



(12) Ausschließungspatent

(11) DD 292 109 A5

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27.10.1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) H 01 J 37/317

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	DD H 01 J / 337 748 2	(22)	12.02.90	(44)	18.07.91
(71)	siehe (73)				
(72)	Panzer, Siegfried, Dr. rer. nat. Dipl.-Phys.; Döhler, Heinz; Bartel, Rainer, Dipl.-Phys.; Furchheim, Bodo, Dr.-Ing.; Arnold, Karlheinz, Prof. Dr. sc. techn., DE				
(73)	Forschungsinstitut Manfred von Ardenne, Zeppelinstraße 7, O - 8051 Dresden, DE				
(54)	Verfahren zum Beschriften metallischer Bauteile mit Elektronenstrahlen				

(55) Beschriften; Bauteile; Elektronenstrahlen; Strahlstrom; Beschriftungsfeld; Zeilenraster; Markierung; Punktraster; Markierungsort; Markierungsfeld

(57) Das Verfahren zum Beschriften metallischer Bauteile mit Elektronenstrahlen ist ein Ergänzungsprozeß zu anderen elektronenstrahltechnologischen Prozessen der Oberflächenveredelung. Erfindungsgemäß wird der Elektronenstrahl während des Aufbaus des Strahlstromes innerhalb des Beschriftungsfeldes in einem hochfrequent durchlaufenden Zeilenraster zur Einwirkung gebracht. Anschließend erfolgt die Markierung bei konstantem Strahlstrom innerhalb eines vorgegebenen Punktrasters mit konstanter Verweildauer sprunghaft von Markierungsort zu Markierungsort. Danach wirkt der Strahlstrom wieder gerastert auf dem Markierungsfeld.

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Beschriften metallischer Bauteile mit Elektronenstrahlen in elektronenstrahltechnologischen Anlagen, deren Elektronenstrahl eine hohe Leistung besitzt und nicht kurzzeitig pulsbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Elektronenstrahl mindestens während des upslope des Strahlstroms innerhalb des Beschriftungsfeldes auf dem Bauteil in einem hochfrequent durchlaufenden Zeilenraster ohne Werkstoffaufschmelzung zur Einwirkung gebracht wird, daß anschließend bei konstantem Strahlstrom innerhalb eines vorgegebenen Punktrasters mit konstanter Verweildauer sprungartig von Markierungsort zu Markierungsort entsprechend der auszuführenden Beschriftung mindestens einmal geführt wird und daß danach der Elektronenstrahl zumindest für die Zeitdauer des downslope des Strahlstromes, wiederum gerastert auf dem Beschriftungsfeld zur Einwirkung gebracht wird, wobei die Leistungsdichte im Strahlfokus und dessen Verweildauer an den Markierungsorten entsprechend dem genutzten Markierungseffekt und den vorliegenden Werkstoffeigenschaften gewählt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß in den Rasterphasen zur Temperaturführung des Werkstoffes im oberflächennahen Bereich des Beschriftungsfeldes die Strahlleistung und die Zeitdauer der Rasterung geregelt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem Elektronenstrahl während seiner Einwirkung an den Markierungsorten eine Zusatzablenkung überlagert wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Markierungsorte mit unterschiedlicher Zusatzablenkung mehrfach von Elektronenstrahlen durchlaufen werden.
5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Beschriftung vor dem Finishbearbeitungsprozeß durchgeführt wird und die Materialabtragtiefe größer als das Bearbeitungsaufmaß gewählt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Beschriftung auf einer zu härtenden Fläche vor der Härtung durchgeführt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei der Beschriftung gekrümmter Oberflächen der Strahlfokus durch dynamische Strahlfokussierung derart nachgeführt wird, daß er an jedem Markierungsort mit der Bauteiloberfläche zusammenfällt.
8. Verfahren nach Anspruch 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Beschriftung gemeinsam mit dem elektronenstrahltechnologischen Prozeß ausgeführt wird.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung dient zum Beschriften metallischer Bauteile mittels Elektronenstrahl als Ergänzungsprozeß zu anderen elektronenstrahltechnologischen Prozessen, wie dem Schweißen und der thermischen Oberflächenveredlung.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Es ist bekannt, mit Energiestrahlen, wie Laser- und Elektronenstrahlen, Beschriftungen auszuführen. Beim Beschriften metallischer Bauteile erfolgt die Darstellung der Beschriftungselemente durch Werkstoffaufschmelzung oder Werkstoffabtragung. Grundvoraussetzung aller derartigen Beschriftungstechniken ist die Pulsbarkeit des Energiestrahls. Beschriftungsanlagen mit Energiestrahlen wurden bisher praktisch ausschließlich mit Laserstrahlen realisiert. Elektronenstrahltechnologische Anlagen mit Strahlleistungen im Multikilowattbereich, wie sie für das Schweißen und die thermische Oberflächenveredlung eingesetzt werden, verfügen im allgemeinen nicht über die notwendige schnelle Pulsbarkeit des Elektronenstrahls. Der up- und downslope des Elektronenstrahlstroms liegt hier typisch im Zehntelsekundenbereich. Mit diesen dynamischen Eigenschaften der Strahlstromsteuerung waren bisher keine wirtschaftlich attraktiven Beschriftungstechnologien realisierbar. Aus diesen Gründen wurden elektronenstrahltechnologisch bearbeitete Bauteile in separaten technologischen Prozessen beschriftet.

