



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 988 906 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
29.03.2000 Patentblatt 2000/13

(51) Int. Cl.⁷: **B21D 39/02**

(21) Anmeldenummer: **99116335.3**

(22) Anmeldetag: **19.08.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **05.09.1998 DE 19840617**

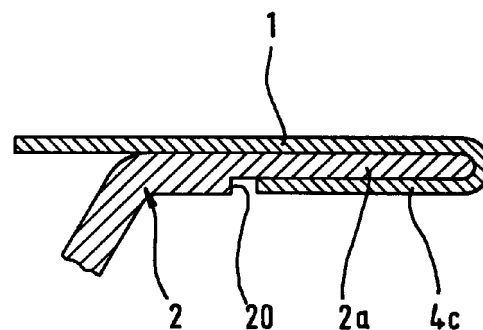
(71) Anmelder: **DaimlerChrysler AG
70567 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder: **Klamser, Martin, Dr.
71120 Grafenau (DE)**

(54) **Falzverbindung zwischen einem Aussenblech und einem Innenblech**

(57) Falzverbindung zwischen einem Außenblech und einem Innenblech, wobei das Außenblech einen ungebogenen, an einer ersten Seite des Innenbleches anliegenden Abschnitt und einen eine Kante des Innenbleches umgebenden Biegeabschnitt aufweist, wobei der Biegeabschnitt einen ersten, sich an den ungebogenen Abschnitt anschließenden, einen Biegeradius aufweisenden Teilabschnitt, einen sich an den ersten Teilabschnitt anschließenden zweiten Teilabschnitt, welcher zusammen mit dem ungebogenen Bereich einen Winkel einschließt, dessen Scheitelpunkt in dem Bereich des ersten Teilabschnitts liegt, und einen sich an den zweiten Teilabschnitt anschließenden dritten Teilabschnitt, der im wesentlichen parallel zu dem ungebogenen Bereich des Außenbleches verläuft und an einer zweiten Seite des Innenbleches anliegt, aufweist.

Fig. 3



EP 0 988 906 A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Falzverbindung zwischen einem Außenblech und einem Innenblech, insbesondere für Kraftfahrzeuge.

[0002] Stahlbleche weisen eine wesentlich höhere Bruchdehnung als beispielsweise Bleche aus Aluminiumlegierungen auf. AlMg0,4Si1,2-Außenhautlegierungen für Kraftfahrzeuge weisen z.B. Bruchdehnungen von etwa 22% auf. Stahlbleche können daher, verglichen mit Blechen aus Aluminiumlegierungen, mit wesentlich kleinerem Falzaußenradius gefalzt werden. Typischerweise erzielbare Falzaußenradien bei Stahlblechen liegen in der Größenordnung des 1,45-fachen der Blechdicke.

[0003] Durch die bei Aluminiumlegierungen und anderen Legierungen vergleichbarer Bruchdehnung herkömmlicherweise auftretenden größeren Falzaußenradien ergeben sich große Bauteildicken sowie große Rundungen an den Bauteilkanten. Dies führt bei dem Einsatz derartiger Werkstoffe an der Kraftfahrzeug-Außenhaut zu optisch sehr breiten Spalten bzw. Lichtkanten. Es ist jedoch wünschenswert, derartige Spalte in der Außenhaut möglichst klein auszubilden.

[0004] Es ist beispielsweise bekannt (siehe beispielsweise Mnif Jamal, Untersuchungen über das Falzen (180° Biegen) von Aluminiumblechen. Abschlußbericht zum Forschungsvorhaben EFB/AiF 8077 am Institut für Umformtechnik der Universität Stuttgart, 1993; oder Wolff, N.P.: Interrelation between Part and Die Design for Aluminium Auto Body Panels. SAE Paper No. 780 392, Detroit, 1978)), daß bei Aluminiumblechen der Legierung AlMg0,4Si1,2 einer Dicke von 1,25 mm zum Abkanten ein Mindestradius von 3,2 mm, d.h. etwa dem 2,5-fachen der Blechdicke notwendig ist. Kleinere Abkantradien führen zu starken Oberflächenaufrauungen und Rissen. Zum anschließenden Falzen ist dann ein sogenannter "relieved Flachfalz" mit einem Außenradius von etwa dem 1,75-fachen der Blechdicke oder ein Tropfenfalz mit einem Außenradius von etwa dem 2,0-fachen der Blechdicke notwendig. Derartige Falzungen weisen jedoch eine relativ geringe Klemmkraft zwischen den aneinandergefalzten Teilen auf, so daß zur Gewährleistung einer dauerhaft stabilen Verbindung zusätzliche Maßnahmen erforderlich sind.

