



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) **DD** (11) **233 878 A1**

4(51) G 01 N 23/00

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	WP G 01 N / 275 784 7	(22)	30.04.85	(44)	12.03.86
(71)	Kohászati Gyárépitő Vállalat, Budapest XIII, Révész u. 9; Gépipari Technológia Intézet, Budapest XIV, Fogarasi ut 10-14, HU				
(72)	Bácskai, Endre, Dipl.-Ing.; Rétfalvi, Ferenc, Dr. Dipl.-Ing.; Sásdi, András, Dr. Dipl.-Ing., HU				
(54)	Verfahren und Einrichtung zur Prüfung der Qualität von Schweißnähten				

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kontrolle der Qualität von Schweißnähten durch Videoradiographie, bei dem die Schweißnaht des zu prüfenden Gegenstandes schrittweise mit einem Röntgen- oder Gammastrahl durchleuchtet wird, woraufhin der Röntgenaufnahme der Naht und ihrer Umgebung entsprechende elektrische Signale erzeugt werden. Das Bild wird gespeichert, angezeigt und ausgewertet, anschließend wird der Verfahrensschritt an der nächsten Stelle wiederholt. Erfindungsgemäß sind zwei, die gleiche Fläche bestrahlende Strahlungsquellen (2, 3) vorgesehen, die abwechselnd impulsartig betrieben werden. Dementsprechend werden elektrische Signale erzeugt, die mit in gleicher Weise erzeugten Signalen einer Musternaht verglichen werden. Fig. 3

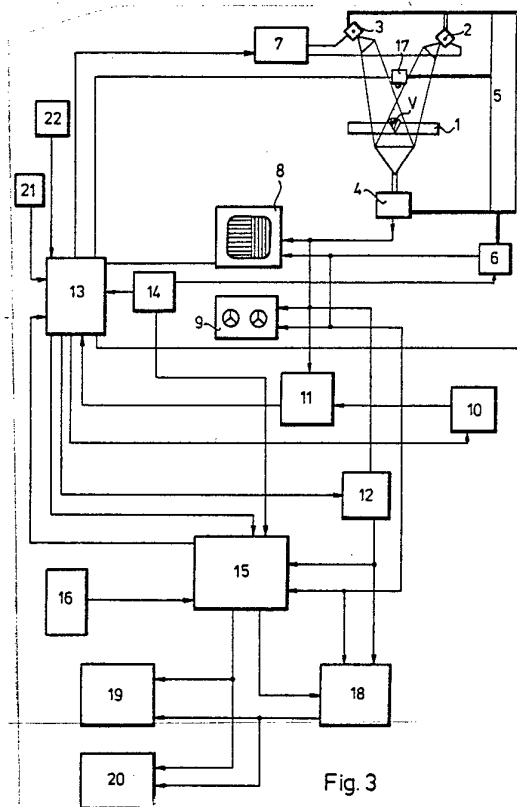


Fig. 3

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Kontrolle der Qualität von Schweißnähten mit Videoradiographie, bei dem die Schweißnaht des zu prüfenden Gegenstandes schrittweise mit einem Röntgen- oder Gammastrahl durchleuchtet wird, woraufhin der Röntgenaufnahme der Naht und ihrer Umgebung entsprechende elektrische Signale erzeugt werden, wobei das Bild gleichzeitig in einem Bildaufzeichner gespeichert, angezeigt und ausgewertet wird, woraufhin dieser Vorgang an der nächstliegenden Stelle der Naht wiederholt wird, **gekennzeichnet dadurch**, daß senkrecht zur Längsachse der zu prüfenden Naht und symmetrisch zur Vertikalachse zwei nach unten gerichtete, die gleiche Fläche bestrahlende Strahlungsquellen der gleichen Intensität angeordnet sind, und daß symmetrisch zu derselben Vertikalachse und parallel zur Längsachse und zur Querachse das Signalfeld des Bildaufzeichners an der bestrahlten Fläche angeordnet ist, wobei die Achsen der Strahlungsquelle und die Achse des Signalfeldes in die gleiche Ebene fallen, daß sodann zunächst eine Röntgenruheaufnahme gemacht und diese in ein elektrisches Signal umgewandelt wird, woraufhin die erste Aufnahme gespeichert wird, daß sodann die zweite Strahlungsquelle impulsartig betätigt und die beiden gespeicherten Aufnahmen mit jeweils einer nach demselben Verfahren früher angefertigten Referenzaufnahme — die eine fehlerlose Naht mit gleichem Signalfeld darstellt — verglichen werden, daß sodann — falls zwischen diesen Aufnahmen Identität besteht — der Nahtteil als einwandfrei qualifiziert wird, während bei einer Abweichung die Naht als fehlerhaft qualifiziert wird, daß anhand der ersten Aufnahme die Größe der ersten Fehlerprojektierung in Richtung der Querachse und anhand der zweiten Aufnahme die zweite Fehlerprojektierung bestimmt wird, woraufhin die Fehlerkoordinaten nach den folgenden Gleichungen berechnet werden:

$$X_0 = L \frac{X' + X''}{X'' - X' + 2L}$$

$$Y_0 = M + V - \frac{M + V + \Delta'}{X' + L} (L + X_0),$$

wobei

L	die halbe Distanz der Strahlungsquelle,
M	die Höhe der Strahlungsquelle,
V	die Nahtdicke,
Δ'	den Abstand zwischen dem Signalfeld und der unteren Ebene der Naht

