

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 290/2007

(51) Int. Cl.⁸: **B23K 11/11** (2006.01)

(22) Anmeldetag: 2007-02-23

B23K 11/31 (2006.01)

B23K 35/02 (2006.01)

(43) Veröffentlicht am: 2009-01-15

(56) Entgegenhaltungen:

AT 413664B CH 369726A
DE 3844001A1 DE 467294C1

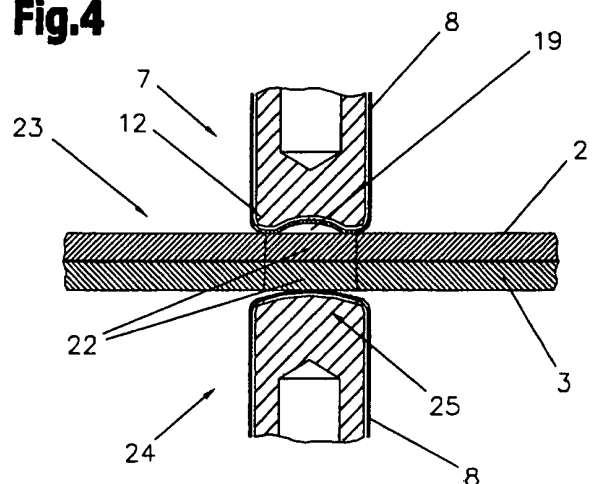
(73) Patentinhaber:

FRONIUS INTERNATIONAL GMBH
A-4643 PETTENBACH (AT)

(54) PUNKTSCHWEISSELEKTRODE UND PUNKTSCHWEISSVERFAHREN

(57) Die Erfindung betrifft eine Elektrode (7) zum Punktschweißen von Blechen (2, 3) mit einem Grundkörper (16) und einer Kontaktfläche (12), welche mit einem der zu verschweißenden Blechen (2, 3) in Kontakt tritt, wobei in der Kontaktfläche (12) eine konkave Ausnehmung (15) angeordnet ist sowie ein entsprechendes Punktschweißverfahren. Zur Schaffung einer derartigen Elektrode (7) und einem derartigen Punktschweißverfahren, welche die Herstellung von sogenannten Sichtpunkten, d.h. im Wesentlichen nicht erkennbaren Schweißpunkten an einer Sichtseite der zu verschweißenden Bleche (2, 3) bei gleichzeitig hoher Qualität der Punktschweißung ermöglichen, weist die konkave Ausnehmung (15) die Form einer Kugelkalotte auf, wobei der Radius der Kugelkalotte zwischen 40 und 150 mm beträgt.

Fig.4



Die Erfindung betrifft eine Elektrode zum Punktschweißen von Blechen mit einem Grundkörper und einer Kontaktfläche, welche mit einem der zu verschweißenden Bleche in Kontakt tritt, wobei in der Kontaktfläche eine konkave Ausnehmung angeordnet ist.

- 5 Ebenso betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Durchführung einer Punktschweißung mit zwei an der Punktschweißzange befestigten Elektroden, welche mit je einem äußeren zumindest zweier zu verschweißender Bleche kontaktiert werden.

10 Aus dem Stand der Technik ist bekannt, sogenannte Sichtpunkte herzustellen. Das heißt, dass im Wesentlichen auf einer Sichtseite von zwei verschweißten Blechen mit dem freien Auge kein Schweißpunkt ersichtlich ist. Dazu wird auf der Sichtseite der zu verschweißenden Bleche eine flache Elektrode eingesetzt. Auf der Gegenseite wird eine relativ ballige Elektrode eingesetzt, um eine ausreichende Stromdichte zu erhalten. Die ebene Kontaktfläche der flachen Elektrode hat zur Folge, dass die Stromdichte an der Schweißstelle relativ niedrig ist. Die Ursache hierfür
15 liegt darin, dass auf der Seite der flachen Elektrode, also der Sichtseite, der Stromübergang an lokalen Überhöhungen der Oberfläche erfolgt, die durch die Rauigkeit der Bleche vorgegeben sind. Durch diesen undefinierten Stromdurchgang bildet sich der Schweißpunkt nicht prozesssicher aus. Teilweise wird der geforderte Schweißpunkt erreicht, teilweise ist der Schweißpunkt zu klein und teilweise wird überhaupt kein Schweißpunkt erreicht. Des Weiteren ist bei einer
20 Punktschweißung mit einer flachen Elektrode zu beobachten, dass die Oberfläche des Schweißpunkts nach innen einfällt, also eine Unebenheit gebildet wird. Dies ist damit zu erklären, dass während des Schweißvorgangs die ebene Kontaktfläche der flachen Elektrode an das Sichtblech gedrückt ist, sodass das erwärmte Blech in seiner Ausdehnung behindert ist. Beim Abkühlen kommt es zur Schrumpfung des Materials, was ein Einsinken der Oberfläche auf der
25 Sichtseite hervorruft. Oft wird versucht mit langen Nachhaltezeiten und hohen Nachhaltekräften diesen Schrumpfungen entgegenzuwirken. Hohe Nachhaltezeiten erhöhen jedoch die Taktzeit und hohe Nachhaltekräfte führen wiederum dazu, dass die Bleche auf der Sichtseite deformiert werden. Ein weiterer Nachteil von derartigen flachen Elektroden zur Herstellung von Sichtpunkten besteht darin, dass beim Schweißen von dick-dünn-Verbindungen, wie dies meist bei Sichtpunkten erforderlich ist, die flache Elektrode auf der Sichtseite in das dünne Blech einsinkt. Somit verursacht die flache Elektrode selbst die Unebenheiten.

