



REPUBLIK  
ÖSTERREICH  
Patentamt

(10) Nummer: **AT 410 524 B**

(12)

## PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: A 905/2001  
(22) Anmeldetag: 12.06.2001  
(42) Beginn der Patentdauer: 15.10.2002  
(45) Ausgabetag: 26.05.2003

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **B23K 11/11**

(56) Entgegenhaltungen:  
EP 614720A1 US 2948804A US 2776362A

(73) Patentinhaber:  
VA TECH TRANSPORT- UND  
MONTAGESYSTEME GMBH & CO  
A-4031 LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).

(72) Erfinder:  
KÜHAS THOMAS DIPL.ING.  
LUFTENBERG, OBERÖSTERREICH (AT).  
KREITEN ULRICH ING.  
BÜCHLBERG (DE).

(54) SCHWEISSZANGE MIT ZANGENAUSGLEICH UND VERFAHREN ZUM AUSGLEICH EINER SCHWEISSZANGE

AT 410 524 B

(57) Für den Zangenausgleich von Schweißzangen gibt es die unterschiedlichsten Möglichkeiten, wie z.B. pneumatische oder hydraulische Antriebe oder auch Servoantriebe mit Getriebe. Gemein ist diesen Ausführungsformen, dass die Schweißzange möglichst kompakt sein sollte, um auch sehr enge Schweißstellen erreichen zu können. Außerdem sollen solche Schweißzangen natürlich auch kostengünstig sein, da in einer Karosserieschweißstation, bzw. einer ganzen Schweißstraße, eine Vielzahl von solchen Schweißzangen gleichzeitig im Einsatz sind. Die vorliegende Erfindung zeigt nun eine besonders kompakte und besonders günstige Schweißzange mit Zangenausgleich, die trotzdem volle Funktionalität gewährleistet.

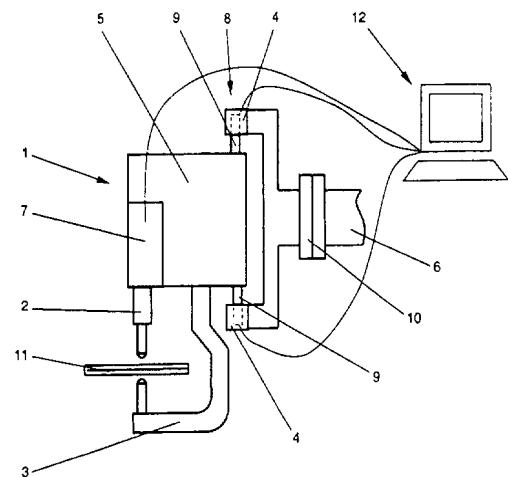


Fig. 1

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Schweißzange mit Zangenausgleich zum Punktschweißen von Blechen bestehend aus einem Zangenkörper, zumindest einer Ausgleichselektrode und zumindest einer beweglichen Elektrode sowie zumindest einer Zangenausgleichseinheit, sowie einem Verfahren zum Ausgleich einer solchen Schweißzange und der Anwendung der erfindungsgemäßen Schweißzange in einer Karosserieschweißstation.

Der Zangenausgleich ist ein wesentlicher Bestandteil von Schweißzangen zum Punktschweißen von Blechen. Erst der Zangenausgleich ermöglicht ein einfaches und trotzdem sicheres, rasches Punktschweißen. In der Vergangenheit erfolgte der Antrieb der Elektroden einer Schweißzange meistens hydraulisch oder pneumatisch, wie beispielsweise in der WO 93/19884 A1 oder EP 1 010 491 A1. Dabei werden jedoch teure Hydraulik- oder Pressluftversorgungen benötigt. Darüber hinaus unterliegen solche Hydraulik- oder Pneumatikzylinder einem Verschleiß, der regelmäßige Wartungen der Schweißzange notwendig machte. Erst in der jüngsten Gegenwart finden immer häufiger sogenannte Servozangen den Einsatz beim Punktschweißen von Blechen. Bei diesen Servozangen wird die bewegliche Elektrode durch einen elektrischen Servoantrieb bewegt. Der Zangenausgleich erfolgt jedoch nach wie vor pneumatisch oder hydraulisch, mit allen oben aufgeführten Nachteilen, oder, wie in der JP 2000-218377 A gezeigt, ebenfalls mittels Servoantrieb. Allerdings benötigt ein Servoantrieb viel Platz, man benötigt einen Servomotor und ein Getriebe, um die rotatorische Bewegung des Motors in die benötigte translatorische Bewegung der Elektrode umzuwandeln, meistens eine Gewindespindel und eine passende Gewindemutter, wodurch es konstruktiv sehr schwierig ist, wenn überhaupt möglich, die Schweißzange kompakt zu bauen. Außerdem ist ein Servoantrieb nach wie vor verhältnismäßig teuer.