bezeichnen,

daß sodann die errechneten Fehlerkoordinaten registriert werden, wobei gleichzeitig die laufende Nummer des Schrittes in Richtung der Längsachse als dritte Fehlerkoordinate registriert wird, und daß sodann die Meßanordnung parallel zu sich in Richtung der Längsachse um eine Einheit weiter verschoben wird, wonach die einzelnen Verfahrensschritte über die gesamte Länge der Naht wiederholt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß der fehlerhafte Nahtteil am Gegenstand markiert und mit einer Identifizierungszahl versehen wird, die zusammen mit den dazugehörigen Fehlerkoordinaten registriert wird.
3. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 und 2, bei der über dem die zu prüfende Naht tragenden Gegenstand eine Strahlungsquelle und darunter eine Bildaufnahmeverrichtung angeordnet sind und an die letztere ein Bildanzeiger, ein Bildspeicher und ein Spezialrechner angeschlossen sind, **gekennzeichnet dadurch**, daß sich über dem Gegenstand (1) eine zweite Strahlungsquelle (3) befindet, daß die Achsen der ersten Strahlungsquelle (2), der zweiten Strahlungsquelle (3) und der Bildaufnahmeverrichtung (4) in die gleiche Ebene fallen, daß ein Betätigungsmechanismus (5) vorgesehen ist, daß die Strahlungsquellen (2, 3) symmetrisch zur Vertikalachse (Y) der Naht (V) und nach unten gerichtet so angeordnet sind, daß die Anordnung den folgenden Bedingungen entspricht:

$$\frac{t}{2} = - (\Delta' + V) \frac{2L + g}{2M} \frac{g}{2},$$

$$\frac{K}{2} > \frac{G}{2} > \frac{g}{2},$$

$$Y_k > V, \Delta < \Delta',$$

wobei

Δ	den Abstand der Kreuzungspunkte der Strahlkegel unter der Naht,
t	den Durchmesser des Signalfeldes,
Δ'	den Abstand des Signalfeldes von der unteren Ebene der Naht,
V	die Nahtdicke,
K	den unteren Durchmesser des bestrahlten Raums,
G	den oberen Durchmesser des bestrahlten Raums,
L	die halbe Distanz der Strahlungsquellen,
M	die Höhe der Strahlungsquellen über der oberen Ebene der Naht,
g	die Nahtbreite und
Y_k	die Höhe der Kreuzungspunkte der Strahlkegel

bezeichnen,

daß die Strahlungsquellen (2, 3) im Impulsbetrieb arbeiten und an eine eine alternierende Funktion sichernde, die Strahlungsquellen steuernden Einheit angeschlossen sind, daß dem Betätigungsmechanismus (5) eine ein Positionssignal abgebende Einheit (6) angeschlossen ist, deren Ausgang an den Bildspeicher (9), den Bildanzeiger (8) und den Spezialrechner (15) angeschlossen ist, und daß die Anordnung eine, die Funktionen abstimmende zentrale Steuereinheit (13) enthält, an deren Eingänge die Ausgänge des Spezialrechners (15) und eines Zeitimpulsgenerators (14) angeschlossen sind, während die Ausgänge der zentralen Steuereinheit (13) mit den Steuereingängen des Spezialrechners (15), der die Strahlungsquellen steuernden Einheit (7) und des Betätigungsmechanismus (5) verbunden sind.

1. Einrichtung nach Anspruch 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Recheneinheit der Einrichtung einen Referenzbildspeicher (10), einen Bildkomparator (11), einen intermediären Bildspeicher (12), den Spezialrechner (15), eine Dateneingabeeinheit und einen Fehlerspeicher (18) enthält, daß der Videosignaleingang der Recheneinheit mit den Signaleingängen des Bildkomparators (11) und des intermediären Speichers (12) verbunden ist, daß der Ausgang des intermediären Bildspeichers (12) einerseits mit dem einen Dateneingang des Spezialrechners (15) und andererseits mit dem einen Signaleingang des Fehlerspeichers (18) — der von dem Spezialrechner (15) gesteuert ist — verbunden ist, daß der Positionssignaleingang der Recheneinheit am anderen Dateneingang des Spezialrechners (15) und dem anderen Signaleingang des Fehlerspeichers (18) liegt, während der Ausgang des Bildkomparators (11) und der rückmeldende Ausgang des Spezialrechners (15) mit den Signaleingängen der zentralen Steuereinheit (13) verbunden ist, und daß die Steuereingänge der erwähnten Einheiten an den Steuerausgängen der zentralen Steuereinheit (13) liegen, während eine Dateneingabeeinheit (16) mit dem die Basisdaten eingebenden Eingang des Spezialrechners (15) verbunden ist.
2. Einrichtung nach Anspruch 4, **gekennzeichnet dadurch**, daß an den Spezialrechner (15) und den Fehlerspeicher ein Fehleranzeiger (19) und ein Druckwerk (20) angeschlossen sind.
3. Einrichtung nach Anspruch 3 bis 5, **gekennzeichnet dadurch**, daß über dem Gegenstand (1) ein an der zentralen Steuereinheit (13) liegender Fehlerstellenmarkierer (17) vorgesehen ist.
4. Einrichtung nach Anspruch 3 bis 6, **gekennzeichnet dadurch**, daß an die zentrale Steuereinheit (13) ein Umschalter (22) für eine manuelle bzw. automatisierte Betriebsweise und eine handbetätigte Schiebbeeinheit (21) angeschlossen sind.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur Prüfung der Qualität von Schweißnähten.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Vie allgemein bekannt, kann die Qualität von Schweißnähten mittels einer radiographischen Methode kontrolliert werden, und war dadurch, daß die durchleuchtete Naht auf einem Film abgebildet und der entwickelte Film — der die Qualität der Naht dokumentiert — ausgewertet werden. Es sind weiterhin Mittel bekannt, mit denen das Röntgenbild mit Hilfe einer industriellen V-Kette angezeigt werden kann. Im allgemeinen wird diese Lösung jedoch nicht als Dokument verwendet oder anerkannt, obwohl das Videobild magnetisch aufgezeichnet und nachträglich in beliebiger Anzahl reproduziert werden kann.