35 Die DE 38 44 001 A1 beschreibt eine Punktschweißelektrode, welche im Mittelteil eine Vertiefung aufweist, wodurch die Druckkonzentrierung auf dem Mittelteil der Elektrodenfläche vermieden wird und der elektrische Strom zur Umgebung hin abgeleitet werden kann.

40 Die DE 467 294 C1 beschreibt ein elektrisches Punktschweißverfahren, bei der die Elektroden komplementär zueinander gestaltet sind, so dass die zu verschweißenden Metallteile entsprechend verformt werden. Dadurch soll überflüssiges Material in die Vertiefungen gezogen werden, so dass eine Faltenbildung vermieden wird.

45 Die CH 369 726 A beschreibt eine Schweißelektrode zum Zusammenschweißen der Gliederschalenhälften von Stahlblechgliederheizkörpern, wobei die Elektroden komplementär zueinander gestalten sein können, wodurch das zu verschweißende Material entsprechend verformt wird.

Schließlich zeigt die AT 413 664 B eine Punktschweißzange, bei der ein umlaufendes Band zum Schutz der Elektroden zum Einsatz kommt.

50 Die Aufgabe der Erfindung besteht in der Schaffung einer Punktschweißelektrode und eines Punktschweißverfahrens, welche die Herstellung von Sichtpunkten ermöglicht, ohne die Qualität der Punktschweißung zu beeinträchtigen.

55 Die Aufgabe der Erfindung wird einerseits durch eine Punktschweißelektrode gelöst, bei der die konkave Ausnehmung die Form einer Kugelkalotte aufweist, wobei der Radius der Kugelkalotte

zwischen 40 und 150 mm beträgt. Durch eine derartige Gestaltung der Elektrode entsteht ein Schweißpunkt, an welchem keine Nachbearbeitung erforderlich ist. Insbesondere erfolgt keine Verformung an der Oberfläche des Blechs, da durch die konkave Ausnehmung ein Raum entsteht, der dem aufgeschmolzenen Material in der Erwärmphase beim Schweißprozess zur Verfügung steht, sodass sich dieses in dem Raum ausdehnen kann. Im Gegensatz zu bekannten Verfahren schrumpft somit das Material beim Abkühlen, anders als wie oben im Stand der Technik beschrieben, wieder in die Ausgangsposition zurück.

Vorteilhafterweise ist um die konkave Ausnehmung der Elektrode eine Auflagefläche ausgebildet, welche beim Schweißvorgang mit einem der Bleche kontaktiert, wobei zwischen der konkaven Ausnehmung der Kontaktfläche und dem Blech ein abgeschlossener Hohlraum gebildet ist. Dadurch wird eine höhere Stromdichte erreicht, da die Auflagefläche bei gleichbleibendem Strom durch die konkave Ausnehmung verringert wird. Durch den Hohlraum wird der Schweißpunkt vom Luftsauerstoff abgeschlossen wird, wodurch keine Verfärbung des Schweißpunkts resultiert.

Um nach der Punktschweißung eine Oberfläche ohne Unebenheiten zu erzielen, so dass keine aufwendigen Nacharbeiten erforderlich sind, wird gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung das Verhältnis der Auflagefläche zur Grundfläche der konkaven Ausnehmung auf das Material der zu verschweißenden Bleche abgestimmt.

Ebenso ist es von Vorteil wenn die Grundfläche der konkaven Ausnehmung an die für die Schweißverbindung erforderliche Größe einer Schweißlinse angepasst ist. Somit ist gewährleistet, dass die konkave Ausnehmung das aufgrund der Wärmeausdehnung ausgedehnte Material aufnehmen kann.

Vorteilhafterweise ist die Kontaktfläche und die Grundfläche der konkaven Ausnehmung rund ausgebildet und die Auflagefläche um die konkave Ausnehmung durch einen flachen Kreisring gebildet.

Der Grundkörper der Elektrode ist im Wesentlichen zylinderförmig ausgebildet, so dass er in einfacher Weise von einem üblichen Elektrodenhalter einer Punktschweißzange aufgenommen werden kann.

Der Grundkörper der Elektrode kann eine Bohrung zur Aufnahme einer Kühlvorrichtung bzw. Aufnahme eines Kühlmediums aufweisen.