Die gegenständliche Erfindung setzt sich deshalb das Ziel, eine möglichst kompakte Schweißzange mit Zangenausgleich anzugeben, die einfach aufgebaut ist, im Vergleich zu bekannten Schweißzangen kostengünstig umsetzbar ist, die Nachteile bekannter Schweißzangen mit Zangenausgleich vermeidet und trotzdem eine sichere und effektive Funktion gewährleistet.

Diese Aufgabenstellung wurde für die Schweißzange, und für das zugehörige Verfahren zum Schweißzangenausgleich einer Schweißzange, dadurch gelöst, dass die Zangenausgleichseinheit zumindest einen ansteuerbaren Elektromagneten zur Bewegung der Ausgleichselektrode aufweist.

Geeignete Elektromagnete zeichnen sich durch eine sehr kleine Bauweise aus, wobei trotz der Kompaktheit beachtliche Kräfte erzeugt werden können, die zumindest für den Einsatz beim Zangenausgleich einer Schweißzange ausreichen. Solche Elektromagnete sind sehr einfach aufgebaut, im Wesentlichen bestehen sie nur aus einer Spule und einem in der Spule geführten beweglichen Zapfen, und sind somit im Vergleich zu Servoantrieben auch ausgesprochen kostengünstig. Besonders beim Einsatz in Schweißstationen, wo eine Vielzahl von solchen erfindungsgemäßen Schweißzangen zum Einsatz kommen, macht sich dieser Kostenvorteil erheblich bemerkbar.

Da Elektromagnete natürlich nur mit elektrischer Energie versorgt werden müssen, erspart man sich auch zusätzliche pneumatische oder hydraulische Versorgungseinrichtungen, was sich ebenfalls sehr kostengünstig auswirkt.

Außerdem arbeiten solche Elektromagnete im Wesentlichen berührungslos, d.h. dass der Zapfen durch das elektromagnetische Feld gehalten und bewegt wird, womit praktisch kein Verschleiß auftritt und die Ausgleichseinheit verhältnismäßig selten gewartet werden muss. Durch Umpolen der Versorgungsspannung kann weiters sehr einfach die Krafrichtung des Elektromagneten verändert werden, wodurch auch die Ansteuerung sehr einfach wird.

Besonders vorteilhaft können je nach Bedarf Einfachhubelektromagnete oder Umkehrhubelektromagnete eingesetzt werden.

Die Schweißzange kann vorteilhaft so ausgeführt werden, dass die Ausgleichselektrode fest mit dem Zangenkörper verbunden ist und die Zangenausgleichseinheit zur Bewegung der Ausgleichselektrode auf den Zangenkörper wirkt, wodurch der Zangenkörper ganz besonders kompakt gebaut werden kann, was die Zugänglichkeit zu sehr engen Schweißstellen verbessert.

Alternativ dazu kann die Zangenausgleichseinheit auch so ausgeführt werden, dass diese zur Bewegung der Ausgleichselektrode direkt auf die Ausgleichselektrode wirkt. In dieser Ausführungsvariante können die Elektromagnete kleiner bemessen werden, da kleinere Kräfte zur Bewegung der Ausgleichselektrode benötigt werden, was in weiterer Folge wiederum eine etwas kompaktere Konstruktion der Schweißzange zulässt.

Die Kompaktheit der Schweißzange lässt sich weiter verbessern, wenn der Antrieb der beweg-

lichen Elektrode, vorzugsweise ein elektrischer Servoantrieb mit Getriebe, in den Zangenkörper integriert ist.

Die Schweißzange wird ganz besonders vorteilhaft auf einem Roboterarm montiert und mittels des Roboters im dreidimensionalen Raum positioniert, was die größtmögliche Flexibilität hinsichtlich des Positionieren der Schweißzange gewährleistet.

