

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑫ Date de dépôt : 20.11.91.

⑬ Priorité :

⑭ Date de la mise à disposition du public de la demande : 21.05.93 Bulletin 93/20.

⑮ Liste des documents cités dans le rapport de recherche : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

⑯ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑰ Demandeur(s) : Société dite: «I.R.S.I.D.» SNC. — FR.

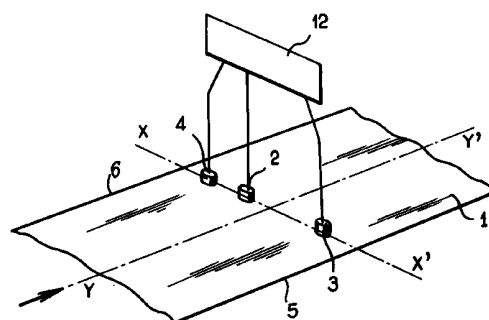
⑱ Inventeur(s) : Courouble Bertrand.

⑲ Titulaire(s) :

⑳ Mandataire : Cabinet Lavoix.

② Procédé et dispositif de mesure de la largeur d'une bande mince en défilement continu.

③ On émet des ondes de Lamb dans la bande depuis un émetteur (2) et on détecte le passage des ondes de Lamb sur deux détecteurs (3, 4) disposés de telle sorte que les distances entre l'émetteur (2) et chacun des détecteurs (3, 4) soient différentes. On mesure l'intervalle de temps séparant le passage de l'onde directe provenant de l'émetteur (2) sur l'un et l'autre des deux détecteurs (3, 4) et les intervalles de temps séparant le passage de l'onde réfléchie par chacune des rives (5, 6) de la tôle (1) sur le détecteur situé du côté de cette rive, du passage de l'onde directe sur le même détecteur. On en déduit par calcul la largeur de la tôle (1).



L'invention est relative à la mesure de largeur d'une bande mince en défilement, par exemple d'une bande métallique produite en continu et notamment d'une bande en acier.

5 Des dispositifs de contrôle de la largeur d'une bande mince produite en continu sont connus. Tous ces dispositifs utilisent des moyens optiques en particulier de triangulation optique. Ils présentent l'inconvénient d'être sensibles à l'environnement, par exemple à la
10 présence de poussières, de fumées ou de vapeurs qu'on rencontre très souvent sur les lignes de fabrication en continu.

Le but de la présente invention est de remédier à cet inconvénient en proposant un moyen de contrôle de la
15 largeur d'une bande mince qui ne soit pas sensible à l'environnement.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de mesure de la largeur d'une bande mince par exemple produite en continu notamment d'une bande en acier caractérisé en ce que :
20

- le long d'une ligne parallèle à la surface et perpendiculaire à l'axe longitudinal de la bande on dispose un émetteur et deux détecteurs d'ondes ultrasonores de Lamb, l'émetteur étant situé de telle sorte que les
25 distances entre l'émetteur et chacun des récepteurs soient différentes,

- avec l'émetteur on génère dans la bande une onde ultrasonore de Lamb et avec les détecteurs on détecte le passage de l'onde directe provenant de l'émetteur et le
30 passage des ondes réfléchies par les bords latéraux de la tôle appelés rives de la bande,

- on détermine les intervalles de temps suivants :

ΔT_0 : intervalle de temps entre le passage de l'onde directe sur le premier détecteur et sur le second détecteur ;

5 ΔT_1 : intervalle de temps entre le passage de l'onde directe sur le premier détecteur et le passage de l'onde réfléchie par la rive de la tôle située du côté du premier détecteur sur le premier détecteur ;

10 ΔT_2 : intervalle de temps entre le passage de l'onde directe sur le deuxième détecteur et le passage de l'onde réfléchie par la rive de la tôle située du côté du deuxième détecteur sur le deuxième détecteur,
- on calcule la largeur L de la bande par la formule :

$$15 \quad L = 1/2 \frac{L_1 - L_2}{T_0} (\Delta T_1 + \Delta T_2) + K$$

dans laquelle L_1 et L_2 sont les distances respectives de l'émetteur au premier et au deuxième détecteurs et K est une constante égale à $L_1 + L_2$ si l'émetteur est situé entre les détecteurs et égale à la distance L_1 de l'émetteur au
20 détecteur le plus éloigné de l'émetteur si l'émetteur n'est pas situé entre les deux détecteurs.

