

(19)



REPUBLIK  
ÖSTERREICH  
Patentamt

(10) Nummer:

**AT 406 748 B**

(12)

# PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1945/98  
(22) Anmeldetag: 21.05.1996  
(42) Beginn der Patentdauer: 15.01.2000  
(45) Ausgabetag: 25.08.2000

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **B23K 7/10**

(62) Ausscheidung aus Anmeldung Nr.: 896/96

(56) Entgegenhaltungen:  
EP 77140A GB 2131571A

(73) Patentinhaber:  
IGM ROBOTERSYSTEME AG  
A-2355 WR. NEUDORF, NIEDERÖSTERREICH  
(AT).

## (54) VORRICHTUNG ZUM SCHNEIDEN VON FASEN

(57) Eine Vorrichtung zum Schneiden von Fasen mit Hilfe eines thermischen Schneidwerkzeuges 40 besitzt einen Auflagetisch 1 für das Werkstück 14. Das Schneidwerkzeug 40 ist relativ zum Auflagetisch 1 beweglich und an einem Schneidkopf 2 um mehrere Achsen verstellbar befestigt. Am Schneidkopf 2 ist ein Werkstückkantensensor 50 angeordnet. Der Werkstückkantensensor 50 ist am Schneidkopf 2 unabhängig vom Schneidwerkzeug 40 verdrehbar gelagert.

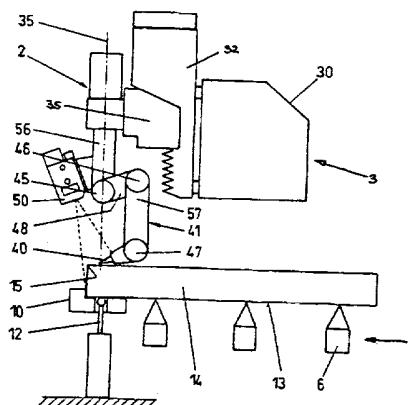


FIG. 1

**AT 406 748 B**

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Schneiden von Fasen mit einem thermischen Schneidwerkzeug, das relativ zu einer Auflagefläche für ein Werkstück an einem Schneidkopf über eine Halterung um mehrere Achsen verstellbar befestigt ist.

Die Anforderungen der robotergestützten Fertigung von Komponenten, insbesondere des Großmaschinenbaus machen eine möglichst optimale Vorbereitung der Werkstücke wichtig. Erst wenn in der Vorfertigung enge Toleranzen eingehalten werden können, können für das Schweißen Roboteranlagen erfolgreich und wirtschaftlich eingesetzt werden.

Insbesondere bei der Vorbereitung von Schweißnähten an dickwandigen (Blech-)Teilen, wie beispielsweise Rahmen für Baggeraufbauten, bedarf die Herstellung der Fasen an den durch Schweißung miteinander zu verbindenden Rändern von Werkstücken besonderes Augenmerk.

Ein präzises Anfasen der Werkstückkanten ist eine wichtige Voraussetzung für das nachfolgende automatische Schweißen von hochbeanspruchten Werkstücken und kann daher mit Brennschneidanlagen ohne kontinuierliche Sensormachführung nur schwer erreicht werden, da Ungenauigkeiten durch unebene Bleche, Verschleiß des Auflagerostes am Auflagetisch und Verziehen der Bleche während des Schneidens entstehen.

Aus der GB 2 131 571 A und der EP 0 077 140 A ist es für Schweißroboter bekannt, am Schweißbrenner Sensoren und Lichtquellen starr zu befestigen, um eine Naht verfolgen zu können.

Ein ähnlicher Vorschlag ist in dem Aufsatz von P. Drews et.al. "Stand der Sensorentwicklung für Schutzgasschweißroboter" in Schweißen und Schneiden 36 (1984), Heft 4, Seiten 166 bis 171, enthalten.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Gattung anzugeben, mit der beim Fasen mit Hilfe von thermischen Schneidwerkzeugen die Werkstückkanten problemlos verfolgt werden können.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß ein Werkstückkantensensor zum Erfassen und Verfolgen einer zu fasenden Kante des Werkstückes am Schneidkopf angeordnet ist, daß der Werkstückkantensensor, vorzugsweise eine Laserkamera, unabhängig von der Halterung für das Schneidwerkzeug am Schneidkopf um wenigstens 180° verschwenkbar gelagert ist und daß ein vom Schwenkantrieb für die Halterung des Schneidwerkzeuges unabhängiger Schwenkantrieb für den Werkstückkantensensor vorgesehen ist.

Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird ein Fasenschneider für thermische Schneidwerkzeuge zur Verfügung gestellt, der eine sehr genaue und das Schweißen erleichternde Vorbereitung der Schweißnaht durch Fasen erlaubt. Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es möglich, Fasen mit einer Steghöhen Genauigkeit von besser als  $\pm 0,5$  mm zu erzielen.

Vorteilhaft ist bei der Erfindung, daß der Werkstückkantensensor, mit dem die zu fasende Blechkante erfaßt und verfolgt wird, relativ zum Schneidwerkzeug (um 180°) verstellt werden kann. Dies erlaubt insbesondere in Verbindung mit einer gekrümmten Werkzeugspitze, insbesondere einem gekrümmten Schneidbrenner, das Bearbeiten von Ober- und Unterfasen mit Sensormachführung. So ist das Herstellen von an der Unterseite des Werkstückes liegenden Fasen (Unterfasen) auch in kreisförmigen Ausschnitten (Innen-Unten-Fasen) mit kleinem Durchmesser möglich.

Bei der Erfindung kann der Werkstückkantensensor die Werkstückkante vorlaufend zum Schneidwerkzeug vermessen. Aufgrund der Meßwerte wird das Schneidwerkzeug während der Schneidfahrten kontinuierlich entlang der Werkstückkante geführt. Damit ist eine präzise Einhaltung der programmierten Fasenabmessungen gewährleistet.

Besonders vorteilhaft kann mit der Erfindung eine Software für die thermischen Schneidaufgaben kombiniert werden.

Eine bevorzugte Software ist für eine besonders einfache Erstellung von Arbeitsprogrammen zum Fasenschneiden an ebenen Blechen als Werkstücke optimiert. Dabei berechnet die Steuerung alle Stellungen der Achsen des Schneidsystems aus den durch "Teach-In" oder "Off-Line" bestimmten Werkstückkonturen und den numerisch dazu angegebenen Fasenparametern (Fasenwinkel und Steghöhe bzw. Fasenbreite und Fasentiefe) unter Berücksichtigung der programmierten Blechdicke sowie der Werkzeug-, insbesondere brennerspezifischen Parameter (Schnittfugenbreite).

Eine räumlich günstige Anordnung ergibt sich, wenn gemäß einer Ausführungsform der

Erfindung der Werkstückkantensensor an einer Halterung befestigt ist, die an einem Ring montiert ist, der am Schneidkopf verdrehbar gelagert ist.

Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann vorgesehen sein, daß der Werkstückkantensensor und die Halterung für das Schneidwerkzeug am Schneidkopf um dieselbe Achse verschwenkbar sind. Diese Ausführungsform kann auch so ausgebildet sein, daß der Werkstückkantensensor durch einen Antrieb in Richtung der Achse verstellbar an der Halterung befestigt ist. So kann der bearbeitbare Bereich von Stärken der Werkstücke erhöht werden.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachstehenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels der Erfindung, in welcher auf die Zeichnungen Bezug genommen wird. Es zeigt: Fig. 1 schematisch eine Vorrichtung zum Schneiden von Fasen und Fig. 2 eine Ausführungsform eines Schneidkopfes.

Eine in Fig. 1 gezeigte Vorrichtung zum Schneiden von Fasen besteht aus einem Auflagetisch 1 und einem Schneidkopf 2, der an einem Portal 3 mit horizontalem Steg 30 vorgesehen ist.

Der Auflagetisch 1 besitzt eine Auflagefläche, die von einander kreuzenden Metalleisten gebildet wird, in deren Kreuzungspunkten wahlweise, d.h. in Abhängigkeit von der Kontur des Werkstückes 14, Stützelemente 6 mit konischer Spitze (vorzugsweise aus Stahl) eingesetzt werden können.

In einer Ecke der Auflagefläche des Auflagetisches 1 ist ein Werkstückanschlag 10 vorgesehen. Der Werkstückanschlag 10 ist unter die Auflagefläche des Auflagetisches 1 versenkbar und kann durch einen Deckel abgedeckt werden, so daß er während des Fasenschneidens nicht stört und auch selbst durch das Fasenschneiden nicht beeinträchtigt wird.

