

Clarke, Modet & Co.

COLOMBIA
E-MAIL: clarkemodet@clarkemodet.com
SANTAFÉ DE BOGOTÁ, A.A. 9

SUPERINTENDENCIA Y COMERCIO

Radicación: 00097183 (00000001) Folios: 79
Fecha (CCT): 2001-03-16 16:37:56
Trámite: 632 PATENTES D 1 REGISTRO 229 OCTUBRE
Dependencia: 2286 DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

SEÑORES
DIVISION DE NUEVAS CREACIONES
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
E. S. D.

COD:01

RE.: EXPEDIENTE N° 00097183
SOLICITANTE: NEW TRANSDUCERS LIMITED
TITULO: DISPOSITIVO SENSIBLE AL CONTACTO
FECHA DE LA SOLICITUD: DICIEMBRE 21, 2000

ASUNTO: PRESENTACIÓN DE PRIORIDADES

DILIA RODRIGUEZ D'ALEMAN, en mi condición de apoderada de la sociedad solicitante, en esta oportunidad por el presente escrito me permito presentar:

- Copia certificada de la prioridad de Gran Bretaña reivindicada N° GB9930404.0 de Diciembre 23 de 1999
- Copia certificada de la prioridad de Gran Bretaña reivindicada N° GB 0025771.7 de Octubre 20 de 2.000
- Traducción al Español de las mencionadas prioridades

Estas prioridades están siendo presentadas dentro del término de 3 meses que exige el Convenio de París, toda vez que la solicitud fué radicada el 21 de Diciembre de 2000.

Ruego a usted continuar con el presente trámite.

Señor Jefe,

DILIA RODRIGUEZ D'ALEMAN
CCR/ert
P- 395



P. 395

COLOMBIA P395

47

60



INVESTOR IN PEOPLE

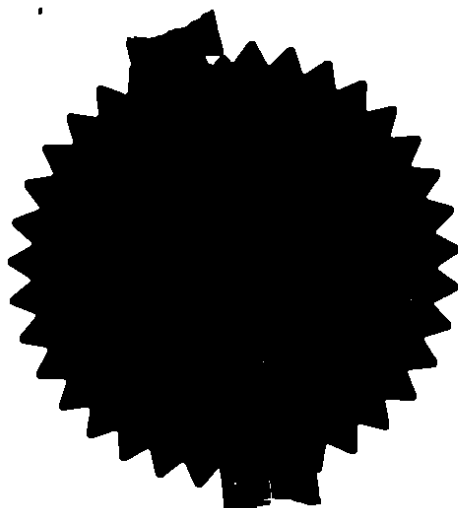
The Patent Office
Concept House
Cardiff Road
Newport
South Wales
NP10 8QQ

I, the undersigned, being an officer duly authorised in accordance with Section 74(1) and (4) of the Deregulation & Contracting Out Act 1994, to sign and issue certificates on behalf of the Comptroller-General, hereby certify that annexed hereto is a true copy of the documents as originally filed in connection with the patent application identified therein.

In accordance with the Patents (Companies Re-registration) Rules 1982, if a company named in this certificate and any accompanying documents has re-registered under the Companies Act 1980 with the same name as that with which it was registered immediately before re-registration save for the substitution as, or inclusion as, the last part of the name of the words "public limited company" or their equivalents in Welsh, references to the name of the company in this certificate and any accompanying documents shall be treated as references to the name with which it is so re-registered.

In accordance with the rules, the words "public limited company" may be replaced by p.l.c., plc, P.L.C. or PLC.

Re-registration under the Companies Act does not constitute a new legal entity but merely subjects the company to certain additional company law rules.



Signed

W. Evans

Dated 8 February 2001

An Executive Agency of the Department of Trade and Industry

Patents Form 1/77

Patents Act 1977
(Rule 10)The
Patent
OfficeTHE PATENT OFFICE
A

23 DEC 1999

RECEIVED BY FAX

23DEC99 E501530-1 002824
P01/7700 0.00-9930404.0
The Patent OfficeCardiff Road
Newport
Gwent NP9 1RH

Request for grant of a patent

(See the notes on the back of this form. You can also get
an explanatory leaflet from the Patent Office to help you
fill in this form).