L'invention a également pour objet un dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'invention.

25 Ce dispositif comprend au moins un ensemble constitué d'un émetteur et de deux détecteurs d'ondes ultrasonores de Lamb placés sur une même ligne et disposés de façon telle que les distances de l'émetteur aux deux détecteurs soient différentes. Les émetteurs et les détecteurs sont reliés à un dispositif électronique de
30 commande, d'acquisition et de traitement du signal.

De préférence, l'émetteur est situé entre les deux détecteurs. Les émetteurs et détecteurs peuvent être placés dans un rouleau déflecteur monté rotatif autour de son axe.

De préférence, les émetteurs et les détecteurs d'ondes ultrasonores de Lamb sont du type électromagnétoacoustique.

Les émetteurs et les récepteurs d'onde ultrasonore de Lamb peuvent également être du type piézoélectrique.

L'invention concerne enfin un rouleau mesureur de largeur du type comprenant une table cylindrique et des tourillons et monté rotatif autour de son axe, comportant le long d'au moins une génératrice de la table, un émetteur et deux récepteurs d'ondes ultrasonores de Lamb disposés de façon telle que les distances de l'émetteur à l'un et à l'autre des deux récepteurs soient différentes.

L'invention va maintenant être décrite de façon plus précise mais non limitative en regard des figures annexées dans lesquelles :

- la figure 1 est une vue schématique d'une bande mince au-dessus de laquelle est placé un dispositif de mesure de largeur selon l'invention ;

- la figure 2 est un schéma de principe montrant la disposition des émetteurs et récepteurs d'ultrasons ainsi que les distances parcourues par les ondes ultrasonores ;

- la figure 3 est un exemple d'enregistrement d'échos ultrasonores obtenus à l'aide du dispositif de mesure de largeur, l'axe des abscisses représente le temps, l'axe des ordonnées l'intensité du signal ;

- la figure 4 est une vue en coupe axiale d'un rouleau mesureur de largeur ;

- la figure 5 est une vue en perspective d'un rouleau mesureur de largeur.

Pour mesurer la largeur d'une bande mince 1 défilant dans le sens de la flèche sur une ligne de fabrication non représentée, on dispose sur une ligne XX' (figure 1), parallèle à la surface de la bande et perpen-

diculaire à l'axe longitudinal YY' de la bande, un émetteur 2 d'ondes ultrasonores de Lamb et deux détecteurs 3 et 4 d'ondes ultrasonores de Lamb. L'émetteur et les détecteurs peuvent être placés au-dessus ou au-dessous de la bande.

Comme celà est représenté à la figure 2, l'émetteur 2 est situé dans la partie centrale de la bande, les détecteurs 3 et 4 sont situés de part et d'autre de l'émetteur.

La distance L_1 entre l'émetteur 2 et le récepteur 3 est plus grande que la distance L_2 entre l'émetteur 2 et le récepteur 4.

L'émetteur 2 et les récepteurs 3 et 4 sont des dispositifs électromagnéto-acoustiques connus en eux-mêmes. Ils sont constitués d'une grille et d'un aimant. La grille de l'émetteur est parcourue par un courant haute fréquence. Ils sont placés à une distance contrôlée de la surface de la bande. L'émetteur 2 et les récepteurs 3 et 4 sont reliés à un dispositif 12 électronique de commande, d'acquisition et de traitement du signal.

A un instant t quelconque, à l'aide du dispositif 12 on envoie à l'émetteur 2 une impulsion, l'émetteur 2 génère alors une onde de Lamb qui se propage dans la bande en direction de chacune des rives 5 et 6 de la bande.

L'onde passe au droit du détecteur 4 à un instant $t + t_2$, ce qui génère un signal 7, l'onde a alors parcouru une distance L_2 .

Puis l'onde se réfléchit sur la rive 6 de la bande et revient vers le détecteur 4. Elle passe au droit de ce détecteur 4 à un instant $t + t'_2$, ce qui génère un signal 9 ; l'onde a alors parcouru une distance L'_2 .

