

(19)



(11)

EP 3 800 749 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
07.04.2021 Patentblatt 2021/14

(51) Int Cl.:
H01R 43/16 (2006.01) **H01R 13/02** (2006.01)
H01R 13/187 (2006.01) **H01R 13/11** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20000333.3**

(22) Anmeldetag: **17.09.2020**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL 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 RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(30) Priorität: **01.10.2019 DE 102019006851**

(71) Anmelder: **Wieland-Werke AG**
89079 Ulm (DE)

(72) Erfinder:
• **Noll, Tony Robert**
89165 Dietenheim (DE)
• **Wolf, Michael**
89077 Ulm (DE)
• **Kästle, Christoph**
89077 Ulm (DE)
• **Thumm, Gerhard**
89155 Erbach (DE)
• **Walliser, Jochen**
89079 Ulm (DE)
• **Voggeser, Volker**
89250 Senden (DE)

(54) **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES ELEKTRISCH LEITENDEN KONTAKTELEMENTS, ELEKTRISCH LEITENDES KONTAKTELEMENT UND HÜLSE MIT EINEM ELEKTRISCH LEITENDEN KONTAKTELEMENT**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines elektrisch leitenden Kontaktelements (1), wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:

- Bereitstellen eines Metallbands (10) mit einer Oberseite (11) und einer der Oberseite (11) gegenüberliegenden Unterseite (12),
- Einbringen von in Längsrichtung des Metallbands (10) verlaufenden, keilförmigen Nuten (13) als Sollbruchstellen in die Oberseite (11) und/oder die Unterseite (12) des Metallbands (10), so dass Bandbereiche (14) entstehen, die durch die Nuten (13) begrenzt sind,
- Prägen von zueinander beabstandeten Vertiefungen (20) in mindestens eine der beiden Seiten (11, 12) des Metallbands (10), so dass auf der gegenüberliegenden

Seite (12, 11) des Metallbands (10) zueinander beabstandete Erhebungen (21, 22) geformt werden, wobei das Prägen so erfolgt, dass das Metallband (10) im Bereich der Prägestellen an den Sollbruchstellen aufgetrennt wird und mindestens eine der dabei gebildeten Trennflächen (24) einen Teil der Berandung der Erhebung (21, 22) bildet,

- Querteilen des Metallbands (10), so dass mindestens ein Kontaktelement (1) in Form eines Bandabschnitts (15) gebildet wird, wobei das Kontaktelement (1) mindestens eine Erhebung (21, 22) aufweist.

Die Erfindung umfasst ferner ein Kontaktelement (1) und eine Hülse mit einem solchen Kontaktelement (1).

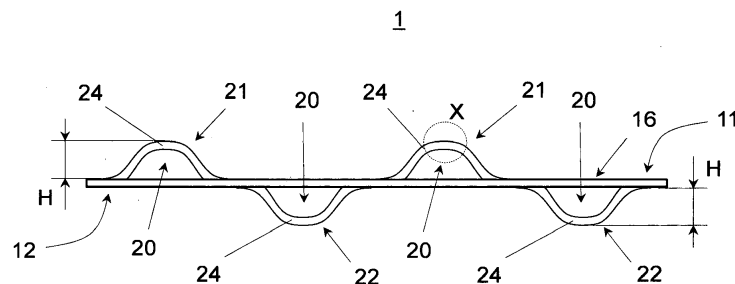


Fig. 6

EP 3 800 749 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines elektrisch leitenden Kontaktelements, ein elektrisch leitendes Kontaktelement sowie eine Hülse mit einem elektrisch leitenden Kontaktelement.

[0002] Kontaktelemente werden zur Bereitstellung einer lösbaren, elektrisch leitenden Verbindung zwischen zwei stromführenden Komponenten verwendet. Die beiden Komponenten weisen dabei einen Abstand auf, der durch das Kontaktelement überbrückt werden muss. Damit der Übergangswiderstand zwischen Kontaktelement und Komponente möglichst klein ist, muss das Kontaktelement mit einer Mindestkraft an die Oberfläche der Komponente gedrückt werden. Kontaktelemente weisen deshalb meist einen Federmechanismus auf, der für die erforderliche Anpresskraft zwischen Kontaktelement und Komponente sorgt. Ferner muss das Kontaktelement Toleranzen des Abstands zwischen den zu verbindenden Komponenten ausgleichen können. Hierzu wird ein großer Federweg benötigt.

[0003] Aus der Druckschrift DE 148 159 A ist ein Verfahren zur Herstellung lösbarer Verbindungen für elektrische Leitungen bekannt. Zwischen die zu verbindenden Leitungen wird ein Blech gelegt, das aus elastischem Material besteht und das mit einer Vielzahl von Erhebungen versehen ist. Die Erhebungen können die Form von Buckeln haben. Die Erhebungen werden durch Ausbiegen von Teilen des Blechs erzeugt.

[0004] In der Druckschrift DE 34 12 849 A1 ist eine elektrische Kontaktvorrichtung mit einer druckbelasteten Kontaktzwischenlage offenbart. Die Kontaktzwischenlage weist vorspringende Teile auf und kann eine gewellte oder gewölbte Form aufweisen. Die Kontaktzwischenlage besteht aus federhartem Material.

[0005] Des Weiteren ist aus der EP 0 202 564 A2 eine elektrische Kontaktvorrichtung mit mindestens zwei Kontaktkörpern und mindestens einem Lamellenkörper bekannt. Der Lamellenkörper umfasst eine Vielzahl von gewölbten Lamellen, die durch Schlitze voneinander getrennt sind. Die Lamellen arbeiten nach dem Prinzip der Blattfeder.

[0006] Die Herstellung von Kontaktelementen muss schnell und mit hoher Präzision erfolgen. Die Erhebungen, die den Kontakt herstellen, dürfen nur geringe Toleranzen bei ihren Abmessungen aufweisen. Bekannte Herstellverfahren stoßen an ihre Grenzen, wenn Kontaktelemente mit hoher Geschwindigkeit und gleichzeitig hoher Präzision hergestellt werden sollen.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein bezüglich Geschwindigkeit und Präzision verbessertes Herstellverfahren für ein elektrisch leitendes Kontaktelement, ein bezüglich Präzision verbessertes elektrisch leitendes Kontaktelement sowie eine Hülse mit einem solchen Kontaktelement anzugeben.

[0008] Die Erfindung wird bezüglich eines Herstellverfahrens durch die Merkmale des Anspruchs 1, bezüglich eines elektrisch leitenden Kontaktelements durch die

Merkmale des Anspruchs 7 und bezüglich einer Hülse durch die Merkmale des Anspruchs 11 wiedergegeben. Die weiteren rückbezogenen Ansprüche betreffen vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen der Erfindung.

[0009] Die Erfindung schließt ein Verfahren zur Herstellung eines elektrisch leitenden Kontaktelements ein, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:

- a) Bereitstellen eines Metallbands mit einer Oberseite und einer der Oberseite gegenüberliegenden Unterseite,
- b) Einbringen von in Längsrichtung des Metallbands verlaufenden, keilförmigen Nuten als Sollbruchstellen in die Oberseite und/oder die Unterseite des Metallbands, so dass Bandbereiche entstehen, die durch die Nuten begrenzt sind,
- c) Prägen von zueinander beabstandeten Vertiefungen in mindestens eine der beiden Seiten des Metallbands, so dass auf der gegenüberliegenden Seite des Metallbands zueinander beabstandete Erhebungen geformt werden, wobei das Prägen so erfolgt, dass das Metallband im Bereich der Prägestellen an den Sollbruchstellen aufgetrennt wird und mindestens eine der dabei gebildeten Trennflächen einen Teil der Berandung der Erhebung bildet,
- d) Querteilen des Metallbands in Bandabschnitte, so dass mindestens ein Kontaktelement in Form eines Bandabschnitts gebildet wird, wobei das Kontaktelement mindestens eine Erhebung aufweist.