Gelöst wird die erfindungsgemäße Aufgabe auch durch ein Punktschweißverfahren, wobei an der Sichtseite der Bleche eine Elektrode mit einer konkaven Ausnehmung in der Kontaktfläche verwendet wird, so dass bei der Kontaktierung der Kontaktfläche dieser Elektrode zwischen der konkaven Ausnehmung und dem Blech ein abgeschlossener Hohlraum gebildet wird, und nach der Punktschweißung die Elektroden mit den zumindest zwei Blechen stromlos in Kontakt gehalten werden, so dass an der Sichtseite des Blechs im Wesentlichen eine Ebene resultiert. Die sich dadurch ergebenden Vorteile können der obigen Beschreibung der Punktschweißelektrode entnommen werden.

Dabei werden die Elektroden vorteilhafterweise so lange stromlos in Kontakt gehalten, bis das in den abgeschlossenen Hohlraum ausgedehnte Blech an der Sichtseite abgekühlt und auf das Ausgangsmaß geschrumpft wird.

Als der Elektrode mit den konkaven Ausnehmung gegenüberliegende Elektrode wird gemäß einem weiteren Merkmale der Erfindung eine aus dem Stand der Technik bekannte Elektrode mit einer konvexen Kontaktfläche verwendet. Durch diese Kombination wird der Strom während der Punktschweißung besser fokussiert, woraus sich ein besserer Werkstoffübergang bzw. eine bessere Schweißverbindung ergibt.

Durch ein Band zwischen den Kontaktflächen der Elektroden werden Unebenheiten der Bleche besser ausgeglichen und die gesamte Wärmeeinflusszone vom Luftsauerstoff abgeschirmt, so dass keine Anlassfarben entstehen. Darüberhinaus werden die Elektroden durch ein derartiges Band geschützt und deren Lebensdauer erhöht.

5

Die vorliegende Erfindung wird anhand der beigefügten, schematischen Zeichnungen näher erläutert.

Darin zeigen:

10

Fig. 1 eine Punktschweißzange in schematischer Darstellung;

Fig. 2 die erfindungsgemäße Elektrode in dreidimensionaler Darstellung;

Fig. 3 die erfindungsgemäße Elektrode geschnitten dargestellt;

Fig. 4 die Elektroden und die Bleche geschnitten kurz vor der Punktschweißung; und

15

Fig. 5 die geschnittenen Bleche nach der Punktschweißung mit der erfindungsgemäßen Elektrode.

20

Einführend wird festgehalten, dass gleiche Teile des Ausführungsbeispiels mit gleichen Bezugszeichen versehen werden. Ebenso bezieht sich die folgende Beschreibung auf jeweils alle Figuren.

25

In Fig. 1 ist eine Punktschweißzange 1 zum Widerstandsschweißen von zumindest zwei Blechen 2, 3 perspektivisch dargestellt. Die Punktschweißzange 1 besteht aus einem Grundkörper 4 und Zangenarmen 5, an welchen Aufnahmen 6 zur Aufnahme jeweils einer Elektrode 7, 24 angeordnet sind. Um die Elektrode 7, 24 kann ein Band 8 verlaufen. Das Band 8 wird von einer Wickelvorrichtung 9, welche vorzugsweise an dem Grundkörper 4, aber auch an den Zangenarmen 5 angeordnet sein kann, abgerollt und entlang der Zangenarmgeometrie über den Zangenarm 5, die Elektrodenaufnahmen 6 und die Elektroden 7, 24 und gegenüberseitig wieder zurück zur Wickelvorrichtung 9 geführt, wo das Band 8 wieder aufgerollt wird. Zum Einsatz des Bandes 8 sind an den Elektroden 7, 24 eine Gleitkappe 10 und ein Druckelement 11 angeordnet, die in Längsrichtung der Elektroden 7, 24 beweglich mit dieser verbunden sind, wobei das Druckelement 11 eine Kraft auf die Gleitkappe 10 ausübt. Die Gleitkappe 10 und das Druckelement 11 weisen eine Führung für das Band 8 auf, so dass das Band 8 von den Elektroden 7, 24 distanzierbar ist. Die Gleitkappe 10 hebt während oder nach dem Öffnen der Punktschweißzange 1 das Band 8 von den Elektroden 7, 24 ab. Hingegen wird die Gleitkappe 10 während eines Schweißvorganges zurück geschoben, so dass die Elektroden 7, 24 bzw. eine Kontaktfläche 12, 25 der Elektroden 7, 24 am Band 8 zum Anliegen kommt. Somit ist die Punktschweißzange 1 geschlossen und die Elektroden 7, 24 werden mit einem vordefinierten Druck an die Bleche 2, 3 gepresst. Zur Durchführung der Punktschweißung wird ein bestimmter elektrischer Strom, welcher von einem Schweißgerät geliefert wird, durch die Elektroden 7, 24 geleitet. Dadurch werden die Bleche 2, 3 durch einen beim Punktschweißvorgang entstehenden Schweißpunkt 13 miteinander verbunden. Durch einen derartigen Elektrodenaufbau wird erreicht, dass das Band 8 bei geöffneter Punktschweißzange 1 nicht direkt an der Kontaktfläche 12 bzw. 25 zum Anliegen kommt, so dass das Band 8 beim Verschieben nicht an den Elektroden 7, 24 reiben kann. Somit wird die Lebensdauer der Elektroden 7, 24 wesentlich erhöht.

