

(19)



(11)

EP 3 048 232 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
19.08.2020 Patentblatt 2020/34

(51) Int Cl.:
E06B 3/273 ^(2006.01) **E06B 3/263** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15152188.7**

(22) Anmeldetag: **22.01.2015**

(54) **Metallprofil, Verbundprofil mit einem solchen Metallprofil sowie Verfahren zur Herstellung des Metallprofils**

Metal profile, composite profile with a such a metal profile and method for producing the metal profile

Profilé métallique, profilé composite avec un tel profilé métallique ainsi que procédé de fabrication du profilé métallique

(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**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.07.2016 Patentblatt 2016/30

(73) Patentinhaber: **RP Technik GmbH Profilsysteme
59199 Bönen (DE)**

(72) Erfinder: **Kleebaum, Patrik
59439 Holzwickede (DE)**

(74) Vertreter: **Maiwald Patent- und
Rechtsanwaltsgesellschaft mbH
Grünstraße 25
40212 Düsseldorf (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A1- 2 476 853 EP-A2- 2 096 250
DE-U1- 7 617 158 US-A1- 2002 184 936**

EP 3 048 232 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 Metallprofil mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1. Das Metallprofil soll insbesondere zur Herstellung eines Verbundprofils geeignet sein, das im Baubereich als Fenster-, Tür- oder Fassadenprofil einsetzbar ist. Ferner betrifft die Erfindung ein Verbundprofil mit einem solchen Metallprofil sowie ein Verfahren zur Herstellung des Metallprofils.

Stand der Technik

[0002] Die Verwendung von Metallprofilen zur Herstellung von Fenstern, Türen oder Fassadenkonstruktion ist allgemein bekannt. Metallprofile, insbesondere Stahlprofile, besitzen den Vorteil, dass sie eine hohe Formstabilität besitzen und demzufolge hohe Traglasten aufnehmen können. Als nachteilig erweist sich jedoch die vergleichsweise hohe Wärmeleitfähigkeit des Werkstoffs Metall. Daher gilt es Maßnahmen zu treffen, die den erforderlichen Wärmeschutz gewährleisten.

[0003] Eine Maßnahme kann darin bestehen, eine thermische Trennung zwischen zwei Metallprofilen vorzusehen. Die thermische Trennung wird in der Regel über ein Isolierprofil aus Kunststoff bewirkt. Denn Kunststoff besitzt gegenüber Metall eine deutlich geringere Wärmeleitfähigkeit.

[0004] Derart thermisch getrennte Profile werden auch Verbundprofile genannt, da mindestens ein Metallprofil und ein Isolierprofil kraft- und/oder formschlüssig verbunden werden. Die Verbindung muss dergestalt sein, dass ein ausreichend stabiler Verbund gewährleistet ist.

[0005] Aus der Offenlegungsschrift DE 35 03 708 A1 ist ein Verfahren zur Herstellung eines Verbundprofils aus wenigstens zwei Profiltteilen aus Metall und einer zwischenliegenden wärmeisolierenden Profilschiene bekannt, bei dem zumindest die wärmeisolierende Profilschiene während oder nach dem Zusammenbau der Profiltteile lokal angeschmolzen oder erweicht wird und mindestens ein mit einer Rändelung versehener Bereich eines Profiltteils aus Metall in den angeschmolzenen oder erweichten Bereich der wärmeisolierenden Profilschiene eingedrückt wird. Auf diese Weise soll ein Formschluss erreicht werden, der eine hohe Schubfestigkeit und Formgenauigkeit des Verbundprofils gewährleistet. Dabei gilt es sicherzustellen, dass andere Bereiche der Profilschiene nicht erwärmt werden, um unerwünschte plastische Verformungen und/oder Materialspannungen infolge der Wärmeeinwirkung auszuschließen. Denn diese könnten den Formschluss beeinträchtigen.

[0006] Der EP 2 096 250 A2 ist ein Verbundprofil zu entnehmen, das aus mindestens zwei metallischen Anschlussprofilen besteht, die über mindestens ein dazwischen liegendes aus Kunststoff bestehendes Verbindungsprofil formschlüssig verbunden sind. Der Formschluss wird hier über elastisch verformbare Bügel am Verbindungsprofil erreicht, die in entsprechende Aus-

nehmungen der Anschlussprofile einclippbar sind.

[0007] Aus der Offenlegungsschrift EP 2 476 853 A1 ist ferner ein Verfahren zur Herstellung eines Verbundprofils für Fenster, Festverglasungen, Fassaden, Türen oder Lichtdächer bekannt, bei dem eine kraft- und/oder formschlüssige Verbindung zwischen einem Metallprofil und einem Isolierprofil durch plastisches Verformen mindestens eines Profilabschnitts des Metallprofils hergestellt wird. Bei dem Profilabschnitt handelt es sich um eine Seitenbegrenzung einer Befestigungsnut, in die das Isolierprofil eingesetzt wird. Durch Anrollen des Profilabschnitts wird schließlich der Kraft- und/oder Formschluss zwischen dem Metallprofil und dem Isolierprofil hergestellt. Ein stabiler Verbund ist jedoch nur dann sichergestellt, wenn das elastische Zurückfedern des Profilabschnitts nach dem Anrollen in engen Grenzen gehalten wird.

[0008] Der US 2002/0184936 A1 ist darüber hinaus ein Verfahren zum Biegen von Metallblechen zu entnehmen.

[0009] Bei den aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren zur Herstellung eines Verbundprofils besteht demnach regelmäßig die Gefahr, dass der gewünschte Kraft- und/oder Formschluss zwischen einem Metallprofil und einem Isolierprofil durch unerwünschte plastische und/oder elastische Verformungen zumindest teilweise wieder aufgehoben wird, so dass das Verbundprofil nicht die erforderliche mechanische Stabilität besitzt.

[0010] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Metallprofil zur Herstellung eines Verbundprofils anzugeben, das sich in einfacher Weise mit einem Isolierprofil kraft- und/oder formschlüssig verbinden lässt. Das Metallprofil soll zudem einen stabilen Verbund zwischen dem Metallprofil und dem Isolierprofil gewährleisten.

[0011] Zur Lösung der Aufgabe wird das Metallprofil mit den Merkmalen des Anspruchs 1 angegeben. Ferner werden ein Verbundprofil mit einem solchen Metallprofil sowie ein Verfahren zur Herstellung des Metallprofils angegeben. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung gehen aus den jeweiligen Unteransprüchen hervor.

Offenbarung der Erfindung

[0012] Das vorgeschlagene Metallprofil ist aus einem Metallblech durch Umformen, insbesondere durch Rollformen, hergestellt worden. Das Metallblech kann beispielsweise ein Blech aus Stahl, Edelstahl, Kupfer oder einer Kupferlegierung sein. Zur Verbindung mit einem Isolierprofil besitzt das Metallprofil einen eine Nut ausbildenden Profilquerschnitt. Die Nut wird dabei von Profilabschnitten begrenzt, an welche Profilabschnitte anschließen, die zumindest in einem gemeinsamen Kontaktbereich aufeinanderliegen. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass das Metallblech des Metallprofils eine Blechstärke besitzt, die zumindest im Bereich eines einen Nutgrund bildenden Profilabschnitts ist, so dass eine Sollbiegestelle geschaffen wird, welche die Herstellung

einer kraft- und/oder formschlüssigen Verbindung des Metallprofils mit dem Isolierprofil erleichtert.

