

51

Int. Cl. 2:

G 01 N 29/04

19 **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

DEUTSCHES PATENTAMT



11

Auslegeschrift 22 09 906

21

Aktenzeichen: P 22 09 906.5-52

22

Anmeldetag: 2. 3. 72

43

Offenlegungstag: 6. 9. 73

44

Bekanntmachungstag: 30. 8. 79

30

Unionspriorität:

22 23 31 —

54

Bezeichnung: Prüfkopfanordnung zur zerstörungsfreien Werkstoffprüfung vor Rohren und Stangen im Ultraschallverfahren

71

Anmelder: Krautkrämer, GmbH, 5000 Köln

72

Erfinder: Grabendörfer, Werner, Dr. Dr.phil., 5060 Bergisch Gladbach

53

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
Nichts ermittelt

DE 22 09 906 B 2

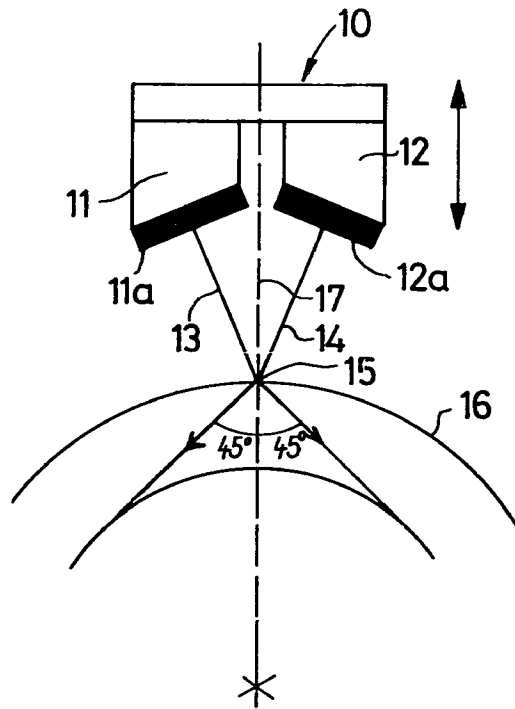


Fig. 1

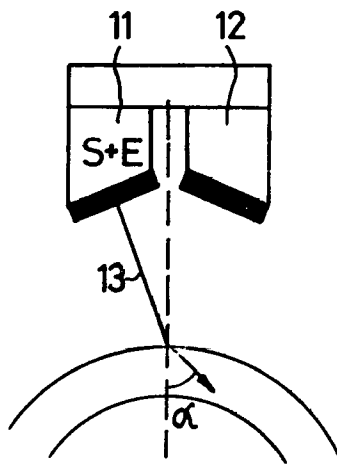


Fig. 2

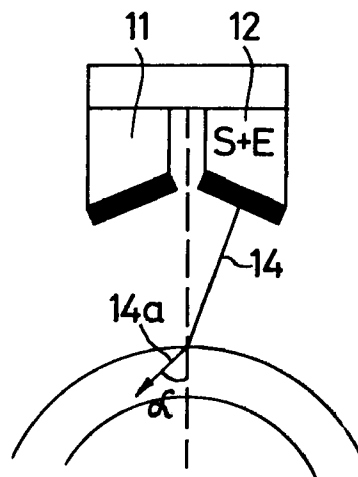


Fig. 3

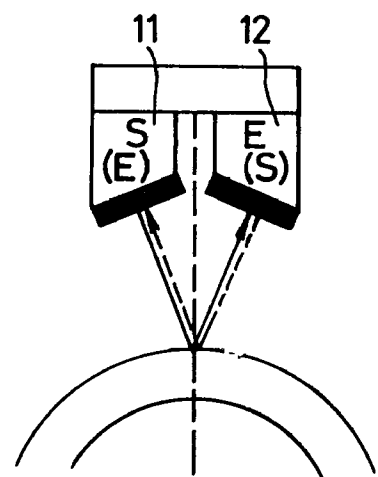


Fig. 4

Patentansprüche:

1. Prüfkopfanordnung zur zerstörungsfreien Werkstoffprüfung von Rohren und Stangen im Ultraschallverfahren, bei der die in Tauchtechnik eingesetzten Prüfköpfe in einer Ebene senkrecht zur Rohrachse angeordnet sind, mit einem zugehörigen Ultraschallgerät, das einen Leuchtschirm für die Ultraschallimpulse umfaßt, dadurch gekennzeichnet, daß zwei solche Prüfköpfe (11, 12), bzw. ihre Schwinger (11a, 12a) zu einer starren Einheit verbunden sind, derart, daß die ausgesandten Schallbündel (13, 14) unter gleichen, aber entgegengesetzt gerichteten Winkeln in nur einem Oberflächenpunkt (15) des Prüflings (16) auftreffen, die Winkelhalbierende (17) zwischen den beiden Schallbündeln (13, 14) auf dieser Oberfläche und damit auf der Längsachse des Rohres oder der Stange (16) senkrecht steht und die beiden starr gekoppelten Prüfköpfe (11, 12) in oder an einer Halterung oder einer Führung nur in Richtung der Winkelhalbierenden, unter Beibehaltung der Richtung und Lage derselben, verschiebbar angeordnet sind und daß Einstellmittel vorgesehen sind, mit denen eine Einstellung der beiden starr gekoppelten verschiebbar angeordneten Prüfköpfe (11, 12) so erfolgen kann, daß der auf dem Leuchtschirm des Ultraschallgeräts abgebildete, an der Oberfläche des Prüflings (16) von dem einen Prüfkopf (11 bzw. 12) zum gegenüberliegenden Prüfkopf (12 bzw. 11) gespiegelte laufzeitabhängige Ultraschallimpuls (K) mit einer entsprechend dem jeweiligen Prüflingsdurchmesser vorbestimmten Einstellmarke (bei t_0) zusammenfällt.

2. Prüfkopfanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Prüfkopfsysteme mit jeweils mehreren, zur Längsachse des Prüflings hintereinanderliegenden Prüfköpfen mit gleichen Einstrahlwinkeln Verwendung finden.

3. Prüfkopfanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Betriebsüberwachung eine an sich bekannte Impulstaktsteuerung (Fig. 9) vorgesehen ist, die derart arbeitet, daß die Prüfköpfe in vorbestimmter Taktfolge, z. B. neben der Prüfung bzw. den Prüfschritten mit im Uhrzeigersinn und entgegen dem Uhrzeigersinn verlaufenden Strahlbündeln außerdem in einem oder mehreren Zusatztakten, zur Überwachung der eigenen Funktion einschließlich verwendeter Sender und Empfänger, angeregt werden.

Die Erfindung betrifft eine Prüfkopfanordnung zur zerstörungsfreien Werkstoffprüfung von Rohren und Stangen im Ultraschallverfahren, bei der die in Tauchtechnik eingesetzten Prüfköpfe in einer Ebene senkrecht zur Rohrachse angeordnet sind, mit einem zugehörigen Ultraschallgerät, das einen Leuchtschirm für die Ultraschallimpulse umfaßt.

Bei der Ultraschallmaterialprüfung ist es bekannt, die

Ultraschallwellen über eine Wasservorlaufstrecke so in das Rohr- oder Stangenmaterial einzuleiten, daß eine in der Rohrwandung zickzackförmig zwischen Außen- und Innenoberfläche hin- und herlaufende, in einer Ebene senkrecht zur Rohrachse umlaufende Transversalwelle entsteht bzw. daß in der Stange eine in Form eines einbeschriebenen Polygonzuges umlaufende Transversalwelle entsteht. Um Oberflächenfehler mit nach beiden möglichen Seiten gerichteten Neigungen zu erfassen, wird meist ein in und ein entgegen dem Uhrzeigersinn umlaufendes Schallbündel erzeugt. Ändert sich der Durchmesser des zu prüfenden Rohres bzw. der Stange, dann muß der Abstand oder die Winkelstellung der Prüfköpfe zum Prüfobjekt oder beides geändert werden, um beim neuen Durchmesser des Prüfobjektes gleiche Verhältnisse bzw. Einstrahlwinkel vorliegen zu haben. Je nach Ausführungsform der Prüfmechanik bedeutet dies oft eine komplizierte und gegebenenfalls langwierige Justierarbeit, die zu meist mit den zugehörigen Testprüfobjekten vorgenommen werden muß.