Nach keinem der bekannten Verfahren ist es möglich, ein richtiges räumliches Bild der Fehler zu erhalten. Zwar gibt es Fälle, bei denen eine kugelförmige Einlagerung noch angenommen werden kann, eine scharfe flache Einlagerung jedoch nicht.

Das Röntgenbild ist für beide Fälle dasselbe, so daß beide Nähte auszubessern sind.

Dies ist jedoch nicht gleichgültig, welcher Nahtfläche der Fehler näher liegt, und von welchem Ausgangspunkt das Abschaben oder Abl. zwecks Ausbesserung zweckmäßig begonnen wird.

Demzufolge besteht zweifelsohne die Notwendigkeit, die räumliche Anordnung, die Abmessung und die Form der Nahtfehlerstellen genau zu kennen. Hierfür sind die zur Zeit bekannten Verfahren jedoch nicht geeignet.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, ein Verfahren zu entwickeln und eine Einrichtung zu dessen Durchführung bereitzustellen, mit denen die räumliche Anordnung, die Form und die Abmessung der Nahtfehlerstellen bestimmt werden können, wobei das Verfahren eine dokumentierbare Qualitätskontrolle ermöglichen soll.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Demzufolge bezieht sich die Erfindung auf die Prüfung von Schweißnähten mittels Videographie, wobei die Schweißnaht des zu prüfenden Gegenstandes schrittweise, d. h. von Stelle zu Stelle mit einem Röntgen- oder Gammastrahl durchleuchtet wird und jeder Röntgenaufnahme der Naht und deren Umgebung entsprechende elektrische Signale erzeugt werden, woraufhin die Aufnahme gleichzeitig gespeichert und angezeigt wird. Die Aufnahme wird ausgewertet und das Verfahren an der nächsten Stelle wiederholt.

Das Wesentliche der Erfindung liegt darin, daß im Laufe der Prüfung senkrecht zur Längsachse der zu prüfenden Naht und symmetrisch zur Vertikalachse zwei mit gleicher Intensität schräg abwärts die gleiche Fläche bestrahlende Strahlungsquellen angeordnet sind, wobei symmetrisch zu der gleichen Vertikalachse und parallel zur Längsachse und zur Querachse das Signalfeld des Bildaufzeichners (auf die bestrahlte Fläche gerichtet) angeordnet ist.

Hierbei fallen die Achsen der Strahlungsquellen und die Achse des Signalfeldes in die gleiche Ebene. Die erste Strahlungsquelle wird im Impulsbetrieb betätigt und die gewonnene Röntgenruheaufnahme in elektrische Signale umgewandelt, woraufhin diese erste Aufnahme gespeichert wird. Danach arbeitet die zweite Strahlungsquelle im Impulsbetrieb. In der nächsten Arbeitsphase werden die beiden gespeicherten Aufnahmen mit je einer unter Anwendung desselben Verfahrens aufgenommenen Referenzaufnahme, die über gleiche Signalfehler verfügende, einwandfreie Nähte darstellen, verglichen. Bei festgestellter Identität wird der Nahtteil als fehlerlos und bei einer Abweichung als fehlerhaft qualifiziert. Anhand der ersten Aufnahme werden die Größe der ersten Fehlerprojektion der Querachse und anhand der zweiten Aufnahme die zweite Fehlerprojektion bestimmt, woraufhin die Fehlerkoordinaten X_0 , Y_0 nach der folgenden Formel berechnet werden:

wobei:

$$X_0 = L \frac{X' + X''}{X' - X'' + 2L}$$

$$Y_0 = M + V - \frac{M + V + \Delta'}{X' + L} (L + X_0),$$

- L die halbe Distanz der Strahlungsquelle,
M die Höhe der Strahlungsquelle,
V die Nahtdicke und
 Δ' den Abstand zwischen dem Signalfeld
und der unteren Ebene der Naht

bezeichnen.

Die berechneten Fehlerkoordinaten werden aufgezeichnet, gleichzeitig wird die laufende Nummer des Schrittes in Richtung der Längsachse als dritte Fehlerkoordinate registriert, woraufhin das Meßgerät parallel zu sich selbst um eine Einheit weiter verschoben wird. Diese Verfahrensschritte werden schrittweise über die volle Länge der Naht wiederholt.

