

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 773/2003
(22) Anmeldetag: 2003-05-19
(42) Beginn der Patentdauer: 2005-09-15
(45) Ausgabetag: 2006-04-15

(51) Int. Cl.⁷: **B23K 9/23**

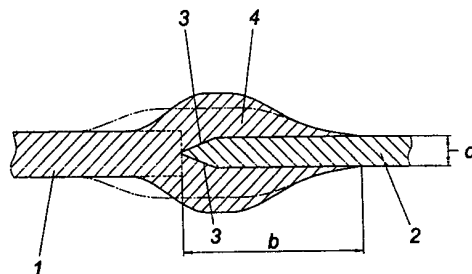
(56) Entgegenhaltungen:
GB 964743A JP 54-028744A
US 4407441A

(73) Patentinhaber:
VOESTALPINE STAHL GMBH
A-4020 LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).
(72) Erfinder:
SCHMARANZER CHRISTIAN DIPL.ING.
ALKOVEN, OBERÖSTERREICH (AT).
LEITNER ALOIS
WEYREGG, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) **VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINES WERKSTÜCKES AUS GEFÜGTEN, KALTVERFORMTEN BLECHZUSCHNITTEN EINERSEITS AUS EINEM ALUMINIUMWERKSTOFF UND ANDERSEITS AUS EINEM EISEN- ODER TITANWERKSTOFF**

(57) Es wird ein Verfahren zum Herstellen eines Werkstückes aus gefügten, kaltverformten Blechzuschnitten einerseits aus einem Aluminiumwerkstoff und andererseits aus einem Eisen- oder Titanwerkstoff beschrieben. Um einfache Herstellungsbedingungen zu schaffen, wird vorgeschlagen, daß die Blechzuschnitte vor einer gemeinsamen Kaltverformung durch eine Schweiß-Lötverbindung in Form eines stumpfen Stoßes unter Verwendung eines Zusatzwerkstoffes auf Aluminiumbasis gefügt werden, der zur Ausbildung der Verbindungsnaht auf beiden Seiten des Blechzuschnittes aus dem Eisen- oder Titanwerkstoff unter einem Schmelzen auf einer Beschichtung des Eisen- oder Titanwerkstoffes in einer zumindest der dreifachen Dicke dieses Blechzuschnittes entsprechenden Breite aufgebracht wird.

FIG.2



Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Herstellen eines Werkstückes aus gefügten, kaltverformten Blechzuschnitten einerseits aus einem Aluminiumwerkstoff und andererseits aus einem Eisen- oder Titanwerkstoff.

