(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 543 451 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
29.01.2014 Patentblatt 2014/05

(51) Int Cl.:
B21D 39/03 *(2006.01)* ***B21D 37/16*** *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **12173031.1**

(22) Anmeldetag: **21.06.2012**

(54) **Vorrichtung zum Fügen von Werkstücken**

Device for joining workpieces

Dispositif d'assemblage de pièces usinées

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **07.07.2011 DE 102011051636**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.01.2013 Patentblatt 2013/02

(73) Patentinhaber: **JENOPTIK Automatisierungstechnik GmbH**
07745 Jena (DE)

(72) Erfinder: **Bergmann, Jean Pierre, Prof. Dr.**
99096 Erfurt (DE)

(74) Vertreter: **Schaller, Renate et al**
Patentanwälte Oehmke & Kollegen
Neugasse 13
07743 Jena (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-02/062499
DE-A1-102004 062 896
US-A1- 2003 037 428

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 2 543 451 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Fügen von Werkstücken gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, wie diese gattungsgemäß aus der DE 10 2004 062 896 B4 bekannt ist.

[0002] Dem zunehmenden Anspruch an leichte und trotzdem stabile Bauteile und Konstruktionen wird durch den Einsatz hochfester Werkstoffe immer mehr Rechnung getragen. Im Bereich der Stahlentwicklung sind in den letzten Jahren eine Vielzahl von Entwicklungen erfolgt, die es erlauben, Stähle mit Festigkeiten weit über 1000 N/mm^2 herzustellen und in Serienprodukten, z. B. in Automobilen, einzusetzen.

[0003] Mit zunehmender Festigkeit nimmt jedoch bei Stählen und bei metallischen Werkstoffen im Allgemeinen die Fließfähigkeit und damit die Dehnbarkeit ab, das heißt, einer Dehnung, die mit einem Bruch beendet wird, ist durch die enorm ansteigenden Fließspannungen eine enge Grenze gesetzt, die bereits bei weniger als 5% liegen kann.

[0004] Für eine Weiterverarbeitung der metallischen Werkstoffe, z. B. in Form von Blechen als Formteile oder Halbzeuge (Werkstücke), bedeutet dies, dass die Werkstoffe nur gering und dann noch bei sehr hohen Kräften verformt werden können. Werden solche Werkstücke geschweißt (Schmelzschweißen), wird der Werkstoff aufgeschmolzen. Nach der Erstarrung der Schmelze entsteht die Schweißnaht. In der Schweißnaht und in einer an die Schweißnaht angrenzenden Wärmeeinflusszone erfolgte durch das Aufschmelzen eine Gefügeänderung der Werkstoffe der miteinander verschweißten Werkstücke. Solche Gefügeänderungen mindern meist die Festigkeit bzw. das Energieaufnahmevermögen der Schweißnaht im Vergleich zu Bereichen der Werkstücke ohne Gefügeänderungen.

[0005] Weisen die Werkstücke eine Beschichtung auf, beispielsweise Aluminium-Überzüge bei pressgehärteten Werkstücken, können Reste der Beschichtungen, in der Schweißnaht verteilt bleiben und die Ermüdungsfestigkeit beeinflussen.

[0006] Bei der Anwendung mechanischer Fügeverfahren werden Werkstücke, beispielsweise in einer Umformebene, einen Form- und/oder Kraftschluss bildend, umgeformt. Ein Beispiel ist das Clinchen, bei dem zwei übereinander liegende Werkstücke so verformt werden, dass eine form- und kraftschlüssige Verbindung zwischen beiden entsteht. Dazu ist es erforderlich, dass die Werkstoffe der Werkstücke eine Mindestdehnbarkeit aufweisen. Ist diese zu gering, kommt es während des Umformens zum spröden Bruch. Gleichzeitig können durch große auftretende Kräfte die Werkzeuge beschädigt werden. Aus diesem Grund gelten derzeit Werkstoffe wie z. B. Usibor® als nicht fügegeeignet.

[0007] Mechanische Verfahren rufen keine thermischbedingten Gefügeänderungen hervor, kommen jedoch bei hohen Festigkeiten, z. B. bei mehr als 600 MPa, und damit hohen auftretenden Fließspannungen, an ihre Verwendungsgrenzen, wenn für einen Fügeprozess zugleich Verformungen erforderlich sind.

[0008] Um eine Verringerung der Fliessspannung der Werkstoffe zu bewirken, wird das Umformen thermisch unterstützt, das heißt die Werkstücke werden vor dem Umformen. Dadurch liegt ausreichend Energie in den Werkstoffen vor, um verformungsbedingte Versetzungsbewegungen zu induzieren und eine plastische Verformung ohne auftretenden Sprödbruch zu ermöglichen. Dabei wird eine Gefügeänderung bei Temperaturen bis zu 900 °C als nicht schädlich angesehen.