[0013] Der Bereich mit verringerter Blechstärke weist eine geringere Biegesteifigkeit auf, so dass eine Sollbiegestelle geschaffen wird. Die Sollbiegestelle erleichtert die Herstellung einer kraft- und/oder formschlüssigen Verbindung des Metallprofils mit einem Isolierprofil, da der zur plastischen Verformung erforderliche Kraftaufwand geringer ist. Darüber hinaus ist die Verformung kontrollierter durchführbar. Denn die Verformung wird im Wesentlichen auf den Bereich der Sollbiegestelle begrenzt, so dass außerhalb der Sollbiegestelle liegende Bereiche keiner Verformung, insbesondere keiner plastischen Verformung, unterliegen. Ein unter Verwendung eines erfindungsgemäßen Metallprofils hergestelltes Verbundprofil weist demnach eine hohe mechanische Stabilität auf, da unerwünschte plastische und/oder elastische Verformungen den Kraft- und/oder Formschluss nicht beeinträchtigen. Ferner zeichnet sich ein derart hergestelltes Verbundprofil durch eine hohe Formgenauigkeit bzw. Maßhaltigkeit aus.

[0014] Bevorzugt ist die Blechstärke des Metallblechs zumindest im Bereich eines die Nut begrenzenden Profilabschnitts um mindestens 10% verringert. Durch diese Maßnahme wird eine klar definierte Sollbiegestelle geschaffen. Dies gilt insbesondere, wenn sich hieran anschließende nutbegrenzende Profilabschnitte keine Blechstärkenverringerung aufweisen. Die Blechstärke des zur Herstellung des Metallprofils verwendeten Metallblechs beträgt vorzugsweise 1-3 mm, weiterhin vorzugsweise 1-2 mm, beispielsweise 1,5 mm. In den Bereichen, in denen die Blechstärke um mindestens 10% verringert ist, weist das Metallblech demnach eine Blechstärke auf, die zwischen 0,9 und 2,7 mm bzw. zwischen 0,9 und 1,8 mm beträgt. Bei einer Ausgangsblechstärke von 1,5 mm kann die verringerte Blechstärke beispielsweise 1,3 mm betragen.

[0015] Die Blechstärke des Metallblechs ist zumindest im Bereich eines einen Nutgrund bildenden Profilabschnitts verringert. Die Sollbiegestelle befindet sich demnach im Bereich des Nutgrunds. Das heißt in einem Bereich, der von der Öffnung der Nut am weitesten entfernt liegt und/oder der Öffnung der Nut gegenüber liegt. Die Sollbiegestelle wirkt in diesem Fall wie eine Art Gelenk, um welche die sich hieran anschließenden nutbegrenzenden Profilabschnitte, die vorrangig der seitlichen Begrenzung der Nut dienen, verschwenkt werden können. Dies hat den Vorteil, dass die vorrangig der seitlichen Begrenzung der Nut dienenden Profilabschnitte nicht verformt werden müssen, um den gewünschten Kraft- und/oder Formschluss mit einem Isolierprofil herzustellen.

[0016] Der Nutgrund kann aus einem oder mehreren Profilabschnitten gebildet sein. Der mindestens eine den Nutgrund bildende Profilabschnitt kann zur Ausbildung der Sollbiegestelle lediglich bereichsweise oder über seine gesamte Länge eine verringerte Blechstärke aufweisen.

[0017] Vorteilhafterweise ist die Nut im Querschnitt symmetrisch ausgebildet. Die zur Herstellung eines Verbundprofils erforderliche kraft- und/oder formschlüssige Verbindung des Metallprofils mit einem Isolierprofil kann in diesem Fall durch gleichmäßiges Andrücken bzw. Zusammendrücken der nutbegrenzenden Profilabschnitte bewirkt werden. Vorzugsweise besitzt die Nut eine im Wesentlichen dreieckige, trapezförmige oder rechteckige Querschnittsform. Bei einer im Wesentlichen dreieckigen oder trapezförmigen Querschnittsform weitet sich vorzugsweise die Nut in Richtung ihrer Öffnung, um das Einsetzen eines Isolierprofils in die Nut zu erleichtern.

[0018] Da das Metallprofil bei der Herstellung eines Kraft- und/oder Formschlusses mit einem Isolierprofil im Bereich eines nutbegrenzenden Profilabschnitts plastisch verformt wird, kann sich die Querschnittsform der Nut ändern. Beispielsweise kann eine ursprünglich trapezförmige Nut anschließend eine rechteckige Querschnittsform aufweisen. Das heißt, dass die Querschnittsform der Nut eines erfindungsgemäßen Metallprofils im Wesentlichen davon abhängt, ob eine kraft- und/oder formschlüssige Verbindung mit einem Isolierprofil bereits hergestellt worden ist oder nicht.

[0019] In Weiterbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Nut seitlich begrenzende Profilabschnitte an ihren freien Enden eine Bördelung oder einen Falz besitzen. Über die Bördelung bzw. den Falz wird eine höhere Steifigkeit der freien Enden der die Nut seitlich begrenzenden Profilabschnitte erreicht, da hier das Material doppelt liegt oder zumindest eine aussteifende Profilierung besitzt. Ferner vereinfacht der Bereich der Bördelung bzw. des Falzes die Herstellung eines Formschlusses, da dieser derart um eine Außenkontur eines Isolierprofils legbar ist, dass er diese hintergreift.

[0020] Zur Optimierung des Kraft- und/oder Formschlusses zwischen dem Metallprofil und einem Isolierprofil wird vorgeschlagen, dass mindestens ein die Nut begrenzender Profilabschnitt eine nutseitige Oberfläche besitzt, die zumindest bereichsweise mit einer Strukturierung, beispielsweise in Form einer Rändelung, versehen ist. Die Strukturierung wirkt einer Relativbewegung des in der Nut aufgenommenen Isolierprofils gegenüber dem Metallprofil in Quer- und/oder in Längsrichtung (Schubrichtung) entgegen. Derartige Relativbewegungen sind unerwünscht, da sie den Verbund zwischen dem Metallprofil und dem Isolierprofil beeinträchtigen und in der Folge die mechanische Festigkeit des Verbundprofils herabsetzen.

[0021] Vorteilhafterweise sind die sich an die nutbegrenzenden Profilabschnitte anschließenden und zumindest in einem gemeinsamen Kontaktbereich aufeinander liegenden Profilabschnitte in mindestens einem Bereich verbunden, insbesondere verschweißt oder verklebt. Die Verbindung, insbesondere Verschweißung oder Verklebung, erhöht die Formsteifigkeit des Metallprofils. Insbesondere wirkt sie einem unerwünschten Aufbiegen der Nut entgegen, nachdem der Kraft- und/oder Formschluss mit einem Isolierprofil hergestellt worden ist.

[0022] Als weiterbildende Maßnahme wird vorgeschlagen, dass die sich an die nutbegrenzenden Profilabschnitte anschließenden und zumindest in einem gemeinsamen Kontaktbereich aufeinander liegenden Profilabschnitte außerhalb ihres gemeinsamen Kontaktbereichs einen zur Nut hin offenen Spalt begrenzen. Der zur Nut hin offene Spalt besitzt mehrere Vorteile.