Der Schneidkopf 2 ist am oberen, horizontalen Steg 30 des Portals 3 verfahrbar geführt. Der Schneidkopf 2 trägt um eine in Gebrauchslage lotrechte Achse 35 verdrehbar ein Schneidwerkzeug 40, mit dem ein thermisches Schneiden ("thermisches Schneidwerkzeug") möglich ist. Das Schneidwerkzeug 40 kann mit gekrümmter (Brenner-)Spitze 42 ausgeführt sein (Fig. 2). Beispiele für solche thermischen Schneidwerkzeuge sind Laserschneidwerkzeuge, Elektronenstrahlschneidwerkzeuge und Plasma- oder Autogenschneidbrenner. Das Schneidwerkzeug 40 ist gegenüber seinem am Steg 30 des Portals 3 auf Führungsschienen 31 horizontal verfahrbaren Schlitten 32 vertikal verstellbar.

Fig. 1 zeigt schematisch den am Schneidkopf 2 montierten, beispielsweise als Laserkamera ausgebildeten, Werkstückkantensensor 50 für das Erfassen und Verfolgen der zu fasenden Werkstückkante 15.

Zusätzlich kann diese Kamera 50 in Kombination mit einer Ausgestaltung des Werkstückanschlages 10 zum Erfassen der Blechdicke herangezogen werden, wie dies in Fig. 1 schematisch dargestellt ist. Hierzu ist dem Werkstückanschlag 10 ein Meßtaster 12 zugeordnet, der an die Unterseite 13 eines Werkstückes 14 aus Blech, das auf den Stützelementen 6 aufliegt, angelegt wird. Mit Hilfe der von dem Werkstückkantensensor 50 erfaßten Lage der oberen Kante 15 des Werkstückes 14 und der Lage des Meßfühlers 12 kann die Stärke des Werkstückes 14 erfaßt werden.

Das Schneidwerkzeug 40 ist am Schneidkopf 2 über eine als Parallelogrammschwinge ausgebildete Halterung 41 befestigt. Durch das Parallelogrammsystem kann das Schneidwerkzeug 40 ohne daß sich die Höhenlage und die seitliche Ausrichtung der Spitze des Schneidwerkzeuges 40 ändert, gekippt werden, wie dies auch in Fig. 2 durch verschiedene Lagen des Schneidwerkzeuges 40 und seiner Halterung 41 symbolisiert ist. Durch die Ausbildung der Halterung 41 für das Schneidwerkzeug 40 als Parallelogrammsystem ist, wie in Fig. 2 angedeutet, gewährleistet, daß sich beim Ändern der Winkelstellung des Schneidwerkzeuges 40 zur Achse 35 (diese steht in der Regel senkrecht zur Oberfläche des Werkstückes 14) die Lage der Spitze des Schneidwerkzeuges 40 nicht ändert, d.h. sie wird weder seitlich noch der Höhe nach bewegt, so daß ein Nachjustieren über die übrigen Achsen des Schneidkopfes 2 bzw. des Portals 3 nicht erforderlich ist.

Für das Bewegen des Schneidwerkzeuges 40 und seiner Halterung 41, ist ein Antrieb 44 für die Gelenke 45, 46 und 47 der Halterung 41 vorgesehen. Das bedeutet, daß für jede Stellung des Mittelstückes 48 der Halterung 41 eine bestimmte Winkelstellung des Schneidwerkzeuges 40 zwangsweise herbeigeführt wird (das Schneidwerkzeug 40 bleibt also "parallel" zum Mittelstück 48 der Halterung 41).

Weitere Einzelheiten der Konstruktion des Schneidkopfes 2 und der Halterung 41 des Schneidwerkzeuges 40 werden im folgenden an Hand der Fig. 2 erläutert.

Der Schneidkopf 2 ist über an seinem Schlitten 32 vorgesehene Führungsschuhe auf Führungsschienen 31 am Steg 30 des Portals 3 horizontal verschiebbar. Das Tragegehäuse 33 des Schneidkopfes 2 ist am Schlitten 32 lotrecht verstellbar geführt.

Die Halterung 41 für das Schneidwerkzeug 40 ist am Tragegehäuse 33 des Schneidkopfes 2 mit Hilfe eines Antriebes 34 über ein Lager 36 um die Achse 35 verdrehbar gelagert.

Die als Werkstückkantensensor 50 dienende (Laser-)Kamera ist an einem Halter 51 mit Hilfe eines Antriebes 52 lotrecht verstellbar gelagert. Der Halter 51 ist an einem Ring 53 befestigt, der über ein Lager 54 drehbar am Tragegehäuse 33 des Schneidkopfes 2 unabhängig vom Schneidwerkzeug 40 verdrehbar ist. Hierzu ist ein Antriebsmotor 55 vorgesehen.