[0010] Die Erfindung geht von einem Herstellverfahren aus, mit welchem aus einem beliebig langen Metallband mit einer Breite B und einer Dicke d1 ein elektrisch leitendes Kontaktelement hergestellt wird. Das Metallband besteht dabei bevorzugt aus einem Werkstoff mit einem Elastizitätsmodul von mindestens 110 GPa und einer Streckgrenze $R_{p0,2}$ von mindestens 300 MPa. Besonders bevorzugt ist der Werkstoff eine Kupferlegierung mit einer elektrischen Leitfähigkeit von mindestens 50 % IACS. Das Metallband weist als Hauptseiten eine Oberseite und eine Unterseite auf. Die Längserstreckung des Metallbands legt dessen Längsrichtung fest. Die Querrichtung ist quer zur Längsrichtung definiert. Die Breite B des Metallbands wird in Querrichtung des Metallbands gemessen. Sie beträgt bevorzugt 5 bis 40 mm. Die Dicke d1 des Metallbands beträgt vorzugsweise mindestens 200 μm und höchstens 600 μm . Durch Prägen von Vertiefungen werden auf mindestens einer der beiden Seiten des Metallbands Erhebungen erzeugt, die geeignet sind, mittels Federwirkung eine elektrische Verbindung mit der zu kontaktierenden Komponente herzustellen.

[0011] Der Erfindung liegt die Idee zugrunde, dass das Prägen der Vertiefungen in Schritt c) und somit das Formen der Erhebungen, besonders leicht und schnell erfolgen kann, wenn vor dem Prägen in mindestens eine der beiden Seiten des Metallbands Sollbruchstellen in Form von keilförmigen Nuten in das Metallband eingebracht werden, die in Längsrichtung des Metallbands ver-

laufen. Nach dem Einbringen der Nuten bleibt im Bereich der Nuten vom Metallband nur noch ein Steg übrig, der deutlich dünner als die Dicke d_1 des ursprünglichen Metallbands ist. An diesen Stellen ist das Metallband also geschwächt. Zum Auftrennen des Stegs wird eine geringere Kraft benötigt, als wenn das Band keine Sollbruchstellen aufweist.

[0012] Durch das Einbringen der Nuten wird das Metallband in Bandbereiche unterteilt, die durch die Nuten begrenzt sind und sich in Längsrichtung des Metallbands erstrecken. Nach dem Einbringen der Nuten werden im Schritt c) in einzelne oder in alle Bandbereiche zueinander beabstandete Vertiefungen geprägt. Das Zentrum einer solchen Vertiefung liegt dabei ungefähr in der Mitte eines Bandbereichs zwischen zwei benachbarten Nuten. Die Vertiefungen werden von mindestens einer Seite des Metallbands, also seiner Ober- oder Unterseite, ausgehend in lateraler Richtung so tief in das Metallband geprägt, dass sich das Metallband auf der anderen Seite ausbeult oder aufwölbt. Auf diese Weise werden auf mindestens einer Seite des Metallbands zueinander beabstandete, lokale Erhebungen in Form von Ausbeulungen oder Wölbungen gebildet, die den Vertiefungen auf der anderen Seite des Metallbands entsprechen. Die Erhebungen stellen über die Bandoberfläche erhabene Bereiche dar und zwischen zwei Erhebungen eines Bandbereichs bleiben nicht-erhabene Bereiche.

[0013] Bevorzugt ist die laterale Verformung des Metallbands durch das Prägen einer Vertiefung größer als die Dicke d_1 des Metallbands. Insbesondere kann die laterale Verformung mindestens das Dreifache, besonders bevorzugt mindestens das Fünffache oder das Achtfache der Dicke d_1 des Metallbands betragen. Mit anderen Worten, die Höhe H der durch das Prägen geformten Erhebungen ist bevorzugt mindestens das Dreifache, besonders bevorzugt mindestens das Fünffache oder das Achtfache der Dicke d_1 des Metallbands. Die Höhe H einer Erhebung wird dabei von der unverformten Oberfläche des Metallbands bis zur maximalen lateralen Erstreckung der Erhebung über die Oberfläche des Metallbands gemessen.

[0014] Durch die laterale Verformung kommt es im Bereich jeder Prägestelle zu Scherkräften im Werkstoff. Der Werkstoff bricht bevorzugt an den in Schritt b) gebildeten Sollbruchstellen, weil die dünnen Stege durch die Scherkräfte leicht aufgetrennt werden. Nach dem Auftrennen der Stege steht das Material, das eine Erhebung bilden soll, an einer Prägestelle nur noch in Richtung parallel zu den Nuten mit dem unverformten Material des Metallbands in Verbindung. In Richtung quer zu den Nuten existiert keine derartige Verbindung des Materials mehr. Das Prägen der Vertiefung erfordert folglich weniger Kraft und kann schneller erfolgen. Eine auf diese Weise geformte, lokale Erhebung auf der Oberfläche des Metallbands weist eine Berandung auf. Die Berandung ist als die Grenze zwischen dem verformten, aufgewölbten Bereich der Erhebung und dem unverformten Bereich des Metallbands definiert. Mindestens eine der durch das Auf-

trennen der Stege gebildeten Trennflächen bildet einen Teil dieser Berandung. Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist, dass die Trennfläche gratfrei ist, also keinen Grat aufweist.

[0015] Bevorzugt beträgt die Erstreckung einer Erhebung in Längsrichtung des Metallbands 1,5 bis 4,5 mm. Die Breite einer Erhebung quer zur Längsrichtung des Metallbands beträgt vorzugsweise 0,5 bis 2,5 mm. Die Erstreckung einer Erhebung in Längsrichtung ist bevorzugt das 1,5 bis 3-fache der Breite der Erhebung. Die Höhe H einer Erhebung beträgt bevorzugt 1 bis 6 mm, wobei die Höhe der Erhebung umso größer ist je dicker das Metallband ist.

[0016] Bevorzugt werden in Schritt b) die Nuten durch einen Umformprozess, beispielsweise durch Strukturwalzen, eingebracht. Dadurch wird nicht nur die Dicke des Bands lokal auf die Dicke des Stegs reduziert, sondern im Bereich des Stegs härtet der Werkstoff auch auf. Das Aufhärten des Werkstoffs hat zur Folge, dass die Streckgrenze des Werkstoffs ansteigt und sich der Zugfestigkeit annähert. Wenn in diesem Fall eine Scherkraft auf den Steg wirkt, findet kaum noch eine plastische Verformung des Stegs statt, sondern der Steg bricht, sobald die Scherkraft an einer Stelle die Zugfestigkeit erreicht hat.

[0017] Das Metallband wird quergeteilt, so dass ein oder mehrere Kontaktelemente in Form von Bandabschnitten gebildet werden. Jedes Kontaktelement weist mindestens eine Erhebung, bevorzugt mehrere Erhebungen auf. Das Querteilen kann nach dem Prägen der Vertiefungen in Schritt c), also gegen Ende des Verfahrens erfolgen. Dies hat den Vorteil, dass bis zu diesem Schritt das zu bearbeitende Werkstück ein quasi endloses Bandmaterial ist, das sich durch einfache Fördereinrichtungen, beispielsweise durch Rollen oder eine Zieheinheit, durch die Vorrichtung, welche zur Durchführung des Verfahrens vorgesehen ist, transportieren lässt.

[0018] Es ist jedoch auch möglich, dass das Querteilen bereits vor dem Einbringen der keilförmigen Nuten oder zwischen dem Einbringen der keilförmigen Nuten und dem Prägen der Vertiefungen erfolgt. In diesen Fällen werden die dem Querteilen nachfolgenden Schritte an separierten Bandabschnitten in Form von Platinen vorgenommen. Dies kann Vorteile hinsichtlich der Handhabung der Werkstücke haben.

[0019] In bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung können die in Schritt b) eingebrachten Nuten auf den beiden Seiten des Metallbands und einander paarweise gegenüberliegend eingebracht werden. In diesem Fall wird der verbleibende Steg in lateraler Richtung nicht nur durch eine, sondern durch zwei Nuten begrenzt. Dies erleichtert aufgrund der beidseitigen Kerbwirkung der Nuten das gratfreie Auftrennen des Stegs. Wenn gegenüberliegende Nuten ungefähr gleich tief eingebracht sind, ist der Steg bezogen auf die Dicke des Metallbands ungefähr in der Mitte des Metallbands angeordnet. Diese Symmetrie ist von Vorteil, wenn das Metallband in Schritt

c) beidseitig geprägt wird, um auf beiden Seiten des Metallbands Erhebungen zu erzeugen.