- 5 Um Werkstücke aus Blechzuschnitten einerseits aus einem Aluminiumwerkstoff und andererseits aus einem Eisenwerkstoff herzustellen, ist es bekannt (DE 42 40 822 C1), ein Zusatzelement aus einem Eisenwerkstoff vorzusehen, das mit dem vorgeformten Blechbauteil aus dem Aluminiumwerkstoff verfalzt und verklebt, mit dem Blechbauteil aus dem Eisenwerkstoff aber verschweißt wird. Um die Werkstoffeigenschaften des Zusatzelementes nicht durch beim Schweißen unvermeidbare Gefügeumwandlungen zu gefährden, wurde zur Verbesserung dieser Fügeverbindung vorgeschlagen (DE 199 39 977 A1), die entsprechend geformten Blechteile über ein Zusatzelement aus einem Leichtmetallwerkstoff miteinander zu verbinden, das mit dem Blechteil aus Leichtmetall verfalzt und mit dem Blechteil aus dem Eisenwerkstoff beispielsweise durch ein Kleben oder Nieten nicht thermisch verbunden wird. Durch diese bekannten Fügeverbindungen können zwar die Blechzuschnitte aus einem Aluminiumwerkstoff und einem Eisenwerkstoff ohne die beim thermischen Verbinden auftretenden Nachteile verbunden werden, doch nur mit einem erheblichen Aufwand, weil ja die unterschiedlichen Blechbauteile vorgeformt und nachträglich über Zusatzelemente miteinander verbunden werden müssen.
- 20 Beim thermischen Verbinden eines Aluminiumwerkstoffes mit einem Stahlwerkstoff wird der Aluminiumwerkstoff im Fügebereich aufgeschmolzen, so daß das schmelzflüssige Aluminium den Stahlwerkstoff benetzt und sich nach der Abkühlung eine stoffschlüssige Verbindung ergibt. Im Übergangsbereich zwischen den Werkstoffen werden allerdings spröde intermetallische Phasen gebildet, die die Belastbarkeit der Verbindung maßgebend mitbestimmen. Um die Dicke dieser intermetallischen Phasensäume klein zu halten, müssen die Diffusionsbedingungen im Übergangsbereich der Werkstoffe entsprechend beeinflusst werden, indem die Schmelzphase unter Einhaltung vergleichsweise großer Erwärmungs- und Kühlraten auf eine kurze Zeitspanne beschränkt wird. Dies gelingt vorteilhaft, wenn die zu verbindenden Bleche in einem überlappenden Stoß angeordnet und im Überlappungsbereich vom Stahlwerkstoff her mit einem defokussierten Laserstrahl erwärmt werden. Die überlappten Verbindungsstöße bedingen allerdings eine örtlich höhere Steifigkeit, die einem nachträglichen Umformen der gefügten Bleche entgegensteht.
- 35 Um das Auftreten spröder intermetallischer Phasen im Bereich einer Verbindungsnaht zwischen einem Stahl- und einem Aluminiumwerkstoff weitgehend zu vermeiden, ist es bereits bekannt (US 3 202 793 A), den Stahlwerkstoff zumindest im Fügebereich mit einer Beschichtung auf Zinkbasis zu versehen, bevor ein Zusatzwerkstoff auf Aluminiumbasis zur Ausbildung einer Verbindungsnaht zwischen den stumpf stoßenden Blechteilen auf beiden Blechseiten schmelzmetallurgisch aufgetragen wird. Dieser Zusatzwerkstoff geht mit dem Aluminiumwerkstoff eine Schweißverbindung ein und dient als Lot für die Verbindung mit dem Stahlwerkstoff, wobei jedoch der Zusatzwerkstoff nicht in schmelzflüssigen Kontakt mit dem Stahlwerkstoff, sondern ausschließlich mit dem Beschichtungswerkstoff kommt, so daß aufgrund des gewählten Zusatzwerkstoffes auf Aluminiumbasis intermetallische Phasen weitgehend unterdrückt werden können. Die Festigkeit dieser Schweiß-Lötverbindungen ist aber unzureichend, selbst wenn zur Verbesserung der Festigkeit das Eisenblech im Verbindungsbereich mit Durchbrüchen versehen wird, um über den durch diese Durchbrüche durchtretenden Zusatzwerkstoff eine verbesserte Bindung dieses Zusatzwerkstoffes mit dem Eisenblech zu erhalten beim Fügen von Aluminium- und Titanwerkstoffen treten vergleichbare Schwierigkeiten auf.
- 50 Schließlich ist es bekannt (GB 964 743 A), zwei Bleche einerseits aus einem Aluminiumwerkstoff und andererseits aus einem Eisenwerkstoff in Form eines stumpfen Stoßes zu fügen, wobei zur Herstellung der Verbindungsnaht ein Aluminiumwerkstoff eingesetzt wird. Das Blech aus dem Eisenwerkstoff wird hierfür zumindest an der Verbindungsstelle verzinkt, um eine besonders gute Haftung des aufgeschmolzenen Zusatzwerkstoffes auf Aluminiumbasis am Eisenwerkstoff zu erreichen. Diese Fügung in Form eines stumpfen Stoßes ist jedoch für höhere
- 55

Belastungen ungeeignet, so daß zur Erhöhung der Belastbarkeit der Verbindungsnaht vorgeschlagen wird, das Blech aus dem Eisenwerkstoff im Bereich der Schweißnaht mit Aussparungen oder Löchern zu versehen, so daß sich zwischen der Naht aus dem aufgeschmolzenen Aluminiumwerkstoff und dem Eisenwerkstoff eine mechanische, formschlüssige Verbindung ergibt, was jedoch einen zusätzlichen Herstellungsaufwand mit sich bringt, ohne die für eine nachträgliche Verformung der Verbindungsnaht erforderliche hohe Belastbarkeit gewährleisten zu können.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Herstellen eines Werkstückes aus gefügten, kaltverformten Blechzuschnitten einerseits aus einem Aluminiumwerkstoff und andererseits aus einem Eisen- oder Titanwerkstoff der eingangs geschilderten Art so auszugestalten, daß eine einfache Fertigung auch hochbelastbarer Werkstücke sichergestellt werden kann, ohne aufwendige Zusatzelemente zur Verbindung der Blechzuschnitte unterschiedlichen Werkstoffes versehen zu müssen.

Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe dadurch, daß die Blechzuschnitte vor einer gemeinsamen Kaltverformung durch eine Schweiß-Lötverbindung in Form eines stumpfen Stoßes unter Verwendung eines Zusatzwerkstoffes auf Aluminiumbasis gefügt werden, der zur Ausbildung der Verbindungsnaht auf beiden Seiten des Blechzuschnittes aus dem Eisen- oder Titanwerkstoff unter einem Schmelzen auf einer Beschichtung des Eisen- oder Titanwerkstoffes in einer zumindest der dreifachen Dicke dieses Blechzuschnittes entsprechenden Breite aufgebracht wird.

Da zufolge dieser Maßnahmen die Blechzuschnitte vor einer Kaltverformung gefügt und dann gemeinsam durch eine Kaltverformung zum Werkstoff umgeformt werden, ergibt sich eine einfache Herstellung. Voraussetzung hierfür ist, daß über die Schweiß-Lötverbindung die erforderlichen Kräfte übertragen werden können, um die gefügten Blechzuschnitte plastifizieren und dadurch umformen zu können. Dies gelingt dadurch, daß die Verbindungsnaht auf der Seite des Blechzuschnittes aus dem Eisen- oder Titanwerkstoff in einer Breite aufgebracht wird, die zumindest der dreifachen Dicke dieses Blechzuschnittes entspricht. Diese mit wenig Aufwand erfüllbare Bedingung gewährleistet, daß die für die Belastbarkeit der Verbindungsnaht kritischen Normalspannungen im Bereich der Lötzone zwischen dem Zusatzwerkstoff auf Aluminiumbasis und dem Blechzuschnitt aus dem Eisen- oder Titanwerkstoff selbst bei einer plastischen Umformung der gefügten Blechzuschnitte in einem zulässigen Bereich bleiben, weil eben die Fügefläche entsprechend vergrößert wird. Es können folglich im Nahtbereich zumindest die Festigkeitswerte eingehalten werden, die auch in den anschließenden Blechbereichen vorliegen. Durch das an sich bekannte Beschichten des Eisen- oder Titanwerkstoffes vorzugsweise mit einem Zink- oder Aluminiumwerkstoff wird außerdem die elektrochemische Potentialdifferenz zwischen der Beschichtung des Eisen- oder Titanwerkstoffes und dem Zusatzwerkstoff im Vergleich zur Potentialdifferenz zwischen dem Eisen- oder Titanwerkstoff und dem Zusatzwerkstoff auf Aluminiumbasis deutlich herabgesetzt, wodurch die Gefahr einer Kontaktkorrosion entscheidend verringert wird. Darüber hinaus wird durch die Beschichtung des Eisen- oder Titanwerkstoffes im Fügebereich die Neigung zur Bildung spröder, intermetallischer Phasen verringert, was ebenfalls für die Festigkeit der Fügeverbindung von Bedeutung ist.

Um eine allmähliche Lastübernahme zwischen den unterschiedlichen Werkstoffen unter Vermeidung von übermäßigen Spannungsspitzen zu erreichen, kann der Blechzuschnitt aus dem Eisen- oder Titanwerkstoff im Stoßbereich zumindest auf einer Seite mit einer Abschrägung versehen sein, so daß sich der tragende Querschnitt des Eisen- oder Titanwerkstoffes gegen den Aluminiumwerkstoff hin kontinuierlich verringert, während der tragende Querschnitt des Aluminiumwerkstoffes entsprechend zunimmt. Diese Abschrägung muß aber wie der übrige Fügebereich mit einer Beschichtung abgedeckt werden, um die werkstoffliche Anbindung zwischen dem Eisen- oder Titanwerkstoff und dem Zusatzwerkstoff auf Aluminiumbasis zu gewährleisten.

Die den Stoßbereich zwischen den Blechzuschnitten überbrückende Verbindungsnaht aus dem Zusatzwerkstoff bringt zwar eine Überhöhung des Stoßbereiches mit sich, doch spielt diese Überhöhung durch die beidseitige Verbindungsnaht für die spätere Umformung der stumpfgefü-
5 fügten Blechzuschnitte keine entscheidende Rolle, weil die Nahtüberhöhungen beispielsweise durch entsprechenden Aussparungen im Formwerkzeug berücksichtigt werden können. Zur Verringerung der Nahtüberhöhungen kann aber auch die durch den Zusatzwerkstoff gebildete Verbindungsnaht zwischen den beiden Blechzuschnitten vor der gemeinsamen Kaltverformung der gefügten Blechzuschnitte abgeflacht werden.