45

50

Damit nunmehr das Band 8 an die Elektroden 7, 24 herangeführt werden kann, sind an den Zangenarmen 5 und/oder an den Elektrodenaufnahmen 6 Vorrichtungen, insbesondere Umlenkrollen und Gleitflächen (nicht dargestellt), zum Führen und Umlenken des Bandes 8 angeordnet. Dadurch kann das Band 8 von der Wickelvorrichtung 9 zu den Elektroden 7, 24 und wieder zurück geführt werden. Die Wickelvorrichtung 9 ist mit einem Antriebsmittel (nicht dargestellt), insbesondere einem elektronisch ansteuerbaren Motor, gekoppelt, so dass durch Ansteuerung des Antriebsmittels eine gezielte Verschiebung des Bandes 8 ermöglicht wird.

55

Die Wickelvorrichtungen 9 an den Zangenarmen 5 sind so konzipiert, dass ein einfacher und

unkomplizierter Wechsel bzw. Austausch der Rollen bzw. des Bandes 8 vorgenommen werden kann. Ein weiterer positiver Effekt dieser Anordnung der Wickelvorrichtungen 9 besteht darin, dass durch die Führung des Bandes 8 von hinten, also von dem Grundkörper 4 zu den Elektroden 7, 24, keine störenden Elemente bzw. Teile vorhanden sind, was zur Folge hat, dass auch bei kompliziert zugänglichen Blechen 2, 3 nahezu problemlos eine Punktschweißung durchgeführt werden kann, da keinerlei Einschränkung der Zugänglichkeit gegenüber Schweißzangen ohne Band 8 gegeben ist. Durch diese Ausgestaltung wird auch erreicht, dass die Baugröße der Punktschweißzange 1 gering gehalten werden kann.

Der Vollständigkeit halber wird erwähnt, dass die Zangenarme 5 verstellbar gelagert sind und durch ein Betätigungsmittel 14, welches zum Beispiel durch einen Servomotor gebildet sein kann, verstellt werden können.

Somit kann gemäß dem beschriebenen Verfahren eine Punktschweißung von Blechen 2, 3 durchgeführt werden, beispielsweise zur Herstellung von sogenannten Sichtpunkten. Darunter ist im Wesentlichen zu verstehen, dass der Schweißpunkt 13 zumindest an einer Oberfläche der zu verschweißenden Bleche 2, 3 so wenig Unebenheiten wie möglich hinterlässt, sodass im optimalen Fall keine Nachbearbeitung erforderlich ist.

Dazu ist nun erfindungsgemäß vorgesehen, dass bei der Punktschweißung von Sichtpunkten eine Elektrode 7 verwendet wird, welche eine konkave Ausnehmung 15 in der Kontaktfläche 12 aufweist.

Eine Ausführungsform einer solchen Elektrode 7 ist aus den Fig. 2 und 3 ersichtlich, wobei Fig. 2 eine perspektivische Ansicht einer Elektrode 7 und Fig. 3 einen Längsschnitt durch die Elektrode 7 zeigt. Schließlich zeigt Fig. 5 die mit der erfindungsgemäßen Elektrode 7 sowie mit dem erfindungsgemäßen Verfahren verschweißten Bleche 2, 3, geschnitten dargestellt.

Die Elektrode 7 besteht aus einem Grundkörper 16 mit der Kontaktfläche 12 und allenfalls mit einer Bohrung 17 für Kühlzwecke. Der Grundkörper 16 ist zur Befestigung an der Elektrodenaufnahme 6 entsprechend ausgebildet. Für die Herstellung von Sichtpunkten ist erfindungsgemäß eine konkave Ausnehmung 15 in der Kontaktfläche 12 vorgesehen, welche bevorzugt die Form einer Kugelkalotte aufweist, wodurch eine runde Grundfläche der konkaven Ausnehmung 15 resultiert. Ebenso ist der Grundkörper 16 bevorzugt rund bzw. zylinderförmig ausgebildet, sodass aufgrund der Ausnehmung 15 in der Kontaktfläche 12 eine Auflagefläche in Form eines Kreisrings 18 resultiert, welche die Ausnehmung 15 begrenzt bzw. umgibt. Der Kreisring 18 kontaktiert beim Schweißvorgang mit dem Blech auf einer Sichtseite 23, beispielsweise dem Blech 2, und bildet demnach die Kontaktfläche 12 der Elektrode 7 mit der konkaven Ausnehmung 15. Zwischen der konkaven Ausnehmung 15 und dem Blech 2 entsteht ein abgeschlossener Hohlraum 19, welcher dem Blech 2 eine Ausdehnung ermöglicht, wie dies aus Fig. 4 ersichtlich ist. Fig. 4 zeigt einen Schnitt durch einen Teil einer Punktschweißzange 1 im Bereich eines Schweißpunktes, wobei die Elektroden 7, 24 an die Bleche 2, 3 gepresst wurden und noch kein Strom durch die Elektroden 7, 24 geleitet wurde.