Weiterhin betrifft die Erfindung eine Einrichtung zur Prüfung von Schweißnähten, bei der über dem die zu prüfende Naht tragenden Gegenstand eine Strahlungsquelle und darunter eine Bildaufnahmevorrichtung angeordnet sind, wobei an die letztere ein Bildanzeiger, ein Bildspeicher und ein Spezialrechner angeschlossen sind. Das Wesentliche der Erfindung besteht darin, daß über dem Gegenstand eine zweite Strahlungsquelle angeordnet ist, wobei die Achsen der ersten Bildaufnahmevorrichtung, der ersten Strahlungsquelle und der zweiten Strahlungsquelle in die gleiche Ebene fallen und an einen diese bewegenden Betätigungsmechanismus angeschlossen sind. Die Strahlungsquellen sind hierbei symmetrisch zur Vertikalachse der Naht und schräg nach unten gerichtet angeordnet und zwar so, daß die folgenden Bedingungen erfüllt sind.

$$\frac{t}{2} = - \sqrt{\Delta' + V} \frac{2L + g}{2M} - \frac{g}{2},$$

$$\frac{K}{2} > \frac{G}{2} > \frac{g}{2},$$

$$Y_k > V\Delta' > \Delta,$$

wobei:

- t den Durchmesser des Signalfeldes,
 Δ' den Abstand des Signalfeldes von der unteren Ebene der Naht,
V die Dicke der Naht,
L die halbe Distanz der Strahlungsquellen,
M die Höhe der Strahlungsquellen über der oberen Ebene der Naht,
g die Breite der Naht,
K den unteren Durchmesser des bestrahlten Raumes,
G den oberen Durchmesser des bestrahlten Raumes,
 Y_k die Höhe der Kreuzungspunkte der Strahlkegel über der Naht und
 Δ den Abstand der Kreuzungspunkte der Strahlkegel unter der Naht.

bezeichnen.

Die Strahlungsquellen arbeiten im Impulsbetrieb und sind an eine alternierende Arbeit der Quellen gewährleistende Strahlungsquellen-Steuereinheit angeschlossen. An den Betätigungsmechanismus ist eine ein Positionssignal abgebende Einheit angeschlossen, deren Ausgang mit dem Bildspeicher, dem Bildanzeiger und dem Spezialrechner verbunden ist. Die Einrichtung beinhaltet ferner eine zentrale Steuereinheit, die die einzelnen Funktionen koordiniert und an deren Eingänge die Ausgänge der Spezialrechner und eines Zeitimpulsgenerators angeschlossen sind. Die Ausgänge der zentralen Steuereinheit liegen an den Steuereingängen des Spezialrechners, der Steuereinheit für die Strahlungsquellen und des Betätigungsmechanismus.

Die erfindungsgemäße Einrichtung wird zweckmäßig so ausgebildet, daß die Recheneinheit einen Referenzbildspeicher, einen Bildkomparator, einen intermediären Bildspeicher, den Spezialrechner, eine Einheit zur Dateneingabe und einen Fehlerspeicher enthält. Der Videosignaleingang der Recheneinheit ist mit den Signaleingängen des intermediären Bildspeichers verbunden, während der Ausgang des intermediären Bildspeichers einerseits mit dem einen Dateneingang des Spezialrechners, andererseits mit dem einen Signaleingang des Spezialrechners und eines Fehlerspeichers verbunden ist. Der Positionssignaleingang der Recheneinheit liegt am anderen Dateneingang des Spezialrechners und am anderen Signaleingang des Fehlerspeichers, während der rückmeldende Ausgang des Spezialrechners mit den Signaleingängen der zentralen Steuereinheit verbunden ist. Die Steuereingänge der erwähnten Einheiten sind an die Steuereingänge der zentralen Steuereinheit angeschlossen, weiterhin ist der Basisdateneingang des Spezialrechners mit der Dateneingabeeinheit verbunden.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird anhand eines Ausführungsbeispiels nachfolgend näher erläutert. In den zugehörigen Zeichnungen eigen:

Fig. 1: die geometrischen Verhältnisse der erfindungsgemäßen Meßanordnung,

Fig. 2: einen entlang der Naht liegenden Fehler,

Fig. 3: das Blockschaltbild der erfindungsgemäßen Einrichtung.

Vie aus der Fig. 1 ersichtlich, sind über der Naht V des zu prüfenden Gegenstandes, in der Höhe M, symmetrisch zur Vertikalachse der Naht V, im Abstand von L-L zwei Strahlungsquellen 1; 2 nach unten gerichtet angeordnet. Die Strahlungsquellen 1 und 2 arbeiten im Impulsbetrieb und bestrahlen alternierend, also abwechselnd unter einem Winkel α den Gegenstand 1. Die Querachse X verläuft parallel zur Ebene der Naht V, die Längsachse Z ist in der Länge angeordnet. Die Naht V weist die Dicke v und Breite g auf. Der von den Strahlungsquellen 2 und 3 bestrahlte Raumteil hat den oberen Durchmesser G und den unteren Durchmesser K, und die Strahlkegel kreuzen sich in der Höhe Y_k . Der sich in der Naht V befindende Fehler H wird von den projizierenden Strahlen S_1 bzw. S_2 auf das Signalfeld mit dem Durchmesser t des Bildaufzeichners 4, der von der Achse um den Abstand Δ' entfernt angeordnet ist, abgebildet. Die erste Aufnahme zeigt die erste Fehlerprojektion X' , die zweite Aufnahme die zweite Fehlerprojektion X'' , woraus mit Hilfe der unten angegebenen Gleichungen die Fehlerkoordinaten X_0 und Y_0 berechnet werden können.

