



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 39 141 A1** 2004.03.18

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **102 39 141.6**
(22) Anmeldetag: **27.08.2002**
(43) Offenlegungstag: **18.03.2004**

(51) Int Cl.7: **B23K 1/005**

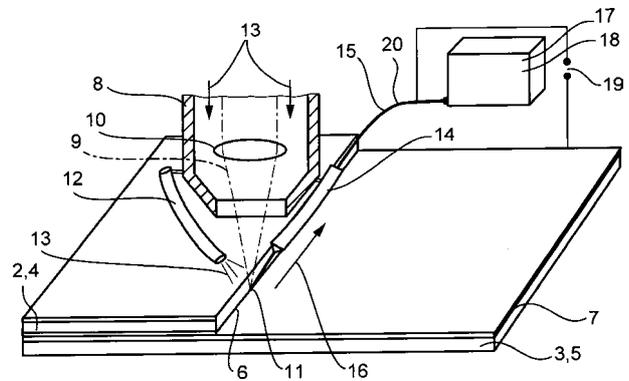
(71) Anmelder:
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Schubert, Holger, Dipl.-Ing., 74172 Neckarsulm, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Laserlöten zweier Werkstücke**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verbinden wenigstens zweier Werkstücke (2, 3), insbesondere Bleche (4, 5), mittels eines Laserstrahls (9) unter Zufuhr eines Lots (15) in einen Lötbereich (11). Um eine gute Benetzung der Werkstücke (2, 3) durch den Lotwerkstoff zu erreichen, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass das Lot (15) vor der Zufuhr in den Lötbereich (11) erhitzt wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verbinden wenigstens zweier Werkstücke, insbesondere Bleche, mittels eines Laserstrahls unter Zufuhr eines Lots in einen Lötbereich gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] In der Automobilindustrie werden zum Verbinden von Karosserieblechen verstärkt Laserschweißverfahren eingesetzt, da es sich um ein hochgenaues und unter Leichtbaugesichtspunkten vorteilhaftes Fügeverfahren handelt. Neben dem Laserschweißen sind insbesondere bei beschichteten Blechen auch Laserlötverfahren im Einsatz, bei denen ein Lot in den Lötbereich zugeführt und durch den Laserstrahl aufgeschmolzen wird. Diese Verfahren bieten den Laserschweißverfahren gegenüber den Vorteil, dass der Verbindungsbereich der Bleche nicht so stark erwärmt werden muss und daher eine wesentlich geringere Verdampfung der Beschichtung erfolgt; dadurch treten beim Laserlöten keine daraus resultierenden Verunreinigungen der Naht auf.

Stand der Technik

[0003] Aus der DE 197 50 586 A1 ist ein Verfahren zum Laserlöten verzinkter Bleche bekannt, bei welchem als Lotwerkstoff eine auf Kupfer basierende Legierung verwendet wird.

[0004] Allerdings kommt es zu Problemen, wenn als Laserlichtquelle ein Laser verwendet wird, der auf einer Wellenlänge im Infrarotbereich abstrahlt, z.B. ein Kohlendioxid-(CO₂)-Laser mit einer Wellenlänge von etwa 10 µm. Laserlicht in diesem Wellenlängenbereich wird zu einem großen Teil von dem Lotwerkstoff reflektiert, was dazu führt, dass der Lotwerkstoff sich nur unzureichend erwärmt, so dass in der Folge zwischen Untergrund und Lot keine ausreichende Benetzung stattfindet. Die entstehende Naht wird brüchig und spröde.

Aufgabenstellung

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren vorzuschlagen, mit dem Werkstücke bei Zufuhr eines Lots in den Lötbereich mit einer Laserstrahlung im Infrarotbereich bei Erreichen einer guten Nahtqualität verbunden werden können.

[0006] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Danach wird das Lot vor der Zufuhr in den Lötbereich erhitzt. Auf diese Weise findet eine bessere Erwärmung des Lotwerkstoffs während des Laserlötverfahrens statt, als wenn das Lot ohne Erhitzen zugeführt wird. Das Absorptionsverhalten des Lotwerkstoffs ändert sich, und der Effekt der Reflexion wird verringert. Dadurch verbessert sich auch die Anbindung des Lotwerkstoffs an den Grundwerkstoff, und die Nahtqualität wird entscheidend verbessert. So kann insbesondere

ein CO₂-Laser zum Laserlöten verwendet werden. Dieser ist in der Anschaffung günstiger als andere Laserarten und befindet sich auch im weiten industriellen Einsatz. Ferner eignen sich CO₂-Laser auch für andere Anwendungen außerhalb des Automobil-Bereichs.

