

19



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

11 CH 687 009 A5

51 Int. Cl.⁶: B 23 K 026/08
B 23 K 026/16
H 02 K 015/02

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

21 Gesuchsnummer: 03274/92

22 Anmeldungsdatum: 22.10.1992

24 Patent erteilt: 30.08.1996

45 Patentschrift
veröffentlicht: 30.08.1996

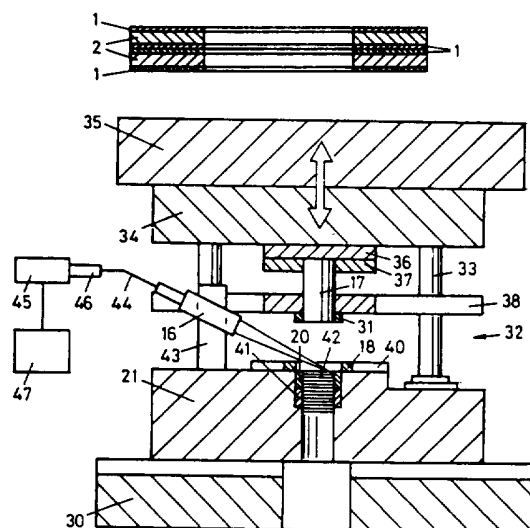
73 Inhaber:
Bruderer AG, Egnacher Strasse 44,
9320 Frasnacht (CH)

72 Erfinder:
Hellwig, Waldemar, Dr.-Ing., Arbon (CH)

74 Vertreter:
E. Blum & Co. Patentanwälte, Am Vorderberg 11,
8044 Zürich (CH)

54 Verfahren zum stoffschlüssigen Verbinden von Stanzteilen.

57 In einer Hochleistungsstanzpresse sollen ausgestanzte, gestapelte Stanzteile, auf deren Oberflächen ein Fremdstoff angeordnet ist, miteinander verschweisst werden. An der zu verschweisenden Stelle wird durch einen ersten Laserstrahlimpuls der auf der Oberfläche haftende Fremdstoff verdampft. Nach dem Verflüchtigen des verdampften Fremdstoffes wird durch einen zweiten Laserstrahlimpuls das Verschweissen durchgeführt. Beide Laserstrahlimpulse werden in Form eines Doppelschusses aus jeweils ein und derselben Fokussiereinrichtung einer Laserstrahlanlage abgegeben. Dabei befinden sich die miteinander zu verschweisenden Stanzteile gestapelt im Stanzwerkzeug einer jeweiligen Stanzpresse und das Verschweissen erfolgt als integraler Teil der innerhalb des Stanzwerkzeuges durchgeführten Bearbeitungsschritte zur Herstellung eines Stanzerzeugnisses.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum stoffschlüssigen Verbinden von Stanzteilen durch Lichtstrahlschweissung, welche Stanzteile in einer Stanzfolge eines Stanzwerkzeuges einer Stanzpresse aus einem Band oder Streifen ausgestanzt und im Stanzwerkzeug mit aufeinanderliegenden, ausgerichteten Kanten gestapelt und kurzzeitig gehalten werden und bei den stoffschlüssig zu verbindenden Stellen jeweils mindestens einen von Fremdstoff überdeckten Oberflächenabschnitt aufweisen.

Die Blechstreifen, die einer Stanzpresse zur Herstellung von Stanzteilen, bzw. jeweils eine Anzahl Stanzteile enthaltender Produkte zugeführt werden, weisen oft von einem Fremdstoff überdeckte Oberflächen auf. Ein solcher Fremdstoff kann beispielsweise fett- oder ölhaltiger Schmutz sein, ein aufgesprühtes, die Oberflächen benetzendes Korrosionsschutzmittel, ein Isolierstoff, im Falle dass die Stanzteile Stator- oder Rotorbleche sind oder ein Dielektrikum bei Transformatorenblechen, etc. Wenn insbesondere Stator- und Rotorbleche pakettiert werden, um Rotoren und Statoren herzustellen, sollte der Isolierstoff möglichst unverletzt bleiben. Dazu sind Verfahren zur Verbindung derartiger Stanzteile bekanntgeworden, gemäss welchen die Stanzteile zum Pakettieren ineinandergedrückt oder miteinander verkrallt werden, beispielsweise wie in der DE-A 3 203 123 offenbart ist. Zur Durchführung einer solchen rein mechanischen Verbindung muss das Folgewerkzeug mehrere Einzelstempel aufweisen, so dass das Werkzeug einen komplizierten Aufbau aufweist und hohe Herstellungskosten verursacht. Auch sind die mit solchen Werkzeugen erzielbaren Stanzgeschwindigkeiten von maximal 400 Hüben/min relativ klein und weiter können durch die örtlich begrenzten mechanischen Verbindungen der Stanzteile Verformungen entstehen, so dass die Stanzteile nicht genau ebenflächig aufeinander liegen und deshalb nicht zu einem einwandfreien Stapel zusammengefasst werden können.