[0023] Ein erster Vorteil ist darin zu sehen, dass der Spalt die Verbindung der den Spalt begrenzenden Profilabschnitte erleichtert. Wird die Verbindung über eine Verschweißung hergestellt, erleichtert der Spalt das Setzen der Schweißnaht. Die Schweißnaht vermag zudem leichter auszugasen, da sie weitgehend von Luft umgeben ist. Das leichtere Ausgasen wirkt wiederum der Bildung von Lunkern entgegen, welche die Qualität einer Schweißnaht erheblich beeinträchtigen können.

[0024] Sofern die Verbindung über eine Verklebung erfolgt, kann der Spalt zur Aufnahme des Klebstoffs genutzt werden. Bei Verwendung eines niedrigviskosen Flüssigklebstoffs kann dieser selbst dann noch in den Spalt eingebracht werden, wenn der Kraft- und/oder Formschluss des Metallprofils mit einem Isolierprofil bereits hergestellt ist.

[0025] Die Verbindung der den Spalt begrenzenden Profilabschnitte ist daher bevorzugt im Bereich des Spalts ausgebildet, der hierzu weiterhin bevorzugt eine Spaltbreite von mindestens 0,4 mm besitzt.

[0026] Wird die Verbindung der den Spalt begrenzenden Profilabschnitte erst nach der Herstellung eines Kraft- und/oder Formschlusses mit einem Isolierprofil bewirkt, beispielsweise durch eine Klebeverbindung, kann der Spalt ferner zur Kompensation elastischer Verformungsanteile genutzt werden. Denn durch den zur Nut hin offenen Spalt wird ein Freiraum geschaffen, der ein "Überdrücken" der nutbegrenzenden Profilabschnitte bei der Herstellung des Kraft- und/oder Formschlusses ermöglicht. Beim "Überdrücken" werden die nutbegrenzenden Profilabschnitte über das zur Herstellung der kraft- und/oder formschlüssigen Verbindung erforderliche Maß hinaus verformt, um den enthaltenen elastischen Verformungsanteil auszugleichen. Erfolgt nach der Verformung aufgrund des elastischen Verformungsanteils eine teilweise Rückstellung der nutbegrenzenden Profilabschnitte, ist diese im Hinblick auf den erwünschten Kraft- und/oder Formschluss unschädlich.

[0027] Ein weiterer Vorteil des zur Nut hin offenen Spalts besteht darin, dass er das Abführen von Medien, insbesondere von Ölen, fördert, die regelmäßig vor und/oder während des Umformens zum Schutz der Oberflächen des Werkstücks und/oder der Werkzeuge eingesetzt werden. Das durch Umformen hergestellte erfindungsgemäße Metallprofil neigt demnach weniger zum "Ausbluten" und kann entsprechend schneller weiterverarbeitet werden.

[0028] Zur Ausbildung des Spalts können die den Spalt begrenzenden Profilabschnitte bereichsweise ebenfalls eine verringerte Blechstärke aufweisen. Diese Maßnahme allein wirkt sich bereits spaltbildend aus, so dass der

Aufwand zur Herstellung des Spalts gering ist. Die Blechstärkenverringerung wird vorzugsweise in einem Arbeitsgang mit der Blechstärkenverringerung im Bereich mindestens eines nutbegrenzenden Profilabschnitts durchgeführt. Weiterhin vorzugsweise grenzen diese Bereiche aneinander an, so dass der Aufwand zur Herstellung des Spalts weiter verringert wird.

[0029] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung bilden die sich an die nutbegrenzenden Profilabschnitte anschließenden und zumindest in einem gemeinsamen Kontaktbereich aufeinander liegenden Profilabschnitte einen Steg aus, der mittig in Bezug auf die Nut angeordnet ist. Sofern die Profilabschnitte ferner einen zur Nut hin offenen Spalt begrenzen, ist auch dieser mittig in Bezug auf die Nut angeordnet. Der Steg verleiht dem Metallprofil eine größere Tiefe und demzufolge eine höhere Formsteifigkeit in Tiefenrichtung. Die Tiefe wird senkrecht zur Länge und Breite des Metallprofils gemessen.

[0030] Des Weiteren bevorzugt sind die sich an die nutbegrenzenden Profilabschnitte anschließenden und zumindest in einem gemeinsamen Kontaktbereich aufeinander liegenden Profilabschnitte über weitere Profilabschnitte verbunden. Auch diese Maßnahme führt zu einer erhöhten Formsteifigkeit des Metallprofils. Vorzugsweise bilden die weiteren Profilabschnitte mindestens einen Flansch aus, der weiterhin vorzugsweise senkrecht zum Steg angeordnet ist. Ein Flansch kann der Ausbildung eines Anschlags dienen, den es regelmäßig an einem Fenster- oder Türprofil auszubilden gilt. Alternativ oder ergänzend kann ein Flansch zur Ausbildung einer seitlichen Nut genutzt werden, in welche ein Dichtungsprofil oder dergleichen einsetzbar ist. Analog zum Steg können auch im Bereich eines Flansches die weiteren Profilabschnitte zumindest bereichsweise aufeinander liegen. Alternativ können die weiteren Profilabschnitte aber auch einen Hohlraum begrenzen, wodurch sich die Formsteifigkeit des Metallprofils nochmals erhöht.

[0031] Da das erfindungsgemäße Metallprofil vorrangig der Herstellung eines Verbundprofils dient, wird ferner ein Verbundprofil mit mindestens einem erfindungsgemäßen Metallprofil vorgeschlagen. Das vorgeschlagene Verbundprofil umfasst darüber hinaus ein Isolierprofil, das bereichsweise in der Nut des Metallprofils aufgenommen und kraft- und/oder formschlüssig mit dem Metallprofil verbunden ist. Das vorgeschlagene Verbundprofil zeichnet sich durch einen stabilen Verbund sowie eine hohe Maßhaltigkeit aus. Beides ist auf die Verwendung mindestens eines erfindungsgemäßen Metallprofils zurückzuführen.

[0032] Vorzugsweise umfasst das Verbundprofil mindestens zwei erfindungsgemäße Metallprofile, die durch das Isolierprofil thermisch getrennt werden. Das Isolierprofil ist hierzu zwischen den beiden Metallprofilen angeordnet. Die Querschnittsform der beiden Metallprofile kann unterschiedlich ausgebildet sein, wobei jedoch beide Metallprofile einen eine Nut ausbildenden Profilquer-

schnitt zur Aufnahme des Isolierprofils besitzen. Das Isolierprofil weist vorzugsweise an mindestens einem Ende eine Außenkontur auf, die ein Hintergreifen eines Profilabschnitts eines Metallprofils ermöglicht.

[0033] Ferner wird ein Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Metallprofils vorgeschlagen, bei dem das Metallprofil durch Umformen, insbesondere Rollformen, aus einem Metallblech hergestellt wird. Das Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass zur Ausbildung eines die Nut begrenzenden Profilabschnitts die Blechstärke des Metallblechs vor dem Umformen, insbesondere Rollformen, zumindest in einem Bereich verringert wird. Das heißt, dass zur Herstellung des Metallprofils ein Metallblech verwendet wird, das mindestens zwei unterschiedliche Blechstärken besitzt. Aus einem Bereich mit verringerter Blechstärke wird zumindest ein nutbegrenzender Profilabschnitt gebildet, so dass im Bereich der Nut bzw. der nutbegrenzenden Profilabschnitte mindestens eine Sollbiegestelle geschaffen wird.

