

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 81 13241

(54) Procédé et dispositif de mesure d'épaisseur par impulsions ultrasonores.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). G 01 B 17/02.

(22) Date de dépôt..... 6 juillet 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : Japon, 17 février 1981, n° 21952/1981.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 33 du 20-8-1982.

(71) Déposant : Société dite : TEITSU DENSHI KENKYUSHO CO., LTD, résidant au Japon.

(72) Invention de : Isao Narushima et Morio Nakano.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Lavoix,
2, place d'Estienne-d'Orves, 75441 Paris Cedex 09.

La présente invention concerne de façon générale un procédé et un dispositif de mesure de l'épaisseur d'une pièce au moyen d'impulsions ultrasonores, et elle porte plus particulièrement sur un procédé et un dispositif de
5 ce type dans lesquels le réglage du zéro peut être effectué avec précision par une opération simple.

On connaît des dispositifs de mesure d'épaisseur dans lesquels des impulsions ultrasonores sont émises périodiquement dans une pièce à partir d'une surface de
10 celle-ci et dans lesquels les impulsions d'écho ultrasonores réfléchies par la surface du fond de la pièce sont reçues de façon à déduire l'épaisseur de la pièce du temps de propagation des impulsions ultrasonores dans la pièce. Ces dispositifs de mesure d'épaisseur emploient généralement
15 une sonde comprenant un transducteur muni à sa surface avant d'une matière définissant un retard de propagation, afin d'améliorer la séparation entre les impulsions émises et les impulsions reçues. Dans un tel dispositif, pour déterminer le temps de propagation de l'impulsion ultrasonore
20 qui correspond à l'épaisseur de la pièce, il est nécessaire de soustraire le temps de propagation de l'impulsion ultrasonore dans la matière définissant un retard de propagation, par rapport à la durée totale écoulée depuis l'émission de chaque impulsion ultrasonore jusqu'à la
25 réception de l'impulsion d'écho ultrasonore associée. De façon générale, le dispositif comporte un circuit de réglage du zéro qu'on utilise pour fixer la durée qui correspond au temps de propagation de l'impulsion ultrasonore dans la matière définissant un retard de propagation. Plus
30 précisément, le circuit de réglage du zéro produit un signal au bout d'une durée réglable après l'émission de chaque impulsion ultrasonore, et ce signal est appliqué à une porte qui est conçue de façon à être validée depuis l'instant de réception de ce signal jusqu'à l'instant de
35 réception de l'impulsion d'écho associée qui est réfléchie à partir de la surface de fond de la pièce, pour produire ainsi un signal ayant une durée proportionnelle à l'épaisseur de la pièce. L'opération de réglage du circuit de réglage

du zéro constitue ce qu'on appelle "l'opération de réglage du zéro".

On réalise de façon classique cette opération de réglage du zéro en amenant la sonde en contact avec une
5 pièce étalon d'épaisseur connue et en réglant le circuit de réglage du zéro jusqu'à ce que la valeur d'épaisseur qui est présentée sur l'affichage devienne pratiquement égale à la valeur d'épaisseur connue.

Le dispositif de mesure d'épaisseur connu présente
10 cependant le défaut qui consiste en ce que l'opération de réglage du zéro est relativement gênante et prend du temps, du fait qu'elle nécessite l'utilisation d'une pièce étalon d'épaisseur connue ; le défaut qui consiste en une perte de temps relativement importante du fait que cette opération
15 de réglage du zéro, gênante et prenant du temps, doit être accomplie fréquemment car la vitesse de propagation des impulsions ultrasonores dans la matière définissant un retard de propagation varie en fonction de la température ambiante ; et le défaut qui consiste en ce que, en particulier
20 dans le cas d'un dispositif de mesure portable de petite taille comportant une pièce étalon fixée à son boîtier extérieur, la matière destinée à assurer un bon contact et qui doit être utilisée avec cette pièce étalon peut se répandre et contaminer le dispositif, ou peut couler
25 à l'intérieur du dispositif en passant par des interstices entre le boîtier du dispositif et les organes de réglage et les appareils de mesure de ce dernier, conduisant ainsi à un mauvais fonctionnement du dispositif.

L'invention a donc pour but d'offrir un procédé
30 et un dispositif de mesure de l'épaisseur d'une pièce par l'utilisation d'impulsions ultrasonores qui suppriment les défauts précités du procédé et du dispositif connus et qui permettent d'accomplir l'opération de réglage du zéro avec précision mais d'une manière simple.

35 L'invention a également pour but d'offrir un procédé et un dispositif du genre indiqué ci-dessus qui ne nécessitent pas l'utilisation d'une pièce étalon d'épaisseur connue pour effectuer l'opération de réglage

du zéro.