Beispielsweise weist der Grundkörper 16 einen Durchmesser von 12 mm und die Grundfläche der Ausnehmung 15 einen Durchmesser von 5 mm auf. Demnach resultiert eine Breite des Kreisrings 18 von 3,5 mm. Der Durchmesser der Ausnehmung 15 ist bevorzugt auf den erforderlichen Durchmesser einer Schweißlinse 20 (siehe Fig. 5) abgestimmt. Die Schweißlinse 20 ist dabei der Bereich des Schweißpunktes 13, welcher die Schweißverbindung darstellt. Des Weiteren weist die Ausnehmung 15 eine gewisse Tiefe auf, welche aus dem Kugelradius der Kugelkalotte resultiert. Bevorzugt liegt der Kugelradius zwischen 40 mm und 150 mm. Für dünne Bleche 2 auf der Sichtseite mit einer Dicke von etwa 0,3 mm bis 1,5 mm liegt der Kugelradius bevorzugt im oberen Bereich, da die Wärmeausdehnung beim Schweißvorgang geringer ist und demnach lediglich ein kleinerer Raum 19 erforderlich ist. Umgekehrt wird bei dickeren Blechen 2 mit einer Dicke von etwa 1,5 mm bis 4 mm ein größerer Hohlraum 19 benötigt,

wodurch der Kugelradius aus dem unteren Bereich gewählt wird. Demnach ergibt sich bei gleichbleibendem Durchmesser der Schweißlinse 20 eine unterschiedliche Tiefe der konkaven Ausnehmung 15. Hierzu sei erwähnt, dass sich bei derartigen Kugelradien die Tiefe der Kugelkalotte im Zehntel- bzw. Hunderstelmillimeterbereich bewegt. Bevorzugt also in einem Bereich
5 zwischen 0,01 mm und 0,5 mm. Selbstverständlich kann auch der Durchmesser der Grundfläche der Ausnehmung 15 verändert werden. Demnach muss auch die Auflagefläche angepasst werden, sodass ein korrektes Verhältnis zwischen Grundfläche und Auflagefläche gewährleistet ist und das ausgedehnte Material während des Schweißvorganges aufgenommen werden kann. Dabei wird die Grundfläche der Ausnehmung 15 an den Durchmesser der Schweißlinse 20
10 angepasst, welcher wiederum von der Dicke des Blechs 2 abhängig ist. Die der Elektrode 7 mit der konkaven Ausnehmung 15 gegenüberliegende Elektrode 24 weist vorzugsweise eine aus dem Stand der Technik bekannte konvexe bzw. ballige Kontaktfläche 25 auf, welche sich in Bezug auf den Kugelradius gegengleich zur Elektrode 7 mit der konkaven Ausnehmung 15 verhält. Beispielsweise liegt der Kugelradius der balligen Kontaktfläche 25 der Elektrode 24
15 auch zwischen 40 mm und 150 mm. Dies ist darauf zurückzuführen, dass bei einem dickeren Blech 2 ein größerer Durchmesser der Schweißlinse 20 erforderlich ist und daher die Auflagefläche größer und somit der Kugelradius der balligen Kontaktfläche 25 größer sein muss. Umgekehrt ist bei einem dünneren Blech 2 ein kleinerer Durchmesser der Schweißlinse 20 erforderlich, daher ist ein kleiner Kugelradius der balligen Kontaktfläche 25 zu verwenden.

20 Diese Angaben hängen stark von Faktoren wie der Dicke der Bleche 2, 3, der Wärmeausdehnung und dem Material der Bleche 2, 3, dem Schweißstrom, usw. ab, sodass unterschiedliche Elektroden 7, 24 mit den entsprechenden Durchmessern und Radien für unterschiedliche Materialien der zu verschweißenden Bleche 2, 3 erforderlich sind.

25 Nachdem die Durchmesser und Radien der Elektrode 7 mit der konkaven Ausnehmung 15 auf die zu verschweißenden Bleche 2, 3 abgestimmt wurden, kann ein Sichtpunkt hergestellt werden. Dazu wird das aus dem Stand der Technik bekannte Band 8 um die Elektroden 7, 24 geführt. Bevorzugt wird für die erfindungsgemäße Elektrode 7 mit der konkaven Ausnehmung
30 15 ein Band 8 aus Kupfer oder Kupfer-Legierungen verwendet. Dies hat den Vorteil, dass wenig Wärme von außen eingebracht wird und durch die gute Wärmeleitfähigkeit viel Wärme, welche bei einem Punktschweißvorgang entsteht, abgeführt werden kann, was eine wesentliche Voraussetzung für einen Sichtpunkt darstellt.

35 Durch die Verwendung einer derartigen Kombination der Elektrode 7 und der Elektrode 24 ist die erforderliche Stromdichte und dadurch ein prozesssicheres Schweißen gewährleistet. Dies ist insbesondere auf die geringere Auflagefläche, also dem Kreisring 18 der Kontaktfläche 12 im Vergleich zur aus dem Stand der Technik bekannten ebenen Kontaktfläche einer flachen Elektrode zurückzuführen.