[0005] Ein Verfahren zum Herstellen einer Falzverbindung zwischen einem Außenblech, welches insbesondere ein Aluminiumblech sein kann, und einem Innenblech einer Kraftfahrzeugtür ist aus der DE 44 45 579 C1 bekannt. Dort wird ein später umzufaltender Randbereich des Außenbleches zunächst gestreckt und auf eine geringere Wandstärke gebracht, bevor der Falzvorgang eingeleitet wird. Dieses Verfahren wird als sehr aufwendig angesehen, da vor dem eigentlichen Falzen eine sehr genaue Werkzeugführung erfordernde Streckung des Bleches durchgeführt werden muß.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung einer Falzverbindung, mit der auch bei Verwendung von Blechen aus Aluminiumlegierungen oder Legierungen vergleichbarer Bruchdehnung scharfkantige Falzaußenradien ohne die Gefahr von Materialaufrauungen und Rissen erzielbar sind.

[0007] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Falzverbindung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

[0008] Erfindungsgemäß ist eine Falzverbindung zur Verfügung gestellt, welche auch bei Verwendung von Aluminiumlegierungen oder Legierungen vergleichbarer Bruchdehnung die Ausbildung geschmeidiger Bauteilkanten bzw. Falzkanten ohne Aufrauungen und Risse gewährleistet. Die erfindungsgemäße Falzverbindung ermöglicht die Ausbildung einer schmalen Lichtkante, d.h. eines kleinen optischen Spaltes, zwischen zwei mit der erfindungsgemäßen Falzverbindung ausgebildeten Bauteilen. Durch den erfindungsgemäß herstellbaren kleineren Biegeradius ist eine größere Klemmkraft zur Fixierung eines Außenbleches an einem Innenblech bereitstellbar. Die erfindungsgemäße Falzverbindung ist beispielsweise bei Aluminiumblechen ohne die Notwendigkeit einer Nachbehandlung herstellbar.

[0009] Zweckmäßigerweise ist der zweite Teilabschnitt des Biegeabschnitts im wesentlichen geradlinig verlaufend ausgebildet. Eine derartige Ausgestaltung ist mit relativ einfach geformten, und daher preiswert herstellbaren Werkzeugen realisierbar.

[0010] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Außenblech aus einer Aluminiumlegierung, insbesondere aus AlMg0,4Si1,2 oder einer anderen naturharten Aluminiumlegierung, hergestellt. Derartige Legierungen weisen ein geringes Gewicht auf und finden im Automobilbau bevorzugt Anwendung.

[0011] Zweckmäßigerweise ist das Innenblech als gezogenes Blechteil, insbesondere aus einer Stahl-, Magnesium- oder Aluminiumlegierung, oder als Gußteil, insbesondere als Magnesium- oder Aluminiumdruckgußteil, ausgeführt.

[0012] Es ist bevorzugt, daß das Außenblech eine Dicke von 1 bis 1,5 mm, insbesondere 1,25 mm, und das Innenblech eine Dicke von 1,8 mm oder größer, insbesondere von 2 mm oder größer, aufweist. Derartige Blechstärken finden im Automobilbau breite Verwendung, da sie bei relativ geringem Gewicht eine ausreichende mechanische Festigkeit aufweisen.

[0013] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Falzverbindung, für die selbständig Schutz begehrt wird, weist das Innenblech in einem Randabschnitt, welcher im wesentlichen dem Biegeabschnitt des Außenbleches gegenüberliegt, eine geringere Dicke auf als außerhalb dieses Bereiches.