1. Your Reference

P.6365.GBA

23 DEC 1999

2. Patent application number

(The Patent Office will fill in this part)

9930404.0

3. Full name, address and postcode of the or of
each applicant (underline all surnames)

New Transducers Limited

Ixworth House
37 Ixworth Place
London
SW3 3QH

7283476002

Patents ADP number (if you know it)

If the applicant is a corporate body, give the
country/state of its incorporation

G.B.

4. Title of the invention

Touch Sensor

5. Name of your agent (if you have one)

'Address for service' in the United Kingdom
to which all correspondence should be sent
(including the postcode)MAGUIRE BOSS
5 Crown Street
St. Ives
Cambridgeshire
PE17 4EB

Patents ADP number (if you know it)

07188725001

6. If you are declaring priority from one or more
earlier patent applications, give the country
and the date of filing of the or of each of these
earlier applications and (if you know it) the or
each application number

Country

Priority application number
(if you know it)Date of filing
(day/month/year)7. If this application is divided or otherwise
derived from an earlier UK application,
give the number and the filing date of
the earlier application

Number of earlier applications

Date of filing
(day/month/year)8. Is a statement of inventorship and of right
to grant of a patent required in support of
this request? (Answer 'Yes' if:
a) any applicants named in part 3 is not an inventor, or
b) there is an inventor who is not named as an
applicant, or
c) any named applicant is a corporate body.)
See note (d)

Patents Form 1/77

Received 23-Dec-88 15:15

From-01480 484405

To-THE PATENT OFFICE

Page 04

Patents Form 1/77

9. Enter the number of sheets for any of the following forms you are filing with this form. Do not count copies of the same document

Continuation sheets of this form 23 DEC 1999

Description

THE PATENT OFFICE

A

23 DEC 1999

RECEIVED BY FAX

Claims(s)

Abstract

Drawing(s)

10. If you are also filing any of the following, state how many against each item.

Priority documents

Translations of priority documents

Statement of inventorship and right to grant of a patent (Patents Form 7/77)

Request for preliminary examination and search (Patents Form 9/77)

Request for substantive examination (Patents Form 10/77)

Any other documents (please specify)

11.

I/We request the grant of a patent on the basis of this application.

Signature

Date 23/12/99

MAGUIRE BOSS

12. Name and daytime telephone number of person to contact in the United Kingdom

Peter Maguire

Tel: 01480 301588

Warning

After an application for a patent has been filed, the Comptroller of the Patent Office will consider whether publication or communication of the invention should be prohibited or restricted under Section 22 of the Patents Act 1977. You will be informed if it is necessary to prohibit or restrict your invention in this way. Furthermore, if you live in the United Kingdom, Section 23 of the Patents Act 1977 stops you from applying for a patent abroad without first getting written permission from the Patent Office unless an application has been filed at least 6 weeks beforehand in the United Kingdom for a patent for the same invention and either no direction prohibiting publication or communication has been given, or any such direction has been revoked.

Notes

- If you need help to fill in this form or you have any questions, please contact the Patent Office on 0645 500505.
- Write your answers in capital letters using black ink or you may type them.
- If there is not enough space for all the relevant details on any part of this form, please continue on a separate sheet of paper and write "see continuation sheet" in the relevant part(s). Any continuation sheet should be attached to this form.
- If you have answered 'Yes' Patents Form 7/77 will need to be filed.
- Once you have filled in the form you must remember to sign and date it.
- For details of the fee and ways to pay please contact the Patent Office.

Patents Form 1/77

1

5

TITLE: TOUCH SENSOR

10

DESCRIPTION

15 The invention relates to touch sensors.

Visual displays often include some form of touch sensitive screen. This is becoming more common with the emergence of the next generation of portable multimedia devices such as palm top computers. It has now been suggested to make use of the available screen area as a bending wave acoustic device and to achieve good quality sound within tight spatial and weight constraints.

25 It is the object of this invention to use the bending wave vibration of an acoustic device, e.g. a display screen as a touch sensor.

Such a device may have the following advantages:-

1) to enable a display screen acoustic device to be implemented in an application where a touch sensitive capability is also required;

2) to provide a more versatile technology than current touch screen technologies, being sensitive not only to location of the touch but also pressure;

10

3) to provide a cheaper form of touch sensitive screen than current implementations, which require an array of transparent contacts or a complex sensor of a magnetic tip etc, and

15

4) to be readily scaleable in size and spatial sensitivity by control of the material parameters of the active bending wave element.