Die Schweißzange wird vorteilhaft so gesteuert, dass die Bewegungen der Ausgleichselektrode durch die Zangenausgleichseinheit und/oder der beweglichen Elektrode mittels einer gemeinsamen zentralen Steuerungseinheit, ganz besonders vorteilhaft ein Computer, steuerbar sind. Damit ist nur eine einzige Steuerungseinheit notwendig, was einerseits die Kosten senkt und andererseits die Steuerung selbst vereinfacht, da keine Steuersignale ausgetauscht werden müssen.

Wird die Steuerungseinheit mit der Robotersteuerung gekoppelt, oder ist die Steuerungseinheit sogar in die Robotersteuerung integriert, so können noch zusätzliche Kosten eingespart werden, da die Steuerung der Schweißzange auf bestehende Ressourcen, in Form der Robotersteuerung zurückgreifen kann. Während des eigentlichen Punktschweißens, also nachdem die Schweißzange positioniert wurde, werden die Roboterarme festgehalten, wodurch die Robotersteuerung ohnehin inaktiv ist und deshalb für andere Tätigkeiten, wie eben dem Steuern der Schweißzange, vorteilhaft genutzt werden kann.

Wenn die Schweißzange vom Roboter mit Energie, vorzugsweise elektrischer Energie, versorgt wird und dazu eine eigene Energiekupplungseinheit vorgesehen ist, kann zum Einen die Schweißzange kompakter gebaut werden, da die Energieleitungen in die Schweißzange integriert werden können und zum Anderen Kosten gesenkt werden, da keine eigene externe Energieversorgung für die Schweißzange mehr benötigt wird.

Für das Verfahren zum Schweißzangenausgleich ist es vorteilhaft, wenn die Schweißzange zum Schweißen vorab so positioniert wird, sodass die Elektroden im Wesentlichen normal auf die zu verschweißenden Bleche stehen und sich die Spitze der Ausgleichselektrode in einem Abstand von 0,5 -1,5cm von der zugewandten Oberfläche des nächstliegenden der zu verschweißenden Bleche befindet. Danach wird die Ausgleichselektrode mittels des Zangenausgleichs um einen vorbestimmten Hub in Richtung der zu verschweißenden Bleche bewegt, wobei dieser Hub größer ist als der Abstand nach dem vorab Positionieren der Schweißzange, beispielsweise 2cm. Im Anschluss daran wird die Bewegung der Ausgleichselektrode des Zangenausgleichs vorteilhaft gestoppt, sobald die Ausgleichselektrode die Bleche kontaktiert. Als mögliche Alternative zum Stoppen der Ausgleichselektrode bietet sich an, die Kraft, die vom Zangenausgleich zur Bewegung der Ausgleichselektrode erzeugt wird kleiner als jene Kraft zu bemessen, die benötigt wird, um die zu verschweißenden Bleche bleibend zu verformen und somit die Ausgleichsbewegung der Ausgleichselektrode bei Kontakt der Bleche durch den Widerstand der Bleche gestoppt wird. Daraufhin wird die bewegliche Elektrode vorteilhaft in Richtung der zu verschweißenden Bleche bewegt, bis ein bestimmter vorgegebener Schweißdruck von den Elektroden auf die Bleche ausgeübt wird und nach dem Erreichen des erforderlichen Schweißdruckes ein bestimmter vorgegebener elektrischer Strom zum Punktschweißen der Bleche durch die Elektroden geleitet wird. Ganz besonders vorteilhaft ist es dabei für das Punktschweißen, wenn eventuell auftretende Bewegungen der Schweißzange während des Schweißvorganges durch den Zangenausgleich derart ausgeglichen werden, sodass von den Elektroden immer der optimale Schweißdruck ausgeübt wird und es über den Schweißpunkt hinaus zu keiner bleibenden Verformung oder Beschädigung der zu verschweißenden Bleche kommt.

Die gegenständliche Erfindung wird anhand des in der beispielhaften, schematischen Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiels näher beschrieben. Dabei zeigt

Fig. 1 schematisch den Aufbau einer erfindungsgemäßen Schweißzange.