[0009] In einem Verfahren gemäß der DE 10 2004 062 896 B4 werden zwei oder mehrere Werkstücke aus Metall formschlüssig miteinander verbunden, indem diese über einen Umformbereich thermisch unterstützt umgeformt werden. Dazu sind mindestens zwei Werkzeuge vorhanden, die mit einer Druckkraft gegeneinander gedrückt werden können. Die Werkstücke grenzen in einer Umformebene zwischen den Werkzeugen aneinander und werden mit einer elektromagnetischen Strahlung einer Laserlichtquelle so bestrahlt, dass eine thermische Aktivierung oder Erwärmung der Werkstücke über den Umformbereich erreicht wird. Dabei wird die elektromagnetische Strahlung durch einen für die elektromagnetische Strahlung transparenten Werkstoff in mindestens einem der Werkzeuge auf den Umformbereich gerichtet.

[0010] Nachteilig an dieser Lösung ist, dass innerhalb des Werkzeugs, eine Durchführung oder Durchbrechung vorhanden sein muss, um den für die elektromagnetische Strahlung transparenten Werkstoff aufzunehmen. Dadurch ist die Herstellung des Werkzeugs kompliziert und kostenintensiv. Zudem wird die Festigkeit des Werkzeugs nachteilig beeinflusst und die Größe eines Brennflecks, in dem die elektromagnetische Strahlung in der Umformebene auf einem Werkstück abgebildet ist, kann nicht in einfacher Weise an veränderte Anforderungen des Fügeprozesses angepasst werden.

[0011] Ohne eine Durchführung kommt eine Lösung nach der US 2003/0037428 A1 aus. Bei dieser sind den Werkzeugen Elektroden zugeordnet. Werden die Werkzeuge mit den zu fügenden Werkstücken in Kontakt gebracht, kann in den Werkstücken über etwa den Umformbereich zwischen den Elektroden und durch die elektrisch leitenden Werkstücke ein Strom fließen. Infolge des Stromflusses wird der Umformbereich erwärmt. Die Werkzeuge sind zur Unterbringung der Elektroden sowie zu deren elektrischer Isolierung kompliziert gestaltet und in ihrer Festigkeit geschwächt.

[0012] Aus der WO 02/062499 A1 ist bekannt, dass eine, eine Strahlung emittierende, Strahlungsquelle neben den Werkzeugen angeordnet sein kann. Als Werkzeuge dienen Walzen, mittels der ein flaches Werkstück spanlos zu einem Profil umformbar ist. Durch die Strahlungsquelle wird etwa eine Laserstrahlung in einen Brennfleck auf der Oberfläche des Werkstücks gerichtet. Der Brennfleck wird in einem Bereich eines Walzeneinlaufs, also vor dem eigentlichen Umformbereich, erzeugt, wodurch unerwünschte Wärmeverluste auftreten.

[0013] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung mit einfach herstellbaren Werkzeugen vorzuschlagen, die auf einfache Weise an veränderte Anforderungen des Fügeprozesses angepasst werden können.

[0014] Die Aufgabe wird durch eine Vorrichtung zum Fügen eines ersten Werkstücks und eines zweiten Werkstucks gemäß Anspruch 1 gelöst, wobei die Vorrichtung ein erstes Werkzeug, aufweisend eine erste Kontur, und ein zweites Werkzeug, aufweisend eine zweite Kontur aufweist. Zwischen den Werkzeugen kann das erste Werkstück und das zweite Werkstück in einer Umformebene übereinanderliegend angeordnet werden. Die erste Kontur und die zweite Kontur sind über einen Umformbereich gegeneinander drückbar. Die Vorrichtung weist mindestens eine Strahlungsquelle zur Bereitstellung einer elektromagnetischen Strahlung, die einer Erwärmung der Werkstücke zwischen den Werkzeugen dient, auf. Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass seitlich der Werkzeuge jeweils mindestens je eine Strahlungsquelle so angeordnet ist, dass deren elektromagnetische Strahlung jeweils auf das der Strahlungsquelle zugewandte Werkstück und in den Umformbereich gerichtet ist. Jede der Strahlungsquellen ist durch mindestens einen direkt strahlenden Diodenemitter gebildet. Dabei ist jede Strahlungsquelle durch ringförmig um das Werkzeug angeordnete direkt strahlende Diodenemitter gebildet.

[0015] Der eine oder mehrere Diodenemitter können in einem Modul angeordnet sein. Es kann weiterhin eine Optik vorhanden sein, mittels der die elektromagnetische Strahlung jeder der Strahlungsquellen beeinflusst, beispielsweise gebündelt und gerichtet, wird. Die Strahlungsquellen sind vorteilhafterweise mit einer Steuerung verbunden, mittels der Parameter der von den Strahlungsquellen emittierten elektromagnetischen Strahlung, z. B. Emissionsdauer und Intensität, steuerbar sind.

[0016] Vorzugsweise ist der mindestens eine Diodenemitter einer Strahlungsquelle so angeordnet, dass durch die von der Strahlungsquelle emittierte und auf dem Umformbereich gerichtete elektromagnetische Strahlung in dem Umformbereich ein Brennfleck gebildet ist.