[0034] Da die Blechstärke des Metallprofils bereits vor dem Umformen, insbesondere Rollformen, verringert wird, können aufwendige Nachbearbeitungsschritte zur Ausbildung einer Sollbiegestelle entfallen. Ferner ist sichergestellt, dass das durch Umformen, insbesondere Rollformen, hergestellte Metallprofil nachträglich keine unerwünschte Verformung erfährt. Denn dies würde die Formgenauigkeit des Metallprofils beeinträchtigen.

[0035] Erfindungsgemäß wird die Blechstärke des Metallblechs, die vorzugsweise 1-3 mm, weiterhin vorzugsweise 1-2 mm, beispielsweise 1,5 mm, beträgt, in zumindest einem Bereich durch plastisches Verformen, insbesondere durch Strecken, verringert. Das heißt, dass, im Unterschied zu einem spanabhebenden Verfahren, kein Material abgetragen wird. Auf diese Weise bleibt eine etwaige bereits vorhandene Beschichtungen des Metallblechs, beispielsweise eine als Rostschutz dienende Zinkbeschichtung, weitgehend erhalten, so dass weiterhin ein effektiver Rostschutz gewährleistet ist. Das Strecken geht zwar mit einer Verringerung der Beschichtungsstärke einher, dies hat im Fall einer Zinkbeschichtung jedoch den Vorteil, dass diese nicht mehr entfernt werden muss, um eine Schweißnaht zu setzen. Dadurch kann das Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Metallprofils weiter vereinfacht werden.

[0036] Wird ein Metallblech verwendet, das mit einer Zinkbeschichtung versehen ist, handelt es sich vorzugsweise um ein kontinuierlich schmelztauchveredeltes (früher: bandverzinktes) Stahlblech.

[0037] Weiterhin bevorzugt wird die Blechstärke des Metallblechs in zumindest einem Bereich um mindestens 10% verringert. Ausgehend von den vorstehend genannten bevorzugten Blechstärken liegt demnach die verringerte Blechstärke zwischen 0,9 und 2,7 mm bzw. zwischen 0,9 und 1,8 mm. Bei einer Ausgangsblechstärke von beispielsweise 1,5 mm kann die verringerte Blechstärke 1,3 mm betragen.

[0038] Bezogen auf den Querschnitt des Metallblechs kann die Blechstärkenverringerung sowohl symmetrisch

als auch asymmetrisch ausgebildet sein.

[0039] Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung wird nachfolgend anhand der beigelegten Zeichnungen näher beschrieben. Diese zeigen:

- 5 Figur 1 einen Querschnitt durch eine bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Metallprofils,
- 10 Figur 2 einen vergrößerten Ausschnitt der Fig. 1 im Bereich der Nut und des Stegs,
- 15 Figur 3 einen Querschnitt durch eine bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verbundprofils, umfassend zwei Metallprofile und ein Isolierprofil, und
- 20 Fig. 4 einen Querschnitt durch eine bevorzugte Ausführungsform eines Fenster- oder Türelements, umfassend das Verbundprofil der Fig. 3.

Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

25 **[0040]** Das in der Fig. 1 im Querschnitt dargestellte Metallprofil 1 ist durch Umformen aus einem Metallblech hergestellt worden und weist einen im Wesentlichen T-förmigen Profilquerschnitt auf. Die beiden Enden des Metallblechs bilden dabei seitliche Begrenzungen einer Nut 3 aus, die vorliegend im Querschnitt trapezförmig ist. Der trapezförmige Querschnitt der Nut 3 erleichtert das Einsetzen eines Isolierprofils 2, um zu einem Verbundprofil gemäß der Fig. 3 oder der Fig. 4 zu gelangen.

30 **[0041]** Die die Nut 3 seitlich begrenzenden Profilabschnitte 3.1, 3.4 sind an ihren Enden zur Ausbildung eines nutseitigen Falzes 6 umgelegt. Der Falz 6 erleichtert die Herstellung einer formschlüssigen Verbindung zwischen dem Metallprofil 1 und dem Isolierprofil 2, da der Bereich des Falzes 6 derart um eine endseitige Außenkontur des Isolierprofils 2 gelegt werden kann, dass der Falz 6 die Außenkontur hintergreift.

35 **[0042]** Die die Nut 3 begrenzenden Profilabschnitte 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 des in der Fig. 1 dargestellten Metallprofils 1 weisen auf ihrer nutseitigen Oberfläche eine Strukturierung 7 in Form einer Rändelung auf (siehe gestrichelte Linie, welche den Bereich der Rändelung verdeutlichen soll). Die Rändelung wirkt Relativbewegungen eines in der Nut 3 aufgenommenen und mit dem Metallprofil 1 kraft- und/oder formschlüssig verbundenen Isolierprofils 2 gegenüber dem Metallprofil 1 entgegen.

40 **[0043]** Die die Nut 3 begrenzenden Profilabschnitte 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 umfassen die Profilabschnitte 3.2, 3.3, die einen Nutgrund der Nut 3 ausbilden. An die den Nutgrund ausbildenden Profilabschnitte 3.2, 3.3 schließen sich Profilabschnitte 5.1, 5.2 an, die bereichsweise, nämlich in einem gemeinsamen Kontaktbereich 4, aufeinander liegen und somit einen Steg 5 ausbilden. Außerhalb des gemeinsamen Kontaktbereichs 4 begrenzen die Pro-

filabschnitte 5.1, 5.2 einen Spalt 8, der zur Aufnahme einer Schweißnaht 10 zur Nut 3 hin offen ist (in den Fig. 1 und 2 ist das Metallprofil 1 bereits mit gesetzter Schweißnaht 10 dargestellt).

[0044] An die den Steg 5 ausbildenden Profilabschnitte 5.1, 5.2 schließen sich weitere Profilabschnitte 9.1, 9.2, 9.3 an, welche einen Flansch 9 ausbilden, der senkrecht zum Steg 5 angeordnet sind. Die Profilabschnitte 9.1, 9.2, 9.3 liegen ebenfalls aufeinander, so dass durch das doppelt liegende Material eine hohe Formsteifigkeit erreicht wird.

[0045] Wie der Fig. 2 zu entnehmen ist, weist das Metallblech des Metallprofils 1 im Bereich der den Nutgrund ausbildenden Profilabschnitte 3.2, 3.3 eine gegenüber der Blechstärke S verringerte Blechstärke S' auf. Die verringerte Blechstärke S' beträgt vorliegend 1,3 mm, während die Blechstärke S 1,5 mm beträgt. Durch die Bereiche mit verringerter Blechstärke S' werden Sollbiegestellen geschaffen, welche eine kraft- und/oder formschlüssige Verbindung des Metallprofils 1 mit einem Isolierprofil 2 erleichtern. Denn zum einen sinkt der Kraftaufwand, der erforderlich ist, um durch plastisches Verformen den gewünschten kraft- und/oder Formschluss herzustellen. Zum Anderen kann die plastische Verformung im Wesentlichen auf den Bereich der Sollbiegestellen beschränkt werden, so dass die die Nut 3 seitlich begrenzenden Profilabschnitte 3.1, 3.4 nicht plastisch verformt werden. Dadurch ist ein Verbundprofil erzielbar, das eine hohe Formgenauigkeit besitzt.