Es sind auch andere Verfahren bekannt geworden, gemäss denen mit einem Isolierstoff beschichtete Stanzteile zusammengeschweisst werden, wobei die Isolationssschicht bei den zu schweisenden Stellen vor dem Schweissen abgekratzt wird. Auch dieses ist ein werkzeug- und zeitaufwendiges Verfahren.

Ziel der Erfindung ist, die angeführten Nachteile zu beheben und ein Verfahren zum stoffschlüssigen Verbinden von Stanzteilen zu zeigen, gemäss welchem Stanzteile, die mindestens einen von Fremdstoff überdeckten Oberflächenabschnitt aufweisen, während eines Hubvorganges einer Stanzpresse geschnitten bzw. gestanzt und gestapelt werden, während welchem Hubvorgang im Stanzwerkzeug auch die Beschichtung entfernt und die gestapelten Stanzteile mit Laserstrahlen zusammengeschweisst werden.

Das erfindungsgemässe Verfahren ist durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 und die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens durch die Merkmale des Patentanspruchs 8 gekennzeichnet.

Nachfolgend wird der Erfindungsgegenstand anhand der Zeichnungen beispielsweise näher erläutert. Es zeigt:

5 Fig. 1–3 das Zusammenschweissen von zwei Stanzteilen gemäss dem erfindungsgemässen Verfahren,

Fig. 4 eine Anwendung des Verfahrens bei einer weiteren Form eines Stanzteiles,

10 Fig. 5 die Abfolge der Lichtstrahlimpulse bezogen auf die Stellung der Exzenterwelle einer Stanzpresse,

Fig. 6 die Ausbildung einer Matrize in einem Unterwerkzeug mit zusammenzuschweisenden Stanzteilen, welche Lichtstrahlenimpulsen ausgesetzt werden, und

15 Fig. 7, teilweise schematisch, Teile einer Stanzmaschine einschliesslich Werkzeuge und Laseranlage zur Durchführung des Verfahrens.

20 Die Fig. 1–3 zeigen das Vorgehen beim Zusammenschweissen von beispielsweise mit einem Isolierstoff 1 beschichteten Statorblechen 2. Es soll angenommen werden, dass diese Stanzteile in einer Stanzpresse nach bekannten Vorgehen ausgestanzt und in einer Matrize des Unterwerkzeuges der Stanzpresse gestapelt worden sind. Das Hindurchfallen dieser Stanzteile durch die Matrize ist in bekannter Weise durch die sogenannte Bremse verhindert. Dabei soll bemerkt werden, dass die Schichtdicke des Isolierstoffes aus Gründen der Klarheit übertrieben gross dargestellt ist, insbesondere in bezug auf die Abmessungen der Fokussierstellen der Laserstrahlbündel.

35 Um die Matrize sind in diesem Ausführungsbeispiel vier Fokussiereinrichtungen 3, 4, 5, 6 angeordnet, welche über Lichtleiterkabel 7, 8, 9, 10 mit einer gemeinsamen Laserquelle verbunden sind. Die von den Fokussiereinrichtungen getaktet abgegebenen Laserstrahlenbündel sind mit den Bezugsziffern 11, 12, 13, 14 angedeutet. Es ist ersichtlich, dass diese Lichtstrahlenbündel 11, 12, 13, 14 auf die äusseren und inneren Kanten der miteinander zu verschweisenden Statorbleche gerichtet sind.