10 Anhand der Zeichnung wird das erfindungsgemäße Verfahren zum Herstellen eines Formkörpers aus gefügten kaltverformten Blechzuschnitten einerseits aus einem Aluminiumwerkstoff und andererseits aus einem Eisen- oder Titanwerkstoff näher erläutert. Es zeigen:

15 Fig. 1 die gefügten Blechzuschnitte vor einer gemeinsamen Kaltverformung in einer Draufsicht, Fig. 2 einen Schnitt durch die Verbindungsnaht zwischen den stumpfstoßenden Blechzuschnitten in einem Schnitt nach der Linie II-II der Fig. 1 in einem größeren Maßstab und Fig. 3 das durch ein Kaltverformen aus den gefügten Blechzuschnitten nach der Fig. 1 hergestellte Werkstück in einem vereinfachten Schaubild in einem größeren Maßstab.

20 Um das in der Fig. 3 veranschaulichte Werkstück, beispielsweise einen Profilträger, aus einem kaltverformten Blechzuschnitt 1 aus einem Aluminiumwerkstoff und einem ebenfalls kaltverformten Blechzuschnitt 2 aus einem Eisenwerkstoff herstellen zu können, wird von ebenen Blechzuschnitten 1 und 2 ausgegangen, wie sie in der Fig. 1 angedeutet sind. Diese Blechzuschnitte 1 und 2 werden stumpfstoßend gefügt. Zu diesem Zweck wird der Blechzuschnitt 2 aus dem
25 Eisenwerkstoff im Bereich des die Stoßstelle bildenden Randes mit beidseitigen Abschrägungen 3 versehen, wie dies der Fig. 2 entnommen werden kann. Diese Abschrägungen 3 werden wie die übrigen Flächen des Fügebereiches mit einer Beschichtung vorzugsweise auf Zinkbasis versehen. Nach einem Zusammenführen der zu fügenden Blechzuschnitte 1 und 2 wird im Stoßbereich ein Zusatzwerkstoff auf Aluminiumbasis auf beiden Seiten der Zuschnitte 1 und 2
30 aufgebracht und mit Hilfe eines Lichtbogens geschmolzen, wobei sich zwischen dem Aluminiumwerkstoff des Blechzuschnittes 1 und dem die Verbindungsnaht 4 bildenden Zusatzwerkstoff auf Aluminiumbasis eine schmelzmetallurgische Schweißverbindung ergibt. Diese durch ein Aufschmelzen des Aluminiumwerkstoffes erhaltene Schweißverbindung ist durch eine einheitliche Schraffur des Blechzuschnittes 1 und der Verbindungsnaht 4 veranschaulicht, wobei der ursprüngliche Rand des Blechzuschnittes 1 strichliert angedeutet wurde. Der schmelzflüssige Zusatzwerkstoff stellt für die Anbindung an den Blechzuschnitt 2 aus dem Eisenwerkstoff ein Lot dar, das allerdings nicht nur im unmittelbaren Stoßbereich der beiden Blechzuschnitte 1 und 2 aufgetragen wird, sondern den Stoß überbrückt und den Rand des Blechzuschnittes 2 aus dem Eisenwerkstoff beidseitig übergreift. Der das Lot bildende Zusatzwerkstoff wird dabei in
40 einem Überdeckungsbereich aufgebracht, der eine wenigstens der dreifachen Dicke d entsprechende Breite b aufweist. Durch die damit verbundene Vergrößerung der Anbindungslänge werden einerseits die für die Belastbarkeit der Verbindungsnaht mitentscheidenden Normalspannungen im Bereich der Lötzone auf ein zulässiges Maß beschränkt und andererseits korrosionsbedingte Festigkeitsverluste der Verbindung durch entsprechend lange Korrosionswege unter den korrosionsbedingten Festigkeitsverlusten des schwächeren Grundwerkstoffes der
45 gefügten Blechzuschnitte 1, 2 gehalten, so daß über die gesamte Lebensdauer des Werkstückes der Fügebereich Festigkeitswerte aufweist, die zumindest den Festigkeitswerten des schwächeren der beiden Blechzuschnitte 1, 2 entsprechen.