40 Bei der Punktschweißung wird nun die Elektrode 7 mit der konkaven Ausnehmung 15 an das Blech 2 an die Sichtseite gedrückt sowie die Elektrode 24 mit der konvexen Kontaktfläche 25 an das Blech 3 gedrückt (Fig. 4). Dabei ist jeweils zwischen der Elektrode 7 und dem Blech 2 sowie zwischen der Elektrode 24 und dem Blech 3 das Band 8 angeordnet. Anschließend wird
45 eine kurze Zeitdauer, abgestimmt auf das zu verschweißende Material, ein hoher Strom durch die Elektroden 7, 24 und somit die Bleche 2, 3 geleitet, sodass diese aufgrund ihres elektrischen Widerstandes erwärmt bzw. aufgeschmolzen werden. Dabei bietet die konkave Ausnehmung 15 dem erwärmten Material des Blechs 2 einen Hohlraum 19, in welchem sich das Material ausdehnen kann. Der Hohlraum 19 wird seitlich durch den Kreisring 18 und nach unten durch das Blech 2 begrenzt. Dabei hat das Band 8 in Bezug auf den Hohlraum 19 keine wesentliche Auswirkung, da sich dieses an die konkave Ausnehmung 15 der Elektrode 7 anpasst. Nachdem der Strom durch die Bleche 2, 3 geleitet wurde, bleibt die Punktschweißzange 1 und somit auch der Hohlraum 19 für kurze Zeit weiterhin geschlossen. Die Bleche 2, 3 werden also
50 im stromlosen Zustand der Elektroden 7, 24 mit einer definierten Kraft weiter zusammengedrückt. Diese Zeit bewegt sich in der Praxis beispielsweise im Bereich von 300 ms. Danach wird
55

der Schweißpunkt 13 bzw. die Schweißlinse 20 beim Erstarren der Schmelze vor dem Luftsauerstoff geschützt, wodurch die Entstehung der sogenannten Anlassfarben verhindert wird. Nach dem Erstarren der Schmelze wird die Punktschweißzange 1 geöffnet und die Bleche 2, 3 sind durch den Schweißpunkt 13 formschlüssig miteinander verbunden. Somit wird erreicht, dass beim Abkühlen das Blech 2 auf der Sichtseite auf sein Ausgangsmaß zurückschrumpft. Dadurch bildet sich eine ebene Oberfläche des Blechs 2 an der Sichtseite, welche keine Unebenheiten aufweist (Fig. 5). Ebenso entstehen keine Verfärbungen um den Schweißpunkt 13, da dieser erfindungsgemäß vom Luftsauerstoff abgeschlossen war.

Somit resultiert mit der erfindungsgemäßen Elektrode 7 mit der konkaven Ausnehmung 15 ein Sichtpunkt, welcher keine Unebenheiten an der Oberfläche des Blechs 2 an der Sichtseite aufweist und demnach keine Nachbearbeitung erfordert. Hingegen entsteht am Blech 3 sehr wohl eine Vertiefung 21, die auf die ballige Kontaktfläche 25 der Elektrode 24 zurückzuführen ist.

Insbesondere trägt auch das eingesetzte Band 8 dazu bei, dass die Anlassfarben, welche durch Oxidation oberhalb einer gewissen Temperatur entstehen, um den Schweißpunkt 13 verhindert werden. Der Grund hierfür liegt darin, dass das Band 8 eine größere Fläche abdecken kann als die Kontaktfläche 12 alleine. Das Band 8 deckt dabei immer eine sogenannte Wärmeeinflusszone 22, welche unvermeidlich um den Durchmesser der Schweißlinse 20 entsteht, mit ab. Somit ist die Wärmeeinflusszone 22 vor dem Luftsauerstoff geschützt und es kommt zu keiner Oxidation und folglich zu keiner Verfärbung. Zusätzlich wird dieser Effekt dadurch unterstützt, dass das Band 8 die durch den Schweißvorgang entstehende Wärme abführt. Dies führt dazu, dass die Wärmeeinflusszone 22 schneller abkühlt und dadurch die Temperaturgrenze, bei welcher eine Oxidation noch möglich ist, schneller unterschritten wird. Diese Wärmeabführung erfolgt insbesondere dann, wenn die Elektroden 7, 24 stromlos und mit einer definierten Kraft die Bleche 2, 3 nach der Punktschweißung weiterhin zusammendrücken.

Selbstverständlich ist die Wärmeabführung des Bandes 8 auf das Material der zu verschweißenden Bleche 2, 3 abgestimmt. Bei Materialien, die sich stark erhitzen, wie Aluminium, wird bevorzugt ein Band 8 mit sehr hoher thermischer Leitfähigkeit eingesetzt, wie beispielsweise ein Band 8 aus Kupfer oder Kupfer-Legierungen. Umgekehrt kann bei Materialien, die sich eher gering erhitzen, wie Stahl, ein kostengünstigeres Band 8 mit geringerer thermischer Leitfähigkeit eingesetzt werden.