[0020] Vorteilhafterweise können die Nuten jeweils eine endliche Länge aufweisen, die kürzer als die Länge des Bandabschnitts nach Durchführung von Schritt d) ist. Die Nuten erstrecken sich also nicht kontinuierlich entlang der Längsrichtung des Metallbands, sondern sie sind unterbrochen. Sollbruchstellen werden also nur an bestimmten, räumlich begrenzten Stellen des Metallbands erzeugt. Bei dieser Ausgestaltung erfolgt das Schwächen des Bandmaterials nur lokal und genau an den Stellen, an denen im Schritt c) die Vertiefungen geprägt werden, während an den anderen Stellen keine Schwächung erfolgt. Hierdurch wird die mechanische Stabilität des Kontaktelements weniger beeinträchtigt, als wenn sich die Nuten kontinuierlich entlang der Längsrichtung des Metallbands erstrecken.

[0021] In bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung können die Erhebungen von jeweils benachbarten Bandbereichen so geformt werden, dass sie in Querrichtung des Metallbands zueinander versetzt angeordnet sind. Bei dieser Anordnung der Erhebungen grenzt ein erhabener Bereich des Metallbands immer an einen nicht-erhabenen Bereich des benachbarten Bandbereichs. Auf diese Weise wird die mechanische Stabilität des Metallbands während der Bearbeitung und letztendlich auch die Stabilität des Kontaktelements sichergestellt. Bei einer besonderen Ausführungsform können benachbarte Erhebungen so nahe zueinander geformt werden, dass die erhabenen und die nicht-erhabenen Bereiche des Metallbands ein schachbrett-ähnliches Muster bilden.

[0022] Bei einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung können die Erhebungen sowohl auf der Oberseite als auch auf der Unterseite des Metallbands geformt werden. Die Krafteinleitung beim Prägen der Vertiefungen in Schritt c) erfolgt also in beiden zur Oberfläche des Metallbands lateralen Richtungen. Dadurch wird die Verteilung der Scherspannung im Werkstoff gleichmäßiger. Dies wirkt sich positiv auf die Qualität des Kontaktelements aus. Insbesondere wird ein einseitiges Durchbiegen des Kontaktelements verhindert und somit seine Planheit verbessert.

[0023] Vorteilhafterweise kann das Metallband vor dem Prägen auf eine Temperatur von durchschnittlich mindestens 10 K über der Rekristallisationstemperatur des Bandwerkstoffs erwärmt werden. Durchschnittlich bedeutet hier, dass über die Breite des Metallbands gemittelt das Metallband auf eine Temperatur von mindestens 10 K über der Rekristallisationstemperatur des Bandwerkstoffs erwärmt wird. Durch diese Wärmebehandlung wird der Werkstoff weicher. Das Prägen der Vertiefungen kann dann mit weniger Kraftaufwand erfolgen.

[0024] Ein weiterer Aspekt der Erfindung schließt ein elektrisch leitendes Kontaktelement zur elektrischen Verbindung zweier stromführender Komponenten ein. Das Kontaktelement umfasst einen Metallstreifen, welcher bevorzugt aus einem Werkstoff mit einem Elastizi-

tätsmodul von mindestens 110 GPa und einer Streckgrenze $R_{p0,2}$ von mindestens 300 MPa ist. Der Metallstreifen hat eine Oberseite und eine Unterseite als Hauptseiten. Das Kontaktelement umfasst ferner mindestens eine aus dem Material des Metallstreifens geformte, aus der Oberseite oder der Unterseite des Metallstreifens hervorspringende Erhebung, bevorzugt in Form einer Aufwölbung. Die Dicke d_2 des Metallstreifens im Bereich der Erhebung ist zumindest lokal kleiner als die Dicke d_1 des Metallstreifens in den Abschnitten außerhalb einer Erhebung. Die Härte des Werkstoffs gemessen in Vickershärte ist im Bereich der Erhebung um mindestens 3 % größer als in den Abschnitten außerhalb einer Erhebung. Die Erhebung weist an einem Teil ihrer Berandung eine Trennfläche auf. Erfindungsgemäß weist die Erhebung mindestens eine an die Trennfläche angrenzende Fase auf, die sich über mindestens 20 % und höchstens 80 % der Dicke des Metallstreifens erstreckt und mit der Richtung senkrecht auf die Streifenoberfläche einen Winkel von 10° bis 30° einschließt.

[0025] Bei dem erfindungsgemäßen Kontaktelement wirkt jede Erhebung bei Druckbelastung in Richtung senkrecht zur Oberfläche des Metallstreifens als elastische Feder. Bei Verformung soll die Erhebung mittels ihrer Kontaktfläche eine bestimmte Anpresskraft auf die Oberfläche einer der zu verbindenden Komponenten erzeugen. Deshalb müssen bei gegebenem Elastizitätsmodul und gegebener Streckgrenze die Form und die Größe, also insbesondere Breite und Höhe der Erhebung in einem engen Fenster toleriert werden. Die Erhebung ist aus dem Material des Metallstreifens durch einen Umformschritt, beispielsweise einen Prägeschritt, geformt. Bei dieser Umformung streckt sich das Material im Bereich der Erhebung, so dass in diesem Bereich die Dicke d_2 des Metallstreifens kleiner als seine ursprüngliche Dicke d_1 ist. Dagegen weist der Metallstreifen im unverformten Bereich außerhalb einer Erhebung noch seine ursprüngliche Dicke d_1 auf. Ferner erfolgt durch die Umformung des Werkstoffs eine Aufhärtung des Werkstoffs im Bereich der Erhebung. Folglich ist die Härte des Werkstoffs, gemessen in Vickershärte HV, im Bereich der Erhebung um mindestens 3 % größer als in den unverformten Abschnitten außerhalb einer Erhebung, insbesondere in den Abschnitten zwischen zwei benachbarten Erhebungen.

[0026] Die Berandung einer Erhebung ist definiert als Grenze zwischen dem verformten, über die Oberfläche des Metallstreifens erhabenen Bereich und dem nicht-verformten Bereich des Metallstreifens. Die Erhebung ist so gestaltet, dass sie an einem Teil ihrer Berandung eine Trennfläche aufweist. Dort ist das Material, das die Erhebung bildet, vom Material des nicht-verformten Metallstreifens getrennt. Gemäß der Erfindung weist die Erhebung mindestens eine an die Trennfläche angrenzende Fase auf, die sich über mindestens 20 % und höchstens 80 % der Dicke d_2 des Metallstreifens erstreckt und mit der Richtung senkrecht auf die Streifenoberfläche einen Winkel von 10° bis 30° einschließt. Winkel kleiner

10° sind technisch schwer zu beherrschen. Wenn der Winkel mehr als 30° beträgt, wird die Kontaktfläche der Erhebung deutlich reduziert. Die Fase resultiert von einer keilförmigen Nut, die vor dem Formen der Erhebung in den Metallstreifen eingebracht wurde. Durch die Nut wurde die Dicke des Metallstreifens lokal reduziert und somit eine Sollbruchstelle erzeugt. An dieser Sollbruchstelle wurde beim Formen der Erhebung das Material der Erhebung vom nicht-verformten Material des Metallstreifens getrennt, so dass die Erhebung an dieser Stelle besonders leicht geformt werden konnte. Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass die Größe und die Form der Erhebung durch die Sollbruchstellen sehr genau vorherbestimmt werden können. Eventuell auftretende Inhomogenitäten im Werkstoff des Metallstreifens haben nur einen geringen Einfluss auf die Form und Größe der Erhebung. Die Erhebung kann also mit großer Präzision geformt werden.

[0027] Ein derartiges Kontaktelement ist mit dem vorstehend beschriebenen Verfahren herstellbar. Der Metallstreifen des Kontaktelements entspricht dabei im Wesentlichen dem Bandabschnitt, der im Verfahrensschritt d) durch Querteilen des Metallbands gebildet wird. Im Wesentlichen bedeutet hier, dass an dem im Verfahrensschritt d) gebildeten Bandabschnitt weitere Arbeitsschritte durchgeführt werden können, um den Metallstreifen des Kontaktelements zu bilden. Solche Arbeitsschritte können beispielsweise Verrunden der Ecken, Entgraten der Kanten oder Beschichten der Oberfläche mit Zinn, Nickel oder Silber sein. Alle bevorzugten und vorteilhaften Ausführungsformen des vorstehend beschriebenen Verfahrens können zur Herstellung des Kontaktelements verwendet werden. Insbesondere kann das Kontaktelement alle vorstehend im Zusammenhang mit dem Herstellungsverfahren vorstehend beschriebenen, bevorzugten Dimensionen aufweisen und aus den vorstehend beschriebenen Werkstoffen sein.