Ferner ist es bekannt, die in und entgegengesetzt zum Uhrzeigersinn strahlenden Prüfkopfsysteme in verschiedenen, d. h. in Längsrichtung der Rohre bzw. Stangen hintereinander gelegenen Ebenen anzuordnen. Das bedeutet einen zusätzlichen Aufwand an Prüfköpfen und elektronischen Bausteinen, wenn das einwandfreie Funktionieren der zur Fehlerprüfung eingesetzten Prüfköpfe während des Prüfablaufs dauernd überprüft werden soll. Eine solche automatische Funktionsüberwachung ist jedoch für eine im kontinuierlichen Produktionsfluß arbeitende Prüfanlage zur Sicherung eines zuverlässigen Prüfergebnisses unbedingt erforderlich.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Prüfkopfanordnung zu finden, welche bei Durchmesserwechsel von Rohren und Stangen einfach, schnell und leicht einstellbar und nachkontrollierbar ist, so daß wieder gleiche Einstrahlverhältnisse vorliegen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zwei solche Prüfköpfe bzw. ihre Schwinger zu einer starren Einheit verbunden sind, derart, daß die ausgesandten Schallbündel unter gleichen, aber entgegengesetzt gerichteten Winkeln in nur einem Oberflächenpunkt des Prüflings auftreffen, die Winkelhalbierende zwischen den beiden Schallbündeln auf dieser Oberfläche und damit auf der Längsachse des Rohres oder der Stange senkrecht steht und die beiden starr gekoppelten Prüfköpfe in oder an einer Halterung oder einer Führung nur in Richtung der Winkelhalbierenden, unter Beibehaltung der Richtung und Lage derselben, verschiebbar angeordnet sind und daß Einstellmittel vorgesehen sind, mit denen eine Einstellung der beiden starr gekoppelten verschiebbar angeordneten Prüfköpfe so erfolgen kann, daß der auf dem Leuchtschirm des Ultraschallgeräts abgebildete, an der Oberfläche des Prüflings von dem einen Prüfkopf zum gegenüberliegenden Prüfkopf gespiegelte laufzeitabhängige Ultraschallimpuls mit einer entsprechend dem jeweiligen Prüflingsdurchmesser vorbestimmten Einstellmarke zusammenfällt.

Eine Abwandlung dieser Anordnung sieht vor, daß anstelle von zwei einzelnen Prüfköpfen zwei Prüfkopfsysteme verwendet werden. In jedem System sind mehrere Prüfköpfe vorgesehen, die insbesondere hintereinander liegen und mit gleichen Einstrahlwinkeln hinsichtlich der Oberfläche des Prüflings eingesetzt werden.

Nach einer weiteren Ausführungsform ist zur

Betriebsüberwachung eine an sich bekannte Impulstaktsteuerung vorgesehen, die derart arbeitet, daß die Prüfköpfe in vorbestimmter Taktfolge, z. B. neben der Prüfung bzw. den Prüfschritten mit im Uhrzeigersinn und entgegen dem Uhrzeigersinn verlaufenden Strahlbündeln außerdem in einem oder mehreren Zusatztakten, zur Überwachung der eigenen Funktion einschließlich verwendeter Sender und Empfänger, angeregt werden. Dies ist eine vorteilhafte Weiterentwicklung der Prüfanordnung hinsichtlich einer einfachen und dauernd wirksamen Funktionsüberwachung zugehöriger Prüfköpfe.