Bei der Auswahl der Bänder 8 wird selbstverständlich auch darauf geachtet, dass sämtliche aus dem Stand der Technik bekannte Eigenschaften des Bandes 8 nicht vernachlässigt werden, um die Qualität der Schweißung nicht zu beeinträchtigen.

Ebenso kann die erfindungsgemäße Elektrode 7 ohne Band 8 verwendet werden, wenn die zu verschweißenden Materialien der Bleche 2, 3 dies ermöglichen.

Im Allgemeinen sei noch darauf hingewiesen, dass für diverse Anwendungen auch eine Elektrode 7 mit eckigem, ovalem, etc. Grundkörper 16 von Vorteil sein kann. In diesem Fall weist die konkave Ausnehmung 15 bevorzugt dieselbe Grundfläche auf wie der Grundkörper 16. Entsprechend ergibt sich die Auflagefläche, welche das Blech 2 an der Sichtseite kontaktiert.

Patentansprüche:

1. Elektrode (7) zum Punktschweißen von Blechen (2, 3) mit einem Grundkörper (16) und einer Kontaktfläche (12), welche mit einem der zu verschweißenden Bleche (2, 3) in Kontakt tritt, wobei in der Kontaktfläche (12) eine konkave Ausnehmung (15) angeordnet ist, *dadurch gekennzeichnet*, dass die konkave Ausnehmung (15) die Form einer Kugelkalotte aufweist, wobei der Radius der Kugelkalotte zwischen 40 mm und 150 mm beträgt.

2. Elektrode (7) nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass um die konkave Ausnehmung (15) eine Auflagefläche ausgebildet ist, welche beim Schweißvorgang mit einem der Bleche (2, 3) kontaktiert, wobei zwischen der konkaven Ausnehmung (15) der Kontaktfläche (12) und dem Blech (2, 3) ein abgeschlossener Hohlraum (19) gebildet ist.
3. Elektrode (7) nach Anspruch 2, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Kontaktfläche (12) und die Grundfläche der konkaven Ausnehmung (15) rund ausgebildet ist und die Auflagefläche um die konkave Ausnehmung (15) durch einen flachen Kreisring (18) gebildet ist.
4. Elektrode (7) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, *dadurch gekennzeichnet*, dass der Grundkörper (16) im Wesentlichen zylinderförmig und zur Aufnahme an einem Elektrodenhalter (6) einer Punktschweißzange (1) ausgebildet ist.
5. Elektrode (7) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, *dadurch gekennzeichnet*, dass der Grundkörper (16) eine Bohrung (17) zur Aufnahme einer Kühlvorrichtung aufweist.
6. Verfahren zur Durchführung einer Punktschweißung mit zwei an der Punktschweißzange (1) befestigten Elektroden (7, 24), welche mit je einem äußeren zumindest zweier zu verschweißender Bleche (2, 3) kontaktiert werden, *dadurch gekennzeichnet*, dass an einer Sichtseite (23) der Bleche (2, 3) eine Elektrode (7) mit einer konkaven Ausnehmung (15) in der Kontaktfläche (12) verwendet wird, sodass bei der Kontaktierung der Kontaktfläche (12) dieser Elektrode (7) zwischen der konkaven Ausnehmung (15) und dem Blech (2, 3) ein abgeschlossener Hohlraum (19) gebildet wird, und nach der Punktschweißung die Elektroden (7, 24) mit den zumindest zwei Blechen (2, 3) stromlos in Kontakt gehalten werden, so dass an der Sichtseite (23) des Blechs (2, 3) im Wesentlichen eine Ebene resultiert.
7. Punktschweißverfahren nach Anspruch 6, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Elektroden (7, 24) stromlos in Kontakt gehalten werden, bis das in dem abgeschlossenen Hohlraum (19) ausgedehnte Blech (2, 3) an der Sichtseite (23) abgekühlt und auf das Ausgangsmaß geschrumpft ist.
8. Punktschweißverfahren nach Anspruch 6 oder 7, *dadurch gekennzeichnet*, dass als der Elektrode (7) mit der konkaven Ausnehmung (15) gegenüberliegende Elektrode (24) eine aus dem Stand der Technik bekannte Elektrode (24) mit einer konvexen Kontaktfläche (25) verwendet wird.
9. Punktschweißverfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, *dadurch gekennzeichnet*, dass zwischen den Kontaktflächen (12, 25) der Elektroden (7, 24) ein Band (8) angeordnet wird.