Ces buts de l'invention, ainsi que d'autres, peuvent être atteints grâce à des moyens permettant d'utiliser une partie de l'impulsion d'écho ultrasonore réfléchie à partir de la surface avant de la matière définissant un retard de propagation, à la surface avant de la sonde, pour accomplir l'opération de réglage du zéro.

Ainsi, conformément à l'invention, pendant l'opération de réglage du zéro, on maintient la sonde séparée de la pièce, on mesure la durée qui s'écoule entre l'instant de réception d'une implusion d'échoultrasonore réfléchie à partir de la surface avant de la matière définissant un retard de propagation, jusqu'à l'instant de génération d'une impulsion de réglage par le circuit de réglage du zéro, de façon que le résultat d'un calcul effectué sur la base de cette mesure soit présenté sur l'affichage, et on règle le circuit de réglage du zéro jusqu'à ce que la valeur présentée sur l'affichage, avec la sonde maintenue séparée de la pièce, soit pratiquement égale à zéro. Une fois qu'on a réglé de cette manière le circuit de réglage du zéro, on amène la sonde en contact avec la pièce pour effectuer la mesure de l'épaisseur de la pièce.

En outre, conformément à l'invention, un dispositif de mesure de l'épaisseur d'une pièce comprend, en plus des éléments employés habituellement (la sonde, le circuit de réglage du zéro, les moyens de mesure d'épaisseur, le dispositif d'affichage, etc), des moyens destinés à produire une impulsion du zéro sous l'effet d'une impulsion d'écho ultrasonore réfléchie à partir de la surface avant de la matière de la sonde définissant un retard de propagation, lorsque la sonde est maintenue séparée de la pièce ; des moyens qui réagissent à l'impulsion du zéro et à l'impulsion de réglage que fournit le circuit de réglage du zéro en produisant un signal de validation dont la durée est égale à la différence temporelle entre l'impulsion du zéro et l'impulsion de réglage ; et des moyens qui appliquent le signal de validation au circuit de mesure pendant que la sonde est maintenue séparée de la pièce. L'appareil

permet ainsi de réaliser le réglage du circuit de réglage du zéro en réglant ce circuit de façon que la valeur présentée sur l'affichage, avec la sonde maintenue séparée de la pièce, devienne pratiquement nulle.

5 L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre d'un mode de réalisation et en se référant aux dessins annexés sur lesquels :

La figure 1 est un schéma synoptique d'un exemple de dispositif de mesure d'épaisseur par ultrasons de type
10 connu,

La figure 2 représente des diagrammes montrant les relations temporelles entre les impulsions qui apparaissent en plusieurs points de la figure 1,

La figure 3 est un schéma synoptique d'un dispositif
15 de mesure d'épaisseur par ultrasons construit conformément à l'invention,

La figure 4 représente des diagrammes montrant les relations temporelles entre les impulsions qui apparaissent en plusieurs points sur la figure 3 pendant l'opération de
20 réglage du zéro, et

La figure 5 représente des diagrammes montrant les relations temporelles entre les impulsions qui apparaissent en plusieurs points sur la figure 3, pendant l'opération de mesure de l'épaisseur d'une pièce.

25 Avant de passer à la description de l'invention, on expliquera un exemple d'un dispositif de mesure d'épaisseur par ultrasons de type connu, en se référant aux figures 1 et 2. La figure 1 est un schéma synoptique d'un dispositif connu de ce type et la figure 2 représente des diagrammes
30 montrant la relation temporelle entre les impulsions qui apparaissent en plusieurs points de la figure 1.

Sur la figure 1, un émetteur d'impulsions 2 commandé par un générateur de signaux de synchronisation 1 produit périodiquement des impulsions électriques T (ligne
35 (a) de la figure 2) et il applique ces impulsions à un dispositif vibrant 4 d'une sonde 3 dans lequel les impulsions électriques sont converties en impulsions ultrasonores. Chaque impulsion ultrasonore traverse une matière 5, dite