Eine weitere Schwierigkeit kann sich bei bestimmten Werkstoffen dadurch ergeben, daß durch das Aufschmelzen oder thermische Abtragen von Werkstoff an den Markierungsorten unerwünschte Mikrorisse entstehen.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht darin, bei Bauteilen, die elektronenstrahltechnologischen Prozessen wie Schweißen oder thermischer Oberflächenveredlung unterzogen werden, das Beschriften als separate technologische Operation zu eliminieren.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Beschriftungsverfahren für Bauteile aus beliebigen metallischen Werkstoffen mit Elektronenstrahlen zu schaffen, das in elektronenstrahltechnologischen Anlagen, die mit hoher Strahlleistung arbeiten, wie zum Schweißen und zur thermischen Oberflächenveredelung, als Ergänzungsprozeß ausführbar ist. Der in diesen Anlagen eingesetzte Elektronenstrahl ist nicht kurzzeitig pulsbar, aber soll zur Beschriftung genutzt werden.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mit einem nicht pulsaren Elektronenstrahl hoher Leistung dadurch gelöst, daß der Elektronenstrahl mindestens während des upslope des Strahlstromes innerhalb des vorgegebenen Beschriftungsfeldes auf dem Bauteil in einem hochfrequent durchlaufenden Zeilenraster ohne Werkstoffaufschmelzung einwirkt, anschließend bei konstantem Strahlstrom innerhalb eines vorgegebenen Punktrasters mit konstanter Verweildauer sprungartig von Markierungsort zu Markierungsort entsprechend der auszuführenden Beschriftung mindestens einmal geführt wird und danach, zumindest für die Zeitdauer des downslope des Strahlstromes, wiederum gerastert auf dem Beschriftungsfeld einwirkt. Die Leistungsdichte im Strahlfokus und dessen Verweildauer an den Markierungsorten wird entsprechend dem genutzten Markierungseffekt und den vorliegenden Werkstoffeigenschaften gewählt.

Bei der Beschriftung von Bauteilen aus kritischen Werkstoffen ist es zweckmäßig, die beiden Rasterphasen über die slope-Zeiten des Strahlstromes hinaus auszudehnen oder gegebenenfalls in den Rasterphasen mit, gegenüber der Beschriftung, erhöhter Strahlleistung zu fahren und dadurch eine gesteuerte Temperaturführung des Werkstoffes innerhalb des Beschriftungsfeldes vorzunehmen.

Bei elektronenstrahltechnologischen Anlagen, die über eine Einrichtung zur rasterelektronischen Oberflächenabbildung verfügen, kann zweckmäßig dieses Ablenkraster genutzt werden.

Ferner ist es zweckmäßig, bei größeren Beschriftungszeichen die Markierungsorte dadurch zu vergrößern, daß während der Strahlverweildauer an den Markierungsorten dem Elektronenstrahl eine zusätzliche Ablenkung überlagert wird oder daß mit unterschiedlicher Zusatzablenkung des Elektronenstrahls die Markierungsorte mehrfach durchlaufen werden, so daß jeder Markierungsort aus mehreren bearbeiteten Subelementen gebildet wird.