[0007] Das Verfahren ist besonders geeignet für Bleche mit einer Beschichtung aus einem Zink-Werkstoff, da die Temperaturen, auf welche die Bleche während des Lötens erwärmt werden, unterhalb der Verdampfungstemperatur der Zink-Beschichtung liegen und daher keine Dämpfe in die Naht aufsteigen, welche die Nahtqualität beeinträchtigen können.

[0008] Vorteilhafterweise wird ein Hartlot als Lot verwendet. Auf diese Weise wird eine hohe Festigkeit der Verbindung erreicht.

[0009] In einer vorteilhaften-Ausgestaltung handelt es sich bei dem Hartlot um eine Kupfer-Basis-Legierung. Diese Legierungen stellen relativ kostengünstige Lotwerkstoffe dar, die gleichzeitig alle im Karosseriebau auftretenden Anforderungen an Korrosionsbeständigkeit und Dichtigkeit erfüllen.

[0010] Zweckmäßigerweise wird das Lot durch Anlegen eines elektrischen Stroms erhitzt. Das Anlegen eines Stroms stellt ein effektives Verfahren zum Erhitzen dar, welches obendrein einen geringen Platzbedarf hat (Anspruch 2).

[0011] Vorteilhafterweise wird das Verfahren zum Erzeugen einer Bördelnaht zwischen den beiden Werkstücken verwendet. Alternativ kann mit dem Verfahren eine Kehlnaht am Überlappstoß hergestellt werden. Damit können zwei in der Karosserietechnik sehr gebräuchliche Nahtformen durch das erfindungsgemäße Verfahren in hoher Qualität hergestellt werden (Anspruch 3 und 4).

Ausführungsbeispiel

[0012] In einer bevorzugten Ausführungsform wird während des Verfahrens ein Schutzgas auf den Lötbereich aufgebracht. So wird die Schmelze vor Umwelteinflüssen geschützt (Anspruch 5).

[0013] Weitere Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung gehen aus der Beschreibung hervor.

[0014] In den Zeichnungen ist die Erfindung anhand zweier Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen

[0015] **Fig. 1** einen möglichen Aufbau zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens sowie

[0016] **Fig. 2** den Einsatz des Verfahrens zum Erzeugen einer Bördelnaht.

[0017] **Fig. 1** zeigt einen möglichen schematischen Aufbau einer Laserlötvorrichtung **1** zur Durchführung des Verfahrens zum Laserlöten zweier Werkstücke **2,3**. In diesem Ausführungsbeispiel handelt es sich um zwei Bleche **4,5**, die im Überlappstoß gefügt werden sollen. Die Bleche **4,5** sollen dabei durch eine Kehlnaht **6** miteinander verbunden werden. Beide Bleche **4,5** sind in diesem Beispiel mit einer korrosionshemmenden Beschichtung **7** aus einem Zink-

werkstoff versehen.

[0018] Oberhalb der Bleche **4,5** ist ein Laserkopf **8** dargestellt, durch den ein Laserstrahl **9** geführt wird. Die Wellenlänge des Laserstrahls **9** liegt bei 10600 nm (eines CO₂-Lasers), liegt also im fernen Infrarotbereich zwischen 6000 und 15000 nm. Der Laserkopf **8** enthält eine Optik **10** zur Fokussierung des Laserstrahls **9** auf einen Lötbereich **11**. Der Laserkopf **8** ist vorteilhafterweise an einem hier nicht dargestellten Roboterarm befestigt. Weiterhin ist an dem Laserkopf **8** eine Schutzgaszufuhr **12** angeordnet, die ein Schutzgas **13** in den Lötbereich **11**, der in etwa dem Fokusbereich des Laserstrahls **9** entspricht, einleitet. Die Schutzgaszufuhr **12** ist fest am Laserkopf **8** montiert, jedoch zu Justagezwecken verstellbar. Durch das Schutzgas **13** soll der Lötbereich **11** vor störenden Umwelteinflüssen abgeschirmt werden. Als Schutzgas **13** wird beispielsweise ein Gemisch aus Argon, Helium und Kohlendioxid verwendet, denkbar ist aber z.B. auch die Verwendung von reinem Helium oder reinem Argon als Schutzgas **13**. Weiterhin wird Schutzgas **13** durch den Laserkopf **8** in Richtung auf die Werkstücke **2,3** geführt, um die Optik **10** vor Verunreinigungen zu schützen.

