

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

11

Veröffentlichungsnummer:

**0 223 038
A1**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21

Anmeldenummer: 86113804.8

51

Int. Cl. 4: **G10K 11/34**

22

Anmeldetag: 06.10.86

30

Priorität: 17.10.85 DE 3537062

43

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.05.87 Patentblatt 87/22

64

Benannte Vertragsstaaten:
DE NL

71

Anmelder: **KRAFTWERK UNION
AKTIENGESELLSCHAFT**
Wiesenstrasse 35
D-4330 Mülheim (Ruhr)(DE)

72

Erfinder: **Schmid, Rudi**
Rosenweg 4
D-8551 Hemhofen(DE)

74

Vertreter: **Mehl, Ernst, Dipl.-Ing. et al**
Postfach 22 01 76
D-8000 München 22(DE)

54

Prüfkopf zur Ultraschallprüfung.

57 Bei einem Prüfkopf zur Ultraschallprüfung in Δ -Technik sind Sender (1) und Empfänger (2) in einem gemeinsamen Gehäuse (30) eingeschlossen. Ihre Schwingenträger (4, 7) weisen mehrere Schwingensegmente (8 -11) auf, die über Schaltelemente (35) einzeln ansteuerbar sind. Damit gelingt eine einstellbare Tiefenfokussierung, die den Einsatz eines Prüfkopfes für verschiedene Tiefenzonen ermöglicht.

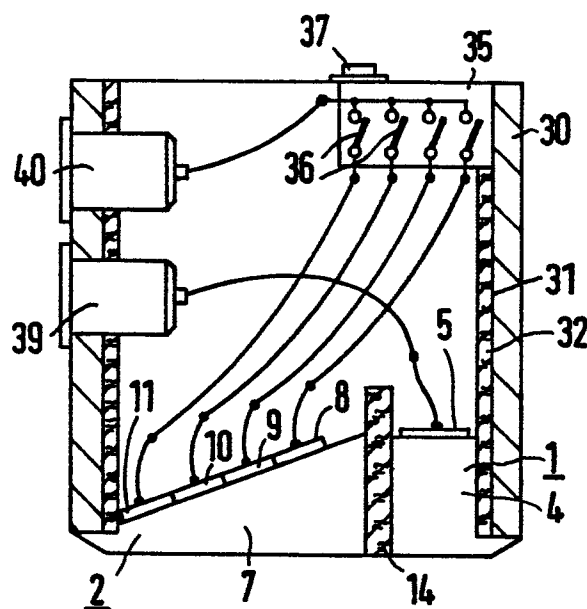


FIG 7

EP 0 223 038 A1

Prüfkopf zur Ultraschallprüfung

Die Erfindung betrifft einen Prüfkopf zur Ultraschallprüfung in Δ -Technik mit einem Sender und einem Empfänger, die jeweils einen piezoelektrischen Schwinger auf einem Schwingträger umfassen, wobei Sender und Empfänger baulich so zusammengefaßt sind, daß ihre Strahlungsrichtungen mindestens annähernd rechtwinkelig zu einer Prüflingsoberfläche und unter einem spitzen Winkel dazu verlaufen.

Die Δ -Technik der Ultraschallprüfung ist z.B. in dem Buch "Werkstoffprüfung mit Ultraschall" von J. und H. Krautkrämer, Springer-Verlag, Seiten 331 und 332 beschrieben. Dabei zeigt die schematische Darstellung der Abbildung 15.10, daß der Empfänger rechtwinklig zu einer Prüflingsoberfläche angeordnet ist, während der Sender unter einem spitzen Winkel dazu durch eine Flüssigkeit strahlt, die zur Ankopplung benötigt wird, weil bei der Prüfung beide Köpfe sowohl gemeinsam wie auch gegeneinander verschoben werden sollen. Die Δ -Technik wird als umständlich bezeichnet, so daß ihre Anwendung auf Spezialfälle beschränkt ist.