[0014] Mit dieser Maßnahme sind die erzielbaren Biegeradien gegenüber dem Stand der Technik noch weiter verkleinerbar.

[0015] Zweckmäßigerweise ist der Randabschnitt mittels einer in dem Innenblech ausgebildeten Stufe

begrenzt. Eine derartige Stufe ist in einfacher Weise in ein Blech einbringbar.

[0016] Zweckmäßigerweise entspricht der für die Abkantung und das Vorfalzen gewählte Biegeradius des Außenbleches etwa dem 2,5 bis 4-fachen, vorzugsweise dem 2,8 bis 3,4-fachen der Dicke des Außenbleches. Durch diese Maßnahme wird die Biegebeanspruchung des für das Außenblech verwendeten Werkstoffes reduziert bzw. relativ klein gehalten, so daß der Werkstoff anschließend in besonders günstiger Weise weiter umformbar oder falzbar ist bzw. weitere sogenannte Umformreserven aufweist.

[0017] Vorteilhafterweise entspricht der Biegeradius nach der Reduzierung des Falzradius etwa dem 1,3 bis 1,7-fachen, insbesondere dem 1,5-fachen der Dicke des Außenbleches.

[0018] Zweckmäßigerweise werden die Verfahrensschritte Falzen des Außenbleches und Reduzierung des Falzradius des Außenbleches mittels eines im wesentlichen winkelförmigen Falzwerkzeugs durchgeführt, dessen den Teilabschnitt 4b des Biegeabschnitts 4 des Außenbleches beaufschlagender Bereich bezüglich des ungebogenen Bereiches des Außenbleches unter dem Winkel α verläuft. Hierdurch ist die erfindungsgemäße Falzverbindung in einfacher Weise herstellbar.

[0019] Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden nun anhand der beigefügten Zeichnung im einzelnen beschrieben. In dieser zeigt bzw. zeigen:

Fig. 1 eine schematische Seitenansicht einer Werkzeuganordnung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zu Beginn des Vorfalzens des Außenbleches,

Fig. 2 a bis d schematische Seitenansichten einer Werkzeuganordnung während des Falzens und der Reduzierung des Biegeradius des Außenbleches, wobei in Fig. 2d eine erste bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Falzverbindung dargestellt ist, und

Fig. 3 eine zweite bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Falzverbindung in seitlicher Ansicht.

[0020] In den Fig. 1 bis 2d sind die erfindungsgemäß aufeinanderfolgenden Schritte zur Herstellung einer Falzverbindung, beispielsweise für die Tür eines Kraftfahrzeugs, dargestellt.

[0021] Ein bereits abgekantetes Außenblech 1 mit einem Abkantflansch bzw. Steg (im folgenden als Biegeabschnitt 4 bezeichnet) und einem ungebogenen Abschnitt 3 liegt auf einer Auflageplatte 13 auf und wird von einer Gegenhalteplatte 14 festgehalten. Die Abkan-

tung des Außenbleches 1 kann beispielsweise mittels eines (nicht dargestellten) Stempels erfolgen. Der Abkantaußenradius bzw. Biegeradius r_a entspricht etwa dem 2,8 bis 3,4-fachen der Dicke t des Außenbleches 1. Bei einer Blechdicke t von 1,25 mm führt diese Bedingung zu einem Biegeradius von 3,5 bis 4,25 mm.

[0022] Anschließend wird der Biegeabschnitt 4 mittels einer Vorfalzplatte 7, welche eine Einlauffläche 7a mit einem Radius R_v , der etwa dem 6-fachen der Blechdicke t entspricht, auf einen Biegewinkel von 135° angekippt. Dieser Zustand ist in Fig. 2a dargestellt, wobei in dieser Figur das abgekantete Außenblech 1 bereits zusammen mit einem Innenblech 2 zwischen der Auflageplatte 13 und der Gegenhalteplatte 14 eingespannt ist. Bei der Anordnung der Fig. 2 ist ferner die Vorfalzplatte 7 durch ein winkelförmiges Falzwerkzeug bzw. eine Fertigfalzplatte 5 ersetzt, mittels derer der weitere Falzvorgang durchgeführt wird.