50 Die Blechzuschnitte 1 und 2 werden nach dem Fügen durch eine Schweiß-Lötverbindung gemeinsam zum Werkstück umgeformt, beispielsweise durch ein Biegen oder ein Tiefziehen. Die für die plastische Verformung der Blechzuschnitte 1 und 2 erforderlichen Kräfte können bei diesen Kaltverformungen über die Verbindungsnaht 4 ohne weiteres übertragen werden. Die Überhöhung durch die Verbindungsnaht 4 kann beim plastischen Umformen der gefügten,
55 zunächst ebenen Blechzuschnitte 1, 2 durch eine entsprechende Ausbildung der Werkzeuge

berücksichtigt werden, beispielsweise durch Aussparungen im Bereich der Verbindungsnaht 4. Die Überhöhung kann aber auch durch eine plastische Verformung abgeflacht werden, wie dies in der Fig. 2 strichpunktiert angedeutet ist.

- 5 Die Erfindung ist selbstverständlich nicht auf das dargestellte Ausführungsbeispiel beschränkt. So kann anstelle eines Blechzuschnittes 2 aus einem Eisenwerkstoff ein Zuschnitt aus einem Titanwerkstoff eingesetzt werden, der in vergleichbarer Weise durch ein Schweißlöten korrosionsfest über einen Zusatzwerkstoff auf Aluminiumbasis mit einem Aluminiumwerkstoff verbunden werden kann, wenn die geschilderten Parameter eingehalten werden.

10

Patentansprüche:

- 15 1. Verfahren zum Herstellen eines Werkstückes aus gefügten, kaltverformten Blechzuschnitten einerseits aus einem Aluminiumwerkstoff und andererseits aus einem Eisen- oder Titanwerkstoff, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Blechzuschnitte vor einer gemeinsamen Kaltverformung durch eine Schweiß-Lötverbindung in Form eines stumpfen Stoßes unter Verwendung eines Zusatzwerkstoffes auf Aluminiumbasis gefügt werden, der zur Ausbildung der Verbindungsnaht auf beiden Seiten des Blechzuschnittes aus dem Eisen- oder Titanwerkstoff unter einem Schmelzen auf einer Beschichtung des Eisen- oder Titanwerkstoffes in einer zumindest der dreifachen Dicke dieses Blechzuschnittes entsprechenden Breite aufgebracht wird.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, daß der Blechzuschnitt aus dem Eisen- oder Titanwerkstoff vor dem Aufbringen der Beschichtung im Stoßbereich zumindest auf einer Seite mit einer Abschrägung versehen wird.
- 25 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, *dadurch gekennzeichnet*, daß die durch den Zusatzwerkstoff gebildete Verbindungsnaht zwischen den beiden Blechzuschnitten vor der gemeinsamen Kaltverformung der gefügten Blechzuschnitte abgeflacht wird.
- 30