$$X_0 = L \frac{X' + X''}{X' - X'' + 2L}$$

$$Y_0 = M + V - \frac{M + V + \Delta'}{X' + L} (L + X_0).$$

Die Fehlerkoordinate Z_0 (in Richtung der Längsachse Z) des Fehlers H wird bestimmt, indem die Strahlungsquellen 1 und 2, sowie die Bildaufnahmevorrichtung 4 parallel zu sich selbst in Richtung der Längsachse Z um Schritte der Länge D_z verschiebt, wobei an jeder Position ein Paar von Aufnahmen angefertigt wird. Die Summe der Einheitsschritte, in Fig. 2 der Längen DZ , mit der Anzahl der Schritte multipliziert, ergibt die Länge 1_H des Fehlers H, wobei die Fehlerkoordinate $Z_0 = 1_H$ ist, wie aus der Fig. 2 ersichtlich.

Erfindungsgemäß wird bei der Kontrolle der zu prüfenden Naht V so verfahren, daß der Gegenstand 1 und 2 und über dem Signalfeld T der Bildaufnahmevorrichtung 4 angeordnet wird, woraufhin man die Strahlungsquellen im Impulsbetrieb abwechselnd arbeiten läßt. Dann werden die beiden Röntgenaufnahmen in elektrische Signale umgewandelt und gespeichert. In der nächsten Arbeitsphase werden die beiden gespeicherten Aufnahmen mit jeweils einer Referenzaufnahme verglichen, die ebenfalls unter Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens von einer fehlerlosen Naht mit dem gleichen Signalfeld angefertigt worden sind. Wird nun eine Identität festgestellt, wird der Nahtteil als einwandfrei qualifiziert. Bei einer Abweichung gilt die Naht als fehlerhaft, woraufhin die Fehlerkoordinaten X_0 und Y_0 in der geschilderten Art und Weise bestimmt werden. Gleichzeitig wird die laufende Nummer des Schrittes in Richtung der Längsachse registriert. Nun folgt ein weiterer Schritt, und der Prozeß und die Qualifizierung werden wiederholt. Die genannten Verfahrensschritte werden Schritt für Schritt über die volle Länge der Naht wiederholt.

In allen Fällen, bei denen eine Fehlerstelle festgestellt wird, wird der fehlerhafte Nahtteil, z. B. mit einem Farbstoff markiert und mit einer Identifizierungszahl versehen, wodurch die Fehlerstellen genau identifiziert werden. In Kenntnis der Fehleraufnahmen und der Koordinaten kann der Fachmann eindeutig bezüglich einer Nachbesserung seine Entscheidungen treffen.

Da bei dem erfindungsgemäßen Verfahren das Vorhandensein eines Fehlers oder die Fehlerlosigkeit eindeutig dokumentiert sind, erübrigt sich die Verwendung eines Röntgenfilms.

Das Blockschaltbild der zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens dienenden Einrichtung ist in Fig. 3 dargestellt. Der zu prüfende Gegenstand 1 mit der Naht V liegt unter den Strahlungsquellen 1, 2 und über der Bildaufnahmevorrichtung 4. Die Achsen der Strahlungsquelle 2, 3 und die Achse der Bildaufnahmevorrichtung 4 fallen in dieselbe Ebene und sind an einem gemeinsamen Betätigungsmechanismus 5 befestigt. Die Strahlungsquellen 2, 3 sind symmetrisch zur Vertikalachse Y der Naht V im Abstand 2L voneinander nach unten gerichtet angeordnet. Für die einwandfreie Funktion ist es unerlässlich, daß die Strahlungsquellen 2, 3, die Naht V und die Bildaufnahmevorrichtung 4 den folgenden Beziehungen entsprechen:

$$\frac{t}{2} = - (\Delta' + v) \frac{2L + g}{2M} - \frac{g}{2}$$

$$\frac{K}{2} > \frac{G}{2} > \frac{g}{2}, \quad Y_k > v \quad \text{und} \quad \Delta < \Delta'$$

wobei:

t	den Durchmesser des Signalfeldes in der Bildaufnahmevorrichtung 4,
Δ	den Abstand der Kreuzungspunkte der Strahlkegel unter der Naht V,
Δ'	den Abstand des Signalfeldes von der unteren Ebene der Naht V,
L	die halbe Distanz der Strahlungsquellen 2, 3,
M	die Höhe der Strahlungsquellen 2, 3 über der oberen Ebene der Naht V,
g	die Breite der Naht,
Y_k	die Höhe des Kreuzungspunktes der Strahlkegel über der Naht,
v	die Dicke der Naht,
K	den unteren Durchmesser des bestrahlten Raumes und

G den oberen Durchmesser des bestrahlten Raumes bezeichnen.