45 Zum Verbinden nun dieser zwei Stanzteile wird ein erster Lichtstrahlimpuls gegen die Kanten gerichtet, bei denen das Verschweissen stattfinden soll. Die durch diese Lichtstrahlen bei den entsprechenden Stellen erzeugte Energiemenge ist derart dosiert, dass der sich in diesem Beispiel hier befindliche Isolierstoff explosionsartig verdampft wird. Die Dosierung kann durch den Energieinhalt der Lichtstrahlen, d.h. der Laserstrahlen, der Zeitdauer, der Intensität derselben und auch durch zweckdienliche Wahl des Brennpunktes für ein optimales Verdampfen des Isolierstoffes gewählt werden. Die Wahl hängt insbesondere von der Art des zu entfernenden Überzuges und auch seiner Dicke ab, wobei eine obere Begrenzung dadurch gegeben ist, dass wohl eine blanke Metalloberfläche des Stanzteiles erreicht werden soll, ohne jedoch das Metall zu beeinflussen. Durch die aufgebrachten Laserstrahlen wird der Isolierstoff an den miteinander zu verschweisenden Kantenbereichen der Stanzteile weg verdampft, wie in der Fig. 2 dargestellt ist.

Nach Beendigung der Einwirkung der Laserstrahlen wird eine kurze Pause eingelegt, während welcher sich der gebildete Dampf verflüchtigen kann.

Danach werden wieder die Laserstrahlen zur Einwirkung auf die zu verschweisenden Stellen gebracht, wobei nun die dosierte Energiemenge höher ist, so dass ein Schmelzen und somit ein Verschweissen bei den den Laserstrahlen ausgesetzten Stellen an den Kanten der Stanzteile stattfindet. Damit ergeben sich einwandfreie Schweissstellen, wie in der Fig. 3 mit der Bezugsziffer 15 angedeutet ist. Da der Isolierstoff vor dem Schweissen entfernt worden ist, können keine durch den Isolierstoff hervorgerufenen Fehler, Lunker etc. an den Schweissstellen auftreten, womit eine einwandfreie Schweissung sichergestellt ist.

Mit diesem Schweissverfahren lassen sich nicht nur ebenflächige Stanzteile, wie beispielsweise Statorbleche und Rotorbleche zusammenschweissen, sondern irgendwelche andere Ausbildungen. Im Beispiel nach der Fig. 4, in welcher für entsprechende Teile dieselben Bezugsziffern wie in den Fig. 1-3 gebraucht sind, sind zwei Winkelprofile gemäss demselben Verfahren miteinander verschweisst worden.

Anhand der Fig. 5 wird nun gezeigt, wie dieses Verschweissen innerhalb eines Stanzhubes, d.h. innert einer 360°-Drehung der Exzenterwelle abläuft. Gleichzeitig soll erinnert werden, dass die Fokussiereinrichtungen innerhalb der Stanzpresse am Werkzeug angebaut sind, d.h. dass das Verschweissen innerhalb einer Stanzfolge durchgeführt wird.

Währenddem sich die Exzenterwelle durch den Winkelabschnitt I und durch den oberen Totpunkt OT bewegt ist das Werkzeug der Stanzpresse offen und das zu verarbeitende Blechband wird um einen Schritt in bekannter Weise vorgeschoben. Dieses Vorschieben wird bei der Winkelstellung 90° beendet und während dem Durchlaufen des nächstfolgenden Winkelabschnittes II wird das Band durch die Fangstifte justiert und festgeklemmt. Beim Durchlaufen des Winkelabschnittes III bis zum unteren Totpunkt UT bei 180° erfolgt die mechanische Arbeit, z.B. ein Ausstanzen von Stanzlingen durch Stempel. Beim unteren Totpunkt UT ist dieser Schneidevorgang beendet und es erfolgt während dem Durchlaufen des Winkelabschnittes IV das Ausfahren des Stempels.

Diese bis jetzt angeführten Verfahrensschritte sind für den Fachmann wohlbekannt, so dass sich weitere detaillierte Erklärungen derselben erübrigen.