De même, en direction de la rive 5, l'onde passe au droit du détecteur 3 à l'instant $t + t_1$ après avoir parcouru une distance L_1 et génère un signal 8, puis elle

se réfléchit sur la rive 5, passe au droit du détecteur 3 à l'instant $t + t'_1$ après avoir parcouru une distance L'_1 et génère un signal 10.

En détectant et analysant les signaux 7, 8, 9 et 10 à l'aide du dispositif 12 on détermine les instants $t + t_1$, $t + t'_1$, $t + t_2$, $t + t'_2$ et on calcule les grandeurs :

$$\begin{aligned}\Delta T_0 &= (t + t_1) - (t + t_2) = t_1 - t_2 \\ \Delta T_1 &= (t + t'_1) - (t + t_1) = t'_1 - t_1 \\ \Delta T_2 &= (t + t'_2) - (t + t_2) = t'_2 - t_2.\end{aligned}$$

ΔT_0 , ΔT_1 , ΔT_2 sont les intervalles de temps qui séparent les différents signaux.

On notera qu'il est possible de poser arbitrairement $t = 0$ (instant initial, on mesure alors directement t_1 , t'_1 , t_2 , t'_2).

A partir de ces mesures et connaissant L_1 et L_2 il est possible de calculer la largeur de la bande.

En effet, si L est la largeur de la bande, on a

$$\begin{aligned}L &= 1/2 [L'_1 + L'_2 + L_1 + L_2] \\ &= 1/2 [(L'_1 - L_1) + (L'_2 - L_2)] + L_1 + L_2.\end{aligned}$$

Si V est la vitesse de propagation de l'onde de Lamb dans la bande on a :

$$\begin{aligned}V &= \frac{L_1 - L_2}{\Delta T_0} \\ L'_1 - L_1 &= V \times \Delta T_1 = \frac{L_1 - L_2}{\Delta T_0} \times \Delta T_1 \\ L'_2 - L_2 &= V \times \Delta T_2 = \frac{L_1 - L_2}{\Delta T_0} \times \Delta T_2\end{aligned}$$

d'où :

$$L = 1/2 \frac{L_1 - L_2}{\Delta T_0} (\Delta T_1 + \Delta T_2) + L_1 + L_2$$

Or L_1 et L_2 sont des grandeurs connues par construction et ΔT_0 , ΔT_1 , ΔT_2 sont mesurés avec précision ; celà

permet de déterminer la largeur L de la bande avec une précision de l'ordre de 1 mm pour une largeur d'1 m.

Il est important de noter que pour pouvoir faire la mesure, il faut impérativement que les distances L_1 et L_2 soient différentes.

On remarquera que l'émetteur n'a pas besoin d'être placé entre les détecteurs.

Lorsque l'émetteur n'est pas placé entre les détecteurs, un calcul semblable à celui qui a été fait précédemment montre que si L_1 est la distance entre l'émetteur et le récepteur le plus éloigné, la largeur L de la bande se calcule par la formule :

$$L = 1/2 \left(\frac{L_1 - L_2}{\Delta T_0} \right) (\Delta T_1 + \Delta T_2) + L_1$$

Ce procédé est applicable à des matériaux dans lesquels on peut générer des ondes de Lamb notamment par des moyens électromagnétoacoustiques.

Les matériaux les mieux adaptés aux moyens électromagnétoacoustiques sont en particulier l'acier et les matériaux ferromagnétiques.

Les ondes de Lamb peuvent également être générés par d'autres moyens, par exemple par des palpeurs piézoélectriques.

Pour mettre en oeuvre ce procédé, on peut disposer l'émetteur 2 et les détecteurs 3 et 4 dans un rouleau mesureur de largeur sur lequel vient s'appuyer la bande.

Le rouleau 20 mesureur de largeur comporte une table cylindrique 21 et des tourillons 22. Il est monté rotatif autour de son axe.

La table 21 du rouleau 20 comporte une pluralité de logements 23 creux. Ces logements 23 sont disposés aux points d'intersection de trois cercles 30, 31, 32 situés sur la surface de la table du cylindre avec des génératrices 33, 34, 35 de la table du cylindre. Il peut n'y avoir

qu'une génératrice ; le cylindre ne comporte alors que trois logements. Il peut y avoir deux génératrices, trois, quatre ou plus.