Hiezu 2 Blatt Zeichnungen

35

40

45

50

55



FIG.1

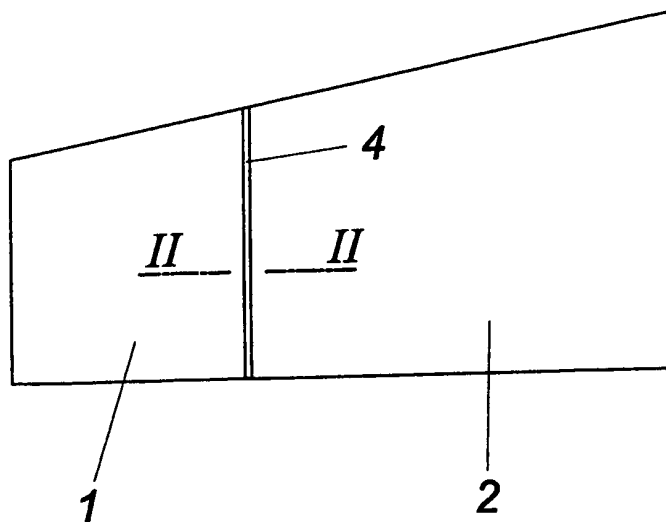
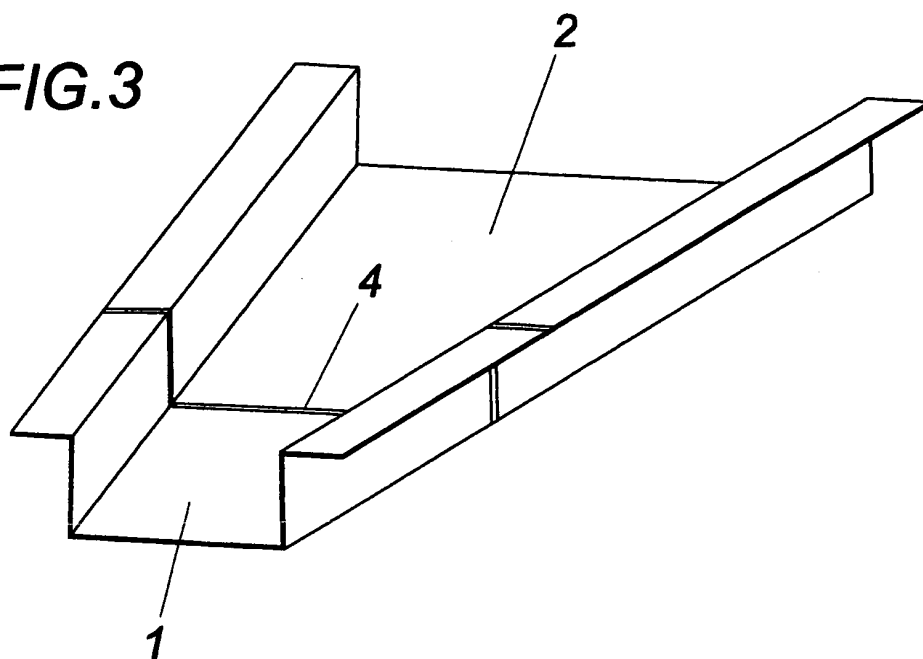


FIG.3



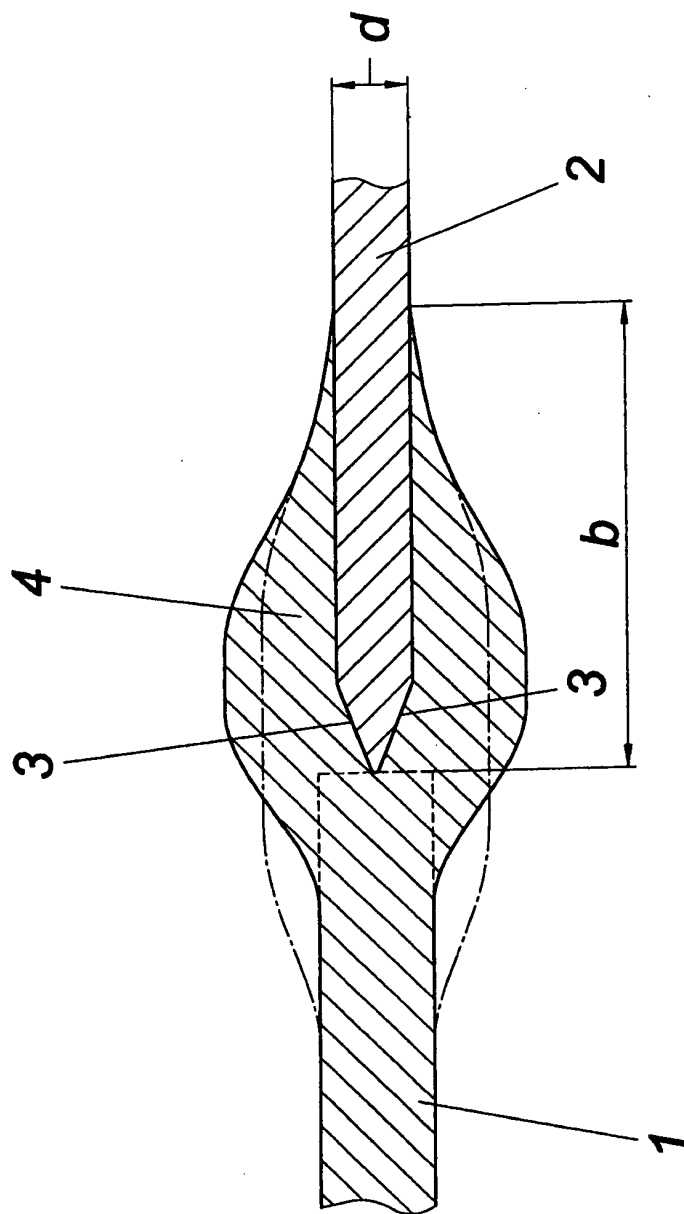


FIG. 2