[0046] Eine verringerte Blechstärke S' weisen auch die den Steg 5 ausbildenden Profilabschnitte 5.1, 5.2 im Bereich des Spalts 8 auf. Hier dient die Blechstärkenverringern der Ausbildung des Spalts 8. Da im Spalt 8 eine Schweißnaht 10 angeordnet ist, welche die beiden Profilabschnitte 5.1, 5.2 verbindet, ist sichergestellt, dass diese beiden Profilabschnitte 5.1, 5.2 keiner Verformung unterliegen, wenn das Metallprofil 1 mit einem Isolierprofil 2 durch plastisches Verformen kraft- und/oder formschlüssig verbunden wird. Die Schweißnaht 10 verhindert ferner ein unerwünschtes Aufbiegen der Nut 3.

[0047] Eine bevorzugte Ausführungsform eines unter Verwendung eines erfindungsgemäßen Metallprofils 1 hergestellten Verbundprofils ist der Fig. 3 zu entnehmen. Das Verbundprofil umfasst das Metallprofil 1 der Fig. 1 sowie ein zweites Metallprofil 1, das sich von dem ersten Metallprofil 1 lediglich dadurch unterscheidet, dass es einen Flansch 9 mit geringerer Breite besitzt. Zur thermischen Trennung ist zwischen den beiden Metallprofilen 1 ein Isolierprofil 2 angeordnet. An seinen beiden Enden besitzt das Isolierprofil 2 jeweils eine Außenkontur, die in der Nut 3 der jeweiligen Metallprofils 1 aufgenommen und mit diesem kraft- und/oder formschlüssig verbunden ist.

[0048] Das in der Fig. 3 dargestellte Verbundprofil dient insbesondere der Herstellung eines Fenster- oder Türelements. Ein solches Fenster- oder Türelement ist beispielhaft in der Fig. 4 dargestellt. Zur Aufnahme eines Füllelements 12, das vorliegend aus eine Glasscheibe

besteht, sind Dichtungsprofile 11 vorgesehen. Bei dem ersten Metallprofil 1, das den breiten Flansch 9 aufweist, sind die Dichtungsprofile 11 im Bereich des Stegs 5 angeordnet und am Flansch 9 abgestützt. Weitere Dichtungsprofile 11 sind auf Glashalteprofile 13 gesteckt, die beidseits des zweiten Metallprofils 1 angeordnet sind. Die Glashalteprofile 13 schließen im Wesentlichen bündig mit dem Flansch 9 des zweiten Metallprofils 1 ab und deren Breite ist derart gewählt, dass die Ansichtsbreite des zweiten Metallprofils 1 einschließlich der Glashalteprofile 13 der Ansichtsbreite des Flanschs 9 des ersten Metallprofils 1 entspricht.

Bezugszeichenliste

[0049]

1	Metallprofil
2	isolierprofil
3	Nut
3.1	Profilabschnitt
3.2	Profilabschnitt
3.3	Profilabschnitt
3.4	Profilabschnitt
4	Kontaktbereich
5	Steg
5.1	Profilabschnitt
5.2	Profilabschnitt
6	Falz
7	Strukturierung
8	Spalt
9	Flansch
9.1	Profilabschnitt
9.2	Profilabschnitt
9.3	Profilabschnitt
10	Schweißnaht
11	Dichtungsprofil
12	Füllelement
13	Glashalteprofil

Patentansprüche

1. Metallprofil (1), das aus einem Metallblech durch Umformen, insbesondere durch Rollformen, hergestellt worden ist und zur Verbindung mit einem Isolierprofil (2) einen eine Nut (3) ausbildenden Profilquerschnitt besitzt, wobei die Nut (3) von Profilabschnitten (3.1, 3.2, 3.3, 3.4) begrenzt wird, an welche Profilabschnitte (5.1, 5.2) anschließen, die zumindest in einem gemeinsamen Kontaktbereich (4) aufeinander liegen,
dadurch gekennzeichnet, dass das Metallblech des Metallprofils (1) eine Blechstärke (S) besitzt, die zumindest im Bereich eines einen Nutgrund bildenden Profilabschnitts (3.2, 3.3) verringert ist, so dass eine Sollbiegestelle geschaffen wird, welche die Herstellung einer kraft- und/oder formschlüssigen

- Verbindung des Metallprofils (1) mit dem Isolierprofil (2) erleichtert.
2. Metallprofil (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die Blechstärke (S) des Metallblechs zumindest im Bereich eines die Nut (3) begrenzenden Profilabschnitts (3.1, 3.2, 3.3, 3.4) um mindestens 10% verringert ist, wobei vorzugsweise die Blechstärke (S) 1-3 mm, weiterhin vorzugsweise 1-2 mm, beispielsweise 1,5 mm, beträgt.
 3. Metallprofil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Nut (3) im Querschnitt symmetrisch ausgebildet ist, wobei vorzugsweise die Nut (3) eine im Wesentlichen dreieckige, trapezförmige oder rechteckige Querschnittsform besitzt.
 4. Metallprofil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Nut (3) seitlich begrenzende Profilabschnitte (3.1, 3.4) an ihren freien Enden eine Bördelung oder einen Falz (6) besitzen.
 5. Metallprofil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein die Nut (3) begrenzender Profilabschnitt (3.1, 3.2, 3.3, 3.4) eine nutseitige Oberfläche besitzt, die zumindest bereichsweise mit einer Strukturierung (7), vorzugsweise in Form einer Rändelung, versehen ist.
 6. Metallprofil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die sich an die nutbegrenzenden Profilabschnitte (3.1, 3.2, 3.3, 3.4) anschließenden und zumindest in einem gemeinsamen Kontaktbereich (4) aufeinander liegenden Profilabschnitte (5.1, 5.2) in mindestens einem Bereich verbunden, insbesondere verschweißt oder verklebt, sind.
 7. Metallprofil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die sich an die nutbegrenzenden Profilabschnitte (3.1, 3.2, 3.3, 3.4) anschließenden und zumindest in einem gemeinsamen Kontaktbereich (4) aufeinander liegenden Profilabschnitte (5.1, 5.2) außerhalb ihres gemeinsamen Kontaktbereichs (4) einen zur Nut (3) hin offenen Spalt (8) begrenzen, wobei vorzugsweise die Verbindung, insbesondere Verschweißung oder Verklebung, der Profilabschnitte (5.1, 5.2) im Bereich des Spalts (8) ausgebildet ist.
 8. Metallprofil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die sich an die nutbegrenzenden Profilabschnitte (3.1, 3.2, 3.3, 3.4) anschließenden und zumindest in einem gemeinsamen Kontaktbereich (4) aufeinander liegenden Profilabschnitte (5.1, 5.2) einen Steg (5) ausbilden, der mittig in Bezug auf die Nut (3) angeordnet ist.
 9. Metallprofil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die sich an die nutbegrenzenden Profilabschnitte (3.1, 3.2, 3.3, 3.4) anschließenden und zumindest in einem gemeinsamen Kontaktbereich (4) aufeinander liegenden Profilabschnitte (5.1, 5.2) über weitere Profilabschnitte (9.1, 9.2, 9.3) verbunden sind, wobei vorzugsweise die weiteren Profilabschnitte (9.1, 9.2, 9.3) mindestens einen Flansch (9) ausbilden, der weiterhin vorzugsweise senkrecht zum Steg (5) angeordnet ist.
 10. Verbundprofil mit mindestens einem Metallprofil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche und einem Isolierprofil (2), das bereichsweise in der Nut (3) des Metallprofils (1) aufgenommen und kraft- und/oder formschlüssig mit dem Metallprofil (1) verbunden ist.
 11. Verfahren zur Herstellung eines Metallprofils (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem das Metallprofil (1) durch Umformen, insbesondere Rollformen, aus einem Metallblech mit einer Blechstärke (S) hergestellt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Ausbildung eines die Nut (3) begrenzenden Profilabschnitts (3.2, 3.3) vor dem Umformen, insbesondere Rollformen, die Blechstärke (S) des Metallblechs zumindest in einem Bereich durch plastisches Verformen, insbesondere durch Strecken, verringert wird, so dass das Metallblech mindestens zwei unterschiedliche Blechstärken besitzt.
 12. Verfahren nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet, dass die Blechstärke (S) des Metallblechs, die vorzugsweise 1-3 mm, weiterhin vorzugsweise 1-2 mm, beispielsweise 1,5 mm, beträgt, in zumindest einem Bereich um mindestens 10% verringert wird.