"matière de retard", qui définit un retard de propagation, et une pellicule mince d'un milieu de contact tel que de l'huile de machine ou une substance analogue (non représentée) et elle est émise dans une pièce 6 d'épaisseur A, par la surface supérieure 7 de cette pièce. L'impulsion ultrasonore émise dans la pièce 6 est réfléchiée par la surface inférieure 8 de la pièce et elle traverse une matière de retard 5' en direction d'un autre dispositif vibrant 4' de la sonde 3, dans lequel elle est convertie en une impulsion de tension B (ligne (a) de la figure 2). La ligne (a) de la figure 2 montre que l'impulsion de tension B est produite au bout d'une durée t_B après la génération de l'impulsion électrique T, cette durée t_B correspondant à la durée nécessaire pour l'aller et retour de l'impulsion ultrasonore dans les matières de retard 5, 5' et la pièce 6. Sur la ligne (a) de la figure 2, le symbole "S" désigne une impulsion très faible qui correspond à un écho ultrasonore réfléchi sur la surface avant de la matière de retard 5, à l'endroit où cette matière vient en contact avec la pièce (on appellera ci-après cet écho : "écho du zéro", et on appellera "impulsion du zéro" l'impulsion faible S qui correspond à cet écho). Bien qu'une telle impulsion du zéro soit généralement masquée par des signaux de bruit, elle est représentée sur la ligne (a) de la figure 2 pour les besoins de l'explication. L'impulsion du zéro, S, est produite au bout d'une durée t_S après la génération de l'impulsion électrique T et cette durée t_S correspond à la durée nécessaire pour l'aller et retour de l'impulsion ultrasonore dans les matières de retard 5, 5'. On voit que la durée $t_B - t_S = t_A$ est la durée nécessaire pour le trajet aller et retour de l'impulsion ultrasonore dans la seule pièce 6, d'épaisseur A, et c'est cette durée t_A qui doit être prise en compte en tant que durée correspondant à l'épaisseur A.

Cependant, du fait que l'impulsion du zéro, S, est généralement masquée par des signaux de bruit, comme indiqué ci-dessus, le circuit est généralement conçu de façon que l'opération de réglage du zéro puisse être

accomplie de la manière décrite ci-après.

L'impulsion de tension B produite par le dispositif vibrant 4' est amplifiée par un récepteur 9 et elle est transmise à un circuit de génération de signal d'épaisseur 10 qui est constitué par un multivibrateur. D'autre part, une impulsion de tension de réglage Z (ligne (b) de la figure 2) est produite au bout d'une durée réglable t_Z après la génération de l'impulsion électrique T, par un circuit de réglage du zéro 11 synchronisé par le générateur de signaux de synchronisation 1 et cette impulsion est transmise au circuit de génération de signal d'épaisseur 10. Le multivibrateur qui constitue le circuit de génération de signal d'épaisseur 10 est débloqué par l'impulsion de tension de réglage Z et il est bloqué par l'impulsion de tension B amplifiée, ce qui fait qu'il produit une tension de validation V ayant une durée $t_B - t_Z$, comme le montre la ligne (c) de la figure 2. La tension de validation V est appliquée à un compteur 12A qui fait partie d'un circuit de mesure d'épaisseur 12. On peut faire varier de façon appropriée la durée t_Z pour étalonner le dispositif et on effectue un tel étalonnage du dispositif, chaque fois qu'on doit réaliser une mesure, en mettant une pièce étalon d'épaisseur connue à la place d'une pièce 6, sous la sonde, de la manière décrite ultérieurement.

Le circuit de mesure 12 comprend également un générateur d'impulsions d'horloge 13 qui est synchronisé par le générateur de signaux de synchronisation 1. Le compteur 12A qui fait partie du circuit de mesure d'épaisseur 12 comporte un circuit équipé d'une porte ET et il reçoit les impulsions d'horloge provenant du générateur 13 de façon à compter au moyen des impulsions d'horloge la durée de la tension de validation V. La valeur comptée est enregistrée temporairement dans un circuit de blocage 14 puis elle est transmise à un circuit de traitement arithmétique 15. Le circuit de traitement arithmétique 15 comporte des moyens de fixation de la vitesse de propagation du son, 15A, et il traite la valeur comptée qui lui est transmise par le circuit de blocage 14, en lui appliquant la vitesse de propagation du son qui est fixée sur les moyens de fixation

15A, afin de calculer l'épaisseur de la pièce 6. La valeur d'épaisseur qui est calculée est présentée sur un dispositif d'affichage 16 qui peut être constitué par un dispositif d'affichage numérique. La référence 17 désigne une source
5 d'alimentation qui est destinée à fournir l'énergie électrique nécessaire aux composants du dispositif.