Eine Ausführungsform der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 eine Stirnansicht eines Prüfkopfsystems mit einem (teilweise dargestelltem) Rohr als Prüfling, z. B. zur Erzeugung von Transversalwellen unter 45° in einer Rohrwandung zur Längsfehlersuche,

Fig. 2 eine der Fig. 1 entsprechend gleiche Darstellung, mit erregtem linken Prüfkopf, so daß die Schallstrahlrichtung im Rohr im Uhrzeigersinn verläuft,

Fig. 3 eine der Fig. 2 entsprechende Darstellung, jedoch mit erregtem rechten Prüfkopf, wobei der Schallstrahl entgegen Uhrzeigersinn verläuft,

Fig. 4 eine der Fig. 2 bzw. Fig. 3 ähnliche Darstellung, jedoch in der Kontrollstellung, mit Darstellung des am Oberflächenpunkt reflektierten Strahles,

Fig. 5, 6, 7, 8, schematisch, die Stirnansicht auf einen im Querschnitt runden Prüfling, um die Winkelbeziehungen zwischen den Schwingern, des ausgesandten bzw. reflektierten Strahlbündels bzw. Lage des Oberflächenpunktes zu erläutern,

Fig. 9 schematisiert, eine Ausführungsform für den Einsatz von Prüfkopfsystemen, angeschlossen an den Ultraschallgenerator und gesteuert durch eine Schieberegisterschaltung,

Fig. 10–Fig. 13 das Schirmbild einer Braunschweig-Röhre mit Darstellung der richtigen bzw. der fehlerhaften Durchschallungsanzeigen.

Gemäß Fig. 1 sind die Prüfköpfe 11 und 12 mit ihren zugehörigen Schwingern 11a, 12a zu einem starren Block 10 als Prüfkopfeinheit vereinigt. Die von den Schwingern ausgehenden Ultraschallbündel 13 bzw. 14, als gerade idealisiert dargestellt und sofern Prüfköpfe 11 und 12 als Sender ausgebildet bzw. geschaltet sind, treffen in dieser Figur in dem gemeinsamen Oberflächenpunkt 15 des Rohres 16 auf und werden nach der bekannten Gesetzmäßigkeit vom Einfallslot weggebrochen und verlaufen dann zickzackförmig weiter. Gemäß Fig. 1–Fig. 4 ist erkennbar, daß die notwendigen Bedingungen eines gleichen Eintrittspunktes und eines gleichen Auftreffwinkels immer nur dann erfüllt sind, wenn die Winkelhalbierende 17 zwischen den beiden ausgesandten Schallbündeln 13, 14 senkrecht auf die Achse des Rohres 16 zeigt und daß die Materialoberfläche sich in einem bestimmten Abstand vor den Prüfköpfen 11, 12 befinden muß, nämlich im Konvergenzpunkt 15 der beiden Schallbündel. Der Vorgang des Einstellens eines z. B. 45° Prüfkopfsystems auf eine neue Prüflingsabmessung an Stangen verschiedenen Durchmessers geht im einzelnen aus den Fig. 5–8 hervor. Bei einem großen Stangendurchmesser D_1 , gemäß Fig. 5, wird die richtige Einstellung für $\alpha = 45^\circ$ nur bei einer vorbestimmten Entfernung S_0 erreicht, also für $S = S_0$. Wenn gemäß Fig. 6 ein neuer, kleinerer Stangendurchmesser D_2 zur Prüfung kommt, würde der richtige

Eintrittspunkt vor der Oberfläche der Stange 16a an der Stelle 15a liegen, die Forderung des gleichen Auftreffwinkels wäre nicht erfüllt und es gilt: $S > S_0, \alpha > 45^\circ$.

Beim Versuch, einen gleichen Auftreffwinkel wie bei Fig. 5 zu erreichen, oder dann, wenn sich aus anderen Gründen die Entfernung zwischen den Schwingern 11a, 12a und einer Stange 16b geändert hat, liegt wiederum nicht der gleiche Auftreffwinkel vor, sondern der richtige Punkt 15a liegt zu tief, so daß hier gilt: $S < S_0, \alpha < 45^\circ$.