Der abwechselnde, also alternierende Impulsbetrieb der Strahlungsquellen 2, 3 wird durch die die Strahlungsquellen steuernde Einheit 7 gewährleistet. Der Betätigungsmechanismus 5 hat die Aufgabe, die gemeinsam schrittweise Fortbewegung der Strahlungsquellen 2, 3, der Bildaufnahmeverrichtung 4 und des Fehlerstellenmarkierers 17, parallel zu sich selbst, längs der gesamten Naht V sicherzustellen. Am Betätigungsmechanismus 5 liegt die das Positionssignal erzeugende Einheit 6, die die Markierungssignale für den Bildanzeiger 8, den Bildspeicher 9, den Fehlerspeicher 18 und den Spezialrechner 15 liefert. Der Ausgang der Bildaufnahmeverrichtung 4 ist mit den Eingängen des Bildanzeigers 8, des Bildspeichers 9, des Bildkomparators 11 und des intermediären Bildspeichers 12 verbunden. Das vor der Messung aufgenommene Referenzbild ist im Referenzbildspeicher 10 gespeichert, dessen Ausgang am anderen Eingang des Bildkomparators 11 liegt, dessen Ausgang an den einen Eingang der zentralen Steuereinheit 13 angeschlossen ist. Der Ausgang des intermediären Bildspeichers 12 ist einerseits mit dem Dateneingang des Spezialrechners 15, andererseits mit dem anderen Signaleingang des Fehlerspeichers 18 verbunden. Der Ausgang des Fehlerspeichers 18 ist an den Fehleranzeiger 19 und das Druckwerk 20 angeschlossen. An einen weiteren Dateneingang des die Fehlerkoordinaten bestimmenden Spezialrechners 15 ist die Dateneingabeeinheit 16 angeschlossen, mit der die sich auf die zu kontrollierende Naht V beziehenden Daten eingegeben werden können. Die Daten des Spezialrechners 15 erscheinen am Fehleranzeiger 19 und am Druckwerk 20, des weiteren steuern sie die Funktion des Fehlerspeichers 18 und liefern die zur abgestimmten Betätigung der gesamten Einrichtung erforderlichen Signale für die zentrale Steuereinheit 13. An den Signaleingängen der zentralen Steuereinheit 13 liegen der Zeitimpulsgenerator 14, der die Taktimpulse des Spezialrechners 15 liefert, der Bildkomparator 11, die manuelle Schiebbeeinheit 21 und der Umschalter 22 für manuelle oder automatische Betätigung.

Gleichzeitig steuert und koordiniert die zentrale Steuereinheit 13 die Arbeit der die Strahlungsquellen steuernden Einheit 7, des Betätigungsmechanismus 5, des Bildanzeigers 8, des Referenzbildspeichers 10, des intermediären Bildspeichers 9, des Spezialrechners 15 und des Fehlerstellmarkierers 17.

Mittels der erfindungsgemäßen Einrichtung wird die am Gegenstand 1 vorhandene Naht V folgenderweise geprüft: Der Gegenstand 1 wird in der entsprechenden Position in die Maschine eingelegt, wonach die Einrichtung in Gang gesetzt wird. Die zentrale Steuereinheit 13 gibt Signale für die die Strahlungsquellen steuernden Einheit 7 ab, woraufhin diese die Strahlungsquellen 2, 3 im Impulsbetrieb, und zwar eine nach der anderen (alternierend) betätigt. Die Röntgenaufnahmen werden von der Bildaufnahmeverrichtung 4 wahrgenommen, das an deren Ausgang erscheinende Videosignal ist nun an dem Bildanzeiger sichtbar, es wird im Bildspeicher 9 registriert, und auch das Markiersignal der das Positionssignal erzeugenden Einheit 6 wird hier gespeichert. Die Aufnahme wird im Bildkomparator 11 mit der Aufnahme im Referenzbildspeicher 10 — die eine einwandfreie Naht darstellen — verglichen. Eine Identität wird der zentralen Steuereinheit 13 gemeldet, die diese Tatsache über den Spezialrechner 15 mit Hilfe des Druckwerkes 20 mit dem Positionssignal und dem aus dem Markierungssignal gebildeten Signal zusammen dokumentiert und die Einrichtung in eine weitere Meßstellung verschiebt. So gelangen mit Hilfe des Betätigungsmechanismus 5 die Strahlungsquellen 2 und 3, der Fehlerstellmarkierer 17 und die Bildaufnahmeverrichtung 4 in ihre nächste Arbeitsstellung.

Sollte nun der Bildkomparator 11 einen Fehler wahrnehmen, so wird dieser der zentralen Steuereinheit 13 gemeldet, die das Programm des Spezialrechners 15 zur Bestimmung der Koordinaten X_0 , Y_0 und der Fehlerkoordinate Z_0 in Gang setzt. Der Spezialrechner 15 erhält die sich auf den Fehler beziehenden Daten vom intermediären Bildspeicher 12. Die berechneten Fehlerkoordinaten X_0 , Y_0 und Z_0 werden mit dem Positionssignal und dem Identifizierungssignal vom Drucker 20 ausgedruckt und zusammen mit der Nahtaufnahme am Fehleranzeiger 19 angezeigt.

Der Fehlerspeicher 18 hat die Aufgabe, alle einen Fehler betreffenden Daten und Aufnahmen zu speichern.

Nachdem die Auswertung eines Fehlerpunktes beendet worden ist, liefert der Spezialrechner 15 ein Signal an die zentrale Steuereinheit 13, die das Markieren des Fehlers mit Hilfe des Fehlerstellenmarkierers 17 (z. B. mit einer Farbstoffpistole) auslöst und die Einrichtung mit Hilfe des Betätigungsmechanismus 5 in die nächste Meßstellung weiterschaltet.