[0017] Die Strahlungsquelle ist vorzugsweise so angeordnet, dass die elektromagnetische Strahlung aus einer werkzeugseitigen Richtung in die Umformebene und in den Umformbereich gerichtet ist.

[0018] Dabei ist es besonders bevorzugt, wenn die Strahlungsquelle nahe und neben der dem Umformbereich zugewandten Seite eines der Werkzeuge angeordnet ist.

[0019] Vorzugsweise sind diese von einem Bereich nahe und neben derjenigen Seite jedes Werkzeugs in den Umformbereich gerichtet, die jeweils dem Umformbereich zugewandt ist.

[0020] Zum Fügen werden ein erstes Werkstück und ein zweites Werkstück zwischen dem ersten Werkzeug, aufweisend eine erste Kontur, und dem zweiten Werkzeug, aufweisend eine zweite Kontur, in der Umformebene übereinander gelegt, so dass diese sich über einen Umformbereich berühren. Nun wird auf jede nach außen weisende Seite der Werkstücke die elektromagnetische Strahlung über den Umformbereich gerichtet und der Umformbereich auf der Seite jedes Werkstücks simultan mit der elektromagnetischen Strahlung beaufschlagt.

[0021] Nach erfolgter Erwärmung werden die erste Kontur und die zweite Kontur gegeneinander gedrückt, so dass die Werkstücke über den erwärmten Umformbereich entsprechend der ersten Kontur und der zweiten Kontur umgeformt werden.

[0022] Elektromagnetische Strahlungen können alle Strahlungen sein, welche zur Erwärmung der umzuformenden Werkstoffe geeignet sind. Bevorzugt ist die elektromagnetische Strahlung eine Laserstrahlung.

[0023] Die Verwendung direkt strahlender Dioden oder Diodenemitter hat den Vorteil, dass die emittierte Strahlung ohne größere Absorptions- und Streuverluste in den Umformbereich gerichtet werden können und eine energieeffiziente Erwärmung der Werkstücke erfolgen kann. Durch Richten der elektromagnetischen Strahlung von seitlich je eines der Werkzeuge können Werkzeuge ohne Durchbrechungen oder ähnliche strahlungsdurchlässige Vorrichtungen verwendet werden. Zudem kann ein Brennfleck in der Umformebene hinsichtlich seiner Größe, Form, Lage und (räumlich/zeitlichen) Intensitätsverteilung leicht gesteuert und korrigiert werden. Die vorgenannten Parameter sind beispielsweise an den Werkstoff, die Werkstoffdicke usw. der umzuformenden Werkstücke anzupassen oder während einer Serie von Umformungsvorgängen zu korrigieren.

[0024] Es ist möglich, gepulste elektromagnetische Strahlung zu verwenden, wobei ein simultanes Beaufschlagen auch dann vorliegt, wenn die elektromagnetische Strahlung, mit der das eine Werkstück beaufschlagt wird und die elektromagnetische Strahlung, mit der das andere Werkstück beaufschlagt wird, zueinander phasenverschoben sind. Durch die von beiden Seiten her erfolgende Beaufschlagung werden die Werkstücke mindestens über ihren Umformbereich erwärmt. Die Werkstücke werden anschließend durch Zusammendrücken der Werkzeuge umgeformt.

[0025] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Abbildungen und Ausführungsbeispielen näher erläutert. Dabei zeigen

Fig. 1 eine erste Ausführung der Vorrichtung als Prinzipskizze;

Fig. 2 eine zweite Ausführung der Vorrichtung mit einem Diodenemittermodul;

Fig. 3 eine dritte Ausführung der Vorrichtung mit zwei Strahlungsquellen je Werkzeug;

Fig. 4 eine Ausführung der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einer ringförmigen Strahlungsquel-

le an einem Werkzeug.

[0026] Als wesentliche Bestandteile einer erfindungsgemäßen Vorrichtung sind in Fig. 1 ein erstes Werkzeug 5 mit einer ersten Kontur 5.1 und ein zweites Werkzeug 6 mit einer zweiten Kontur 6.1 sowie zwei Strahlungsquellen 7 gezeigt, wobei eine Strahlungsquelle 7 neben dem ersten Werkzeug 5 und die andere Strahlungsquelle 7 neben dem zweiten Werkzeug 6 angeordnet ist.

[0027] Das erste Werkzeug 5 und das zweite Werkzeug 6 sind in einer Zustellrichtung 11 bzw. entgegen der Zustellrichtung 11 beweglich und einander zustellbar. Die erste Kontur 5.1 und die zweite Kontur 6.1 sind jeweils in einer senkrecht zur Zustellrichtung 11 verlaufenden Stirnfläche des ersten Werkzeugs 5 bzw. des zweiten Werkzeugs 6 als zueinander komplementäre Erhebungen und Vertiefungen vorhanden. Die erste Kontur 5.1 und die zweite Kontur 6.1 können durch Zustellung des ersten Werkzeugs 5 und des zweiten Werkzeugs 6 in einer Umformebene 3 in direkten Kontakt miteinander gebracht sein.