[0028] Vorteilhafterweise kann das Kontaktelement sowohl auf der Oberseite als auch auf der Unterseite des Metallstreifens jeweils mindestens eine Erhebung aufweisen. Um im eingebauten Zustand eine Federkraft bereitzustellen, muss die gesamte laterale Ausdehnung des Kontaktelements, also die Ausdehnung des Kontaktelements senkrecht zur Oberfläche des Metallstreifens größer als der Abstand zwischen den zu verbindenden Komponenten sein. Wenn das Kontaktelement nur auf einer Seite des Metallstreifens Erhebungen aufweist, müssen diese höher als der gesamte zu überbrückende Abstand abzüglich der Banddicke d_1 sein. Wenn das Kontaktelement dagegen sowohl auf der Oberseite als auch auf der Unterseite des Metallstreifens Erhebungen aufweist, müssen diese lediglich höher als der halbe zu überbrückende Abstand abzüglich der Banddicke d_1 sein. Dies erleichtert die Herstellung des Kontaktelements, weil das Material weniger weit verformt werden muss.

[0029] In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung kann das Kontaktelement auf der Oberseite und/oder der

Unterseite des Metallstreifens, also auf mindestens einer der beiden Seiten des Metallstreifens, mehrere voneinander beabstandete Erhebungen aufweisen. Auf diese Weise können ein Vielzahl von Kontaktflächen zwischen dem Kontaktelement und dem zu verbindenden Bauteil gebildet werden. Der elektrische Strom kann sich dann auf viele Kontaktflächen verteilen und die maximal erreichte Stromdichte bleibt gering.

[0030] In besonders vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung können in Querrichtung des Metallstreifens benachbarte Erhebungen zueinander versetzt angeordnet sein. Bei einer solchen Anordnung der Erhebungen wird eine besonders hohe Dichte an Kontaktpunkten bei gleichzeitig hoher Stabilität des Kontaktelements erzielt.

[0031] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft eine Hülse mit einem vorstehend beschriebenen Kontaktelement, wobei das Kontaktelement so in die Hülse eingebaut ist, dass innerhalb der Hülse ein Hohlraum zur Aufnahme einer zu kontaktierenden Komponente gebildet ist. Der Hohlraum kann bevorzugt zylinderförmig oder quaderförmig ausgebildet sein. Auf diese Weise wird ein Bauteil gebildet, das standardisiert hergestellt und in vielen Anwendungen für ähnliche Aufgaben eingesetzt werden kann. Beispielsweise kann ein Bauteil in Form einer Doppelmuffe zur Verbindung von zwei elektrischen Leitern wie Kabeln oder Stromschienen gebildet werden. Alternativ kann das Bauteil einen Stecker und eine Buchse aufweisen.

[0032] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der schematischen Zeichnungen näher erläutert. Darin zeigen:

- Fig. 1 ein Metallband nach Verfahrensschritt b)
- Fig. 2 eine Draufsicht auf ein Metallband mit kontinuierlichen Nuten
- Fig. 3 eine Draufsicht auf ein Metallband mit nicht-kontinuierlichen Nuten
- Fig. 4 eine Draufsicht auf ein Kontaktelement
- Fig. 5 eine Draufsicht auf ein alternatives Kontaktelement
- Fig. 6 eine Seitenansicht eines Kontaktelements
- Fig. 7 einen Abschnitt einer Erhebung als vergrößertes Detail X aus Fig. 6
- Fig. 8 eine Querschnittsansicht einer Erhebung
- Fig. 9 eine Draufsicht auf ein weiteres alternatives Kontaktelement
- Fig. 10 eine Seitenansicht eines Kontaktelements gemäß Fig. 9

[0033] Einander entsprechende Teile sind in allen Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0034] Fig. 1 zeigt ein Metallband 10 der Breite B und der Dicke d_1 nach Verfahrensschritt b). Das Metallband 10 weist sowohl auf seiner Oberseite 11 als auch auf seiner Unterseite 12 jeweils sechs keilförmige, sich in Längsrichtung des Metallbands 10 kontinuierlich erstreckende Nuten 13 auf, die sich jeweils paarweise gegenüberliegen. Zwischen jeweils gegenüberliegenden Nu-

ten 13 ist ein Steg 18. Die Tiefe der Nuten 13 beträgt jeweils ungefähr 35 bis 40 % der Dicke d_1 des Metallbands 10, so dass die Dicke des Stegs 18 noch ungefähr 20 bis 30 % der ursprünglichen Dicke d_1 des Metallbands 10 beträgt. Das Metallband 10 ist im Bereich der Nuten 13 also erheblich geschwächt. Durch die Nuten 13 werden somit Sollbruchstellen gebildet. Der Steg 18 kann bereits mit geringer Kraft aufgetrennt werden. Durch die Nuten wird das Metallband 10 in Bandbereiche 14 unterteilt. Je nach Abstand benachbarter Nuten 13 weisen die Bandbereiche 14 eine unterschiedliche Breite auf. In die Bandbereiche 14, die eine größere Breite als die anderen Bandbereiche aufweisen, werden in Verfahrensschritt c) Vertiefungen 20 geprägt.

[0035] Fig. 2 zeigt eine Draufsicht auf einen Ausschnitt eines Metallbands 10 mit kontinuierlich verlaufenden Nuten 13 nach Verfahrensschritt b). Das Metallband 10 weist zumindest auf der sichtbaren Oberseite 11 zehn Nuten 13 auf. Das in Fig. 2 dargestellte Metallband 10 kann auch auf der nicht sichtbaren Unterseite 12 Nuten 13 aufweisen wie das in Fig. 1 dargestellte Metallband 10.

[0036] Fig. 3 zeigt eine Draufsicht auf einen Ausschnitt eines Metallband 10 mit einer Vielzahl von nicht-kontinuierlichen Nuten 13 nach Verfahrensschritt b). Die Nuten 13 erstrecken sich jeweils nur über eine endliche Länge. Das in Fig. 3 dargestellte Metallband 10 weist zumindest auf der sichtbaren Oberseite 11 eine Vielzahl von Nuten 13 auf. Es kann auch auf der nicht sichtbaren Unterseite 12 Nuten 13 aufweisen, die bevorzugt zu den Nuten 13 auf der Oberseite 11 korrespondieren.

[0037] Fig. 4 zeigt eine Draufsicht auf ein Kontaktelement 1 nach dem Prägen von Vertiefungen 20 und nach dem Querteilen des Metallbands 10. Fig. 4 zeigt also ein Kontaktelement 1 nach Durchführung der Verfahrensschritte c) und d). Zur Herstellung wurde ein Metallband 10 mit kontinuierlich verlaufenden Nuten 13 wie in Fig. 2 dargestellt verwendet. Die Vertiefungen 20 wurden sowohl auf der Oberseite 11 als auch auf der nicht sichtbaren Unterseite 12 des Metallbands 10 geprägt. Die auf der Oberseite 11 des Metallbands 10 geprägten Vertiefungen 20 führen zu Erhebungen 22 auf der Unterseite 12 des Metallbands 10, während die auf der Unterseite 12 des Metallbands 10 geprägten, nicht sichtbaren Vertiefungen zu Erhebungen 21 auf der Oberseite 11 des Metallbands 10 führen. Nach dem Prägen der Vertiefungen 20 wurde das Metallband 10 quergeteilt, so dass ein Metallstreifen 16 in Form eines Bandabschnitts 15 entstanden ist, der auf seiner Oberseite 11 sechs Erhebungen 21 und auf seiner Unterseite 12 vier Erhebungen 22 aufweist. Dieser Metallstreifen 16 mit Erhebungen 21, 22 stellt ein Kontaktelement 1 dar. Da das Kontaktelement 1 aus einem Metallband 10 mit kontinuierlich verlaufenden Nuten 13 hergestellt wurde, weist der Metallstreifen 16 zwischen zwei in Längsrichtung benachbarten Erhebungen 21, 22 Nuten 13 auf.

[0038] Fig. 5 zeigt eine zu Fig. 4 analoge Draufsicht auf ein Kontaktelement 1 nach dem Prägen von Vertiefungen 20 und nach dem Querteilen des Metallbands 10.