Es ist weiterhin zweckmäßig, bei anschließender Finishbearbeitung die Markierung durch abtragende Bearbeitung bis zu einer Tiefe, die größer als ein vorgegebenes Finishbearbeitungsaufmaß ist, vorzunehmen. Dadurch bleibt die Beschriftung auch nach der Finishbearbeitung erhalten.

Bei der Beschriftung gekrümmter Oberflächen ist es vorteilhaft, den Strahlfokus durch dynamische Strahlfokussierung so nachzuführen, daß er an jedem Markierungsort mit der Bauteiloberfläche zusammenfällt.

Ist die Beschriftungsfläche gleichzeitig eine mit dem Elektronenstrahl zu härtende Fläche, so erfolgt die Beschriftung zweckmäßig vor dem Härtevorgang.

Es ist auch zweckmäßig, die Beschriftung in einem Prozeßschritt gemeinsam mit dem vorgesehenen elektronenstrahltechnologischen Prozeß wie z. B. einem Schweiß- oder thermischen Oberflächenveredelungsprozeß auszuführen.

Ausführungsbeispiel

In den zugehörigen Zeichnungen zeigen

- Fig. 1: eine Darstellung des Schriftfeldes auf dem Ausschnitt eines ebenen Bauteiles,
 Fig. 2: ein Teilfeld des Schriftfeldes mit Darstellung eines alphanumerischen Zeichens,
 Fig. 3: ein Strahlstrom-Zeit-Regime zur Durchführung der Beschriftungsaufgabe,
 Fig. 4: eine ausgeführte Markierung im Schnitt.

Auf einem in Fig. 1 ausschnittsweise dargestellten ebenen Bauteil 1 aus Stahl ist im Schriftfeld 2 mit den Seitenabmessungen $A \times B$ eine aus alphanumerischen Zeichen bestehende Beschriftung auszuführen.

In bekannter Weise ist dazu das Schriftfeld 2 in Teilfelder 3 matrixartig unterteilt. In jedem der Teilfelder 3 ist ein alphanumerisches Zeichen darstellbar. Zur Zeichendarstellung ist wiederum, wie in Fig. 2 dargestellt, jedem Teilfeld 3 eine aus $n_A \times n_B$ Elementen bestehende Submatrix möglicher Strahleinwirk- und damit Markierungsorte 4 zugeordnet. Durch geeignete Wahl der Markierungen 5 innerhalb der möglichen Auswahl von Markierungsorten 4 erfolgt die Zeichendarstellung, im Beispiel ein E.

Zur Ausführung der Beschriftung wird der in Fig. 3 dargestellte und in analoger Form auch für andere elektronenstrahltechnologische Prozesse übliche Strahlstrom-Zeit-Verlauf programmiert. Während der slope Zeiten $0 \leq t \leq t_1$ und $t_2 \leq t \leq t_3$ wird der Elektronenstrahl in einem 256 Zeilen umfassenden und das Schriftfeld 2 bedeckenden Zeilenraster mit einer Zeilenfrequenz von 15 kHz auf dem Bauteil 1 zur Einwirkung gebracht. Während der Zeit $t_1 \leq t \leq t_2$, also in der Zeitphase mit konstantem Strahlstrom I_m , erfolgt die Beschriftung. Dazu wird der in die Beschriftungsebene fokussierte Elektronenstrahl sprungartig von einem zum anderen der Markierungsorte 5 geführt und an jedem dieser Markierungsorte 5 für eine bestimmte Zeit Δt zur Einwirkung gebracht. Bei einer Leistungsdichte von $\geq 10^6 \text{ Wcm}^{-2}$ im Strahlfokus erfolgt innerhalb einer Zeit Δt von 100 μs ein Aufschmelzen und teilweises Verdampfen des Werkstoffes im Einwirkungsbereich des Elektronenstrahls.

Es entsteht die in Fig. 4 im Schnitt dargestellte Markierung. Sie besteht aus einer Vertiefung 6 und einer geschmolzenen Zone 7. Durch Anpassung von Leistungsdichte im Strahlfokus und Verweildauer Δt des Elektronenstrahls am Markierungsort können die Ausdehnung der geschmolzenen Zone 7 und die Tiefe der Vertiefung 6 den Wünschen an die Markierung angepaßt werden. Die sprungartige Strahlablenkung von einem Markierungsort zum anderen sowie die Übergänge zwischen Markierungs- und Rasterregime der Strahlablenkung erfolgen so schnell, daß während dieser Übergänge keine Werkstoffaufschmelzung entsteht.