Die richtige Einstellung jedoch mit der Bedingung $S = S_0$ und $\alpha = 45^\circ$ ergibt sich anhand der Fig. 8, wobei die Schwingern 11a, 12a die richtige Entfernung von der Oberfläche des Prüflings haben, so daß die Schallstrahlbündel 13, 14 wie bei Fig. 1 im gleichen Eintrittspunkt 15 zusammentreffen. Die Kontrolle über die richtige Lage gemäß Fig. 8, statt der Lage gemäß Fig. 6 bzw. 7, wird anhand der Fig. 10–13 erläutert.

Hier gibt die Ordinate der jeweiligen Figur die Amplituden- bzw. Echoanzeige, die Abszisse die Laufzeit t an. Dem vorbestimmten Abstand der Materialoberfläche von den Prüfköpfen, dem Wert S_0 , entspricht sinngemäß auf der Abszisse des Leuchtschirmbildes der Wert t_0 . Deshalb ist in diesen Figuren der richtige Wert $S = S_0$ oder der falsche Wert $S < S_0$ direkt auf der Laufzeitachse dargestellt. Die den Fig. 5 bzw. 8 entsprechende Darstellung ist in Fig. 10 bzw. Fig. 13 angegeben, entsprechend zu Fig. 6 bzw. Fig. 7 in Fig. 11 bzw. Fig. 12. Die Echoanzeige K auf Fig. 10 bzw. Fig. 13 entspricht dem Oberflächenpunkt 15 bzw. der richtigen Entfernung zwischen Schwingern 11a bzw. 12a und dem Oberflächenpunkt 15. Dagegen liegt die Echoanzeige K in Fig. 11 bzw. Fig. 12 zu weit bzw. zu kurz, verglichen mit der Marke 17. In etwa ist die falsche Einstellung auch durch den niedrigeren Amplitudenwert K in Fig. 11, 12 ersichtlich, da eine stärkere Streuung des Schallbündels an der Oberfläche gegeben ist.

Die Funktionen der Prüfkopfeinheit gehen am besten aus den Fig. 2–4 hervor. Wird der eine Prüfkopf 11, der ein Sender- und Empfängerprüfkopf ist, zur Schallabstrahlung angeregt, so entsteht im Prüfling 16 ein unter einem Winkel α schräg eintretendes Schallbündel, das in diesem Falle im Uhrzeigersinn umläuft. Wird zu einem anderen Zeitpunkt der zweite Prüfkopf 12, vgl. Fig. 3, erregt, so erzeugt dieser im Prüfling 16 ein Schallbündel 14a, das ebenfalls unter einem Winkel α eintritt, aber entgegengesetzt zum Uhrzeigersinn umläuft. Die Kontrollfunktion ist einmal dann gegeben, Fig. 4, wenn Prüfkopf 11 als Sender erregt ist, Prüfkopf 12 lediglich als Empfänger arbeitet, oder man hat eine symmetrische Kontrolle in zwei Kontrolltaktten: Prüfkopf 11 als Sender, Prüfkopf 12 als Empfänger und in einem nachfolgenden Takt Prüfkopf 12 als Sender und Prüfkopf 11 nunmehr als Empfänger E .

Anstelle von nur zwei Prüfköpfen in einer Ebene kann ein Prüfkopfsystem gemäß Fig. 9 mit z. B. getrennten Sender- und Empfängerprüfköpfen 20–23 Anwendung finden, die an die Schwingern 11a, 12a angeschlossen sind und andererseits mit dem Ultraschallgenerator 24 in Verbindung stehen. Die Steuerung des Impulstaktes an der Einspeisungsstelle 25 erfolgt durch einen Schieberegister 26 in Ringform, der die Takte z. B. als Folgen I, II, III, IV steuert. Entsprechend dieser Ziffern werden die Köpfe als eine Zweiergruppe erregt, d. h. sie senden bzw. empfangen, während die anderen Köpfe in ihrer Funktion unterdrückt sind. Die Arbeitsweise entspricht dem folgenden Prüf- und Kontrollschema:

22 09 906

5

6

Takt	Art	Prüfkopf 1 als	Prüfkopf 2 als
I	prüfen	$S + E$	-
II	Kontrolle	S	E
III	prüfen	-	$S + E$
IV	Kontrolle	E	S