Die Erfindung geht von der Aufgabe aus, das Arbeiten mit der Δ -Technik zu vereinfachen. Anders ausgedrückt, soll die genannte Umständlichkeit behoben werden.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß der Schwingerträger des Senders oder des Empfängers mehrere Schwingersegmente aufweist, die über Schaltelemente einzeln ansteuerbar sind, und daß die Schwingerträger in einem gemeinsamen Gehäuse eingeschlossen sind.

Bei der Erfindung sind somit in einem stabilen, für eine leichte Handhabung geeigneten Gehäuse vereinigt: 1. Ein Senkrechtprüfkopf, der auch eine Neigung bis 20° haben kann und vorzugsweise als Sender benutzt wird, und 2. ein Winkelprüfkopf, der mit mehreren segmentierten Schwingern ausgestattet ist und vorzugsweise als Empfänger benutzt wird. Dabei liefert der Senkrechtprüfkopfteil mit einem großflächigen Schwinger ein intensives Schallfeld mit hoher Anregungsamplitude bzw. Empfindlichkeit direkt unterhalb des Prüfkopfes. Die mehr streifenförmigen Schwinger des Winkelprüfkopfteils erzeugen gleichzeitig einzeln ein recht divergentes Schallfeld für eine breite Empfindlichkeit bzw. Anregungstiefenzone.

Die segmentierten Schwinger des Winkelprüfkopfes können getrennt oder gemeinsam durch Schaltelemente, vorzugsweise durch Schalter, wirksam gemacht werden, die am Prüfkopfgehäuse sitzen. Damit kann der Empfindlichkeitsbereich des Prüfkopfes variiert werden. Man erhält also einen Prüfkopf für mehrere Tiefen-

zonen, wodurch die in dem genannten Buch angeführte Umständlichkeit weitgehend beseitigt ist, denn der neue Prüfkopf braucht zur Tiefenanpassung nicht mehr verschoben zu werden.

Die Schwingersegmente können in einfacher Weise auf einem üblicherweise keilförmigen Schwingerträger aufgebracht sein, so daß sie gleiche Strahlungswinkel gegenüber dem Senkrechtprüfkopfteil aufweisen. Man kann aber auch unterschiedliche Einschallwinkel verwenden, damit auch bei einem relativ kleinen Prüfkopf größere Tiefen erreicht werden, wie später noch näher beschrieben wird. Ferner können alle Elemente mit gleicher Vorlaufstrecke versehen werden, um die Laufzeitdynamik des Prüfkopfes zu beeinflussen. Dies geschieht in bekannter Weise durch eine stufenförmige Ausbildung des Schwingerträgers.

Das gemeinsame Gehäuse ergibt bei dem Prüfkopf nach der Erfindung eine stabile Bauweise, so daß die empfindlichen Schwinger gut geschützt untergebracht sind. Außerdem kann das gemeinsame Gehäuse auch die Schalter für die Schwingersegmente aufnehmen sowie seitliche Buchsen zum Anschluß von Meßleitungen aufweisen.

Zur näheren Erläuterung der Erfindung werden anhand der Zeichnungen Ausführungsbeispiele beschrieben. Es zeigt

Figur 1 schematisch die Zuordnung von Sender und Empfänger zueinander,

Figur 2 eine Tabelle, in der verschiedene Fokusbereiche mit der zugehörigen Schalterstellung und Segmentanregung dargestellt sind,

Figur 3 Kennlinien der Empfindlichkeit von Fokusbereichen A bis D,

Figur 4 Kennlinien der Empfindlichkeit von Fokusbereichen E bis H,

Figur 5 schematisch einen Empfänger mit gleichen Vorlaufstrecken für alle Segmente,

Figur 6 einen Empfänger mit unterschiedlichen Einstrahlungswinkeln für die einzelnen Segmente, und

Figur 7 eine vergrößerte Darstellung eines Prüfkopfes nach der Erfindung in einem Schnitt, im Maßstab 2 : 1.