Ist, wie bei diesem Beispiel angedeutet, der Stempel nach dem Durchlaufen des Winkelabschnittes IV ausgefahren, wird beim Durchlaufen des Winkelabschnittes V während einer ersten, in diesem Beispiel kurzen Zeitspanne t_1 ein erster Laserstrahlimpuls mit einem Energiegehalt E_1 auf die zu verschweisende Stelle gerichtet. Dieser erste Impuls bewirkt das Verdampfen der Fremdstoffschicht, z.B. des Isolierstoffes. Dieser Fremdstoff verdampft während der Zeitspanne t_2 und verflüchtigt sich. Danach wird der zweite Laserstrahlimpuls während einer Zeitspanne t_3 und mit einem höheren Energiegehalt E_2 gegen die zu verschweisende Stelle gestrahlt, womit die Schmelze erzeugt

wird, womit das Verschweissen erfolgt. Wie in der Fig. 5 angedeutet ist, kann sich der zweite Laserstrahlimpuls bis in die Phase Vorschub des Winkelabschnittes I erstrecken, solange das vorzuschiebende Band den Laserstrahl bzw. die Laserstrahlen nicht abdeckt.

Die Pulsfolge beträgt nur einige Millisekunden, so dass die Stanzpresse mit Hubfrequenzen bis im Bereich von 600 Hüben/min betrieben werden kann.

Sollte die totale Zeit $t_1 + t_2 + t_3$ während dem Winkelabschnitt V bei dicken Bändern für die Auswirkung der Energie der Laserstrahlen nicht ausreichen, kann durch die Wahl eines kleineren Vorschubwinkels während dem Winkelabschnitt I der Winkelabschnitt V vergrössert werden. Der Vorschubapparat der Stanzpresse würde dann nicht bereits bei der Stellung 270°, sondern erst später einsetzen, so dass das Band beispielsweise nur während 90° vorgeschoben wird.

Die Fig. 6 zeigt einen Stempel 17, die seitlichen Bandreste 18, 19 des (nicht dargestellten) Metallbandes, eine Matrize 20 und das Unterwerkzeug 21 einer Stanzpresse. Auch diese Teile sind dem Fachmann bekannt und benötigen keine nähere Beschreibung. In der Matrize 20, bzw. dem Unterwerkzeug 21 befinden sich vier Stanzteile 22, 23, 24, 25 mit einer zentralen Öffnung. Weiter ist in der Matrize 20 eine Öffnung 26 ausgebildet. Mit der Ausführung gemäss der Fig. 6 lässt sich mit drei Laserstrahlbündeln 27, 28, 29 arbeiten, die nicht gleichzeitig zum Einsatz kommen müssen.

Bei der Anordnung nach der Fig. 2 wird davon ausgegangen, dass vier Laserstrahlbündel 11, 12, 13, 14 gleichzeitig zur Einwirkung gebracht werden, wobei der zeitliche Ablauf bezogen auf die Winkelstellung der den Hub bestimmenden Exzenterwelle gemäss dem Diagramm der Fig. 5 verläuft.

Bei der Anordnung nach der Fig. 6 muss nun lediglich das Laserstrahlbündel 27, das gegen Innenkanten der zu verschweisenden Stanzteile gerichtet ist, dem zeitlichen Ablauf gemäss der Fig. 5 folgen. Es ist ersichtlich, dass das Laserstrahlbündel 27, wie es übrigens auch bei der Anordnung nach der Fig. 2 angenommen ist, lediglich im Abschnitt V der Rotation der Exzenterwelle nach Fig. 5 eingebracht werden kann. Das heisst, der Stempel 17 muss beim Aufwärtshub bereits einen Abstand von der Matrize 20 aufweisen, also den Abschnitt IV durchlaufen haben, um das Laserstrahlbündel 27 nicht abzudecken. Weiter darf der Vorschub des Metallbandes noch nicht derart begonnen haben, dass das Metallband das Laserstrahlbündel 27 mindestens teilweise abdecken würde. Das heisst, die Einwirkung des Laserstrahlbündels 27 erfolgt im Abschnitt V gemäss der Fig. 5.

Der Einsatz der Laserstrahlbündel 28, 29 ist hingegen lediglich durch die vertikale Bewegung der sich in der Matrize 20 befindlichen Stanzteile 22-25 bestimmt und weitgehend unabhängig von der Stellung des Stempels 17 oder der Stellung und Bewegung des Metallbandes, aus welchem die Stanzteile hergestellt werden. Dieses ist erreicht, indem in der Matrize 20, bzw. dem Unterwerkzeug 21 eine seitliche Durchtrittsöffnung für die Laserstrahlbündel ausgebildet ist. Dadurch kann die Beaufschlagung

mit Laserstrahlbündeln an den Aussenkanten der Stanzteile in jedem Abschnitt der Rotation der Exzenterwelle erfolgen, ausgenommen dem Abschnitt III, während welchem der Stempel 17 die genannte senkrechte Bewegung der Stanzteile verursacht.