Im Unterschied zu dem in Fig. 4 dargestellten Kontaktelement wurde jedoch bei der Herstellung des Kontaktelements 1 gemäß Fig. 5 ein Metallband 10 mit nichtkontinuierlich verlaufenden Nuten 13, wie in Fig. 3 dargestellt, verwendet. Die in Schritt b) eingebrachten Nuten 13 wurden dabei genau an den Stellen des Metallbands 10 positioniert, an denen in Schritt c) die Vertiefungen 20 auf beiden Seiten 11, 12 des Metallbands 10 geprägt werden sollen. Die Länge der Nuten 13 ist nur unwesentlich größer als die Erstreckung der Erhebungen 21, 22 in Längsrichtung des Metallbands 10, so dass die Nuten 13 nach dem Prägen der Vertiefungen nicht oder nur unwesentlich über die Erhebungen 21, 22 in Längsrichtung des Metallbands 10 hinausragen. Entsprechend sind in Fig. 5 die Nuten 13 nur noch als kurzer Überstand 131 erkennbar. Da das Kontaktelement in den übrigen Bereichen keine Nuten aufweist, ist es besonders stabil.

[0039] Fig. 6 zeigt eine Seitenansicht eines Kontaktelements 1 gemäß Fig. 4 oder Fig. 5. Das Kontaktelement 1 weist einen Metallstreifen 16 auf. In den Metallstreifen 16 wurden beidseitig Vertiefungen 20 geprägt, so dass sowohl auf der Oberseite 11 des Metallstreifens 16 Erhebungen 21 als auch auf der Unterseite 12 des Metallstreifens 16 Erhebungen 22 gebildet wurden. Die Erhebungen 21, 22 haben eine gewölbte Form. Es ist anzumerken, dass die Erhebungen 22 auf der Unterseite 12 in einer Ebene hinter der Ebene liegen, in der die Erhebungen 21 auf der Oberseite 11 des Metallstreifens 16 liegen. Beim Prägen der Vertiefungen 20 wurde an den Sollbruchstellen, die durch die Nuten 13 gebildet wurden, das Material, das eine Erhebung 21, 22 bildet, vom Material des unverformten Metallbands 10 getrennt. Die dadurch seitlich an den Erhebungen 21, 22 jeweils entstandene Trennfläche 24 ist in Fig. 6 erkennbar. Die Erhebungen 21, 22 weisen an den Trennflächen 24 jeweils mindestens eine Fase auf, die jedoch in Fig. 6 aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt ist. Die Erhebungen 21, 22 weisen auf beiden Seiten 11, 12 des Metallstreifens 16 jeweils die gleiche Höhe H auf.

[0040] Fig. 7 zeigt in perspektivischer Ansicht einen Abschnitt einer Erhebung 21, 22 als vergrößertes Detail X der Fig. 6, während Fig. 8 eine Querschnittsansicht der in Fig. 7 dargestellten Erhebung 21, 22 zeigt. Die Erhebung 21, 22 weist an ihren beiden seitlichen Rändern jeweils eine Trennfläche 24 auf. Die Trennfläche 24 hat eine Breite, die ungefähr 20 % der Dicke d_2 der Erhebung 21, 22 beträgt. Die Trennflächen 24 entstehen beim Abtrennen der Stege 18 im Verfahrensschritt c). Beidseitig an die Trennflächen 24 schließen sich jeweils Fasen 26 an. Die Fasen 26 entsprechen den Seitenwänden der keilförmigen Nuten 13, die in Verfahrensschritt b) in das Metallband 10 eingebracht wurden. Die Fasen 26 erstrecken sich über ungefähr 40 % der Dicke d_2 des Metallstreifens 16 im Bereich der Erhebung 21, 22. Sie schließen mit der Richtung senkrecht auf die Streifenoberfläche einen Winkel α von ungefähr 20° ein.

[0041] Fig. 9 zeigt eine zu Fig. 4 analoge Draufsicht auf ein weiteres alternatives Kontaktelement 1 nach dem

Prägen von Vertiefungen und nach Querteilen des Metallbands 10. Im Unterschied zu dem in Fig. 4 dargestellten Kontaktelement 1 wurden bei dem in Fig. 9 dargestellten Kontaktelement 1 alle Vertiefungen in die Unterseite 12 des Metallbands 10 geprägt, so dass das Kontaktelement 1 lediglich auf seiner Oberseite 11 insgesamt zehn Erhebungen 21 aufweist.

[0042] Fig. 10 zeigt eine zu Fig. 6 analoge Seitenansicht eines Kontaktelements 1 gemäß Fig. 9. In den Metallstreifen 16 des Kontaktelements wurden nur in die Unterseite 12 Vertiefungen 20 geprägt, so dass lediglich auf der Oberseite 11 des Metallstreifens 16 Erhebungen 21 gebildet wurden. Die Erhebungen 21 haben eine gewölbte Form. Es ist anzumerken, dass - bei Zählung der Erhebungen 21 am linken Rand der Fig. 10 beginnend - die zweite und die vierte Erhebung 21 in einer Ebene hinter der Ebene liegen, in der die erste und die dritte Erhebung 21 liegen. Dies entspricht der jeweiligen Position der Erhebungen 21 beim Kontaktelement 1 gemäß Fig. 9. Beim Prägen der Vertiefungen 20 wurde an den Sollbruchstellen, die durch die Nuten 13 gebildet wurden, das Material, das eine Erhebung 21 bildet, vom Material des unverformten Metallbands 10 getrennt. Die dadurch seitlich an den Erhebungen 21 entstandene Trennfläche 24 ist in Fig. 10 erkennbar. Die Erhebungen 21 weisen an den Trennflächen 24 jeweils mindestens eine Fase auf, die jedoch in Fig. 10 aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt ist. Die Erhebungen 21 weisen bezogen auf die Oberfläche des Metallstreifens 16 die Höhe H auf. Das in Fig. 10 mit X gekennzeichnete Detail ist in Fig. 7 und Fig. 8 genauer dargestellt.

Bezugszeichenliste

[0043]

1	Kontaktelement
10	Metallband
11	Oberseite
12	Unterseite
13	Nut
131	Überstand
14	Bandbereich
15	Bandabschnitt
16	Metallstreifen
18	Steg
20	Vertiefung
21,22	Erhebung
24	Trennfläche
26	Fase
B	Breite des Metallbands
d1	Dicke des Metallbands
d2	Dicke des Metallstreifens im Bereich einer Erhebung
H	Höhe der Erhebung
X	Detail aus Fig. 6
α	Winkel der Fase

Patentansprüche

- Verfahren zur Herstellung eines elektrisch leitenden Kontaktelements (1), wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:
 - Bereitstellen eines Metallbands (10) mit einer Oberseite (11) und einer der Oberseite (11) gegenüberliegenden Unterseite (12),
 - Einbringen von in Längsrichtung des Metallbands (10) verlaufenden, keilförmigen Nuten (13) als Sollbruchstellen in die Oberseite (11) und/oder die Unterseite (12) des Metallbands (10), so dass Bandbereiche (14) entstehen, die durch die Nuten (13) begrenzt sind,
 - Prägen von zueinander beabstandeten Vertiefungen (20) in mindestens eine der beiden Seiten (11, 12) des Metallbands (10), so dass auf der gegenüberliegenden Seite (12, 11) des Metallbands (10) zueinander beabstandete Erhebungen (21, 22) geformt werden, wobei das Prägen so erfolgt, dass das Metallband (10) im Bereich der Prägestellen an den Sollbruchstellen aufgetrennt wird und mindestens eine der dabei gebildeten Trennflächen (24) einen Teil der Berandung der Erhebung (21, 22) bildet,
 - Querteilen des Metallbands (10), so dass mindestens ein Kontaktelement (1) in Form eines Bandabschnitts (15) gebildet wird, wobei das Kontaktelement (1) mindestens eine Erhebung (21, 22) aufweist.
- Verfahren nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** die in Schritt b) eingebrachten Nuten (13) auf den beiden Seiten (11, 12) des Metallbands (10) und einander paarweise gegenüberliegend eingebracht werden.
- Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nuten (13) jeweils eine endliche Länge aufweisen, die kürzer als die Länge des Bandabschnitts nach Schritt d) ist.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erhebungen (21, 22) von jeweils benachbarten Bandbereichen (14) in Querrichtung des Metallbands (10) zueinander versetzt geformt werden.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erhebungen (21, 22) sowohl auf der Oberseite (11) als auch auf der Unterseite (12) des Metallbands (10) geformt werden.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Metallband (10) vor dem Prägen auf eine Temperatur von durch-

schnittlich mindestens 10 K über der Rekristallisationstemperatur des Bandwerkstoffs erwärmt wird.