5 Les cercles sur lesquels les logements sont disposés sont situés sur la table du cylindre de façon telle que les distances entre deux cercles successifs soient différentes.

10 Un cercle 30 est situé du côté d'une extrémité 36 du cylindre 20 ; un cercle 31 est situé dans la partie centrale du cylindre ; un cercle 32 est situé du côté de l'autre extrémité 37 du cylindre 20. La distance entre le cercle 30 et le cercle 31 est différente de la distance entre le cercle 31 et le cercle 32. Ces distances correspondent aux distances L_1 et L_2 entre l'émetteur et les
15 détecteurs d'ultrasons dont il a été question plus haut.

Dans chaque logement est placé un émetteur ou un récepteur d'onde ultrasonore de Lamb constitué d'une grille 24 entourée d'un aimant 25. La grille et les pôles de l'aimant affleurent à la surface de la table 21 du
20 cylindre. La position exacte de la grille est déterminée de façon connue afin d'obtenir un bon couplage avec une bande mince s'appuyant sur le cylindre.

Les grilles sont reliées au dispositif électronique de commande, d'acquisition et de traitement du
25 signal 12.

Les grilles peuvent être montées de façon connue en émetteur ou en récepteur.

Les grilles situées dans la partie centrale de la table du rouleau, c'est-à-dire le long du cercle 31,
30 sont montées en émetteur.

Les grilles situées dans les parties extrêmes de la table du cylindre, c'est-à-dire le long des cercles 30 et 32 sont montées de façon connue en récepteur.

Les ensembles grille-aimant constituent des dispositifs connus d'émission ou de détection d'onde ultrasonore de Lamb du type électromagnétoacoustique.

5 Lorsqu'une bande est en appui sur un tel cylindre et qu'elle est animée d'un mouvement de défilement, elle entraîne en rotation le cylindre si bien que chaque génératrice contenant un émetteur et deux récepteurs d'ultrasons vient successivement au contact de la bande. Lorsqu'une série d'émetteurs-détecteurs vient au contact
10 de la bande, avec l'émetteur on génère une onde ultrasonore de Lamb et avec les détecteurs on détecte les ondes directes et les ondes réfléchies par les rives de la bande. Cela permet de faire la mesure de largeur par le procédé décrit plus haut.

15 Les émetteurs-récepteurs du type électromagnétoacoustique peuvent être remplacés par tout type d'émetteur-récepteur d'ondes ultrasonores de Lamb, par exemple des émetteurs-récepteurs du type piézoélectrique.

REVENDICATIONS

1.- Procédé de mesure de la largeur d'une bande mince notamment en défilement continu telle qu'une bande en acier caractérisé en ce que :

5 - le long d'une ligne parallèle à la surface de la bande (1) et approximativement perpendiculaire à l'axe longitudinal de la bande, on dispose un émetteur (2) et deux détecteurs (3, 4) d'onde ultrasonore de Lamb, l'émetteur (2) étant situé de telle sorte que les distances
10 entre ledit émetteur (2) et chacun desdits détecteurs (3, 4) soient différentes,

 - avec l'émetteur (2) on génère dans la bande (1) une onde ultrasonore de Lamb et avec les détecteurs (3, 4) on détecte, au droit de chacun des détecteurs (3,
15 4), le passage de l'onde directe provenant directement de l'émetteur (2) et le passage des ondes réfléchies par les bords latéraux (5, 6) appelés rives de la bande (1),

 - on détermine les intervalles de temps suivants :

20 ΔT_0 : intervalle de temps entre le passage de l'onde directe sur le premier détecteur (3) et sur le second détecteur (4);

ΔT_1 : intervalle de temps entre le passage de l'onde réfléchie par la rive (5) de la bande (1) située du
25 côté du premier détecteur (3) sur le premier détecteur (3) et le passage de l'onde directe sur le premier détecteur (3) ;

ΔT_2 : intervalle de temps entre le passage de l'onde réfléchie par la rive (6) de la bande (1) située du
30 côté du deuxième détecteur (4) sur le deuxième détecteur (4) et le passage de l'onde directe sur le deuxième détecteur (4),

 - on calcule la largeur L de la bande (1) par la formule:

$$35 \quad L = 1/2 \frac{L_1 - L_2}{\Delta T_0} (\Delta T_1 + \Delta T_2) + K$$

dans laquelle L_1 et L_2 sont les distances respectives de l'émetteur au premier et au deuxième détecteurs (3, 4), K est une constante égale à $L_1 + L_2$ si l'émetteur (2) est situé entre les détecteurs (3, 4) et égale à L_1 distance de
5 l'émetteur (2) au détecteur (3) le plus éloigné de l'émetteur (2) lorsque l'émetteur (2) n'est pas situé entre les deux détecteurs (3, 4).