[0023] Bei Einwirkung der Fertigfalzplatte auf den Biegebereich 4 wird dessen Endabschnitt 4c weiter umgebogen, so daß er bezüglich des ungebogenen Abschnitts 3 des Außenbleches 1 in einem Winkel von etwa 180° verläuft (Fig. 2b). Hierdurch ergibt sich ferner ein sich an den ungebogenen Bereich anschließender Biegeradiusabschnitt 4a. Während dieser Umformung liegt eine reine Biegebeanspruchung des Biegebereichs 4 vor. Der Biegeradius r_a entspricht im wesentlichen dem Biegeradius r_a beim Abkanten, so daß im weiteren Verlauf der Umformung eine Radiusreduzierung durchgeführt werden muß.

[0024] Diese Radiusreduzierung stellt eine Stauchbeanspruchung des Biegeabschnitts 4 dar, in deren Verlauf sich der Radius r_a verkleinert und sich die Innenkante des Biegeabschnitts 4 an das Innenblech 2 anlegt (Fig. 2c). Schreitet die Umformung aufgrund tangentialer Druckspannungen weiter fort, entsteht ein Materialüberschuß im Radiusbereich bzw. Biegeabschnitt 4, welcher zu einer Verlängerung des Biegeabschnitts 4 führt. Gleichzeitig wird aber auch Material in den Biegebereich 4 verdrängt und stößt gegen einen seitlichen Anschlag der Fertigfalzplatte 5. Hierdurch werden zusätzlich radiale Druckspannungen induziert.

[0025] Die Fertigfalzplatte 5 weist einen bezüglich des ungebogenen Abschnitts des Außenbleches 1 schräg verlaufenden Abschnitt 5a auf. Dieser Abschnitt 5a beaufschlagt während des in Fig. 2b bis 2d dargestellten Fertigfalzvorgangs den Biegebereich 4 des Außenbleches 1, so daß sich zwischen dem Endabschnitt 4c und dem Biegeradiusabschnitt 4a ein Abschnitt 4b ergibt, der entsprechend dem Abschnitt 5a der Fertigfalzplatte 5 schräg verläuft. Es ergibt sich insgesamt eine keilförmige Geometrie der erfindungsgemäßen Falzverbindung, wie sie in Fig. 2d dargestellt ist.