20 According to the invention, a plate capable of supporting bending waves as an acoustic device is also capable of relaying information regarding mechanical disturbances in the body of the plate to the edge of the plate. Therefore a plate similar to those used as acoustic
25 devices can also be used to act as a touch sensitive device.

The invention describes such a device both in active

and passive embodiments.

In a passive sensor an impulse in the body of the plate will start a bending wave towards the edge of the plate. This is detected by a set of sensing transducers around the edge and the signals analysed to determine the spatial origin and force profile of the applied impulse. The most simple form of analysis is as follows:

1) the impulse is detected at each transducer at a specific time,

2) the ratio of times at each sensor gives the ratio of distances of each sensor from the origin of the impulse, and

3) these distances are intersected to give the position of the impulse.

The above method allows the determination of the impulse position with a minimum of three sensors, the accuracy of the calculation increasing with extra sensors.

More sophisticated processing can provide further information concerning the initial impulse, particularly when used together with a knowledge of the material parameters. For example, a measurement of the frequency content of the measured signal can be used to infer the

profile of the initial impulse.

The advantages of passive sensing include:-

- 5 1) the method is broadband, and therefore includes the complete frequency content required to image the impulse shape, and
- 2) as the method is passive the power requirements are 10 minimal.

Disadvantages of passive sensing are that:-

- 1) the frequency content of the measured signal is 15 limited by the frequency content of the impulse. Consequently the high frequency information is limited, which translates into a relatively long bending wavelength. The spatial resolution of the signal is therefore limited;
- 20 2) the measured signal is susceptible to external noise. This includes an audio signal applied to the panel, as is the case for a visual display/acoustic panel application. The drawback is therefore that it will prove problematic to isolate the impulse when the panel is used as a 25 loudspeaker, limiting the end result to separate loudspeaker or touch screen operation, and
- 3) the method is insensitive to the movement of a finger

SI
6

5

or pen on the panel, once it has made contact, since this movement produces no strong impulse.

In an active sensor, the location of the contact is sensed from the response of the plate to an external stimulus. One transducer excites bending waves in the plate and one or more sensing transducers measure the response. The difference between the response with and without an external contact can be used to determine its location. This can be done in a number of ways, two of which are illustrated.

Firstly, the time response of the panel can either be directly measured or inferred from a frequency domain analysis. The difference between the response with and without the contact can be used to isolate reflections emanating from the contact position. If these reflections are sensed at multiple points the relative arrival times around the plate can be used to infer the location of the contact in the plane, in a similar manner to the method described for passive sensing.

Secondly, the steady state response can be measured before and after the contact. The different response contains information as to the location of the contact. However, due to the complex nature of the motion in the plane the location of the contact can not be readily inferred from this response. One possible solution to this

problem is apply a neural net method to the data and train the algorithm to correctly recognise the signature of each location in the plane. This accuracy of this approach may be improved by repeating the method at multiple frequencies 5 of excitation.

An important issue to address when considering these approaches is that the external signal should not be acoustically obvious. Methods to avoid this include making 10 the signal very small in amplitude or making it noise-like. The latter makes any audible signal less obvious, while a particular correlation may be hidden in the noise that the calculation is able to latch on to. An alternative is to make the signal inaudible by increasing the frequency above 15 20kHz. This has the advantage that a large signal amplitude can be used and the high frequency translates into a high spatial resolution.

Advantages of active sensing include:-

20

- 1) as the technique measures the response to an external signal, high frequency information is not limited and a high spatial resolution is possible;
- 25 2) the technique is sensitive to the position of a contact even when there is no strong impulse. On example of such a situation is the movement of a pen or finger on the plate without its removal from the plate, and

3) the susceptibility to external noise can be greatly reduced. This can be achieved by sensing the response in a frequency band where the external noise is small, such as 5 above the audible spectrum. An alternative is to give the signal a particular correlation, enabling its detection even when small compared to the background noise.