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

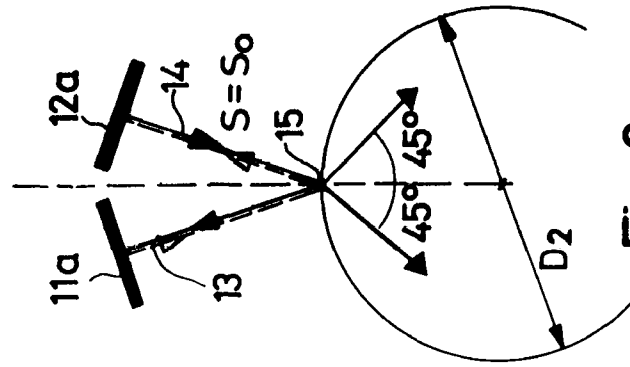


Fig. 5

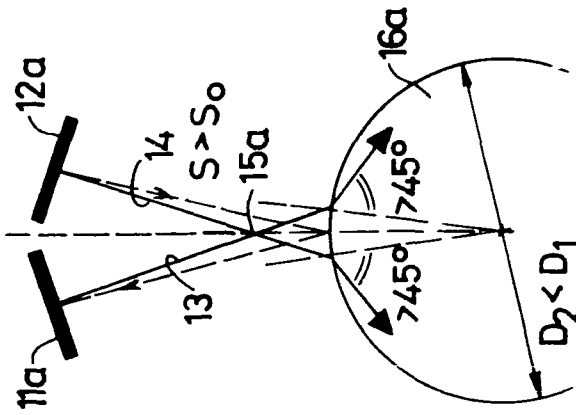


Fig. 6

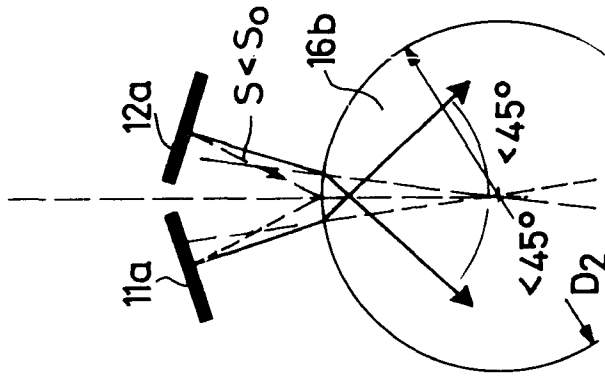


Fig. 7

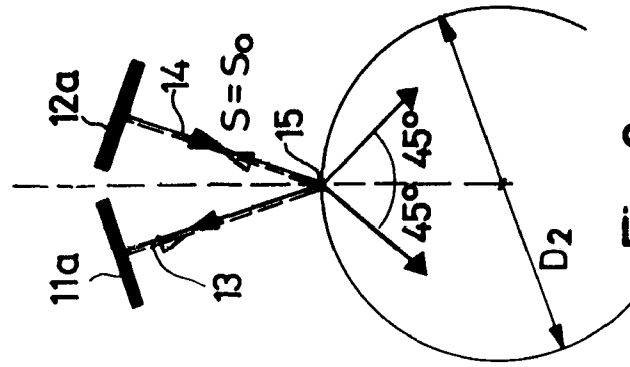


Fig. 8