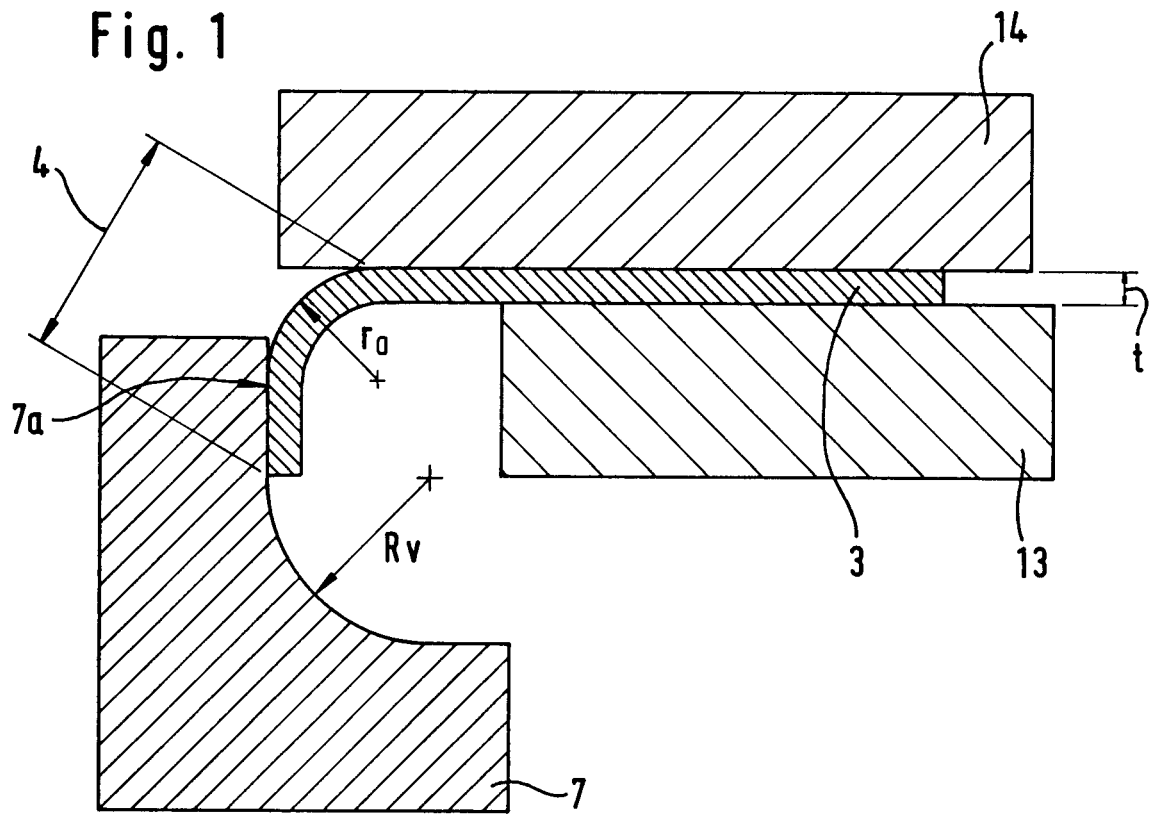
[0026] Es konnte in Versuchen gezeigt werden, daß die Falzaußenradien frei ausbilden und nicht in die Fertigfalzplatte eingearbeitet sein müssen. Beispielsweise kann die Fertigfalzplatte 5 mit oder ohne Anschlagsschulter 10 ausgebildet sein, welche in Fig. 2a gestrich-

chelt umrandet ist. Bei Verwendung einer Fertigfalzplatte 5 mit Anschlagschulter 10 wird das Bauteilmaß durch die Anschlagschulter festgelegt. Mittels der Anschlagschulter 10 werden zusätzlich zu auftretenden tangentialen Druckspannungen auch radiale Druckspannungen in das Außenblech 1 eingeleitet, wodurch sich die Beanspruchung des Außenbleches am Falz bzw. Biegebereich verringert. Hierdurch ist eine Verbesserung der Oberflächenqualität des gefalzten Außenbleches erzielbar. Ohne Anschlagschulter 10 ergibt sich ein freies Ausformen der Falzaußenkontur und eine Vergrößerung der Falzlänge um etwa 0,2 mm.

[0027] In Fig. 3 ist eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Falzverbindung dargestellt, mit der eine Verkleinerung des Falzradius im Vergleich zu herkömmlichen Falzverbindungen möglich ist. Hierbei ist das dickwandige Innenblech 2 mit einer Stufe 20 ausgebildet, so daß sich ein Randabschnitt 2a des Innenbleches 2 geringerer Dicke ergibt, auf den der Biegeabschnitt (Teilabschnitt 4c) des Außenbleches 1 auflegbar ist. Es wäre im Sinne dieser Ausführungsform ebenfalls möglich, zum Abbau auftretender Spannungskonzentrationen die Stufe 20 abgerundet bzw. kontinuierlich auszubilden.