[0019] Ferner ist ebenso an dem Laserkopf **8** eine Lotzufuhr **14** angeordnet, welche ein als Lötendraht ausgebildetes Lot **15** dem Lötbereich **11** zuführt. Auch die Lotzufuhr **14** ist fest am Laserkopf **8** montiert und nur zu Justagezwecken verstellbar. Die Zufuhr des Lots **15** erfolgt dabei schleppend, d.h. das Lot wird in Vorschubrichtung vor dem Laserstrahl **9** hergeführt. Das Lot **15** besteht in diesem Fall aus einer Kupferbasislegierung, es handelt sich also um ein Hartlot. wird als Laser ein CO₂-Laser verwendet, so reflektiert das Lot **15** aus diesem Werkstoff im kalten Zustand etwa 99% der darauf auftreffenden Laserstrahlung. Das führt zu der oben beschriebenen schlechten Benetzung der zu verbindenden Bleche **4,5** durch den Lotwerkstoff und einer daraus resultierenden mangelhaften Nahtqualität. Zum Vergleich ist das Absorptionsvermögen der Kupfer-Legierung im sichtbaren Wellenlängenbereich ungleich größer und fällt beim Eintritt in den Infrarotbereich stark ab.

[0020] Aus diesem Grunde wird bei dem vorgeschlagenen Verfahren das Lot **15** vor der Zufuhr in den Lötbereich **11** auf die im folgenden beschriebene Weise erhitzt.

[0021] Das Lot **15** wird der Lotzufuhr **14** über ein Lotfördergerät **17** zugeführt, welches in einigem Abstand zum Laserkopf **8** aufgestellt ist. In diesem Ausführungsbeispiel befindet sich in dem Lotfördergerät **17** auch eine Stromquelle **18**, mit Hilfe derer das Lot **15** erhitzt wird. Diese Stromquelle **18** ist mit ihrem positiven Pol mit dem Lot **15** und mit ihrem negativen Pol mit dem Blech **5** verbunden, so dass zwischen Blech **5** und Lot **15** eine geringe Spannung **19** entsteht und ein Strom **20** durch das Lot **15** fließt, der das Lot **15** auf eine bestimmte Temperatur erhitzt. Die Stromstärke ist dabei in Abhängigkeit von der jeweiligen Anwendung zu wählen. Die erzielte Temperatur

bleibt deutlich unterhalb der Verdampfungstemperatur von Zink, die ca. 900°C beträgt. Daher besteht keine Gefahr, dass die Beschichtung **7** verdampft. Das Lot **15** wird also dem Lötbereich **11** mit einer bestimmten Temperatur zugeführt und dann vom Laserstrahl **9** auf Schmelztemperatur erhitzt.

[0022] Durch die Erhitzung des Lots **15** und die damit verbundene Einkopplung zusätzlicher Energie in den Lötprozess wird eine bessere Anbindung des Lotwerkstoffes an den Werkstoff der Bleche **4,5** erzielt. Dieser Effekt, der zu einer wesentlichen Verbesserung der Nahtqualität führt, kann alleine durch eine aus Erhöhung der Laserleistung resultierende erhöhte Energiezufuhr in den Lötbereich **11** nicht erreicht werden.

[0023] In Fig. 2 ist eine alternative Ausführungsform der Laserlötvorrichtung **1** dargestellt. Gezeigt ist eine andere Nahtgeometrie: die beiden Bleche **4,5** sollen nun durch eine Bördelnaht **21** miteinander verbunden werden. Dabei muss der Laserkopf **8** entsprechend geneigt werden, was z.B. durch Schwenken des Roboterarms erreicht wird. Auch in diesem Ausführungsbeispiel erfolgt die Zufuhr des Lots **15** schleppend mit der Vorschubrichtung **16**. Das Lot **15** wird in diesem Fall durch eine Heizeinrichtung **22** bzw. eine darin enthaltene Wärmequelle erhitzt. Die Erhitzung kann alternativ auch durch heißes Gas erfolgen. Die Erhitzung muss dabei prozessnah stattfinden, da sich das Lot **15** im erhitzten Zustand nicht fördern lässt.

[0024] Das Verfahren ist nicht beschränkt auf die oben beschriebenen Ausführungsbeispiele.