Claims

1. A metal profile (1) which has been produced from a metal sheet by forming, in particular by roll forming, and has a profile cross-section forming a groove (3) for connection to an insulating profile (2), the groove (3) being delimited by profile sections (3.1, 3.2, 3.3, 3.4) adjoined by profile sections (5.1, 5.2) which lie one on top of the other at least in a common contact

- region (4),
characterized in that the metal sheet of the metal profile (1) has a sheet thickness (S) which is reduced at least in the region of a profile section (3.2, 3.3) forming a groove base, so that a predetermined bending point is created which facilitates the production of a non-positive and/or positive locking connection of the metal profile (1) with the insulating profile (2).
2. The metal profile (1) according to claim 1,
characterized in that the sheet thickness (S) of the metal sheet is reduced by at least 10 % at least in the region of a profile section (3.1, 3.2, 3.3, 3.4) delimiting the groove (3), wherein the sheet thickness (S) is preferably 1-3 mm, further preferably 1-2 mm, for example 1.5 mm.
 3. The metal profile (1) according to one of the preceding claims,
characterized in that the groove (3) is symmetrical in cross-section, preferably the groove (3) having a substantially triangular, trapezoidal or rectangular cross-sectional shape.
 4. The metal profile (1) according to one of the preceding claims,
characterized in that the profile sections (3.1, 3.4) which laterally delimit the groove (3) have a flange or a fold (6) at their free ends.
 5. The metal profile (1) according to one of the preceding claims,
characterized in that at least one profile section (3.1, 3.2, 3.3, 3.4) delimiting the groove (3) has a groove-side surface which is provided at least in regions with a structuring (7), preferably in the form of a knurl.
 6. The metal profile section (1) according to one of the preceding claims,
characterized in that the profile sections (5.1, 5.2) adjoining the groove-delimiting profile sections (3.1, 3.2, 3.3, 3.4) and lying one on top of the other at least in a common contact region (4) are connected, in particular welded or glued, in at least one region.
 7. The metal profile (1) according to one of the preceding claims,
characterized in that the profile sections (5.1, 5.2) adjoining the groove-delimiting profile sections (3.1, 3.2, 3.3, 3.4) and lying one on top of the other at least in a common contact region (4) delimit a gap (8) open towards the groove (3) outside their common contact region (4), wherein preferably the connection, in particular welding or bonding, of the profile sections (5.1, 5.2) is formed in the region of the gap (8).
 8. The metal profile (1) according to one of the preceding claims,
characterized in that the profile sections (5.1, 5.2) adjoining the groove-delimiting profile sections (3.1, 3.2, 3.3, 3.4) and lying on top of one another at least in a common contact region (4) form a web (5) which is arranged centrally with respect to the groove (3).
 9. The metal profile (1) according to one of the preceding claims,
characterized in that the profile sections (5.1, 5.2) adjoining the groove-delimiting profile sections (3.1, 3.2, 3.3, 3.4) and lying one on top of the other at least in a common contact region (4) are connected via further profile sections (9.1, 9.2, 9.3), wherein preferably the further profile sections (9.1, 9.2, 9.3) form at least one flange (9) which is furthermore preferably arranged perpendicular to the web (5).
 10. A composite profile with at least one metal profile (1) according to one of the preceding claims and an insulating profile (2) which is received in regions in the groove (3) of the metal profile (1) and is connected to the metal profile (1) in a non-positive and/or positive-locking manner.
 11. A method for producing a metal profile (1) according to one of the claims 1 to 9, in which the metal profile (1) is produced from a metal sheet with a sheet thickness (S) by forming, in particular roll forming, **characterized in that** in order to form a profile section (3.2, 3.3) before forming, in particular roll forming, the sheet thickness (S) of the metal sheet is reduced at least in one region by plastic deformation, in particular by stretching, so that the metal sheet has at least two different sheet thicknesses.
 12. The method according to claim 11,
characterized in that the sheet thickness (S) of the metal sheet, which is preferably 1-3 mm, further preferably 1-2 mm, for example 1.5 mm, is reduced by at least 10 % in at least one region.
- ## Revendications
1. Profilé métallique (1) ayant été fabriqué par formage, en particulier par roulage, à partir d'une tôle métallique et ayant une section transversale de profilé formant une rainure (3) pour un assemblage avec un profilé d'isolation (2), dans lequel la rainure (3) est délimitée par des parties de profilé (3.1, 3.2, 3.3, 3.4) adjacentes à des parties de profilé (5.1, 5.2) qui sont les unes au-dessus des autres au moins dans une zone de contact commune (4),
caractérisé en ce que la tôle métallique du profilé métallique (1) a une épaisseur de tôle (S) qui est réduite au moins dans la zone d'une partie de profilé