[0028] In der Umformebene 3 sind ein erstes Werkstück 1 und ein zweites Werkstück 2 übereinander gelegt und entlang einer Transportrichtung 10 bewegbar. Halterungen der Werkstücke 1, 2 und Mittel zum Transport der Werkstücke 1, 2 in der Transportrichtung 10 sind nicht dargestellt.

[0029] Sind das erste Werkzeug 5 und das zweite Werkzeug 6 einander zugestellt, treffen sich deren erste Kontur 5.1 und zweite Kontur 6.1 in der Umformebene 3. Ein Umformbereich 4 des ersten Werkzeugs 5 und des zweiten Werkzeugs 6 ist durch die Ausdehnung der ersten Kontur 5.1 und der zweiten Kontur 6.1 in der Umformebene 3 gegeben.

[0030] Die erste Kontur 5.1 ist als eine Erhebung und die zweite Kontur 6.1 als eine Vertiefung ausgebildet, wobei die Abmaße der Erhebung ein Eindrücken des im Umformbereich 4 vorhandenen Werkstoffs eines ersten Werkstücks 1 und eines zweiten Werkstücks 2 in die Vertiefung der zweiten Kontur 6.1 erlaubt (nicht gezeigt). Durch das erste Werkzeug 5 und das zweite Werkzeug 6 sowie deren Konturen 5.1 und 6.1 ist eine Matrize gebildet.

[0031] Seitlich neben dem ersten Werkzeug 5 und dem zweiten Werkzeug 6 ist jeweils eine Strahlungsquelle 7 zur Bereitstellung elektromagnetischer Strahlung vorhanden. Die Strahlungsquelle 7 ist durch einen direkt strahlenden Diodenemitter gebildet. Die elektromagnetische Strahlung ist entlang je eines Strahlengangs (schematisch gezeigt) in je einer Strahlungsrichtung 8 auf jeweils dasjenige Werkstück 1 bzw. 2 gerichtet, das der jeweiligen Strahlungsquelle 7 zugewandt ist. Die elektromagnetische Strahlung ist dabei jeweils in die Umformebene 3 und in den Umformbereich 4 gerichtet, so dass auf denjenigen Oberflächen der Werkstücke 1 bzw. 2, die den jeweiligen Strahlungsquellen 7 zugewandt sind, die elektromagnetische Strahlung in je einem Brennfleck 9 (siehe Fig. 2) abgebildet ist. Größe und Form sowie die Energieverteilung über den Brennfleck 9 sind so gewählt, dass das erste Werkstück 1 und das zweite Werkstück 2 über den Umformbereich 4 erwärmt werden.

[0032] Mittels einer Steuerung 13, die mit den Strahlungsquellen 7 signalleitende verbunden ist, sind die Strahlungsquellen 7 hinsichtlich der Parameter der emittierten elektromagnetische Strahlung wie Emissionsdauer und Intensität steuerbar.

[0033] In weiteren Ausführungen können die erste Kontur 5.1 und die zweite Kontur 6.1 anders geformt, z. B. gerundet, sich am Grunde verbreiternd (z. B. für Clinchen) oder konisch, sein. Es können auch mehr als zwei Werkstücke in der Umformebene 3 vorhanden sein.

[0034] In einer zweiten Ausführung der Vorrichtung gemäß Fig. 2 ist die neben dem ersten Werkzeug 5 angeordnete Strahlungsquelle 7 als ein aus mehreren direkt strahlenden Diodenemittern bestehendes Modul ausgebildet. Den Diodenemittern vorgelagert ist eine Optik 12, mittels der die von den Diodenemittern emittierte elektromagnetische Strahlung gebündelt, entlang der Strahlungsrichtung 8 gelenkt und in einem Brennfleck 9 auf der Oberfläche des ersten Werkstücks 1 abgebildet ist. Für die neben dem zweiten Werkzeug 6 angeordnete Strahlungsquelle 7 gilt Vorgenanntes entsprechend (nicht gezeigt). Das Modul ist mit einer Steuerung 13 verbunden.

[0035] In einer dritten Ausführung der Vorrichtung sind gemäß Fig. 3 seitlich der Werkzeuge 5, 6 jeweils zwei Strahlungsquellen 7 angeordnet, deren emittierte elektromagnetische Strahlung in einem gemeinsamen Brennfleck 9 auf der Oberfläche des ersten Werkstücks 1 bzw. des zweiten Werkstücks 2 abgebildet ist. Die Strahlungsquellen 7 können in weiteren Ausführungen jeweils auch als ein aus mehreren direkt strahlenden Diodenemittern bestehendes Modul ausgebildet sein, denen eine Optik 12 vorgelagert ist. Die Strahlungsquellen 7 sind über die Steuerung 13 einzeln ansteuerbar.