2.- Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend
10 au moins un ensemble constitué d'un émetteur (2) et de deux détecteurs (3, 4) d'ondes ultrasonores de Lamb placés sur une même ligne et disposés de façon telle que les distances de l'émetteur (2) aux deux détecteurs (3, 4) soient différentes et en ce que, pour chacun des ensembles,
15 l'émetteur (2) et les détecteurs (3, 4) sont reliés à un dispositif électronique de commande, d'acquisition et de traitement du signal.

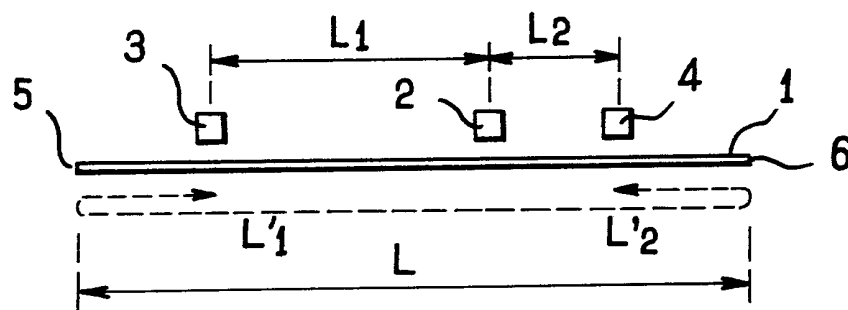
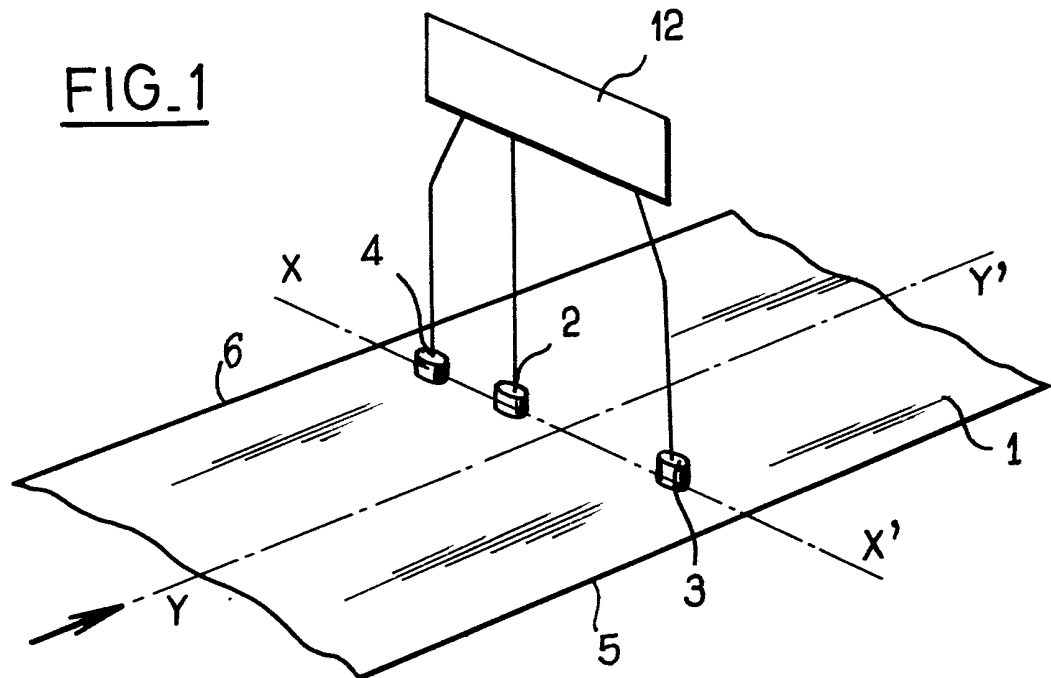
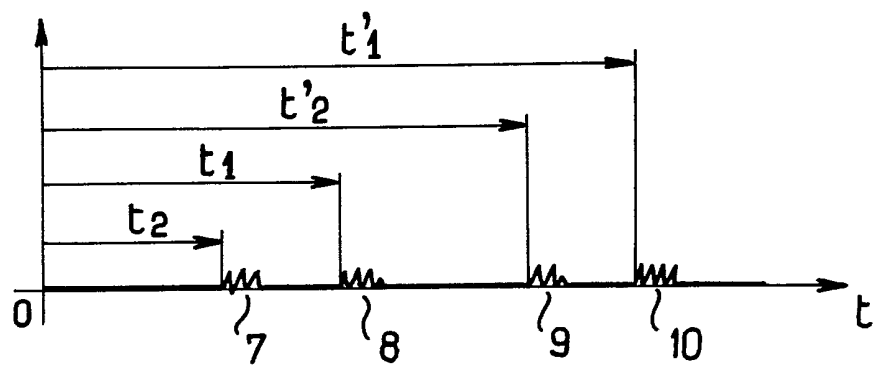
3.- Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que, pour chaque ensemble constitué d'un
20 émetteur (2) et de deux détecteurs (3, 4), l'émetteur (2) est situé entre les deux détecteurs (3, 4).