Wie in Fig. 1 dargestellt besteht eine erfindungsgemäße Schweißzange 1 im Wesentlichen aus einem Zangenkörper 5, einer beweglichen Elektrode 2 und einer Ausgleichselektrode 3. Der Antrieb 7 der beweglichen Elektrode 2, in diesem Fall ein Servoantrieb mit Getriebe, ist hier direkt in den Zangenkörper 5 integriert, wobei natürlich auch jeder andere geeignete konstruktive Aufbau bzw. jeder andere Antrieb 7 möglich wäre. Die Zangenausgleichseinheit 8 besteht in diesem Beispiel aus zwei Umkehrhubelektromagneten 4, d.h. dass der Elektromagnet eine Bewegung der Magnetzapfen 9 in zwei gegengleiche Richtungen erzeugen kann, die auf den Zangenkörper 5 wirken. Dazu sind die Magnetzapfen 9 der Elektromagnete 4 fest mit dem Zangenkörper 5 verbun-

den. Die Ausgleichselektrode 3 ist wiederum mit dem Zangenkörper 5 fest verbunden, sodass die Zangenausgleichseinheit 8 indirekt über den Zangenkörper 5 auf die Ausgleichselektrode 3 wirkt und diese bewegt. Natürlich ist auch eine Ausführungsform denkbar, in der der Zangenkörper 5 relativ zum Roboterarm 6 ortsfest ist und die Zangenausgleichseinheit 8 im Zangenkörper 5 integriert ist und zur Bewegung der Ausgleichselektrode 3 direkt auf die Ausgleichselektrode 3 wirkt.

Die Schweißzange 1 ist an einem Roboterarm 6 befestigt, beispielsweise über eine Wechselplatte 10, und wird von einem nicht dargestellten Roboter im dreidimensionalen Raum bewegt. Die Energieversorgung der Schweißzange 1 wird in diesem Beispiel durch den Roboter gewährleistet, beispielsweise kann die Wechselplatte 10 mit nicht dargestellten Energiekupplungen versehen sein über die die Schweißzange 1 versorgt wird. Natürlich ist auch jede andere Energieversorgung, wie eine eigene externe Energieversorgung, möglich. Werden wie in diesem Beispiel ein elektrischer Servoantrieb und Elektromagnete 4 verwendet, dann reicht natürlich eine einzige elektrische Versorgung für den Betrieb der Schweißzange 1 aus.

Die Steuerung der Bewegung der Magnetzapfen 9 der Elektromagnete 4 und damit indirekt auch der Ausgleichselektrode 3, sowie des Antriebs 7 der beweglichen Elektrode 2 erfolgt über eine schematisch angedeutete Steuerungseinheit 12, beispielsweise ein Computer. Diese Steuerungseinheit 12 kann entweder mit der Steuerung des Roboters gekoppelt sein, oder sogar in dieser integriert sein, sodass nur mehr ein einziges Schweißprogramm benötigt wird. Der steuerungsmäßige Ablauf des Setzens eines Schweißpunktes könnte dann im Schweißprogramm des Roboters als Befehl abgelegt sein, der bei Bedarf nach der Positionierung der Schweißzange 1 aufgerufen wird und die Schweißzange entsprechend angesteuert wird. Dazu muss eine Kommunikationsschnittstelle zwischen Roboter und Schweißzange 1, beispielsweise wieder direkt in der Wechselplatte 10 integriert, vorgesehen sein.

Im folgenden wird die prinzipielle Funktionsweise der erfindungsgemäßen Schweißzange 1 beschrieben. Der Roboter positioniert die Schweißzange 1 so im Raum, dass die Elektroden 2 und 3 im Wesentlichen normal auf die zu verschweißenden Bleche zu stehen kommen und zwar so, dass die Spitze der Ausgleichselektrode 3 ungefähr 0,5 - 1,5 cm vom nächstliegenden Blech 11 entfernt ist. Nach dem Positionieren der Schweißzange 1 wird der Roboterarm 6 des Roboters im Wesentlichen ortsfest gehalten und es kann von der Steuerungseinheit 12 der Befehl zum Punktschweißen erfolgen. Die beiden Umkehrhubelektromagnete 4 werden so angesteuert, dass sich die Ausgleichselektrode 3 in Richtung der Bleche 11 bewegt. Sobald die Ausgleichselektrode 3 die Bleche berührt, wird diese Bewegung gestoppt. Dies kann entweder durch die Steuerungseinheit 12 erfolgen, wobei irgendein Sensormittel benötigt wird, das den Kontakt detektiert, oder automatisch, indem die Kraft der Elektromagnete 4 so bemessen wird, dass sie kleiner als jene Kraft ist, die benötigt wird um die Bleche 11 dauerhaft zu verformen bzw. zu beschädigen, wodurch die Ausgleichselektrode 3 aufgrund des Widerstandes der Bleche 11 gestoppt wird. Nachdem auch die Ausgleichselektrode 3 richtig positioniert ist wird die bewegliche Elektrode 2 mittels des zugehörigen Antriebs 7 in Richtung der Bleche 11 bewegt und zwar bis auch diese die Bleche 11 kontaktiert und ein gewisser notwendiger Schweißdruck von den Elektroden auf die Bleche 11 ausgeübt wird. Der Schweißdruck kann wieder über ein beliebiges Sensormittel ermittelt werden, z.B. kann der Motorstrom des Servomotors zum Antrieb der beweglichen Elektrode 2 detektiert und auf einen Anpressdruck umgerechnet werden. Der aktuelle Schweißdruck wird in einer geeigneten Weise vorteilhaft der Steuerungseinheit 12 zur Verfügung gestellt, die dann den Antrieb 7 entsprechend steuern kann. Sobald der richtige Schweißdruck aufgebaut wurde, wird der notwendige Schweißstrom durch die Elektroden geleitet, wodurch der eigentlichen Schweißvorgang eingeleitet wird. Danach können die Elektroden in umgekehrter Reihenfolge oder auch gleichzeitig zurückgefahren werden. Die Schweißzange 1 kann nun mittels des Roboters zur nächsten Schweißstelle verfahren werden, wo sich dieser Ablauf wiederholt.