[0036] In Fig. 4 ist eine Ausführung der erfindungsgemäßen Vorrichtung gezeigt, bei der die Strahlungsquelle 7 durch ringförmig um ein Werkzeug 5, 6 angeordnete direkt strahlende Diodenemitter gebildet ist (stark schematisch gezeigt). Dargestellt ist, lediglich beispielshalber, eine Ansicht in Zustellrichtung 11 auf die erste Kontur 5.1 des ersten Werkzeugs 5 und auf die Strahlungsquelle 7.

[0037] In weiteren Ausführungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung können die Strahlungsquellen 7 auf beiden Seiten der Umformebene 3 gleichartig. z. B. wie in Fig. 1 oder in Fig. 2 gezeigt, oder aber verschiedenartig sein. So können die in den Fign. 1 und 2 gezeigten Strahlungsquellen 7 in einer Vorrichtung kombiniert sein. Es können auch andere Anzahlen von Strahlungsquellen 7 auf einer Seite der Umformebene 3 vorhanden sein, die wiederum gleich- oder verschiedenartig sein können.

[0038] Nachfolgend soll die Funktionsweise der Vorrichtung gemäß Fig. 1 erläutert werden. Ein erstes Werkstück 1 und ein zweites Werkstück 2 werden übereinan-

der in die Umformebene 3 eingebracht und dort gehalten. Das erste Werkstück 1 weist nach oben, das zweite Werkstück 2 weist nach unten. Die beiden Werkstücke 1 und 2 werden so eingerichtet, dass ein Bereich, über den die beiden Werkstücke 1 und 2 umgeformt werden sollen, mit dem Umformbereich 4 übereinstimmt. Die Strahlungsquellen 7 werden eingeschaltet und die elektromagnetische Strahlung jeweils in die Umformebene 3 und in den Umformbereich 4 gerichtet, wodurch das erste Werkstück 1 und das zweite Werkstück 2 über den Umformbereich 4 erwärmt werden. Sind die beiden Werkstücke 1 und 2 ausreichend erwärmt, werden die Strahlungsquellen 7 abgeschaltet und das obere Werkzeug 5 und das untere Werkzeug 6 entlang der Zustellrichtung 11 aufeinander zu bewegt, bis der Werkstoff der beiden Werkstücke 1 und 2 über den Umformbereich 4 durch die erste Kontur 5.1 in die zweite Kontur 6.1 eingedrückt ist. Dabei werden das erste Werkstück 1 und das zweite Werkstück 2 über den Umformbereich 4 plastisch verformt. Nach erfolgter Umformung werden das obere Werkzeug 5 und das untere Werkzeug 6 entlang der Zustellrichtung 11 wieder getrennt und die Werkstücke 1 und 2 entlang einer Transportrichtung 10 in der Umformebene 3 soweit verschoben, bis der nächste Bereich, über den das erste Werkstück 1 und das zweite Werkstück 2 umgeformt werden sollen, in dem Umformbereich 4 zu liegen kommt.

[0039] Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann in den technologischen Bereichen der Fügetechnik, z. B. im Karosseriebau, angewendet werden.

Bezugszeichen

[0040]

1	erstes Werkstück
2	zweites Werkstück
3	Umformebene
4	Umformbereich
5	erstes Werkzeug
5.1	erste Kontur
6	zweites Werkzeug
6.1	zweite Kontur
7	Strahlungsquelle
8	Strahlungsrichtung
9	Brennfleck
10	Transportrichtung
11	Zustellrichtung
12	Optik
13	Steuerung

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Fügen eines ersten Werkstücks (1) und eines zweiten Werkstücks (2), mit einem ersten Werkzeug (5), aufweisend eine erste Kontur (5.1), und mit einem zweiten Werkzeug (6), aufweisend eine zweite Kontur (6.1), zwischen denen das erste Werkstück (1) und das zweite Werkstück (2) in einer Umformebene (3) übereinanderliegend angeordnet werden können, wobei die erste Kontur (5.1) und die zweite Kontur (6.1) über einen Umformbereich (4) gegeneinander drückbar sind und mindestens einer Strahlungsquelle (7) zur Bereitstellung einer elektromagnetischen Strahlung, die einer Erwärmung der Werkstücke (1, 2) zwischen den Werkzeugen (5, 6) dient, **dadurch gekennzeichnet, dass**

   - seitlich der Werkzeuge (5, 6) jeweils mindestens je eine Strahlungs-quelle (7) so angeordnet ist dass deren elektromagnetische Strahlung jeweils auf das der Strahlungsquelle (7) zugewandte Werkstück (1, 2) und in den Umformbereich (4) gerichtet ist und
   - jede der Strahlungsquellen (7) durch mindestens einen direkt strahlenden Diodenemitter gebildet ist, wobei jede Strahlungsquelle (7) durch ringförmig um das Werkzeug (5, 6) angeordnete direkt strahlende Diodenemitter gebildet ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**
   dass der mindestens eine Diodenemitter einer Strahlungsquelle (7) so angeordnet ist, dass durch die von der Strahlungsquelle (7) emittierte und auf den Umformbereich (4) gerichtete elektromagnetische Strahlung auf der in dem Umformbereich (4) befindlichen und der Oberfläche des der Strahlungsquelle (7) zugewandten Werkstücks (1, 2) ein Brennfleck (9) gebildet ist, dessen Größe, Form, Lage und räumlich/zeitlichen Intensitätsverteilung steuerbar ist.