Dans le cas où on utilise le dispositif représenté sur la figure 1 pour mesurer par exemple l'épaisseur d'une pièce d'acier (la vitesse de propagation du son dans l'acier
10 est de 5950 m/s), il est nécessaire d'effectuer l'opération de réglage du zéro de la manière suivante, avant la mesure d'épaisseur. On applique la sonde 3 sur une pièce étalon en acier d'épaisseur connue, par exemple 3,0 mm, par l'intermédiaire d'une matière de contact, tandis qu'on
15 règle la vitesse de propagation du son sur 5950 m/s, sur les moyens de fixation de vitesse 15A du circuit de traitement arithmétique 15. On règle ensuite le circuit de réglage du zéro 11 pour faire varier la valeur de t_z jusqu'à ce que l'épaisseur connue de la pièce étalon en acier, égale à
20 3,00 mm dans cet exemple, soit présentée sur le dispositif d'affichage 16, après quoi on verrouille sur cette position le réglage du circuit de réglage du zéro, 11. Le fait que le circuit de réglage du zéro 11 ait été réglé de cette manière signifie que la durée t_z a été fixée à une valeur
25 qui est pratiquement égale à t_s . Ensuite, en remplaçant la pièce étalon en acier par une pièce à mesurer, on lit directement l'épaisseur de cette pièce sur le dispositif d'affichage 16.

Cependant, comme mentionné précédemment, ce dis-
30 positif connu qu'on vient de décrire en relation avec la figure 1 présente de nombreux défauts, comme le défaut consistant en ce que l'opération de réglage du zéro est assez gênante et prend du temps, et le défaut consistant en ce que dans le cas d'un dispositif de mesure portable
35 de petite taille comportant une pièce étalon fixée sur son boîtier extérieur, la matière de contact destinée à être utilisée avec cette pièce étalon peut quelquefois contaminer les composants internes du dispositif, ce qui

entraîne un mauvais fonctionnement du dispositif.

On va maintenant décrire l'invention en se référant aux figures 3, 4 et 5, sur lesquelles la figure 1 est un schéma synoptique d'un dispositif de mesure d'épaisseur par ultrasons construit conformément à l'invention, la figure 4 représente des diagrammes montrant les relations temporelles entre les impulsions qui apparaissent en plusieurs points sur la figure 3 pendant l'opération de réglage du zéro, et la figure 5 représente des diagrammes montrant les relations temporelles entre les impulsions qui apparaissent en plusieurs points sur la figure 3 pendant l'opération de mesure de l'épaisseur d'une pièce.

Le circuit de la figure 3 a pratiquement la même configuration que celui de la figure 1, à l'exception du fait qu'il comprend, outre les composants employés dans le circuit de la figure 1, un circuit de discrimination 20 destiné à déterminer si une impulsion d'écho réfléchie à partir de la surface inférieure de la pièce est présente ou non, un circuit de commutation 21, un amplificateur 22 destiné à amplifier une impulsion électrique convertie à partir d'une impulsion d'écho réfléchie par la surface avant de la matière de retard, et un circuit de validation du zéro 23. On utilise donc les mêmes numéros de référence pour désigner les composants respectivement identiques sur la figure 3 et sur la figure 1.

Sur la figure 3, la connexion de la sonde 3 est représentée en trait plein pour le cas dans lequel on doit effectuer l'opération de réglage du zéro et en pointillés pour le cas dans lequel on doit effectuer l'opération de mesure de l'épaisseur d'une pièce 6.

On va tout d'abord décrire le cas dans lequel on doit effectuer l'opération de réglage du zéro.

On maintient la sonde 3 séparée par rapport à la pièce, en la tenant dans l'air. L'impulsion ultrasonore qui est générée sous l'effet de l'impulsion électrique T (ligne (a) de la figure 4) émise par l'émetteur 2 est réfléchie à la surface avant (lorsqu'on regarde par le côté avant de la sonde 3) de la matière de retard, pour donner

une impulsion d'écho. Une partie principale de cette impulsion d'écho atteint le dispositif vibrant 4 dans lequel elle est convertie en une impulsion électrique du zéro, S_2 , représentée à la ligne (b) de la figure 4, pour être appliquée à

5 l'amplificateur 22, tandis qu'une partie secondaire de l'impulsion d'écho se propage vers le dispositif vibrant 4' en traversant la matière de retard 5' et l'air. L'impulsion d'écho ultrasonore atteignant le dispositif vibrant 4' est convertie par ce dernier en une impulsion électrique du

10 zéro, S_1 , très faible, représentée à la ligne (a) de la figure 4, et cette impulsion est ensuite transmise au récepteur 9. On voit que les deux impulsions du zéro, S_1 et S_2 , sont générées au bout d'une certaine durée après la génération de l'impulsion électrique T et cette durée

15 correspond au temps de propagation t_s de l'impulsion ultrasonore dans la matière de retard, c'est-à-dire à la durée nécessaire pour l'aller et retour de l'impulsion ultrasonore dans la matière de retard. On voit également que, dans ce cas, il n'y a pas d'impulsion de tension B dans

20 le signal d'entrée appliqué au récepteur 9 qui corresponde à une impulsion d'écho réfléchie à partir de la surface inférieure de la pièce, du fait que la sonde 3 est maintenue séparée de la pièce.