Auf diese Weise kontrolliert die erfindungsgemäße Einrichtung die Naht von Schritt zu Schritt.

Der Bildspeicher 9 sichert die Dokumentation der gesamten Prüfung, und zwar in einer stets reproduzierbaren Weise, wobei die Berechnungen mehrfach durchgeführt werden können.

Aus den obigen Ausführungen ist ersichtlich, daß die Erfindung gegenüber der traditionellen Methode die folgenden Vorteile aufweist:

- alle mit den Filmen zusammenhängenden Arbeitsgänge erübrigen sich, wodurch das Verfahren schneller und billiger wird;
- auch die auf den Filmen nicht sichtbaren Informationen über die Fehlerstellen stehen zur Verfügung, wodurch die Ausbesserung vereinfacht und beschleunigt wird, in bestimmten Fällen kann sie sogar entfallen;
- der Abstand zwischen der Fehlerstelle und der Nahtoberfläche kann unmittelbar bestimmt werden;
- die Prüfungsergebnisse können mit einem äußerst einfachen Verfahren dokumentiert werden, die Dokumentation wird einfach und mit geringem Kostenaufwand reproduziert;
- da Expositionszeiten das Einlegen und das Herausnehmen des Films, der Austausch und die Entwicklung entfallen, wird die Prüfung erheblich beschleunigt;
- durch die Anwendung der Referenzmethode und eines Mikroprozessors wird die Auswertung restlos automatisiert.