Patentansprüche

1. Falzverbindung zwischen einem Außenblech (1) und einem Innenblech (2), wobei das Außenblech (1) einen ungebogenen, an einer ersten Seite des Innenbleches (2) anliegenden Abschnitt(3) und einen eine Kante des Innenbleches (2) umgebenden Biegeabschnitt (4) aufweist, **dadurch gekennzeichnet,**
 - daß der Biegeabschnitt (4) einen ersten, sich an den ungebogenen Abschnitt (3) anschließenden, einen Biegeradius (r_a) aufweisenden Teilabschnitt (4a), einen sich an den ersten Teilabschnitt (4a) anschließenden zweiten Teilabschnitt (4b), welcher zusammen mit dem ungebogenen Bereich (3) einen Winkel (α) einschließt, dessen Scheitelpunkt in dem Bereich des ersten Teilabschnitts (4a) liegt, und einen sich an den zweiten Teilabschnitt(4b) unmittelbar anschließenden dritten Teilabschnitt (4c), der parallel zu dem ungebogenen Bereich (3) des Außenbleches (1) verläuft und an einer zweiten Seite des Innenbleches (2) anliegt, aufweist.
2. Falzverbindung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Teilabschnitt (4b) des Biegeabschnitts (4) im wesentlichen geradlinig verläuft.
3. Falzverbindung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Außenblech
 - (1) aus einer Aluminiumlegierung, insbesondere aus AlMg0,4Si1,2 oder einer anderen naturharten Aluminiumlegierung, hergestellt ist.
4. Falzverbindung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Innenblech (2) als gezogenes Blechteil, insbesondere aus einer Stahl-, Magnesium- oder Aluminiumlegierung, oder als Gußteil, insbesondere als Magnesium- oder Aluminiumdruckgußteil, ausgeführt ist.
5. Falzverbindung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Außenblech (1) eine Dicke von 1 bis 1,5 mm, insbesondere 1,25 mm, und das Innenblech (2) eine Dicke von 1,8 mm oder größer, insbesondere von 2 mm oder größer, aufweist.
6. Falzverbindung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 oder einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Innenblech (2) in einem Randabschnitt (2a), welcher im wesentlichen dem Biegeabschnitt (4) des Außenbleches (1) gegenüberliegt, eine geringere Dicke aufweist als außerhalb dieses Bereiches (4).
7. Falzverbindung nach Anspruch 6, gekennzeichnet durch eine den Randabschnitt (2a) des Innenbleches (2) begrenzende Stufe (20).
8. Verfahren zur Herstellung einer Falzverbindung zwischen einem Außenblech (1) und einem Innenblech (2), mit folgenden Schritten:
 - Einspannen des Außenbleches (1) und des Innenbleches (2) zwischen einer Auflageplatte (13) und einer Gegenhalteplatte (14),
 - Abkantung und Umbiegen des Außenbleches (1) unter Aufrechterhaltung eines Biegeradius, welcher etwa dem 2,8 bis 3,4fachen seiner Dicke entspricht, um das Innenblech zum Erhalt eines Biegebereiches (4), dessen Endabschnitt 4c, bezüglich des ungebogenen Abschnitts (3) des Außenbleches (1) in einem Winkel von etwa 180° verläuft,
 - Reduzierung des Biegeradius unter Anlegung der Innenkante des Endabschnitts (4c) des Biegeabschnitts (4) an das Innenblech (2), so daß das Außenblech das Innenblech insgesamt keilförmig umgibt.



$$R_v = 6t \text{ (nach N.P. Wolff)}$$

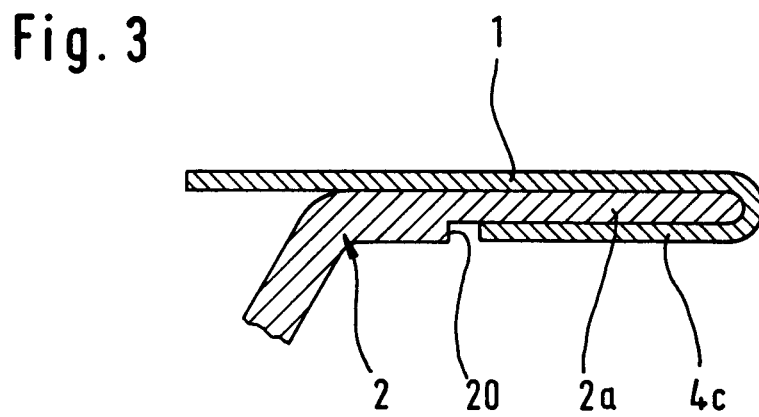


Fig. 2 a)