Le circuit de discrimination 20 a pour fonction

25 de déterminer si une impulsion correspondant à l'impulsion de tension B est présente ou non dans le signal de sortie du récepteur 9, et le circuit de commutation 21, qui réagit au signal provenant du circuit de discrimination 20, valide sa sortie désignée par "B - NON" pour mettre en fonction

30 uniquement le trajet de signal allant du circuit de validation du zéro 23 au compteur 12A, s'il n'y a pas d'impulsion correspondant à l'impulsion de tension B, tandis que le circuit 21 valide sa sortie désignée par "B - OUI" pour mettre en fonction uniquement le trajet de signal allant

35 du circuit de génération de signal d'épaisseur 10 vers le compteur 12A, si une impulsion correspondant à l'impulsion de tension B est présente.

Le circuit de validation du zéro 23 est constitué

par un multivibrateur qui est d é b l o q u é s o u s
l'effet d'une impulsion de tension de réglage Z (ligne (c)
de la figure 4) qui est produite au bout d'une durée réglable
 t_Z après la génération de l'impulsion électrique T, comme
5 dans le circuit de la figure 1, et il est bloqué sous
l'effet d'une impulsion du zéro S_2 amplifiée, provenant
de l'amplificateur 22, ce qui produit un signal de durée
réglable tel que celui qui est représenté à la ligne (d)
de la figure 4.

10 Pendant l'opération de réglage du zéro, du fait
qu'aucune impulsion de tension B n'est présente, le circuit
de commutation 21 valide sa sortie "B - NON" de façon que
le circuit de mesure 12 reçoive le signal qui provient du
circuit de validation du zéro 23. Le signal que reçoit le
15 circuit de mesure 12 est compté au moyen des impulsions
d'horloge qui proviennent du générateur d'impulsions
d'horloge 13, et la valeur comptée est transmise au circuit
de traitement arithmétique 15 par l'intermédiaire du circuit
de blocage 14. Le signal de sortie du circuit 15 est
20 présenté sur le dispositif d'affichage numérique 16. La
ligne (e) de la figure 4 montre les impulsions d'horloge
qui sont comptées dans le circuit de mesure 12.

A ce moment, on règle le circuit de réglage du
zéro 11 pour faire varier de façon appropriée la valeur
25 de t_Z , jusqu'à ce que la valeur présentée sur le dispositif
d'affichage 16 devienne "0,00 mm". On supposera que la
valeur présentée sur le dispositif d'affichage 16 devienne
"0,00 mm" lorsqu'on a fait varier t_Z pour lui donner la
valeur t_Z' . Ceci signifie que la valeur t_Z' est exactement
30 égale à la valeur t_S . Par conséquent, le réglage du circuit
de réglage du zéro 11 est verrouillé sur un point pour
lequel la valeur t_Z est égale à cette valeur t_Z' . Avec
le réglage du circuit de réglage du zéro 11 verrouillé de
cette manière, l'impulsion de tension de réglage Z
35 apparaîtra à un instant correspondant exactement à l'instant
de génération de l'impulsion du zéro S_2 .

De cette manière, l'invention permet de réaliser
aisément un réglage du zéro correctement étalonné, mais

sans utiliser aucune pièce étalon.

On va maintenant décrire le fonctionnement pour la mesure de l'épaisseur de la pièce 6.

On règle les moyens de fixation de la vitesse
5 du son, 15A, sur la vitesse de propagation du son dans la pièce 6, et on applique la sonde 3 contre la surface supérieure 7 de la pièce 6, par l'intermédiaire d'une matière de contact, dans la condition dans laquelle le circuit de réglage du zéro 11 a été réglé de la manière décrite
10 ci-dessus et verrouillé sur ce réglage.

L'impulsion ultrasonore que génère le dispositif vibrant 4 sous l'effet de l'impulsion électrique émise par l'émetteur 2 se propage dans la matière de retard 5 et dans la pièce 6, ce qui fait que le dispositif vibrant 4' produit
15 une impulsion du zéro S_1 , de très faible amplitude, et une impulsion de tension B, due à la réflexion de l'impulsion ultrasonore sur la surface inférieure 8 de la pièce 6, comme dans le cas du dispositif de la figure 1, et il transmet ces impulsions au récepteur 9.