Der in Figur 1 schematisch, insbesondere ohne Gehäuse, dargestellte Prüfkopf umfaßt einen Senkrechtprüfkopfteil 1, der auch als Nullgradschwinger bezeichnet wird, und einen Winkelprüfkopfteil 2. Der Senkrechtprüfkopfteil 1 umfaßt einen Schwingerträger 4 und einen piezoelektrischen Schwinger 5. Der Winkelprüfkopfteil 2 hat einen keilförmigen Schwingerträger 7 mit einem in vier Teile 8, 9, 10 und 11 segmentierten

Schwinger 12. Zwischen den Prüfkopfteilen 1 und 2 ist eine Schicht Dämpfungsmaterial 14 vorgesehen, die der akustischen Trennung zwischen Sender und Empfänger dient.

Der Senkrechtprüfkopfteil 1 liefert ein Longitudinalwellenschallbündel, dessen Zentralstrahl 15 rechtwinklig zu der Oberfläche des nicht dargestellten Prüflings verläuft. Die aus den Schwingersegmenten 8 bis 11 resultierenden longitudinalen oder transversalen Schallbündel kreuzen sich mit dem Schallbündel des Senkrechtprüfkopfteil 1, so daß Zentralstrahlengänge gemäß 18, 19, 20 und 21 eingestellt werden. Trifft der Sendestrahl auf flächige Reflektoren, wie sie Rißspitzen, Bindefehler usw. darstellen, so werden Zylinderwellen angeregt, die dann mit den Empfängersegmenten je nach der Tiefenlage des Reflektors selektiv empfangen werden. Im Hinblick auf besondere Prüfbedingungen, z.B. in der Nähe einer Schweißnaht, kann der Zentralstrahl 15 auch etwas geneigt verlaufen, und zwar so weit (bis 20°), daß die Schweißnaht nicht durchschallt wird. Zentralstrahl 15 und die Strahlengänge 18 bis 21 sind dabei zur gleichen Seite geneigt.

Mit dem neuen Prüfkopf kann die in Tabelle 2 angeführte Tiefenfokussierung vorgenommen werden. Die dort mit den Großbuchstaben A bis H bezeichneten acht Fokusbereiche werden dadurch erhalten, daß die vier Schwingersegmente 8 bis 11 entsprechend der Tabelle wirksam gemacht werden. Dabei ist die Wirksamkeit durch ein Kreuz, die Unwirksamkeit durch einen Kreis dargestellt.

Je nach der Segmentanregung ergeben sich die in den Figuren 3 und 4 dargestellten Fokuskurven. Die Diagramme zeigen auf der Abszisse die Reflektortiefenlage T in Millimetern, auf der Ordinate die spezifische Empfindlichkeit E in dB, wobei für die Kurven B bis H die Empfindlichkeit auf die Empfindlichkeit des Fokusbereiches A bezogen ist.

Man erkennt deutlich, daß mit dem neuen Prüfkopf eine systematische Fokussierung gelingt, die den Tiefenempfindlichkeitsbereich des Prüfkopfes steigert.

Der in Figur 5 dargestellte Prüfkopf hat als Besonderheit, daß der Schwingerträger 7' im Bereich des Schwingers 12' eine stufenförmige Fläche bildet. Deshalb sitzen die Schwingersegmente 8' bis 11' gegeneinander versetzt. Sie haben die gleichen Einschallwinkel und ihre durch den Schwingerkörper 7' gegebenen Vorlaufstrecken 25 sind gleich lang.

Bei dem Prüfkopf nach Figur 6 ist die den Schwinger 12" tragende Oberfläche 26 des Schwingerkörpers 7" in Stufen nach oben gewölbt. Die Zentralstrahlengänge 18" bis 21" haben de-

shalb um z.B. je 5° zwischen 30° und 45° divergierende Einschallwinkel. Dies hat zur Folge, daß die "Schnittstellen" mit dem Strahl 15" weiter auseinandergezogen sind.