Die von der Verdrehbarkeit des Schneidwerkzeuges 40 und seiner Halterung 41 (Antrieb 34) um die Achse 35 unabhängige Verstellbarkeit des Werkstückkantensensors 50 bezüglich dieser Achse 35 (Antrieb 53) erlaubt es, diesen aus der in Fig. 2 rechts eingezeichneten Lage in die in Fig. 5 links eingezeichnete Lage 50" zu verstellen, ohne daß die Lage des Schneidwerkzeuges 40 durch Betätigen seines Antriebes 44 relativ zur Achse 35 verändert werden muß. Dies ergibt folgenden Vorteil:

Der Werkstückkantensensor 50 kann die Lage der zu fasenden Kante 15 des Werkstückes 14 nur erfassen, wenn er die Kante 15 des Werkstückes 14 "sieht".

Beim Herstellen von Oberfasen sind das Schneidwerkzeug 40 und der Werkstückkantensensor 50, wie in Fig. 2 in durchgehenden Linien eingezeichnet, ausgerichtet. Der Werkstückkantensensor 50 "sieht" die beim Herstellen der Fase verschwindende Kante 15 des Werkstückes 14.

Wenn eine Unterfase hergestellt werden soll, muß der Werkstückkantensensor 50 um die Kante des Werkstückes 14 zu sehen, in die gleiche Richtung "blicken" wie das Schneidwerkzeug 40 tätig wird. Dies wird erreicht, indem der Werkstückkantensensor 50 in die Stellung 50" verstellt wird. Es ist daher äußerst vorteilhaft, wenn die Lage des Werkstückkantensensors 50 unabhängig von der Lage des Schneidwerkzeuges 40 geändert werden kann, was durch gesonderte Lagerung (Lager 54) und Antrieb (Antrieb 55) des Werkstückkantensensors 50 in der erfindungsgemäßen Vorrichtung möglich ist.

Es versteht sich, daß der Werkstückkantensensor 50 von seinem Antrieb 55 geführt beim normalen Erfassen der Kante 15 eines Werkstückes 14 beim Erzeugen von Fasen synchron mit dem Schneidwerkzeug 40 bewegt werden kann bzw. das Schneidwerkzeug 40 synchron mit dem Werkstückkantensensor 50 bewegt wird, da dieser in der Regel dem Schneidwerkzeug 40 vorlaufend eine charakteristische Kante des Werkstückes 14, beispielsweise die Kante 15, die gefaßt werden soll, erfaßt.

Zusammenfassend kann ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wie folgt dargestellt werden:

Eine Vorrichtung zum Schneiden von Fasen mit Hilfe eines thermischen Schneidwerkzeuges 40 besitzt einen Auflagetisch 1 für das Werkstück 14. Das Schneidwerkzeug 40 ist relativ zum Auflagetisch 1 beweglich und an einem Schneidkopf 2 um mehrere Achsen verstellbar befestigt. Am Schneidkopf 2 ist ein Werkstückkantensensor 50 angeordnet. Der Werkstückkantensensor 50 ist am Schneidkopf 2 unabhängig vom Schneidwerkzeug 40 verdrehbar gelagert.

## PATENTANSPRÜCHE:

1. Vorrichtung zum Schneiden von Fasen mit einem thermischen Schneidwerkzeug (40), das relativ zu einer Auflagefläche (1) für ein Werkstück (14) an einem Schneidkopf (2) über eine Halterung (41) um mehrere Achsen verstellbar befestigt ist, dadurch gekennzeichnet, daß am Schneidkopf (2) ein Werkstückkantensensor (50) zum Erfassen und Verfolgen einer zu fasenden Kante (15) des Werkstückes (14) angeordnet ist, daß der Werkstückkantensensor (50), vorzugsweise eine Laserkamera, unabhängig von der Halterung (41) für das Schneidwerkzeug (40) am Schneidkopf (2) um wenigstens 180° verschwenkbar gelagert ist und daß ein vom Schwenkantrieb (34) für die Halterung (41) des Schneidwerkzeuges (40) unabhängiger Schwenkantrieb (55) für den Werkstück-

kantensensor (50) vorgesehen ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkstückkantensensor (50) an einer Halterung (51) befestigt ist, die an einem Ring (53) montiert ist, der am Schneidkopf (2) verdrehbar gelagert ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkstückkantensensor (50) und die Halterung (41) für das Schneidwerkzeug (40) am Schneidkopf (2) um dieselbe Achse (35) verschwenkbar sind.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkstückkantensensor (50) durch einen Antrieb (52) in Richtung der Achse (35) verstellbar an der Halterung (51) befestigt ist.

HIEZU 2 BLATT ZEICHNUNGEN