20 Dans ce cas, du fait que le circuit de discrimination 20 détecte la présence d'une impulsion de tension B, le circuit de commutation 21 valide sa sortie "B - OUI" de façon que le circuit de mesure reçoive le signal provenant du circuit de génération de signal d'épaisseur 10. Le signal
25 reçu par le circuit de mesure 12 est compté au moyen des impulsions d'horloge provenant du générateur d'impulsions d'horloge 13, et la valeur comptée est transmise par le circuit de bascules 14 au circuit de traitement arithmétique 15. Le signal de sortie du circuit 15 est présenté sur
30 le dispositif d'affichage 16. La valeur présentée sur le dispositif d'affichage 16 indique correctement l'épaisseur de la pièce 6, du fait que le circuit de réglage du zéro a été réglé correctement, de la manière indiquée précédemment. La ligne (c) de la figure 5 montre l'impulsion de tension
35 de réglage Z qui a été fixée à la position correcte, la ligne (d) de la figure 5 montre le signal d'épaisseur qui est émis par le circuit de génération de signal d'épaisseur 10 vers le compteur 12A qui fait partie du circuit de mesure

et la ligne (e) de la figure 5 montre les impulsions d'horloge qui sont comptées dans le circuit de mesure 12.

Du fait que le dispositif correspondant à l'invention présente la structure et le fonctionnement décrits ci-dessus, 5 il offre l'avantage consistant en ce qu'il permet d'effectuer l'opération de réglage du zéro de façon correcte, mais sans utiliser aucune pièce étalon d'épaisseur connue, ce qui donne les effets avantageux suivants :

- 10 (1) On peut effectuer correctement et commodément l'opération de mesure d'épaisseur, même si on doit l'accomplir dans de mauvaises conditions, par exemple sur un escabeau de hauteur relativement grande;
- 15 (2) Il n'y a pas de risque de fonctionnement défectueux résultant d'une contamination du dispositif par la matière de contact, même dans le cas d'un dispositif de mesure portable de petite taille comportant une pièce étalon fixée sur son boîtier extérieur ;
- 20 (3) Du fait que le dispositif correspondant à l'invention est construit de telle manière que si la sonde est séparée d'un objet à mesurer, le trajet de signal allant du circuit de validation du zéro, 23, au compteur 12A (c'est-à-dire le trajet de signal qui peut être mis en fonction par la sortie "B - NON" du circuit de commutation 21) est immédiatement mis en fonction pour 25 permettre à l'opérateur de lire directement les chiffres correspondant au zéro sur le dispositif d'affichage, l'opérateur peut mesurer l'épaisseur de l'objet à de nombreux points de ce dernier, tout en vérifiant le réglage du circuit de réglage du zéro chaque fois qu'il 30 change de point de mesure. Si une erreur se produit à cause d'une variation de la vitesse de propagation du son dans la matière de retard, qui peut être affectée par une variation de la température de l'atmosphère dans laquelle cette matière est placée, des chiffres autres 35 que "0,00" sont immédiatement affichés, si bien que l'opérateur peut immédiatement effectuer l'opération d'étalonnage ou de réglage du zéro.

Il va de soi que de nombreuses modifications

peuvent être apportées au mode de réalisation de l'invention décrit et représenté, sans sortir du cadre de l'invention.

Par exemple, le dispositif d'affichage peut être un dispositif d'affichage analogique et le circuit de mesure comme le

- 5 circuit de traitement arithmétique peuvent avoir une structure différente de celle représentée sur la figure 3, pour autant qu'ils soient conçus de façon que le signal obtenu finalement en tant que résultat des opérations accomplies par ces circuits puisse être présenté sur le dispositif
- 10 d'affichage en tant que signal représentatif de l'épaisseur d'un objet à mesurer.

REVENDECATIONS

1. Procédé de mesure de l'épaisseur d'une pièce (6), dans lequel on émet périodiquement des impulsions ultrasonores dans une pièce à partir d'une première surface ou surface supérieure (7) de cette pièce et on reçoit des impulsions d'écho ultrasonores qui sont réfléchies à partir de la surface inférieure (8) de la pièce, au moyen d'une sonde (3) qui comporte une matière de retard (5, 5') à sa surface avant ; on mesure la durée qui correspond au temps écoulé depuis l'instant d'émission de chaque impulsion ultrasonore jusqu'à l'instant de réception de l'impulsion d'écho associée, diminué de la durée qui est spécifiée par un circuit de réglage du zéro (11) ; on calcule l'épaisseur de la pièce à partir de ces durées mesurées ; et on présente la valeur d'épaisseur ainsi calculée sur un dispositif d'affichage (16), caractérisé en ce que, pendant l'opération de réglage du zéro, on maintient la sonde écartée de la pièce ; on mesure la durée écoulée depuis l'instant de réception d'une impulsion d'écho ultrasonore réfléchie à partir de la surface avant de la matière de retard, jusqu'à l'instant de génération d'une impulsion de réglage par le circuit de réglage du zéro, de façon à présenter sur le dispositif d'affichage le résultat du calcul effectué sur la base de cette mesure ; on règle le circuit de réglage du zéro de façon à amener pratiquement à zéro la valeur qui est présentée sur le dispositif d'affichage, avec la sonde maintenue séparée de la pièce ; et on accomplit ensuite la mesure de l'épaisseur de la pièce en amenant la sonde en contact avec la pièce.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on effectue la mesure de durée au moyen d'impulsions d'horloge et on présente la valeur calculée au moyen d'un dispositif d'affichage numérique (16).