Grundsätzlich ist zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens lediglich das Laserstrahlbündel 28, oder dann 29 notwendig.

Wird mit zwei Laserstrahlbündeln 28 und 29 gearbeitet, ist die Beaufschlagung der miteinander zu verschweisenden Stanzteile lediglich nach jeweils dem zweiten Arbeitshub der Stanzpresse notwendig.

Als weitere Variante kann das Laserstrahlbündel 28 mit entsprechend festgelegter Energiemenge lediglich zum Verdampfen des Isolierstoffes und das Laserstrahlbündel 29 mit einer entsprechend höheren Energiemenge zum eigentlichen Verschweissen eingesetzt werden.

Der Ordnung halber soll noch bemerkt werden, dass es nicht notwendig ist, dass jeweils zwei miteinander zu verschweisende Stanzteile aus demselben Werkstoff hergestellt sein müssen, solange sie legierungskonform sind. Offensichtlich können auch die Oberflächenbeschichtungen der Stanzteile unterschiedlich sein. Das heisst, dass hier ein breiter Bereich zum stoffschlüssigen Verbinden von Stanzteilen möglich ist.

Die Fig. 7 zeigt eine Ausbildung einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens in einer Stanzpresse. Auf dem Pressentisch 30 ist das Unterwerkzeug 21 des Stanzwerkzeuges 32 in bekannter Art und Weise montiert. Vom Unterwerkzeug 21 erstrecken sich die Führungssäulen 33 nach oben, durch welche Führungssäulen 33 das Oberwerkzeug 34 geführt ist. Das Oberwerkzeug 34 ist seinerseits mit dem Stößel 35 der Stanzpresse verbunden, welcher Stößel 35 in bekannter Weise über Pleuel mit der Exzenterwelle (beides nicht gezeigt) verbunden ist. Weiter ist unter dem Oberwerkzeug 34 eine Druckplatte 36 angedeutet, die mit der Stempelhalterplatte 37 verbunden ist. In dieser Stempelhalterplatte 37 ist der Stempel 17 gehalten und weiter ist ein Abstreifer 31 mit einer an den Führungssäulen 33 geführten Halteplatte 38 für den Stempel 17 angeordnet. Entlang des Unterwerkzeuges 21 erstrecken sich die Führungsplatten 39, 40 für das nicht gezeigte Metallband, aus welchem die Stanzteile herausgestanzt werden. Im Unterwerkzeug 21 ist die Matrize 20 eingesetzt, unterhalb welcher die Bremseinrichtung 41 zum Zurückhalten jeweils eines Paketes miteinander verbundener Stanzteile angeordnet ist. Die Stanzteile sind allgemein mit der Bezugsziffer 42 angedeutet. Auf dem Unterwerkzeug 21 ist eine Tragvorrichtung 43 zum Tragen und Verstellen der Fokussiereinrichtung 16 der Laseranlage angeordnet. Aus Gründen der Einfachheit ist nur eine Fokussiereinrichtung 16 eingezeichnet. Es ist offensichtlich, dass mehrere Fokussiereinrichtungen 16 vorhanden sein können, z.B. entsprechend der Anordnung nach der Fig. 2. Die Fokussiereinrichtung 16 ist über ein Lichtleiterkabel 44 mit einer Lasereinrichtung bzw. Laserquelle 45 verbunden. Die Lasereinrichtung 45 ist vorteilhaft ein sogenannter ge-