Claims

1. Device for joining a first workpiece (1) and a second workpiece (2), with a first tool (5) having a first contour (5.1) and with a second tool (6) having a second contour (6.1), between which the first workpiece (1) and the second workpiece (2) can be arranged on top of each other in a forming plane (3), wherein the first contour (5.1) and the second contour (6.1) can be pressed against each other via a forming area (4), and at least one radiation source (7) for providing electromagnetic radiation to heat the workpieces (1, 2) between the tools (5, 6), **characterized in that**

   - at least one radiation source (7) is arranged to the side of each of the tools (5, 6) in such a way that electromagnetic radiation emitted by each radiation source (7) is directed to the respective workpiece (1, 2) facing the radiation source (7) and into the forming area (4) and

- each of the radiation sources (7) is made up of at least one direct-radiating diode emitter, wherein each radiation source (7) is made up of direct-radiating diode emitters arranged in a ring around the tool (5, 6).

2. Device according to claim 1, **characterized in that** at least one diode emitter of a radiation source (7) is arranged in such a way that a focal spot (9), whose size, form, location and spatial/temporal intensity distribution can be controlled, is generated on the surface of the workpiece (1, 2) facing the radiation source (7), the surface being located in the forming area (4), through electromagnetic radiation emitted by the radiation source (7) and directed to the forming area (4).

Revendications

1. Dispositif d'assemblage d'une première pièce usinée (1) et d'une deuxième pièce usinée (2), avec un premier outil (5) ayant un premier contour (5.1) et avec un deuxième outil (6) ayant un deuxième contour (6.1), entre lesquels la première pièce usinée (1) et la deuxième pièce usinée (2) peuvent être disposées l'une au-dessus de l'autre dans un plan de formage (3), dans lequel le premier contour (5.1) et le deuxième contour (6.1) peuvent être pressés l'un contre l'autre par une zone de formage (4), et au moins une source de rayonnement (7) pour fournir un rayonnement électromagnétique pour chauffer les pièces usinées (1, 2) entre les outils (5, 6), **caractérisé en ce que**

   - au moins une source de rayonnement (7) est disposée à côté de chacun des outils (5, 6) de telle façon que le rayonnement électromagnétique émis par chaque source de rayonnement (7) est dirigé sur la pièce usinée (1, 2) respective orientée vers la source de rayonnement (7) et dans la zone de formage (4) et
   - chacune des sources de rayonnement (7) est constituée d'au moins un émetteur à diode à rayonnement direct, chaque source de rayonnement (7) étant constituée d'émetteurs à diode à rayonnement direct disposés de manière annulaire autour de l'outil (5, 6).

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**,
   au moins un émetteur à diode d'une source de rayonnement (7) est disposé de telle façon qu'une tache focale (9), dont la taille, la forme, la position et l'intensité spatiale/temporelle de distribution peuvent être contrôlées, est générée sur la surface de la pièce usinée (1, 2) orientée vers la source de rayonnement (7), la surface étant située dans la zone de formage (4), par le rayonnement électromagnétique émis par la source de rayonnement (7) et dirigé sur la zone de formage (4).