3. Dispositif de mesure de l'épaisseur d'une pièce (6) comprenant une sonde (3) qui comporte une matière de retard (5, 5') à sa surface avant et qui est conçue de façon à émettre des impulsions ultrasonores dans une pièce et à recevoir des impulsions d'écho ultrasonores ; des

moyens (1, 2) destinés à appliquer périodiquement des impulsions électriques à la sonde pour qu'elle produise les impulsions ultrasonores ; un circuit de réglage du zéro (11) destiné à produire une impulsion de réglage
5 au bout d'une durée réglable après l'émission de chaque impulsion ultrasonore dans la pièce ; des moyens (10) destinés à produire un signal d'épaisseur ayant une durée égale à la durée qui sépare l'instant de génération de l'impulsion de réglage et la réception de l'impulsion
10 d'écho associée ; des moyens (12) destinés à mesurer la durée du signal d'épaisseur ; des moyens (15) destinés à traiter la valeur mesurée au moyen de la vitesse de propagation des impulsions ultrasonores ; et des moyens (16) destinés à présenter le signal qui provient des moyens
15 de traitement ; caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens (22) destinés à produire une impulsion du zéro sous l'effet d'une impulsion d'écho réfléchie à partir de la surface avant de la matière de retard, lorsque la sonde est maintenue séparée de la pièce ; des moyens (23)
20 qui réagissent à l'impulsion du zéro et à l'impulsion de réglage de façon à produire un signal de validation ayant une durée égale à la différence de temps entre l'impulsion du zéro et l'impulsion de réglage ; et des moyens (21) qui font en sorte que le circuit de mesure reçoive le signal
25 de validation à la place du signal d'épaisseur lorsque la sonde est maintenue séparée de la pièce, grâce à quoi le réglage du circuit de réglage du zéro peut être effectué en réglant ce circuit de façon que la valeur présentée sur les moyens d'affichage avec la sonde maintenue séparée de
30 la pièce devienne pratiquement nulle.

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que les moyens de mesure (12) consistent en un circuit de mesure numérique qui est conçu de façon à compter la durée du signal d'épaisseur au moyen d'impulsions d'horloge,
35 les moyens de traitement (15) consistent en un circuit de traitement arithmétique ; et les moyens d'affichage (16) consistent en un dispositif d'affichage numérique.

5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé

en ce que le circuit de mesure numérique (12) comprend un générateur d'impulsions d'horloge (13) et un circuit à porte ET qui reçoit le signal d'épaisseur et les impulsions d'horloge provenant du générateur de façon à ne transmettre
5 les impulsions d'horloge que pendant la durée du signal d'épaisseur, et en ce que le circuit de mesure numérique est connecté au circuit de traitement arithmétique (15) par l'intermédiaire d'un circuit de blocage (14) qui est conçu de façon à enregistrer temporairement les impulsions
10 d'horloge transmises par le circuit à porte ET.

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens de discrimination (20) destinés à déterminer si une impulsion d'écho ultrasonore réfléchie par la
15 surface inférieure de la pièce est présente ou non, et des moyens (21) qui réagissent aux moyens de discrimination en appliquant les signaux de validation aux moyens de mesure lorsque cette impulsion d'écho est absente et le signal d'épaisseur lorsque cette impulsion d'écho est présente.

20 7. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que les moyens de traitement (15) comportent des moyens (15A) permettant de fixer de façon numérique la vitesse de propagation des impulsions ultrasonores dans la pièce.

