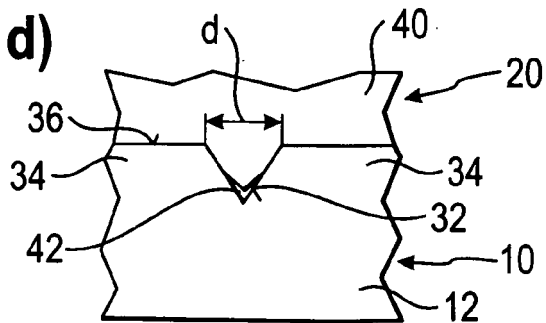
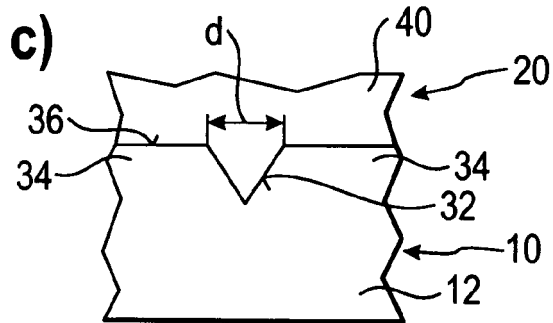
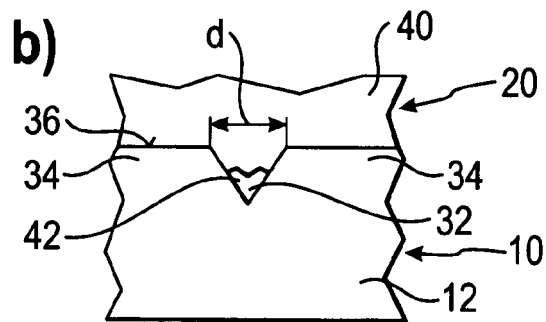
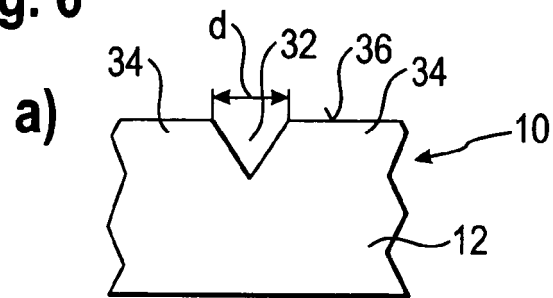
**Fig. 4**



**Fig. 5**



**Fig. 6**





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 10 00 2028

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 199 02 405 A1 (EDELHOFF ADOLF FEINDRAHTWERK [DE]) 17. August 2000 (2000-08-17)	1-4,6,10	INV. H01R4/18 H01R4/62 H01R43/02
Y	* das ganze Dokument *	5,7-9,11	
Y	DE 101 23 636 A1 (PRETTL ROLF [DE]) 5. Dezember 2002 (2002-12-05) * Zusammenfassung * * Spalte 4, Absatz 52 - Spalte 5, Absatz 65 * * Abbildung 3 *	5	
Y	DE 198 21 630 C1 (ZIEMEK GERHARD [DE]) 16. September 1999 (1999-09-16) * Zusammenfassung * * Spalte 2, Zeile 58 - Spalte 3, Zeile 30 * * Abbildungen 1-5 *	7-9	
A	JP 2009 259532 A (YAZAKI CORP) 5. November 2009 (2009-11-05) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-4 *	7-9	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Y	DE 20 2007 013957 U1 (KROMBERG & SCHUBERT GMBH & CO [DE]) 20. Dezember 2007 (2007-12-20) * Zusammenfassung * * Absatz [0031]; Abbildung 3 *	11	H01R
A	DE 10 2006 010622 B3 (SCHULTE & CO GMBH [DE]) 2. August 2007 (2007-08-02) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 *	1,6	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>16. Juli 2010</b>	Prüfer <b>Kardinal, Ingrid</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

 1  
EPO FORM 1503 03/82 (P04/C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 10 00 2028

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

16-07-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 19902405	A1	17-08-2000	KEINE		
DE 10123636	A1	05-12-2002	KEINE		
DE 19821630	C1	16-09-1999	KEINE		
JP 2009259532	A	05-11-2009	WO 2009128344	A1	22-10-2009
DE 202007013957	U1	20-12-2007	DE 102007047752	A1	30-10-2008
DE 102006010622	B3	02-08-2007	KEINE		

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82