pulster Laser, dessen Strahlenquelle ein Glasstab oder ein YAG-Stab ist. Im Falle von mehreren Fokussiereinrichtungen, z.B. gemäss der Fig. 2, ist an der Lasereinrichtung 45 ein Strahlenteiler 46 vorhanden. Die Lasereinrichtung 45 ist ihrerseits durch eine Steuereinrichtung 47 gesteuert. Diese Steuereinrichtung 47 weist eine Codierscheibe bekannter Ausbildung auf, die mit der Exzenterwelle der Stanzpresse mechanisch verbunden ist. Eine Abtasteinrichtung wirkt mit der Codierscheibe zusammen, um die jeweilige Drehstellung der Exzenterwelle (siehe entsprechend Fig. 5) abzutasten. Diese Abtasteinrichtung ist mit einem Steuerschaltkreis verbunden, der die Signale aus der Abtasteinrichtung empfängt und seinerseits an die Lasereinrichtung 45 die Steuersignale zur Durchführung der entsprechenden Funktion, d.h. Abgeben von Laserstrahlimpulsen abhängig von der Stellung der Exzenterwelle abgibt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum stoffschlüssigen Verbinden von Stanzteilen (2; 22-25; 42) durch Lichtstrahlschweissung, welche Stanzteile in einer Stanzfolge eines Stanzwerkzeuges (32) einer Stanzpresse aus einem Band oder Streifen ausgestanzt und im Stanzwerkzeug (32) mit aufeinanderliegenden, ausgerichteten Kanten gestapelt und kurzzeitig gehalten werden und bei den stoffschlüssig zu verbindenden Stellen jeweils mindestens einen von Fremdstoff (1) überdeckten Oberflächenabschnitt aufweisen, dadurch gekennzeichnet, dass innerhalb einer Stanzfolge des Stanzwerkzeuges (32) gegen jede zu verschweisende Stelle der im Stanzwerkzeug (32) gestapelten Stanzteile (2; 22-25; 42) mindestens ein erster Lichtstrahlimpuls mit einem Energiegehalt und während einer ersten Zeitdauer gestrahlt wird, so dass bei der zu verschweisenden Stelle ein Verdampfen des Fremdstoffes stattfindet, dass nach Beendigung des Lichtstrahlimpulses während einer zweiten Zeitdauer ein Verflüchtigen des verdampfenden Fremdstoffes ermöglicht wird, und dass danach ein zweiter Lichtstrahlimpuls mit einem Energiegehalt und während einer dritten Zeitdauer gegen die zu verschweisende Stelle gestrahlt wird, so dass ein Verschweissen der Stanzteile (2; 22-25; 42) bei dieser Stelle stattfindet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Fremdstoff zwischen den aufeinanderliegenden Stanzteilen (2; 22-25; 42) verdampft wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Lichtstrahlimpuls eine andere Energiemenge als der zweite Lichtstrahlimpuls führt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Zeitdauer und Intensität des ersten Lichtstrahlimpulses unterschiedlich zur Zeitdauer und Intensität des zweiten Lichtstrahlimpulses sind.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-4, dadurch gekennzeichnet, dass die erste, zweite und dritte Zeitdauer unabhängig voneinander wählbar sind.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–5, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtstrahlen der Lichtstrahlimpulse gegen Kantenbereiche der Stanzteile (2; 22–25; 42) gestrahlt werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–6, dadurch gekennzeichnet, dass die jeweils aufeinanderfolgenden ersten und zweiten Lichtstrahlimpulse von derselben Fokussiereinrichtung (16) einer Laser-Anlage (45–47) ausgestrahlt werden.

8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche in einer Stanzpresse mit einer Exzenterwelle und einer Laseranlage (45–47) mit einer Laserquelle (45), welche Stanzpresse ein Stanzwerkzeug (32) einschliesslich einem Oberwerkzeug (34) und einem Unterwerkzeug (21) aufweist, und welche Laseranlage (45–47) eine von der den Stanzvorgang bestimmenden Winkelstellung der Exzenterwelle gesteuerte Steuereinrichtung (47) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Laseranlage (45–47) mindestens eine, mit dem Oberwerkzeug (34) oder dem Unterwerkzeug (21) verbundene Fokussiereinrichtung (3–6; 16) aufweist, und welche Steuereinrichtung (47) ein elektronisches Nockenwerk aufweist und dazu bestimmt ist, die Abgabe der Lichtstrahlimpulse durch die Laserquelle (45) abhängig von der den Stanzvorgang bestimmenden Winkelstellung der Exzenterwelle derart zu steuern, dass innerhalb eines Stanzvorganges mindestens zwei Lichtstrahlimpulse abgegeben werden.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass jede Fokussiereinrichtung (3–6; 16) mit dem Unterwerkzeug verbunden und über ein Lichtleiterkabel (7–10; 44) mit der Laserquelle verbunden ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass jede Fokussiereinrichtung (3–6; 16) derart angeordnet ist, dass die Lichtstrahlen (11–14) gegen Kantenbereiche und somit dazwischen vorhandenen Fremdstoff (1) der miteinander zu verbindenden Stanzteile (22–25) gerichtet sind.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8–10, dadurch gekennzeichnet, dass die Laserquelle (45), die Steuereinrichtung (47) und jede Fokussiereinrichtung (3–6; 16) der Laseranlage (45–47) derart ausgebildet sind, dass der erste und zweite Lichtstrahlimpuls aus jeweils derselben Fokussiereinrichtung (3–6; 16) ausgestrahlt werden.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