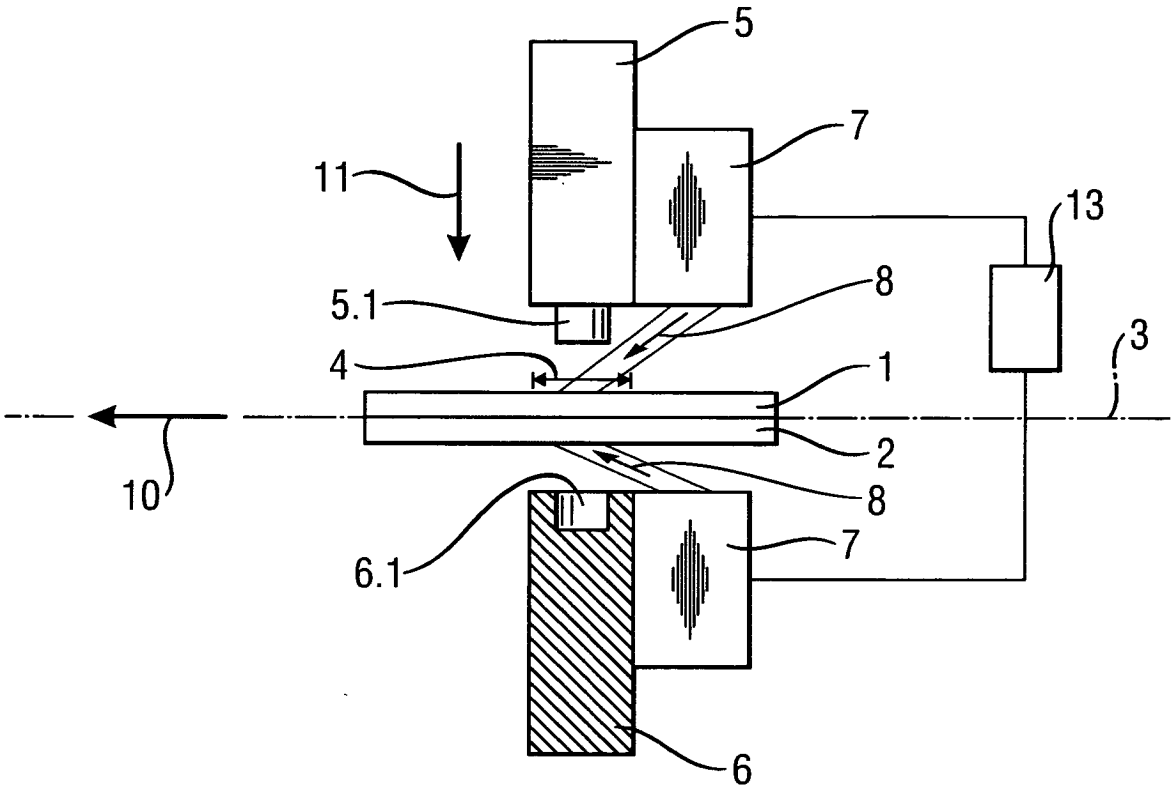


Fig. 1

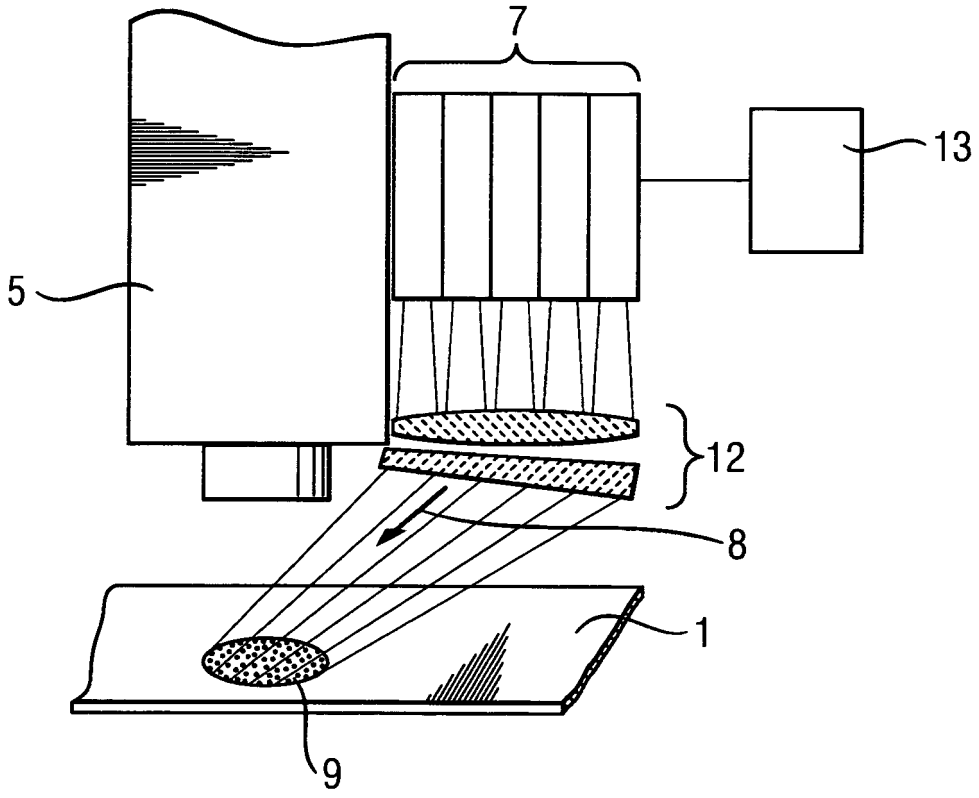


Fig. 2

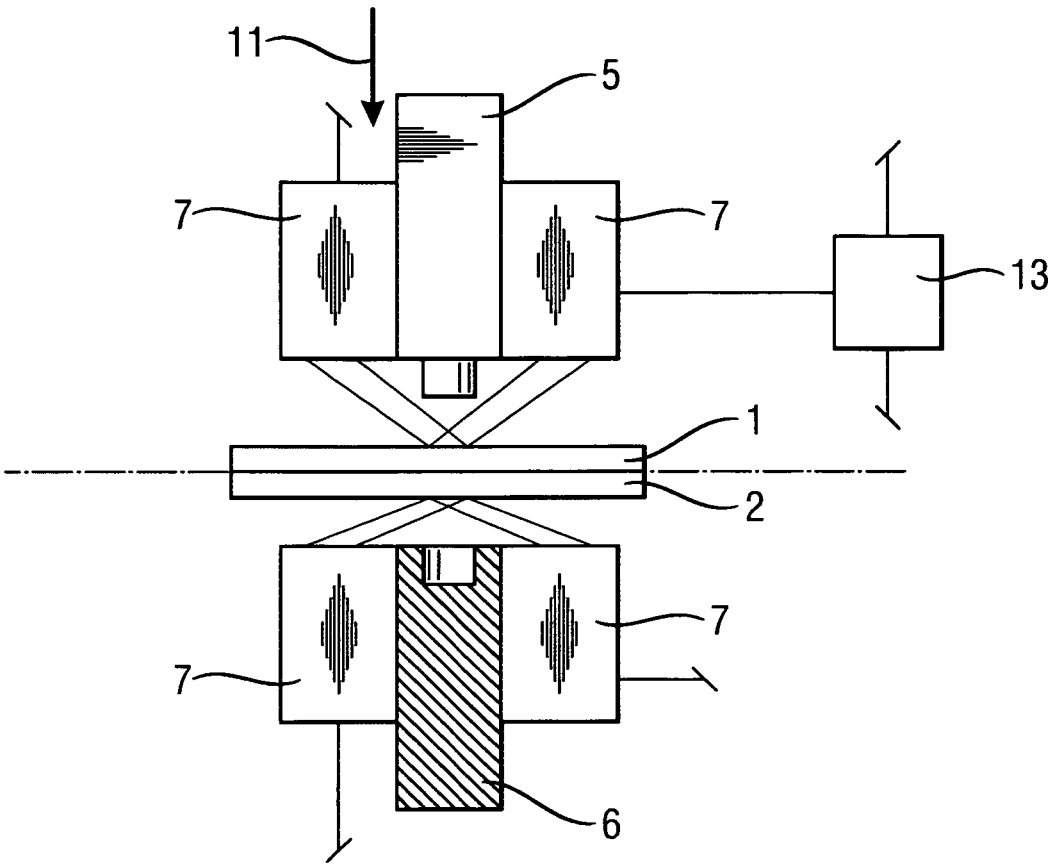


Fig. 3