7. Elektrisch leitendes Kontaktelement (1) umfassend:

einen Metallstreifen (16), wobei der Metallstreifen (16) eine Oberseite (11) und eine Unterseite (12) aufweist, 5
mindestens eine aus dem Material des Metallstreifens (16) geformte, aus der Oberseite (11) oder Unterseite (12) des Metallstreifens (16) 10
hervorspringende Erhebung (21, 22), die an einem Teil ihrer Berandung eine Trennfläche (24) aufweist, wobei die Dicke d2 des Metallstreifens (16) im Bereich der Erhebung (21, 22) zumindest lokal kleiner als die Dicke d1 des Metallstreifens (16) in den Abschnitten außerhalb einer Erhebung (21, 22) ist, und wobei die Härte des Werkstoffs gemessen in Vickershärte im Bereich der Erhebung (21, 22) um mindestens 3 % größer ist als in den Abschnitten außerhalb der Erhebung (21, 22), 15
dadurch gekennzeichnet, dass die Erhebung (21, 22) mindestens eine an die Trennfläche (24) angrenzende Fase (26) aufweist, die sich über mindestens 20 % und höchstens 80 % der Dicke d2 des Metallstreifens (16) im Bereich der Erhebung (21, 22) erstreckt und mit der Richtung senkrecht auf die Streifenoberfläche einen Winkel von 10° bis 30° einschließt. 20 25 30

8. Kontaktelement (1) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sowohl auf der Oberseite (11) als auch auf der Unterseite (12) des Metallstreifens (16) jeweils mindestens eine Erhebung (21, 22) aufweist. 35

9. Kontaktelement (1) nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** es auf der Oberseite (11) und/oder der Unterseite (12) des Metallstreifens (16) mehrere voneinander beabstandete Erhebungen (21, 22) aufweist. 40

10. Kontaktelement (1) nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Querrichtung des Metallstreifens (16) benachbarte Erhebungen (21, 22) zueinander versetzt angeordnet sind. 45

11. Hülse mit einem Kontaktelement (1) nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kontaktelement (1) so in die Hülse eingebaut ist, dass innerhalb der Hülse ein Hohlraum zur Aufnahme eines zu kontaktierenden Bauteils gebildet ist. 50 55