5

Fig. 1

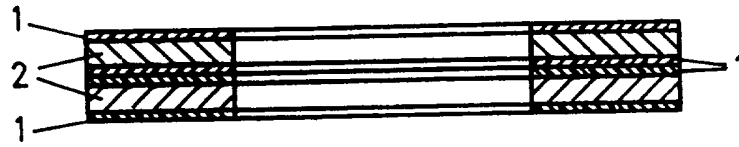


Fig. 2

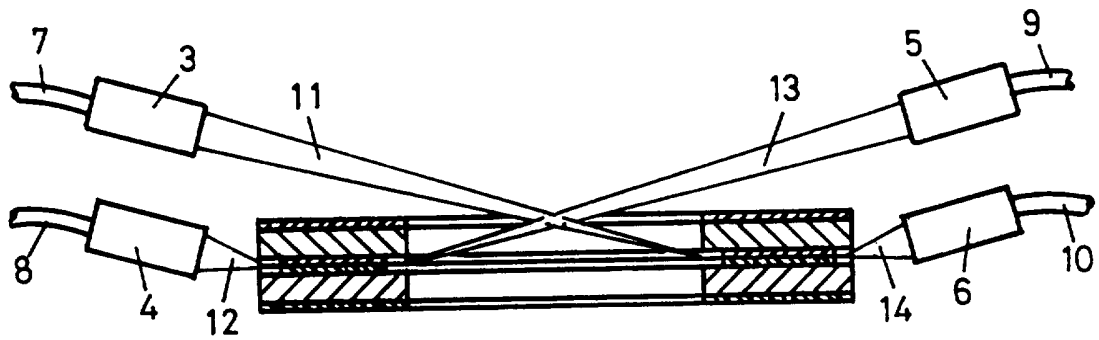


Fig. 3



Fig. 4