- (3.2, 3.3) formant un fond de rainure, de sorte qu'un emplacement de flexion programmée est créé, lequel emplacement facilite la réalisation d'un assemblage à force et/ou par complémentarité de formes du profilé métallique (1) avec le profilé d'isolation (2).
2. Profilé métallique (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'épaisseur de tôle (S) de la tôle métallique est réduite d'au moins 10 % au moins dans la zone d'une partie de profilé (3.1, 3.2, 3.3, 3.4) délimitant la rainure (3), dans lequel l'épaisseur de tôle (S) est de préférence comprise entre 1 et 3 mm, de manière plus préférée comprise entre 1 et 2 mm, par exemple égale à 1,5 mm.
 3. Profilé métallique (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la rainure (3) est formée de manière symétrique en coupe transversale, dans lequel la rainure (3) a de préférence une forme de section transversale sensiblement triangulaire, trapézoïdale ou rectangulaire.
 4. Profilé métallique (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les extrémités libres de parties de profilé (3.1, 3.4) délimitant latéralement la rainure (3) ont un rabat ou une pliure (6).
 5. Profilé métallique (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins une partie de profilé (3.1, 3.2, 3.3, 3.4) délimitant la rainure (3) a une surface côté rainure qui est pourvue, au moins dans certaines zones, d'une texture (7) ayant de préférence la forme d'un moletage.
 6. Profilé métallique (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les parties de profilé (5.1, 5.2) adjacentes aux parties de profilé (3.1, 3.2, 3.3, 3.4) délimitant la rainure et situées les unes au-dessus des autres au moins dans une zone de contact commune (4) sont assemblées, en particulier soudées ou collées, dans au moins une zone.
 7. Profilé métallique (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les parties de profilé (5.1, 5.2) adjacentes aux parties de profilé (3.1, 3.2, 3.3, 3.4) délimitant la rainure et situées les unes au-dessus des autres au moins dans une zone de contact commune (4) délimitent un espace (8) ouvert vers la rainure (3) à l'extérieur de leur zone de contact commune (4), dans lequel l'assemblage, en particulier le soudage ou le collage, des parties de profilé (5.1, 5.2) est de préférence réalisé dans la zone de l'espace (8).
 8. Profilé métallique (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les parties de profilé (5.1, 5.2) adjacentes aux parties de profilé (3.1, 3.2, 3.3, 3.4) délimitant la rainure et situées les unes au-dessus des autres au moins dans une zone de contact commune (4) forment un gradin (5) qui est agencé au centre par rapport à la rainure (3).
 9. Profilé métallique (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les parties de profilé (5.1, 5.2) adjacentes aux parties de profilé (3.1, 3.2, 3.3, 3.4) délimitant la rainure et situées les unes au-dessus des autres au moins dans une zone de contact commune (4) sont assemblées par l'intermédiaire de parties de profilé supplémentaires (9.1, 9.2, 9.3), dans lequel les parties de profilé supplémentaires (9.1, 9.2, 9.3) forment de préférence au moins une semelle (9) qui est en outre agencée de préférence perpendiculairement au gradin (5).
 10. Profilé composite ayant au moins un profilé métallique (1) selon l'une des revendications précédentes et un profilé d'isolation (2) qui est reçu, dans certaines zones, dans la rainure (3) du profilé métallique (1) et qui est assemblé à force et/ou par complémentarité de formes avec le profilé métallique (1).
 11. Procédé de fabrication d'un profilé métallique (1) selon l'une des revendications 1 à 9, dans lequel le profilé métallique (1) est fabriqué par formage, en particulier par roulage, à partir d'une tôle métallique ayant une épaisseur de tôle (S), **caractérisé en ce que** pour former une partie de profilé (3.2, 3.3) délimitant la rainure (3) avant le formage, en particulier avant le roulage, l'épaisseur de tôle (S) de la tôle métallique est réduite au moins dans une zone par déformation plastique, en particulier par étirage, de sorte que la tôle métallique a au moins deux épaisseurs de tôle différentes.
 12. Procédé selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** l'épaisseur de tôle (S) de la tôle métallique, qui est de préférence comprise entre 1 et 3 mm, de manière plus préférée comprise entre 1 et 2 mm, par exemple égale à 1,5 mm, est réduite d'au moins 10 % dans au moins une zone.