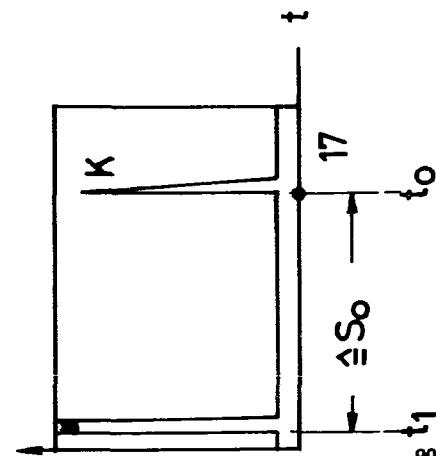


Fig. 10

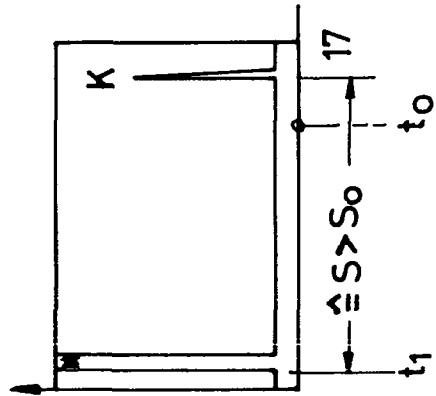


Fig. 11

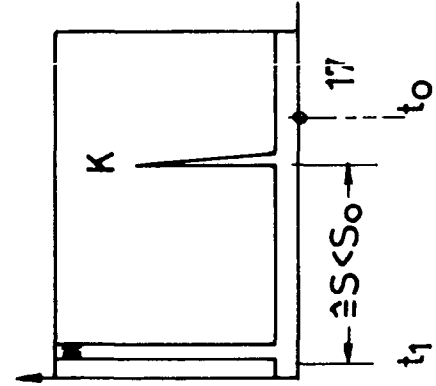


Fig. 12

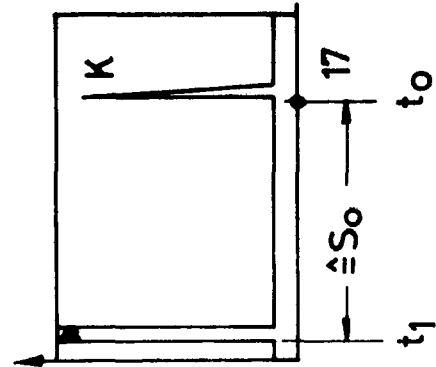


Fig. 13

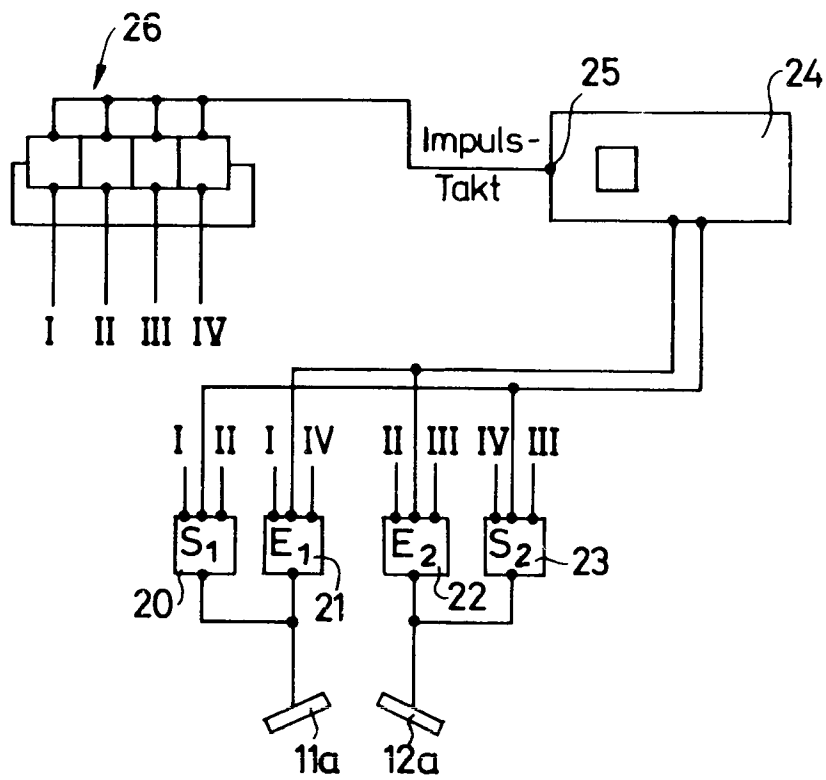


Fig. 9