Es können natürlich beliebige Elektromagnete eingesetzt werden, die die oben beschriebene Funktionalität gewährleisten können, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen. Insbesondere können Einfachhubelektromagnete, die eine Kraft in nur einer Richtung erzeugen können, oder auch Umkehrhubelektromagnete, die Kräfte in gegengleichen Richtungen erzeugen können, eingesetzt werden. Die einfachste denkbare Minimalausführung besteht aus nur einem Einfachhubmagnet, wobei dann die Flexibilität der Schweißzange 1 hinsichtlich der Positionierung jedoch eingeschränkt ist. Prinzipiell kann jede beliebige Kombination von Elektromagnete eingesetzt

werden, wobei lediglich die Steuerungseinheit 12 dieser Kombination bei der Ansteuerung der Magnete angepasst werden muss.

In der Ausführungsform nach Fig. 1 wird eine C-Zange beschrieben. Natürlich kann die erfindische Idee des elektromagnetischen Zangenausgleichs auch bei X-Zangen, oder beliebigen anderen Schweißzangen angewendet werden.

### PATENTANSPRÜCHE:

- 10 1. Schweißzange mit Zangenausgleich zum Punktschweißen von Blechen bestehend aus einem Zangenkörper (5), zumindest einer Ausgleichselektrode (3) und zumindest einer beweglichen Elektrode (2) sowie zumindest einer Zangenausgleichseinheit (8), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zangenausgleichseinheit (8) zumindest einen ansteuerbaren Elektromagneten (4) zur Bewegung der Ausgleichselektrode (3) aufweist.
- 15 2. Schweißzange nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zangenausgleichseinheit (8) mit zumindest einem Einfachhubelektromagneten ausgeführt ist.
3. Schweißzange nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zangenausgleichseinheit (8) mit zumindest einem Umkehrhubelektromagneten ausgeführt ist.
- 20 4. Schweißzange nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausgleichselektrode (3) fest mit dem Zangenkörper (5) verbunden ist und die Zangenausgleichseinheit (8) zur Bewegung der Ausgleichselektrode (3) auf den Zangenkörper (5) wirkt.
- 25 5. Schweißzange nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zangenausgleichseinheit (8) direkt auf die Ausgleichselektrode (3) wirkt und die Ausgleichselektrode (3) durch die Zangenausgleichseinheit (8) bewegbar ist.
6. Schweißzange nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Antrieb (7) der beweglichen Elektrode (2), vorzugsweise ein elektrischer Servoantrieb mit Getriebe, in den Zangenkörper (5) integriert ist.
- 30 7. Schweißzange nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schweißzange (1) auf einem Roboterarm (6) montierbar ist und mittels des Roboters im dreidimensionalen Raum positionierbar ist.
8. Schweißzange nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bewegungen der Ausgleichselektrode (3) durch die Zangenausgleichseinheit (8) und/oder der beweglichen Elektrode (2) mittels einer zentralen Steuerungseinheit (12) steuerbar sind.
- 35 9. Schweißzange nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungseinheit (12) ein Computer ist, auf dem die Steueralgorithmen zur Steuerung der Bewegungen der Ausgleichselektrode (3) und der beweglichen Elektrode (2) ablaufbar sind.
- 40 10. Schweißzange nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungseinheit (12) mit der Robotersteuerung gekoppelt ist.
11. Schweißzange nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungseinheit (12) in die Robotersteuerung integriert ist.
- 45 12. Schweißzange nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schweißzange (1) vom Roboter mit Energie, vorzugsweise elektrischer Energie, versorgbar ist und dazu eine Energiekupplungseinheit vorgesehen ist.
13. Verfahren zum Ausgleich einer Schweißzange bestehend aus einem Zangenkörper (5), zumindest einer Ausgleichselektrode (3) und zumindest einer beweglichen Elektrode (2) sowie zumindest einer Zangenausgleichseinheit (8), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausgleichsbewegung elektromagnetisch und gesteuert ausgeführt wird.
- 50 14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausgleichsbewegung durch zumindest einen Einfachhubelektromagneten ausgeführt wird.
15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausgleichsbewegung durch zumindest einen Umkehrhubelektromagneten ausgeführt wird.
- 55 16. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausgleichsbewegung durch die Ausgleichselektrode (3) erfolgt.