4.- Dispositif selon la revendication 2 ou la revendication 3, caractérisé en ce que le ou les ensembles constitués d'un émetteur (2) et de deux détecteurs (3, 4)
25 d'ondes ultrasonores de Lamb sont disposés dans un rouleau défecteur (20) monté rotatif autour de son axe.

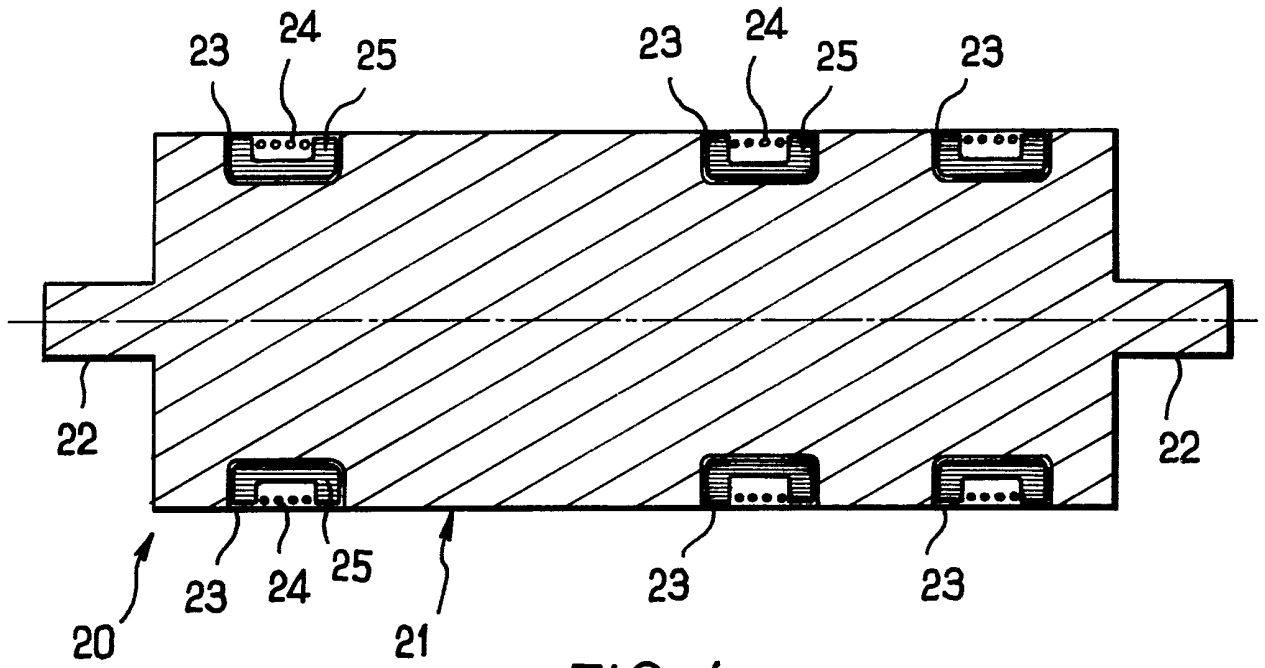
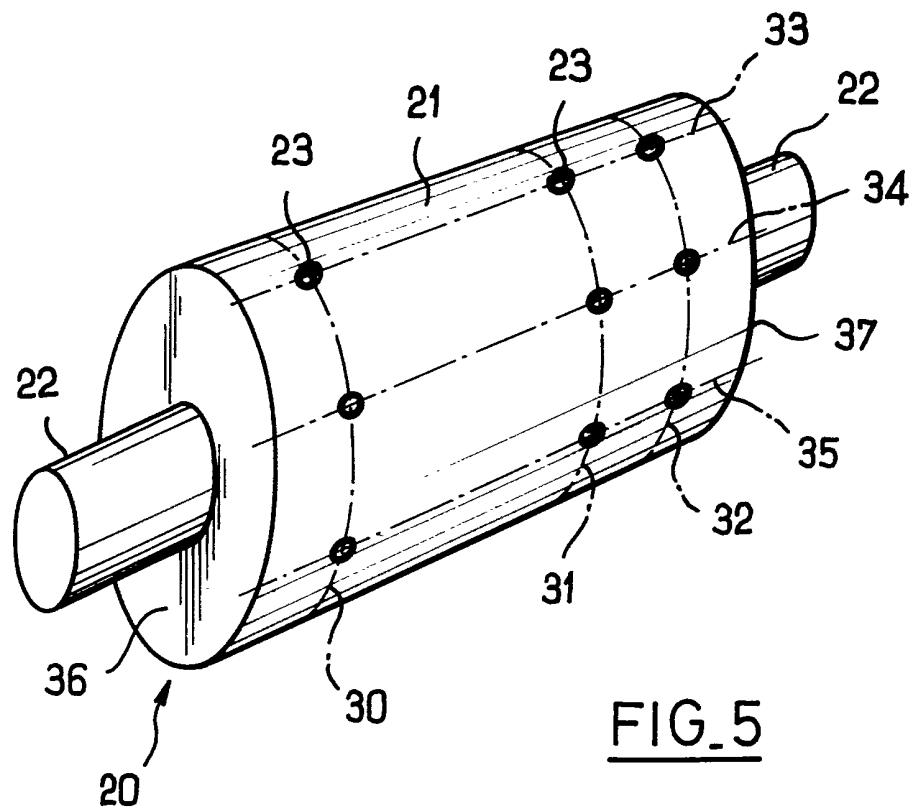
5.- Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que le ou les émetteurs (2) et les récepteurs (3, 4) d'ondes ultrasonores de Lamb sont du type électromagnétoacoustique et sont
30 constitués chacun par un aimant (25) et une grille (24).

6.- Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que le ou les émetteurs (2) et les détecteurs (3, 4) d'ondes ultrasonores de Lamb sont du type piézoélectrique.
35

7.- Rouleau mesureur de largeur du type comprenant une table cylindrique (21) et des tourillons (22) et monté rotatif autour de son axe caractérisé en ce qu'il comporte le long d'au moins une génératrice (33, 34, 35) de la table (21) un émetteur et deux récepteurs d'onde ultrasonore de Lamb disposés de façon telle que les distances de l'émetteur aux deux récepteurs soient différentes.

FIG. 1FIG. 2FIG. 3

2 / 2

FIG. 4FIG. 5

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE
établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FR 9114310
FA 464689

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	EP-A-0 037 196 (SKRGATIC) * page 6 - page 9, ligne 12 * ---	1,2
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 8, no. 1 (P-246)(1438) 6 Janvier 1984 & JP-A-58 166 206 (SUMITOMO KINZOKU KOGYO K.K.) 1 Octobre 1983 * abrégé * ---	1,2,4
A	DE-C-3 737 032 (HEIDENHAIN) * le document en entier * ---	1-3
A	FR-A-1 509 389 (GENERAL DYNAMICS CORP.) * page 2, colonne 2 - page 3, colonne 2 * -----	4,6,7
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
		G01B
Date d'achèvement de la recherche 06 AOÛT 1992		Examineur RAMBOER P.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		