[0025] Neben Kupfer-Basis-Legierungen können auch andere Lotwerkstoffe verwendet werden. Insbesondere werden Hartlote mit einer Arbeitstemperatur von über 450°C verwendet. Geeignet sind z.B. Nickel-Basis-Legierungen, Zink-Legierungen, Edelmetall-Legierungen oder ein Stahlwerkstoff als Lotwerkstoffe.

[0026] Neben den in den Ausführungsbeispielen dargestellten Kehlnähten **6** und Bördel-Nähten **21** sind auch andere Nahtgeometrien mit dem Verfahren erzeugbar. Auf diese Weise können die in der Karosserietechnik gebräuchlichsten Nahtformen durch das Verfahren in hoher Qualität hergestellt werden, so dass ein breites Einsatzgebiet für das erfindungsgemäße Verfahren gegeben ist.

[0027] Ferner ist die Verwendung von Schutzgas **13** nicht unbedingt erforderlich. Die Schutzgaszufuhr **12** kann somit in bestimmten Anwendungsfällen auch entfallen.

[0028] Weiterhin ist das Verfahren auch bei Blechen **4,5** bzw. Werkstücken **2,3** ohne Beschichtung **7** oder bei nur einem beschichteten und einem unbeschichteten Werkstück unter Erreichung einer sehr guten Nahtqualität einsetzbar.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verbinden wenigstens zweier

Werkstücke, insbesondere Bleche, mittels eines Laserstrahls unter Zufuhr eines Lots in einen Lötbereich, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Lot **(15)** vor der Zufuhr in den Lotbereich **(11)** erhitzt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Lot **(15)** durch Anlegen eines elektrischen Stroms **(20)** erhitzt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren zum Erzeugen einer Bördelnaht **(21)** zwischen den beiden Werkstücken **(2,3)** verwendet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren zum Erzeugen einer Kehlnaht **(6)** im Überlappstoß zwischen den beiden Werkstücken **(2,3)** verwendet wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass während des Verfahrens ein Schutzgas **(13)** auf den Lötbereich **(11)** aufgebracht wird.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