- 5
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schweißzange (1) zum Schweißen vorab so positioniert wird, vorzugsweise mittels eines Schweißroboters, sodass die Elektroden im Wesentlichen normal auf die zu verschweißenden Bleche (11) stehen und sich die Spitze der Ausgleichselektrode (3) in einem Abstand von 0,5 - 1,5cm von der zugewandten Oberfläche des nächstliegenden der zu verschweißenden Bleche (11) befindet.
- 10
18. Verfahren nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausgleichselektrode (3) mittels des Zangenausgleichs (8) um einen vorbestimmten Hub in Richtung der zu verschweißenden Bleche (11) bewegt wird, wobei dieser Hub größer oder gleich ist als der Abstand nach dem vorab Positionieren der Schweißzange (1), beispielsweise 2cm.
- 15
19. Verfahren nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bewegung der Ausgleichselektrode (3) des Zangenausgleichs (8) gestoppt wird, sobald die Ausgleichselektrode (3) die Bleche (11) kontaktiert.
- 20
20. Verfahren nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kraft, die vom Zangenausgleich (8) zur Bewegung der Ausgleichselektrode (3) erzeugt wird kleiner ist als jene Kraft, die benötigt wird, um die zu verschweißenden Bleche (11) bleibend zu verformen und somit die Ausgleichsbewegung der Ausgleichselektrode (3) bei Kontakt der Bleche (11) durch den Widerstand der Bleche (11) gestoppt wird.
- 25
21. Verfahren nach Anspruch 19 oder 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** die bewegliche Elektrode (2) in Richtung der zu verschweißenden Bleche (11) bewegt wird, vorzugsweise mittels eines elektrischen Servoantriebs mit Getriebe, bis ein bestimmter vorgegebener Schweißdruck von den Elektroden auf die Bleche (11) ausgeübt wird und dass nach dem Erreichen des erforderlichen Schweißdruckes ein bestimmter vorgegebener elektrischer Strom zum Punktschweißen der Bleche (11) durch die Elektroden geleitet wird.
- 30
22. Verfahren nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** eventuell auftretende Bewegungen der Schweißzange (1) während des Schweißvorganges durch den Zangenausgleich ausgeglichen werden, dadurch von den Elektroden immer der optimale Schweißdruck ausgeübt wird und die zu verschweißenden Bleche (11) über den Schweißpunkt hinaus keiner bleibenden Verformung oder Beschädigung unterworfen werden.
- 35
23. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bewegung der Ausgleichselektrode (3) zum Zangenausgleich und/oder der beweglichen Elektrode (2) von einer zentralen Steuerungseinheit (12) gesteuert werden.
- 40
24. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bewegung der Ausgleichselektrode (3) zum Zangenausgleich und/oder der beweglichen Elektrode (2) von der Robotersteuerung gesteuert werden.
25. Anwendung der Schweißzange nach einem der Ansprüche 1 bis 12 in einer Karosserieschweißstation bestehend aus zumindest einer Spann- und Halteeinrichtung, in der Karosserieteile positioniert und gespannt sind, und zumindest einem Schweißroboter, der mit einer solchen Schweißzange ausgestattet ist.
26. Anwendung nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Karosserieschweißstation in eine Fertigungsstraße für Kraftfahrzeugkarosserien integriert ist.

HIEZU 1 BLATT ZEICHNUNGEN

45

50

55