Der Prüfkopf nach Figur 7 zeigt, daß die aus Kunststoff, z.B. Polyacrylat, bestehenden Schwingerträger 4 und 7 über eine 2 mm dicke Korkplatte 14 miteinander verklebt sind, die über die 8 mm betragende Höhe der Schwingerträger hinausragt. Gemeinsam bilden die Teile 4, 7 und 14 die ebene Unterseite in einem Metallgehäuse 30, dessen Innenseite 31 mit einer 1 mm dicken Korkauskleidung 32 versehen ist.

Das Gehäuse 30 besteht aus 1,5 mm dickem nichtrostendem Stahl und hat eine rechtwinklige Form. Die aus der Figur nicht ersichtliche Tiefe ist etwa halb so groß wie die Breite des Gehäuses, die 30 mm beträgt. An dem Metallgehäuse 30 ist ein vierfacher Ein-Aus-Schalter 35 befestigt, dessen Kontakte 36 einzeln über Knöpfe 37 betätigt werden, die aus der Oberseite des Gehäuses 30 hervorstehen. Ferner sitzen in der Wand des Gehäuses 30 zwei Buchsen 39 und 40. Buchse 39 ist mit dem Schwinger 5 des Senkrechtprüfkopfteil 1 verbunden. Die Schwingersegmente 8 bis 11 des Winkelprüfkopfteil 2 sind dagegen über den Schalter 35 zur Buchse 40 geführt, so daß damit die Segmente 8 bis 11 einzeln oder kombiniert wirksam gemacht werden können.

Ansprüche

1. Prüfkopf zur Ultraschallprüfung in Δ -Technik mit einem Sender und einem Empfänger, die jeweils einen piezoelektrischen Schwinger auf einem Schwingträger umfassen, wobei Sender und Empfänger baulich so zusammengefaßt sind, daß ihre Strahlungsrichtungen mindestens annähernd rechtwinklig zu einer Prüflingsoberfläche und unter einem spitzen Winkel dazu verlaufen, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Schwingerträger (7) des Senders (1) oder des Empfängers (2) mehrere Schwingersegmente (8 - 11) aufweist, die über Schaltelemente (35) einzeln ansteuerbar sind, und daß die Schwingerträger (4, 7) in einem gemeinsamen Gehäuse (30) eingeschlossen sind.

2. Prüfkopf nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schwingersegmente (8' - 11') von Sender oder Empfänger gleiche Vorlaufstrecken (25) aufweisen (Fig. 5).

3. Prüfkopf nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schwingersegmente (8" - 11") von Sender oder Empfänger unterschiedliche Einschallwinkel aufweisen (Fig. 6).

4. Prüfkopf nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß das gemeinsame Gehäuse (30) die Schaltelemente (35) aufnimmt.

5. Prüfkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß das gemeinsame Gehäuse (30) seitliche Buchsen (39, 40) zum Anschluß von Meßleitungen aufweist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

4

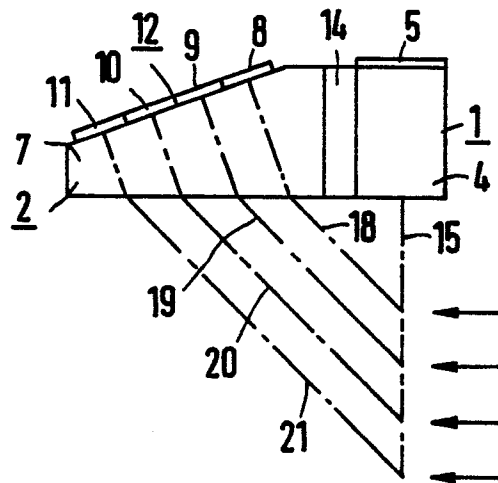
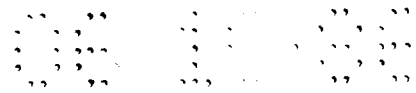


FIG 1

Fokusbereich	Segmentanregung			
	8	9	10	11
A	+	○	○	○
B	○	+	○	○
C	○	○	+	○
D	○	○	○	+
E	+	+	○	○
F	○	+	+	○
G	○	○	+	+
H	+	+	+	+