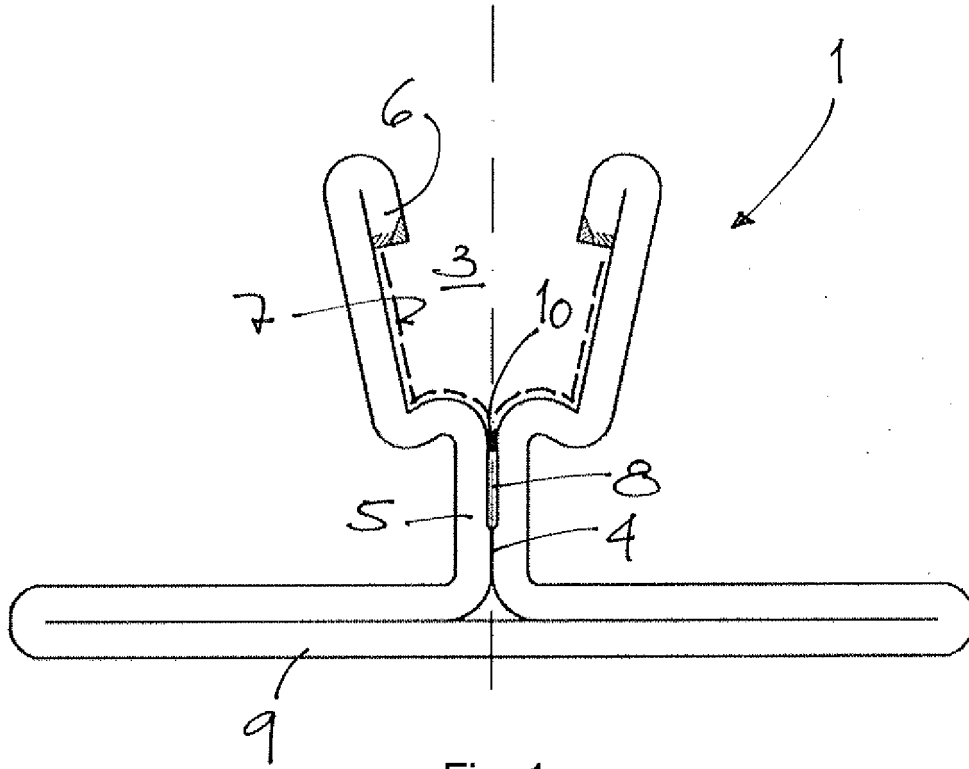


Fig. 1

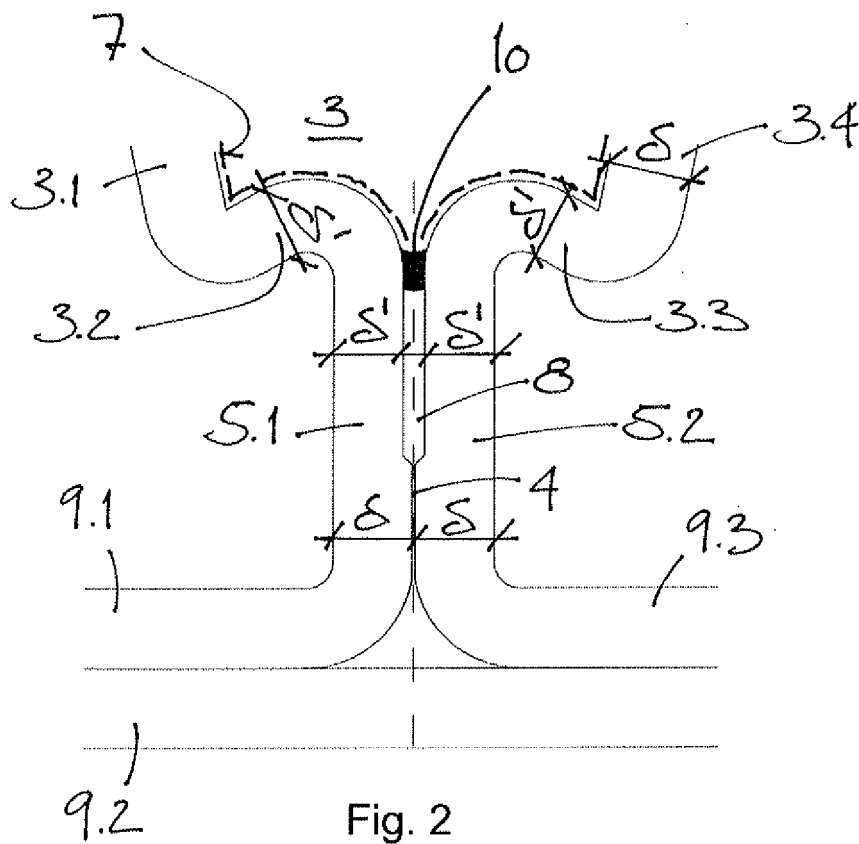


Fig. 2

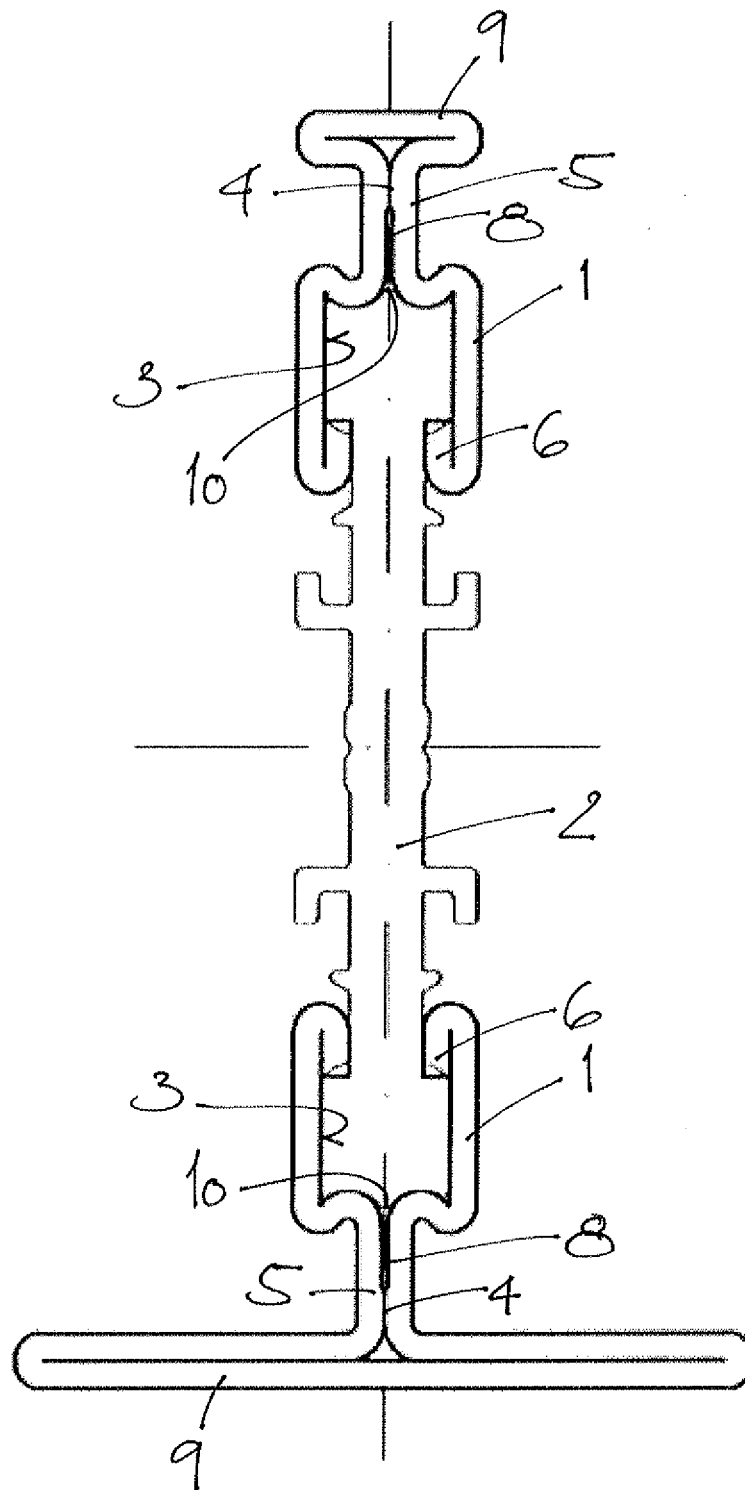


Fig. 3

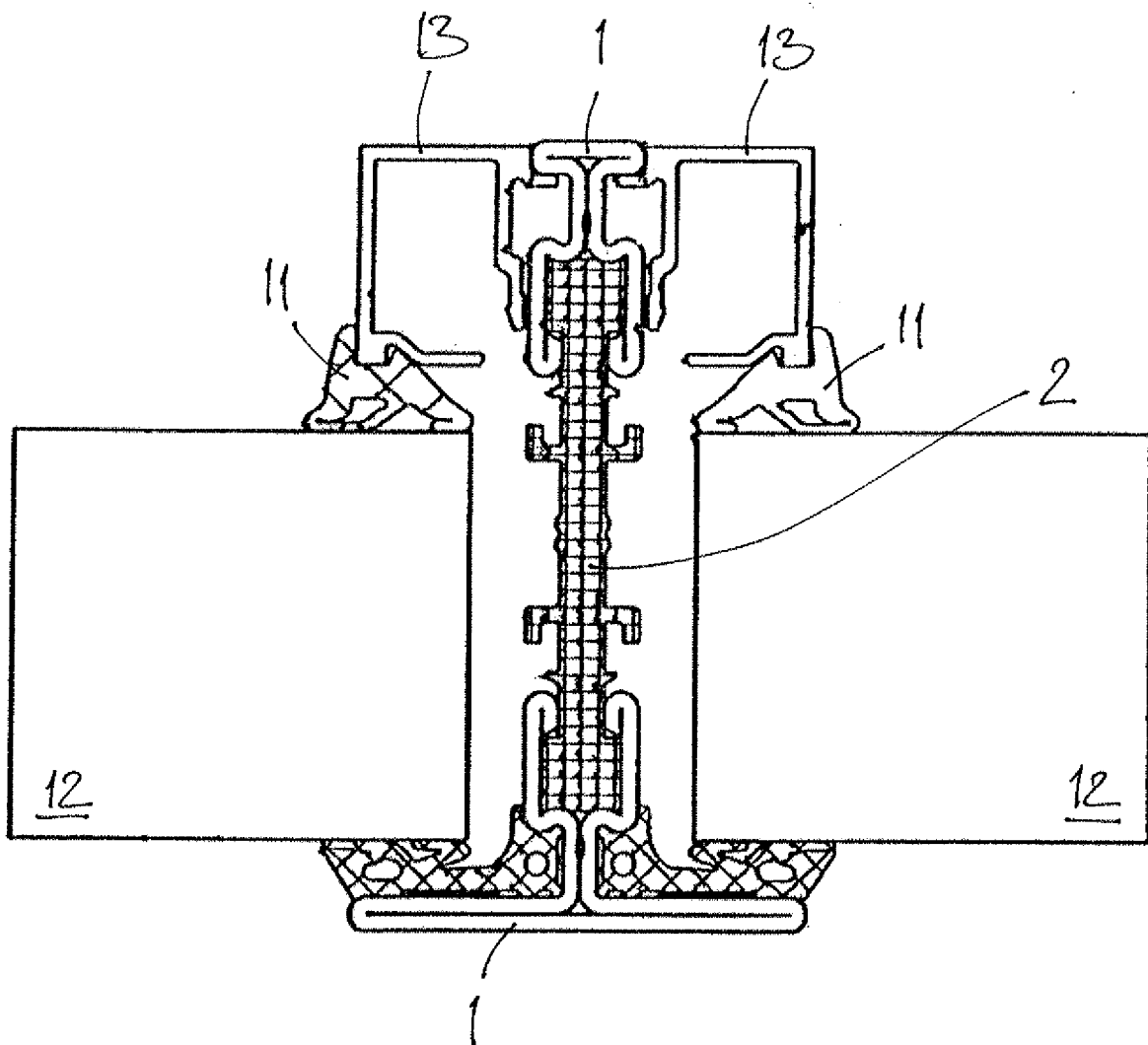


Fig. 4

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 3503708 A1 [0005]
- EP 2096250 A2 [0006]
- EP 2476853 A1 [0007]
- US 20020184936 A1 [0008]