Fig. 1

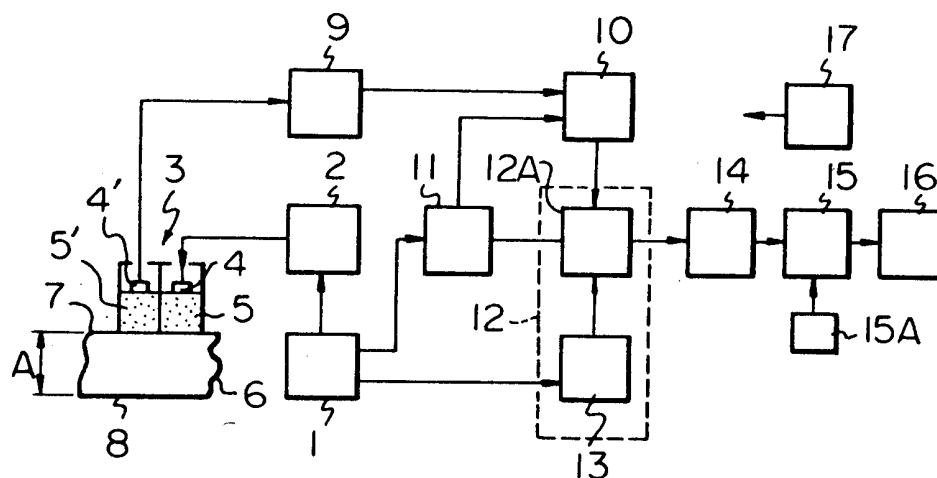


Fig. 2

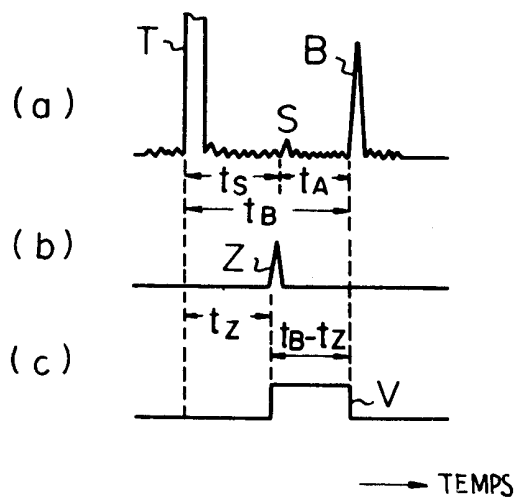


Fig. 3

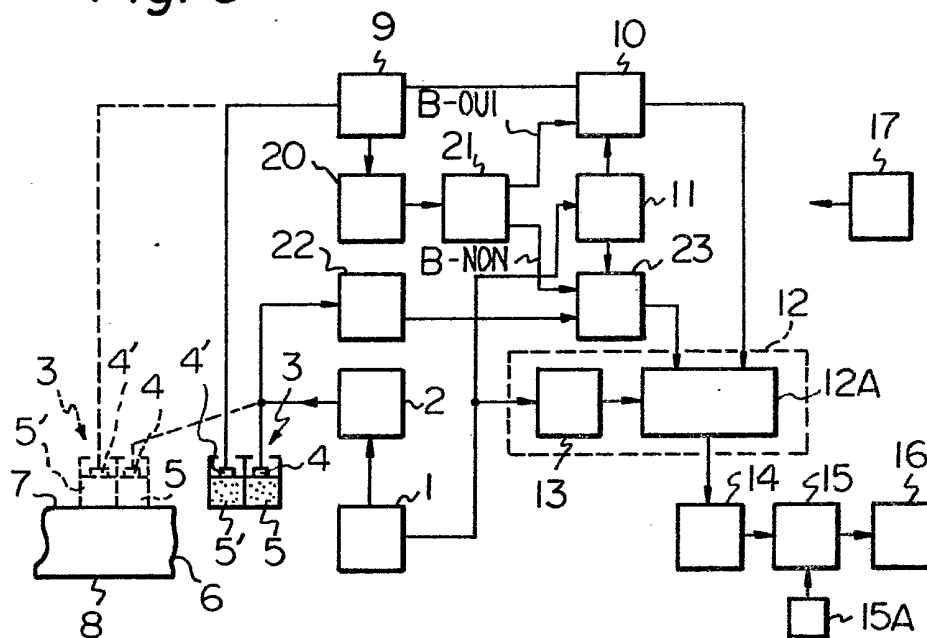


Fig. 4

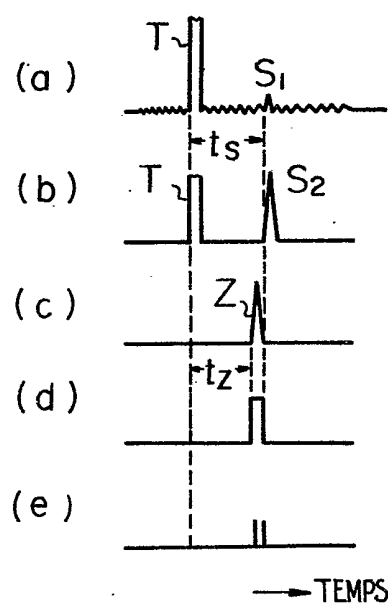


Fig. 5