FIG 2



85 P 6103

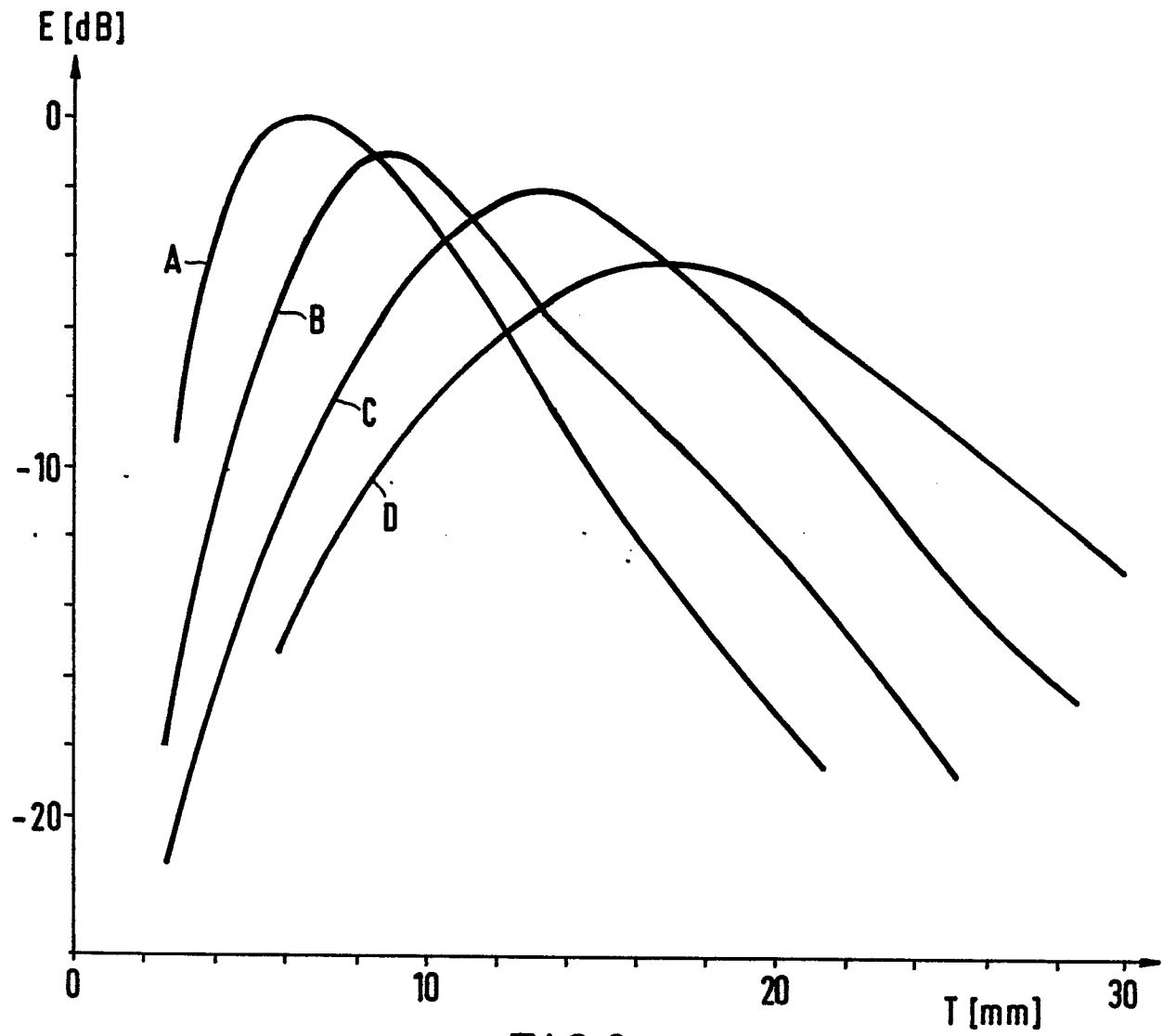


FIG 3

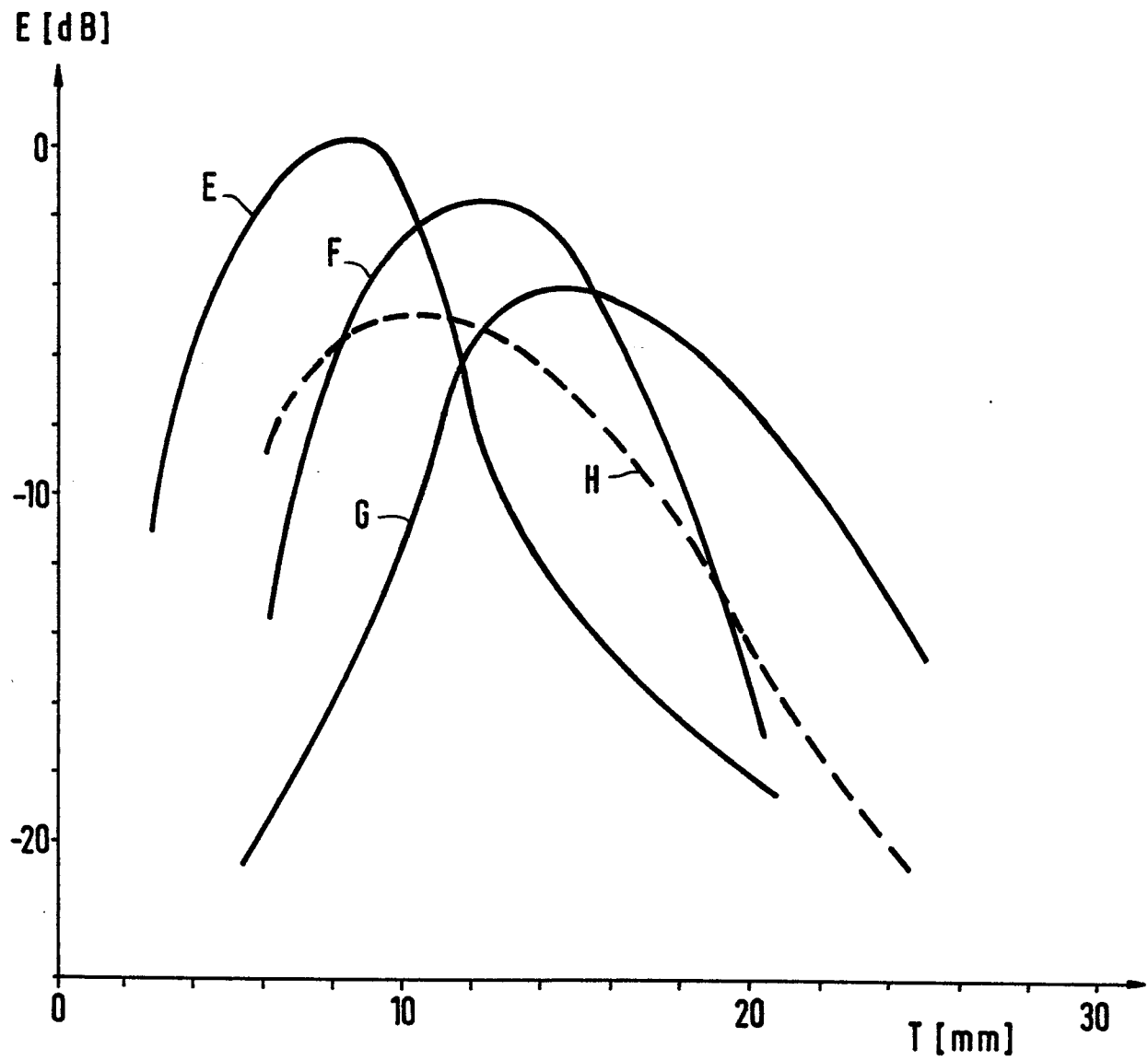


FIG 4

85 P 6103

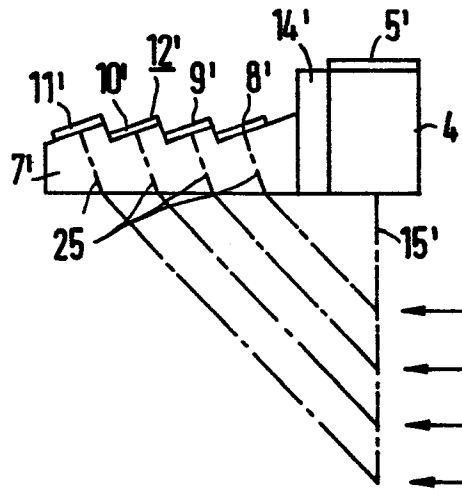


FIG 5

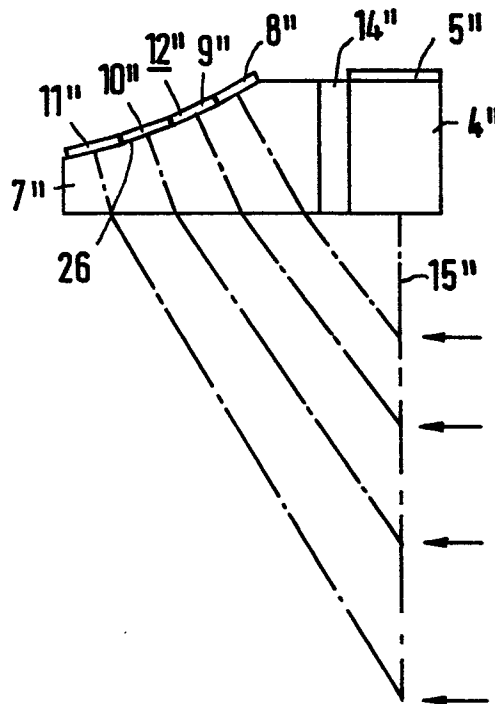


FIG 6

85 P 6103

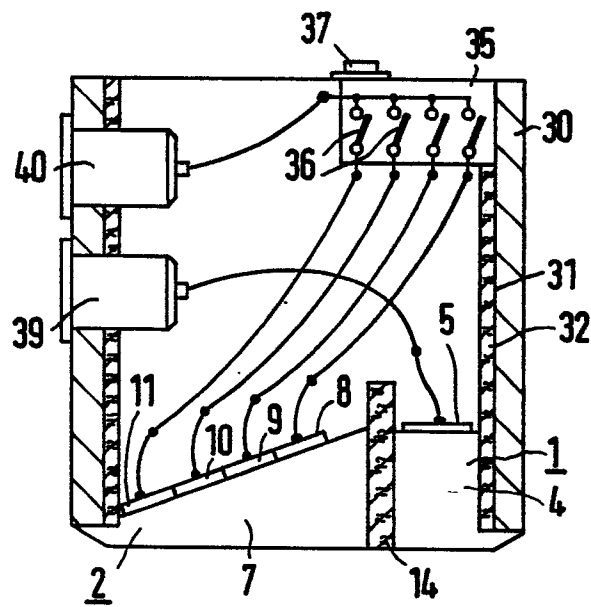


FIG 7



EP 86 11 3804

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
A	DE-A-3 048 188 (SIEMENS) * Seite 5, Zeilen 13-29; Figur 4 *	1	G 10 K 11/34
A	--- DE-C-2 931 609 (RÖNTGEN TECHNISCHE DIENST B.V.) * Spalte 3, Zeile 56 - Spalte 4, Zeile 8; Figuren 5a, 5b *	1	
A	--- PRODUCT ENGINEERING, Band 41, Nr. 8, 13. April 1970, Seiten 46, 47, New York, US; M. REID: "Ultrasonic flaw detection could have averted F-111 crash" * Das ganze Dokument *	1	
A	--- CA-A-1 118 882 (VRBA JIRI) * Figuren 1, 3, 4, 4A *	1, 5	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4)
	-----		G 10 K G 01 N G 01 S
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 23-01-1987	Prüfer ANDERSON A. TH.
<p>EPA Form 1503 03 82</p> <p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</p> <p>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			