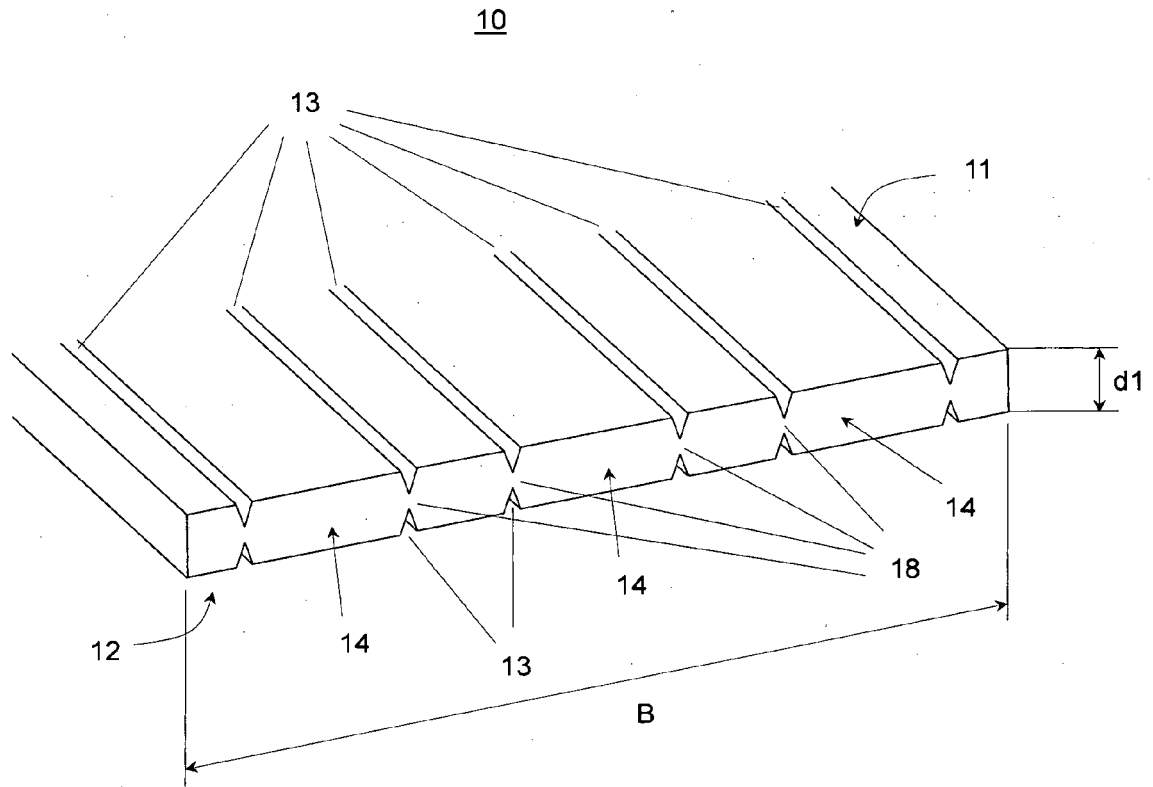


Fig. 1

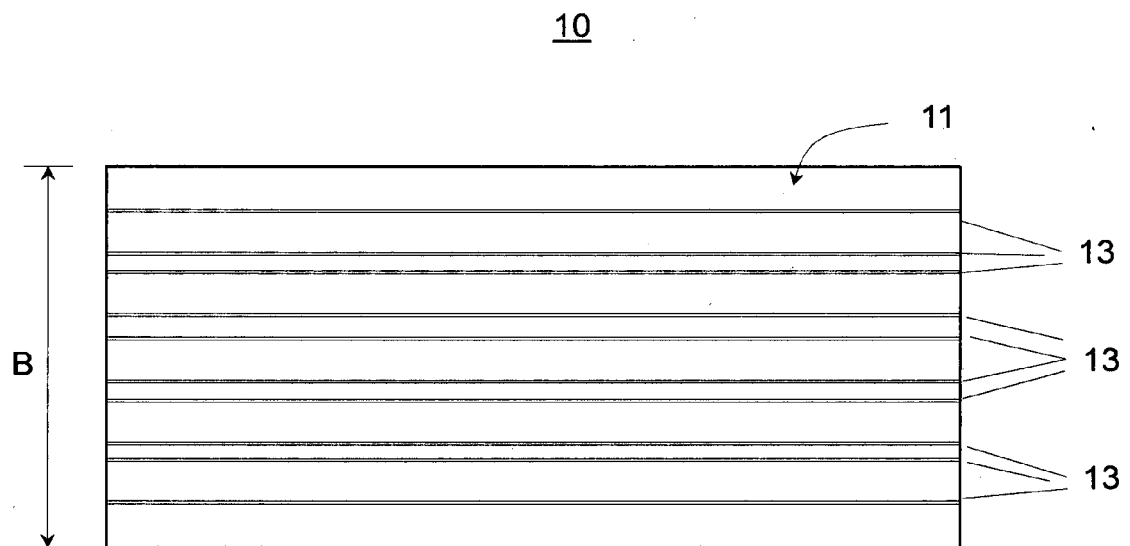


Fig. 2

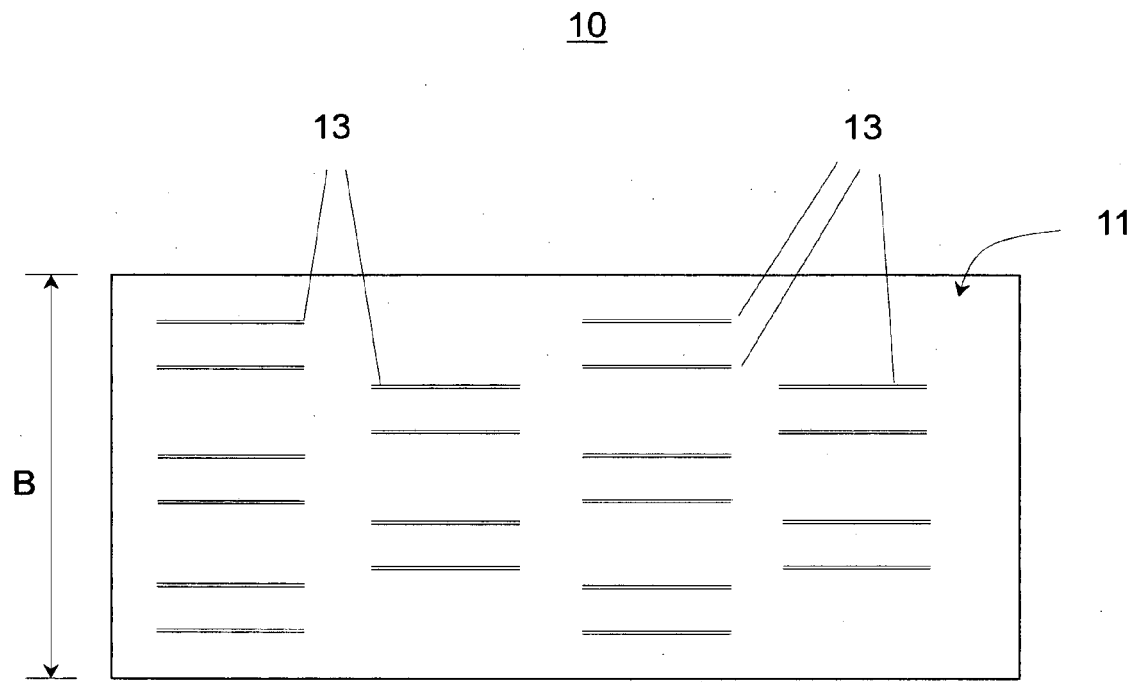


Fig. 3

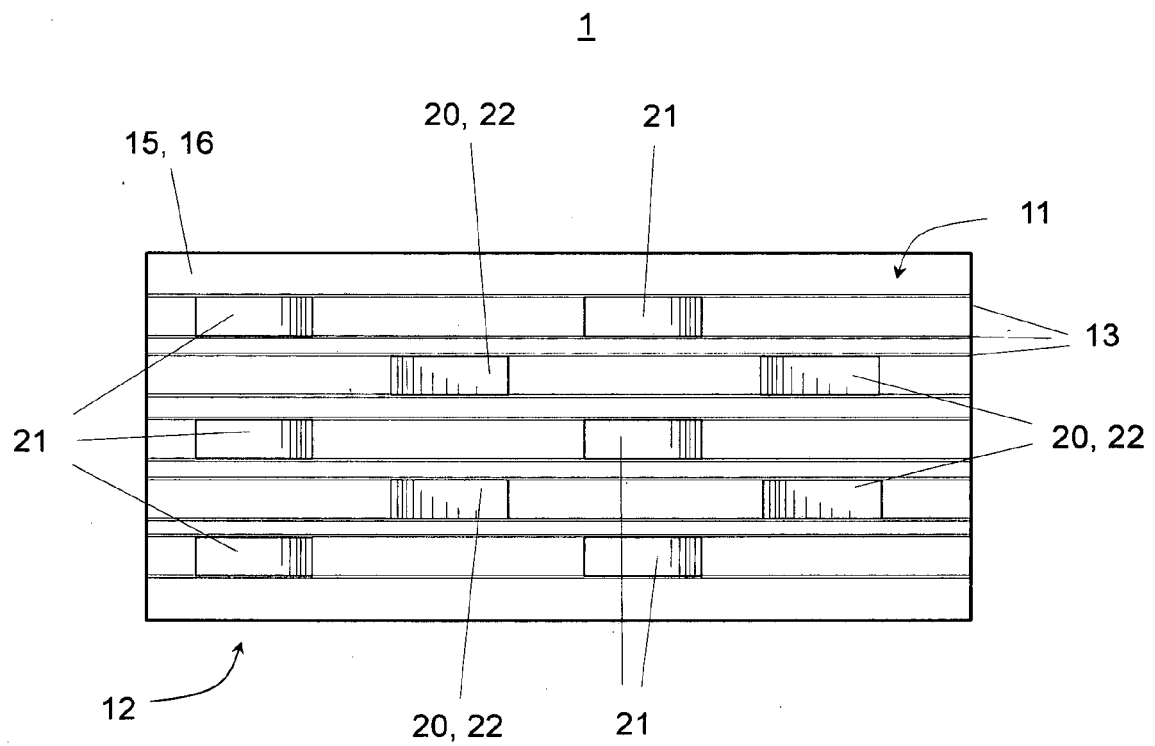


Fig. 4

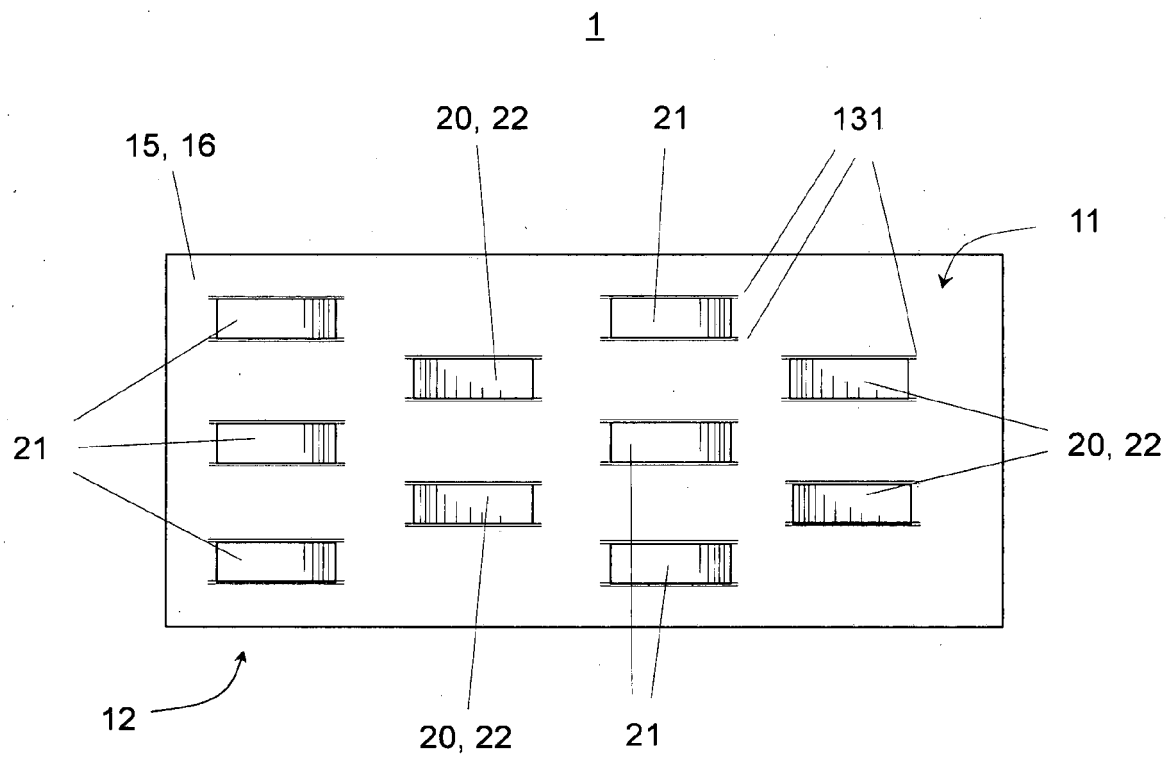


Fig. 5

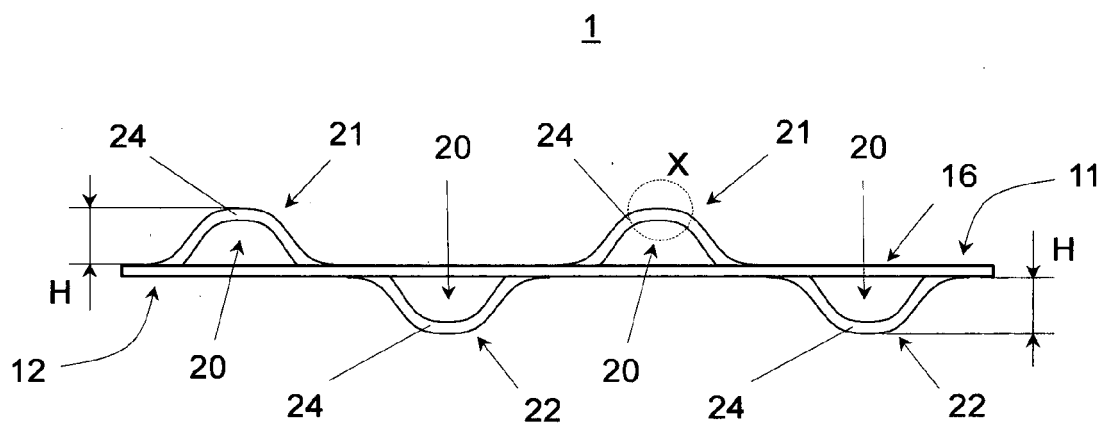


Fig. 6

21, 22

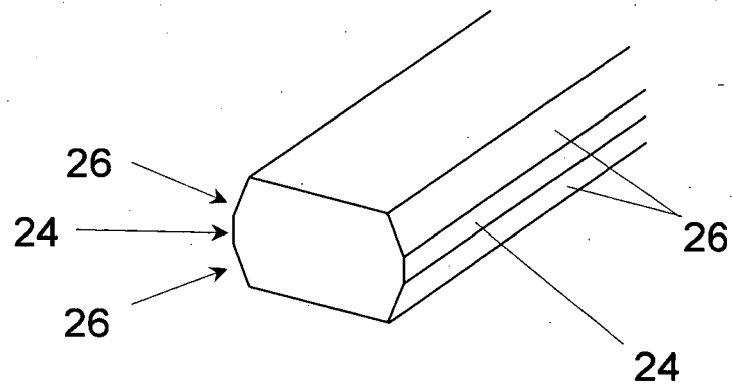


Fig. 7

21, 22

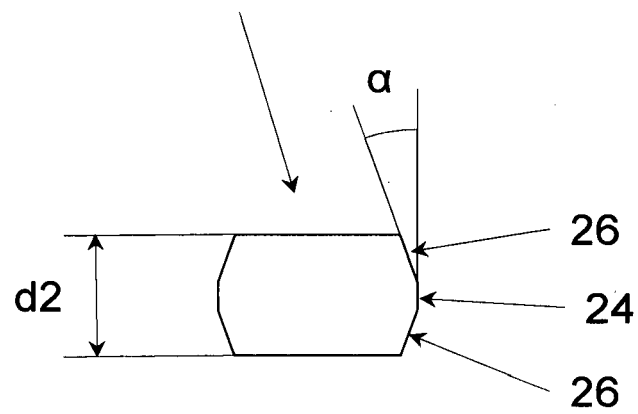


Fig. 8

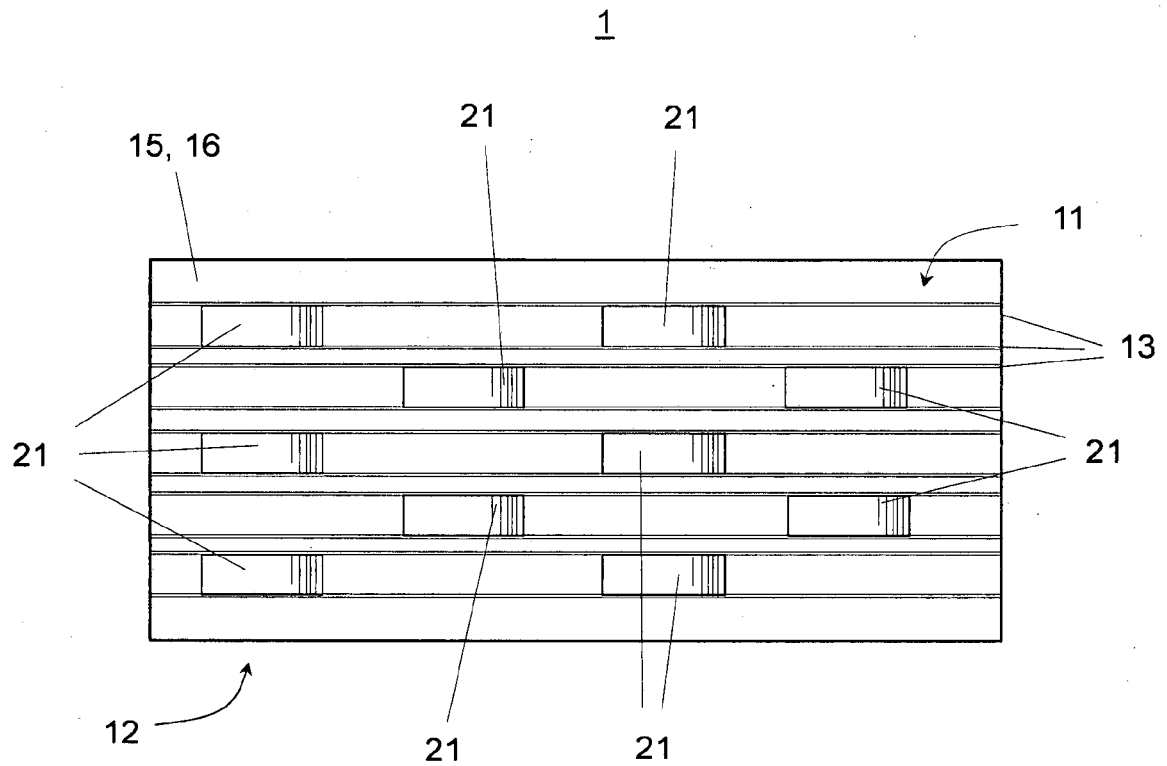


Fig. 9

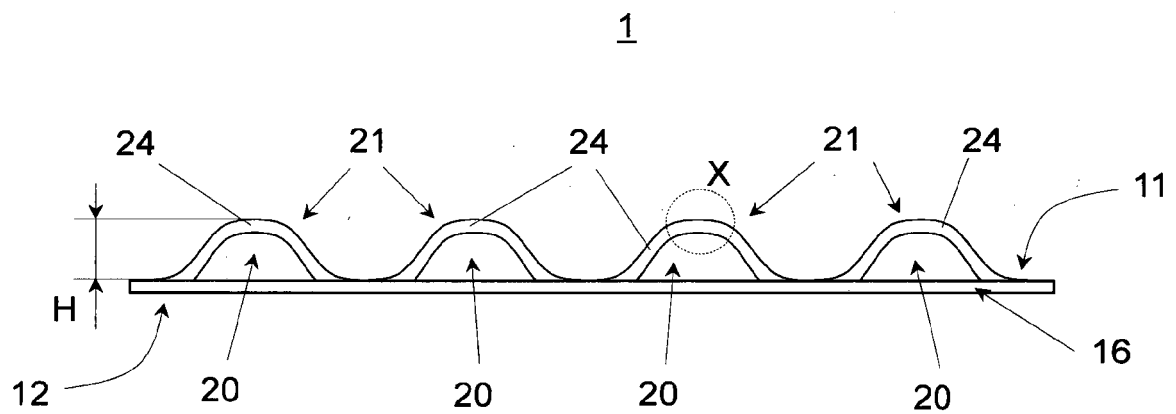


Fig. 10



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 00 0333

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	GB 2 004 424 A (NORTH AMERICAN SPECIALITIES) 28. März 1979 (1979-03-28) * Abbildungen 1-10 *	1-11	INV. H01R43/16 H01R13/02
Y	WO 2016/077767 A1 (HUBBELL INC [US]) 19. Mai 2016 (2016-05-19) * Zusammenfassung * * Absatz [0024] - Absatz [0025] * * Abbildungen 1-10 *	1-11	ADD. H01R13/187 H01R13/11
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H01R
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 24. November 2020	Prüfer Pugliese, Sandro
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 : mündliche 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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 20 00 0333

5 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.

24-11-2020

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
15	GB 2004424	A	28-03-1979	DE	2839695 A1	22-03-1979
				FR	2403662 A1	13-04-1979
				GB	2004424 A	28-03-1979
				IT	1192656 B	04-05-1988
				JP	S5450966 A	21-04-1979
				JP	S5811049 B2	01-03-1983
				US	4139256 A	13-02-1979

20	WO 2016077767	A1	19-05-2016	US	2016141774 A1	19-05-2016
				WO	2016077767 A1	19-05-2016

25						
30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

EPO FORM P0461

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

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 148159 A [0003]
- DE 3412849 A1 [0004]
- EP 0202564 A2 [0005]