Hiezu 3 Blatt Zeichnungen

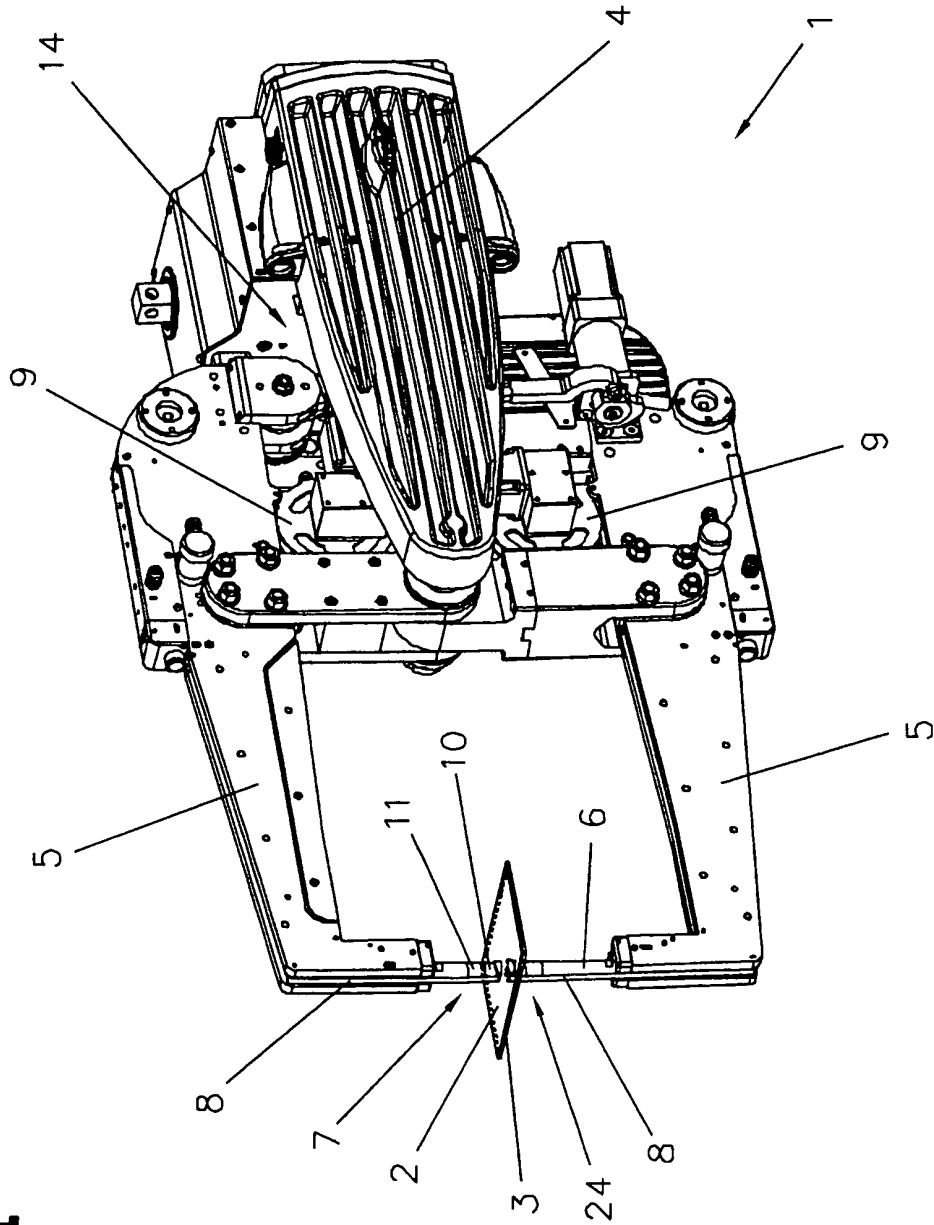


Fig.1

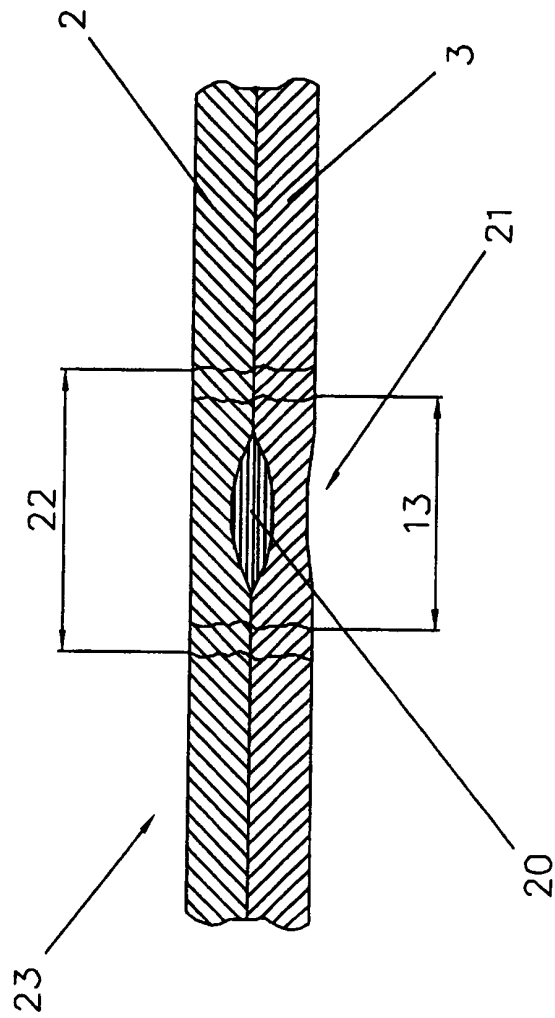


Fig.5