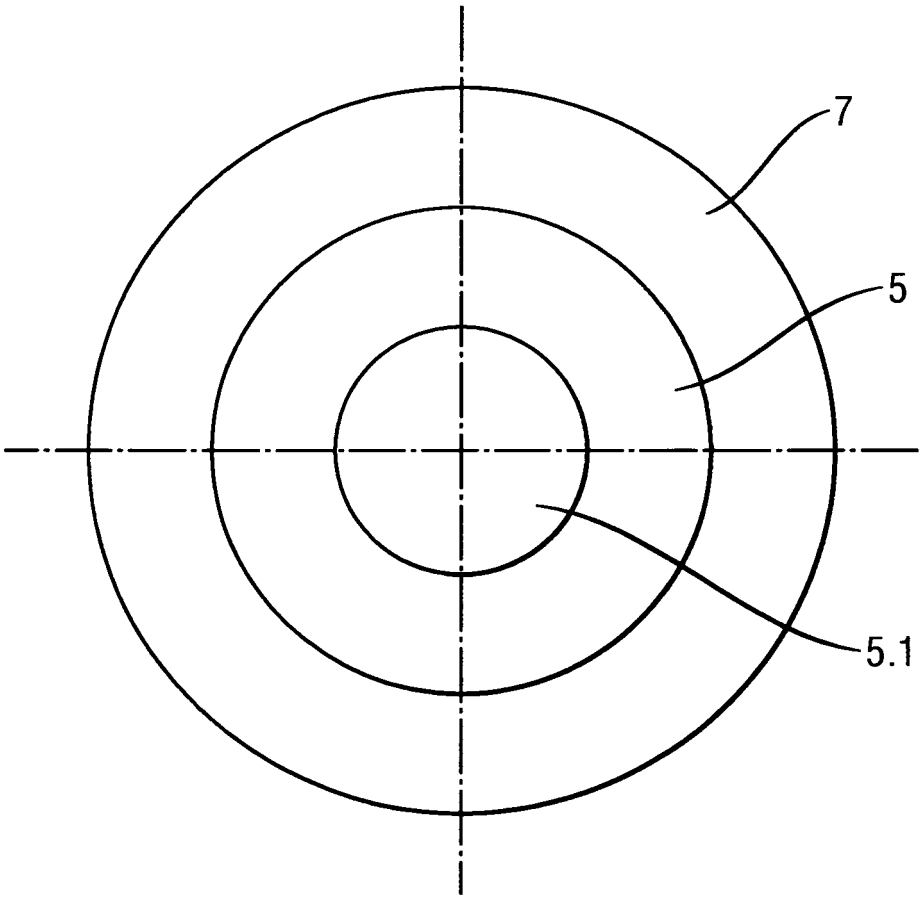


Fig. 4

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102004062896 B4 **[0001] [0009]**
- US 20030037428 A1 **[0011]**
- WO 02062499 A1 **[0012]**