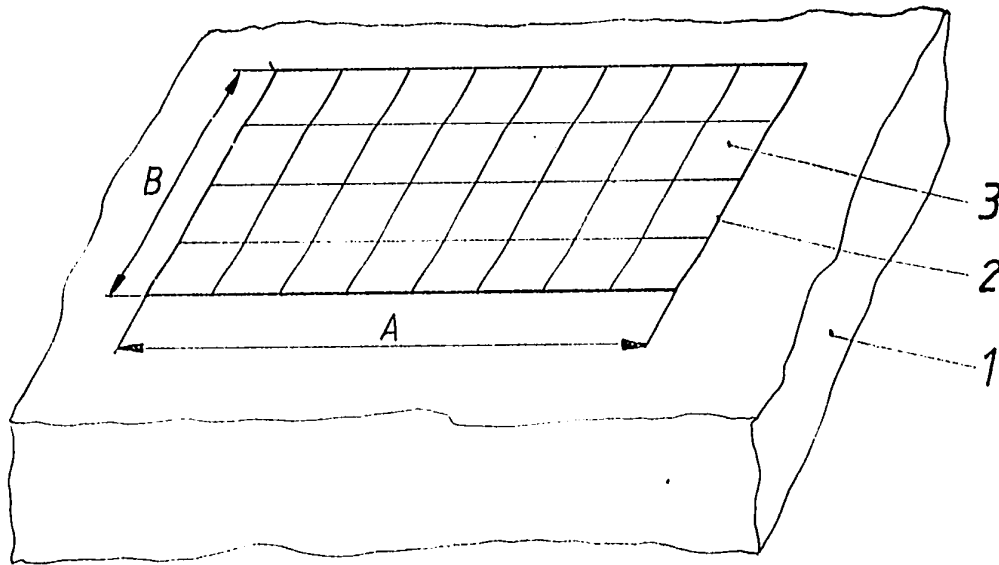


Fig. 1

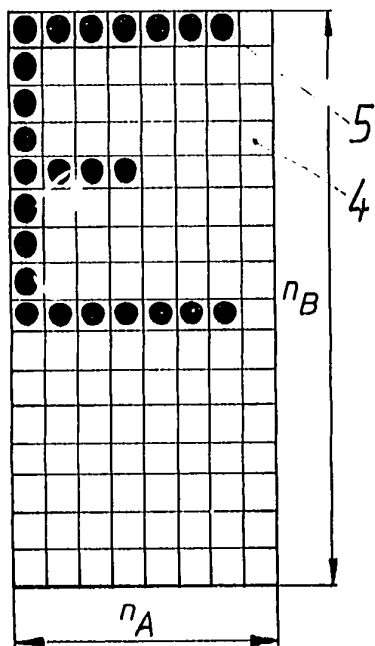


Fig. 2

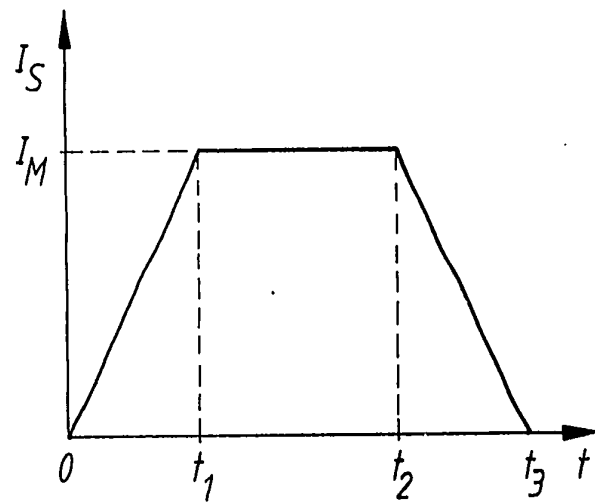


Fig. 3

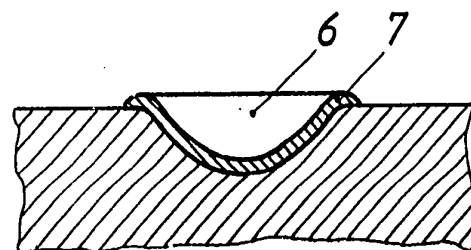


Fig. 4