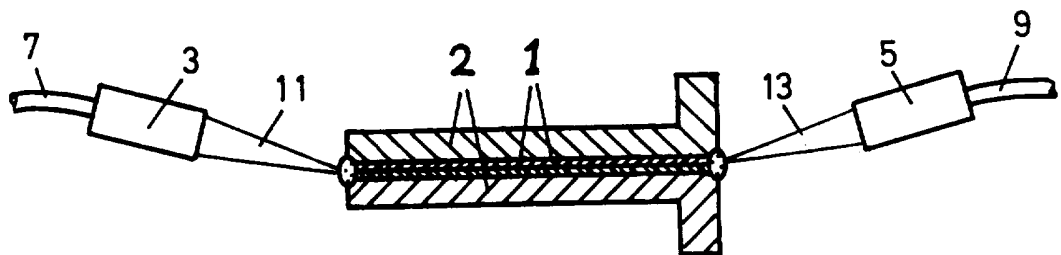


Fig. 5

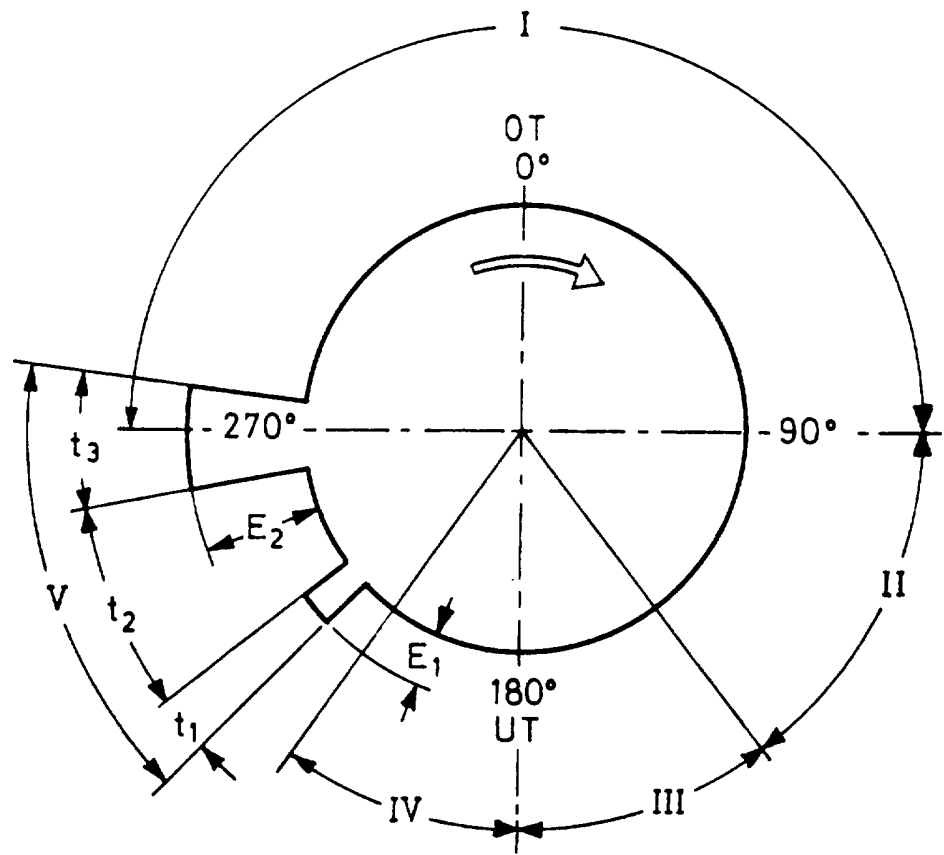


Fig. 6

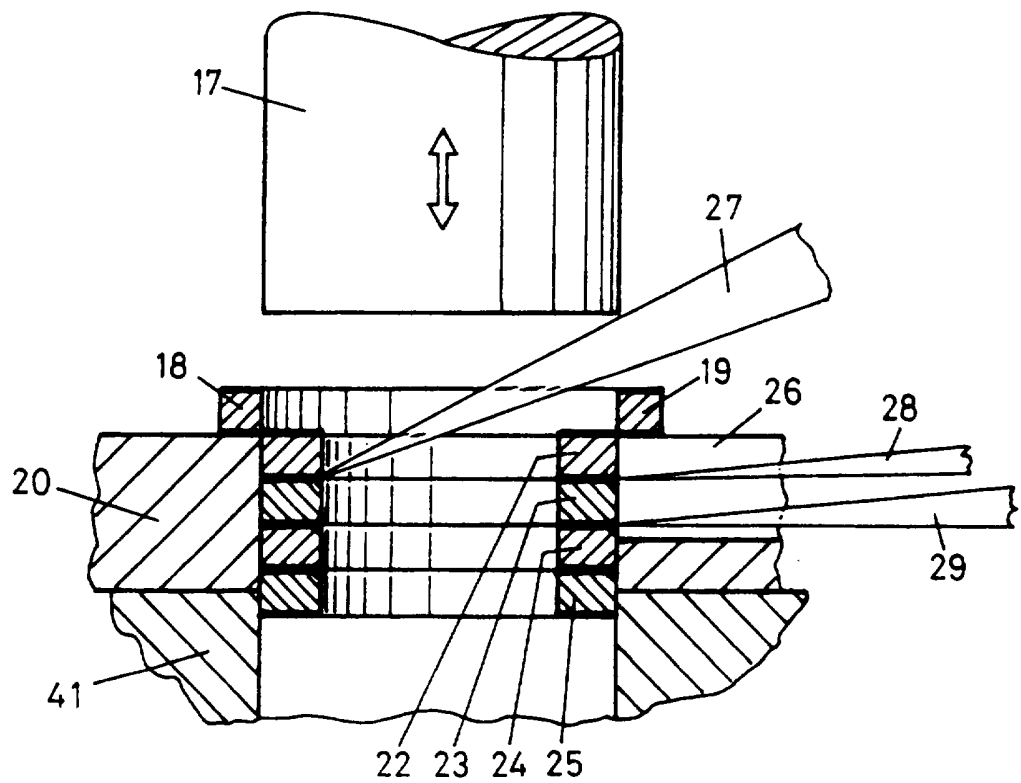


Fig. 7