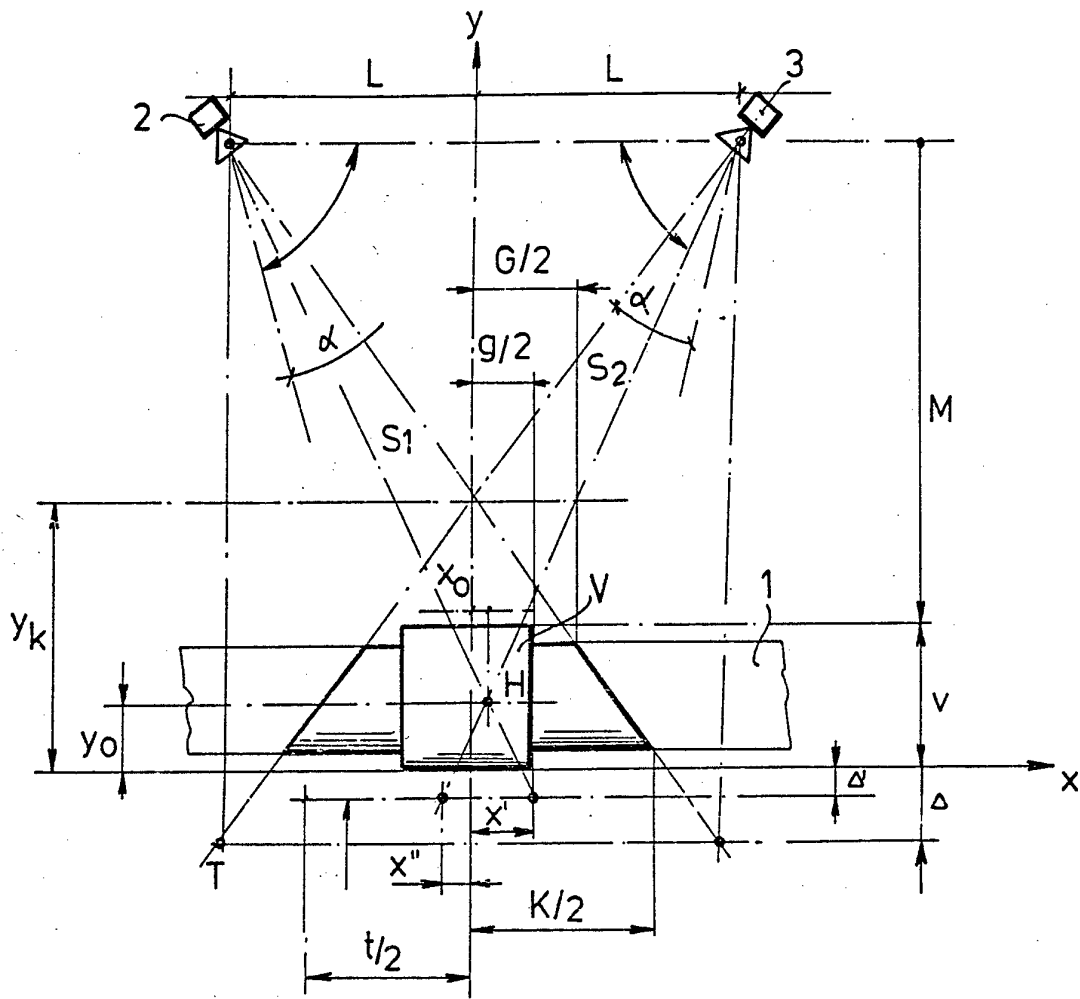


Fig. 1

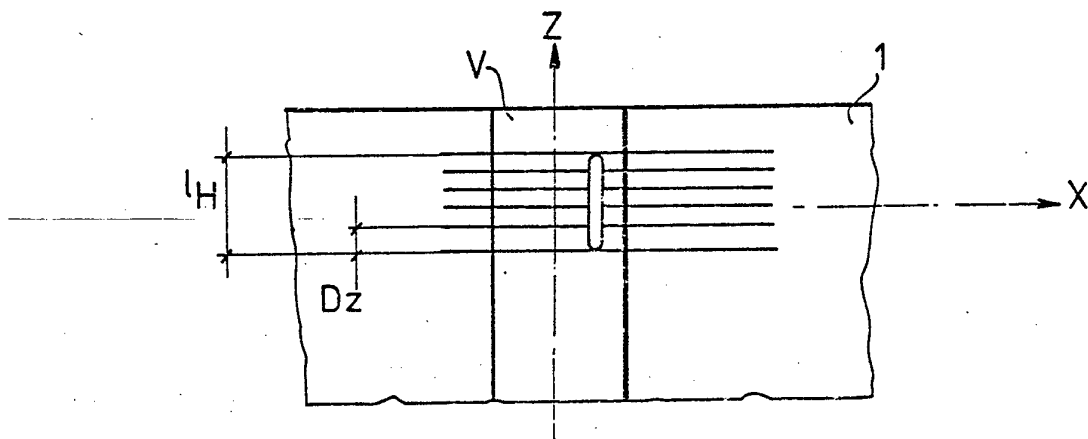


Fig. 2

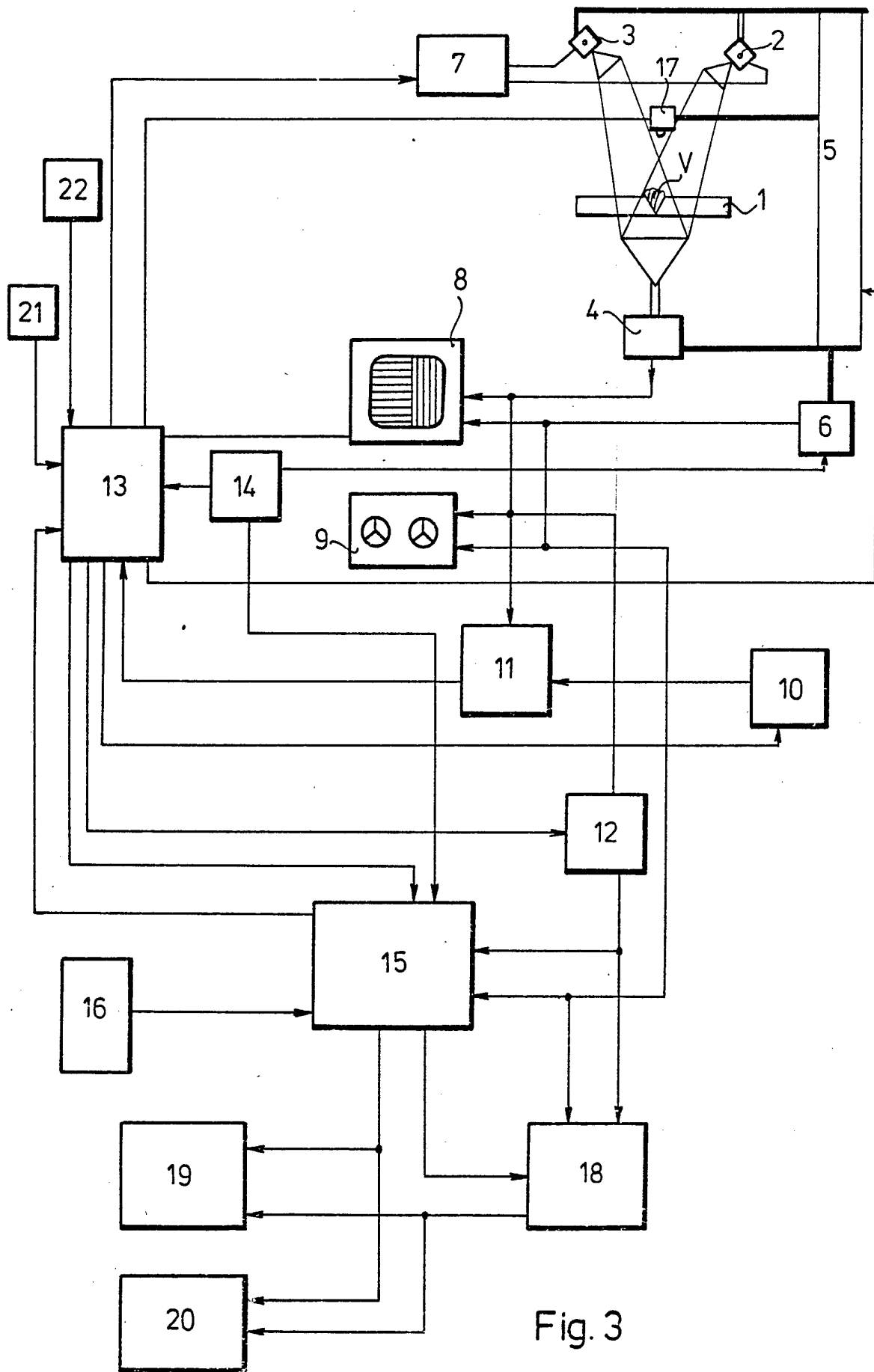


Fig. 3