Disadvantages of active sensing include:-

10

1) the technique is likely to be less sensitive to the profile of the impulse than the passive scheme. However, more sophisticated processing may improve this situation. For example, the greater the pressure of a finger or pen 15 the larger the degree of extra damping likely to be introduced. This may be identified by a relative simple extra processing of the data, and

2) the need for an external signal is likely to require 20 more power than the passive measurement. This drawback can be minimised by making the exciting signal as small as possible. Also, when the exciting signal is at high frequency piezo transducers may be employed, which have the advantage of a very high efficiency.

25

The two techniques described above have specific advantages and disadvantages. The passive technique is particularly sensitive to the impulse shape, whereas the

active technique affords a high spatial resolution. Therefore a combination of the two techniques might prove the most appropriate approach. Firstly, the active approach isolates the position and time of the contact.

5 Linear prediction can be used to estimate the noise signal over this time interval, which is then removed from the measured data. The remaining signal approximates the passive response of the plate to the impulse, which may then be used to estimate its pressure profile.

10

It has already been stated that the minimum number of transducers required to spatially resolve the location of the contact to the plate is three, with the accuracy of the localisation increasing with the number of transducers.

15 The transducer placement will be subject to the specific topology of the application, but it is likely that a relatively equal spacing around the edge of the plate will give good results.

20 One possible topology makes use of the audio transducers already in place as sensing and/or emitting transducers. This implementation adds the facility for a touch screen with the minimum of extra hardware. However, if this approach is not possible then small piezo elements
25 might prove the most suitable transducers, as these are particularly suited to the ultrasonic frequencies required for the active sensing.

1

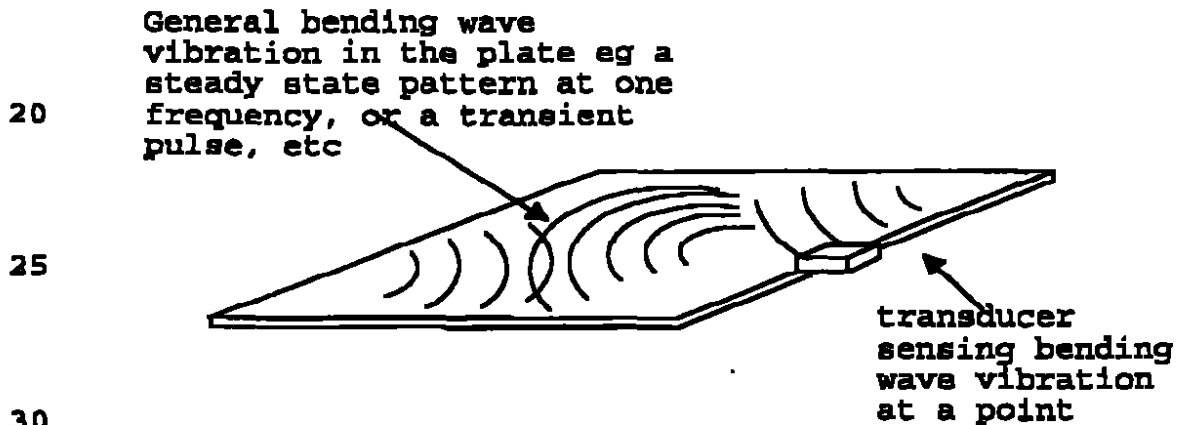
The concept has been described in terms of a transparent plate used in a visual display/acoustic device application. However, the technique may be extended to any plate such as a non-transparent one with a printed pattern. In addition, the method should not be limited to bending wave vibrations, since any excitations capable of relaying mechanical information from the body of the panel to the edge are equally relevant. Examples of such excitations include elastic and shear vibrations.

10

The invention is diagrammatically illustrated in the following.

Illustration of the general principle of a touch sensor using bending wave vibration as the active sensing element