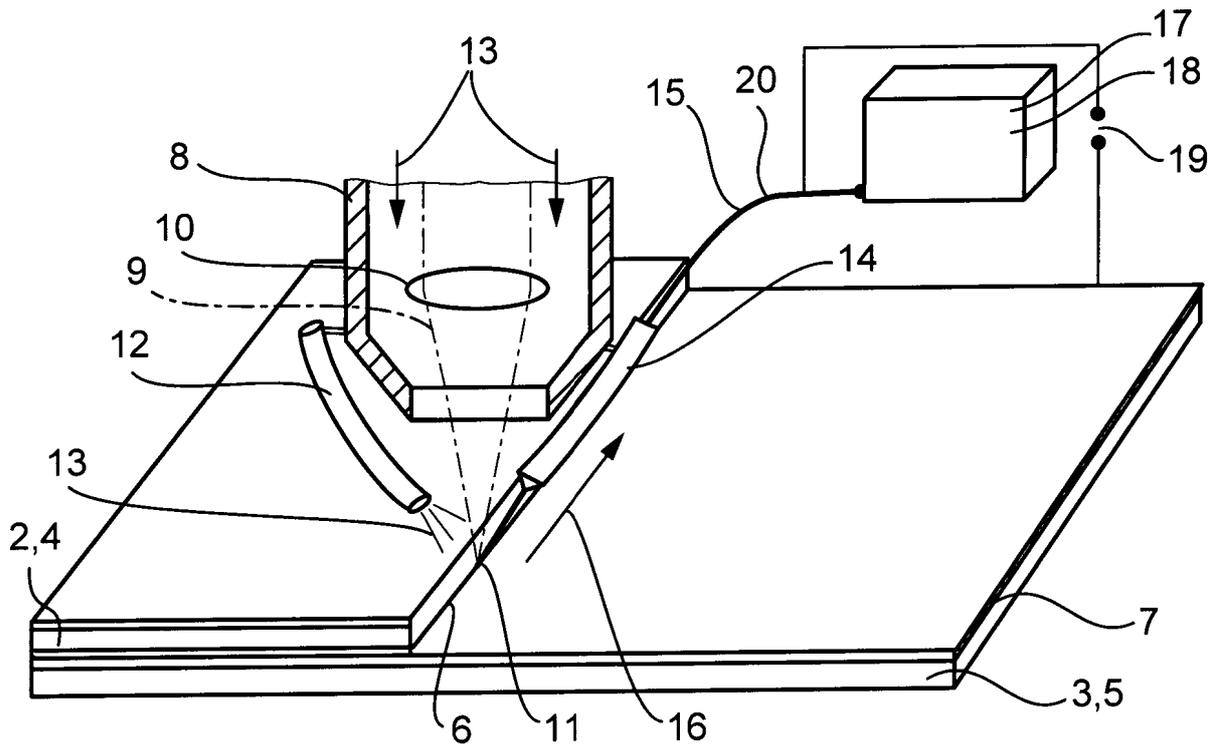


Fig. 1

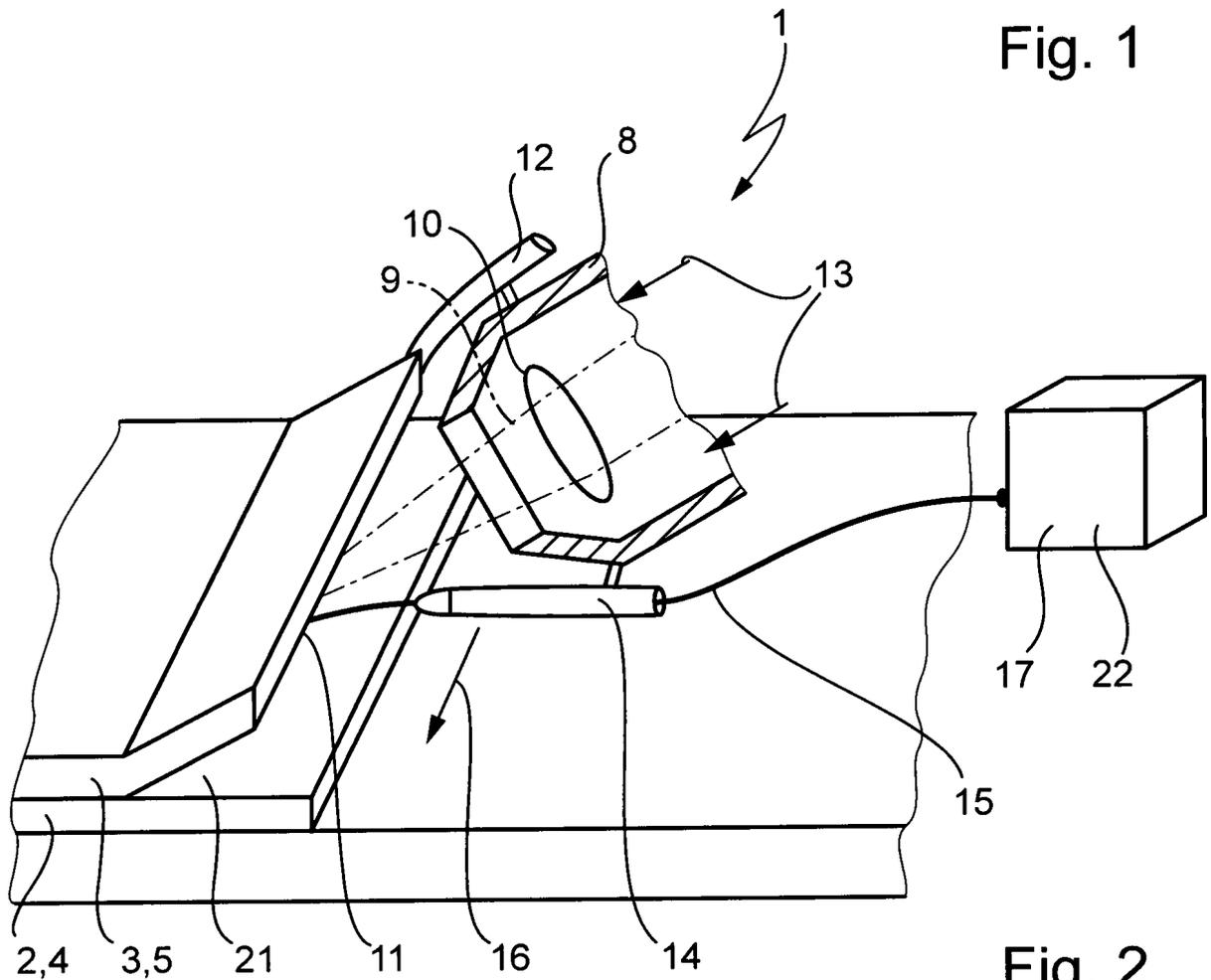


Fig. 2