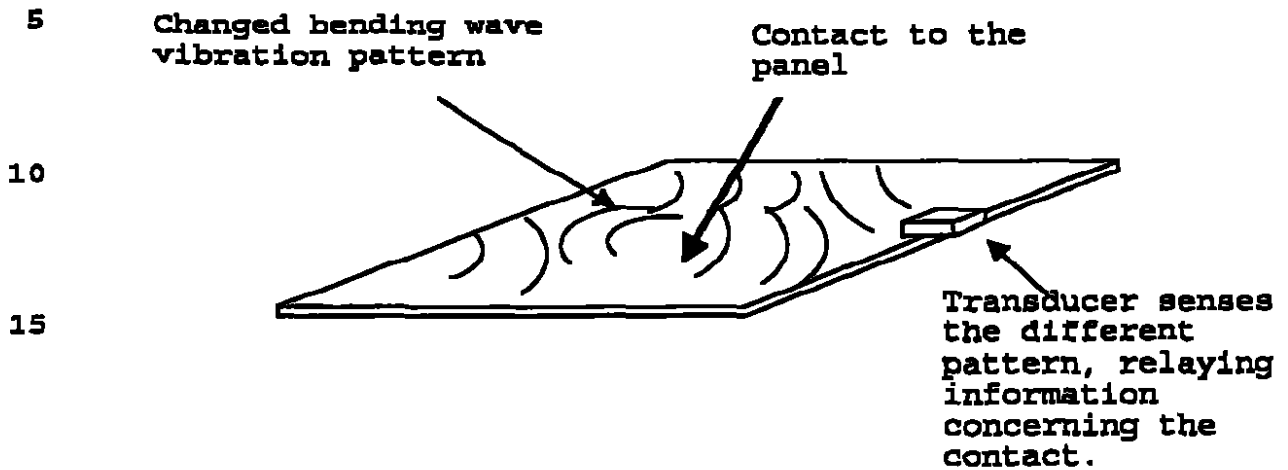
15



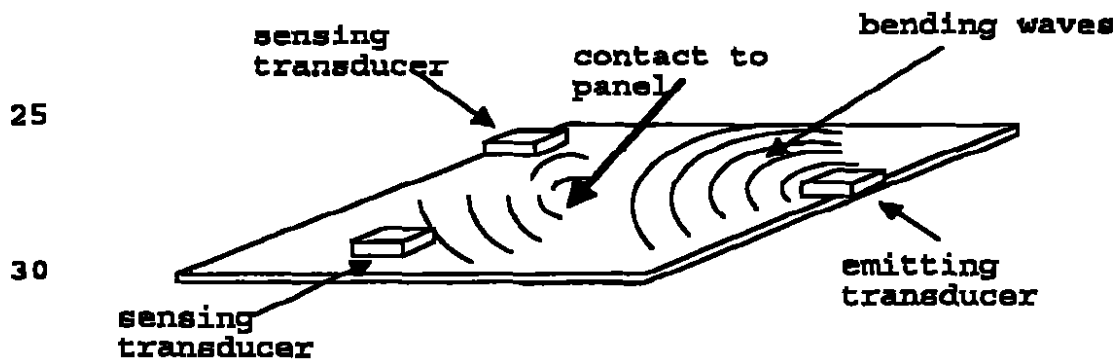
30

A contact to the plate changes the bending wave pattern. Note this can be either by disturbing the path of bending waves already in the panel, or can be by generation of new bending waves, emanating from the contact point. The

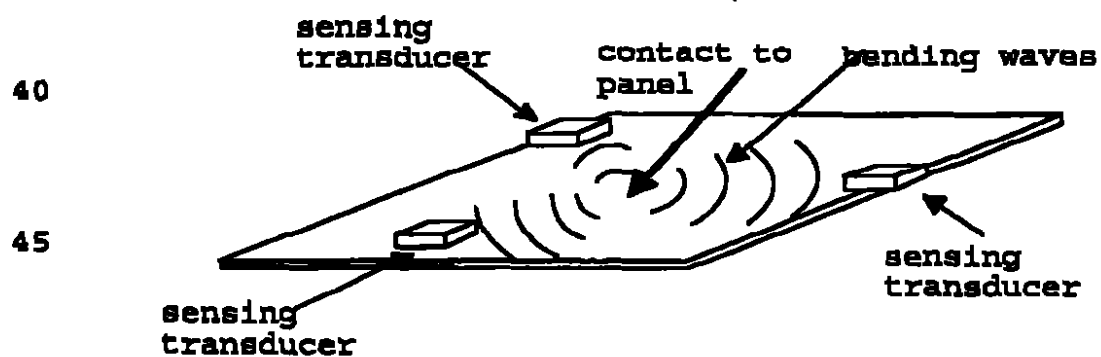
change in bending wave pattern can be sensed by a sensing transducer, relaying information concerning the location and pressure profile of the contact.



20 Illustration of a possible active touch sensor.



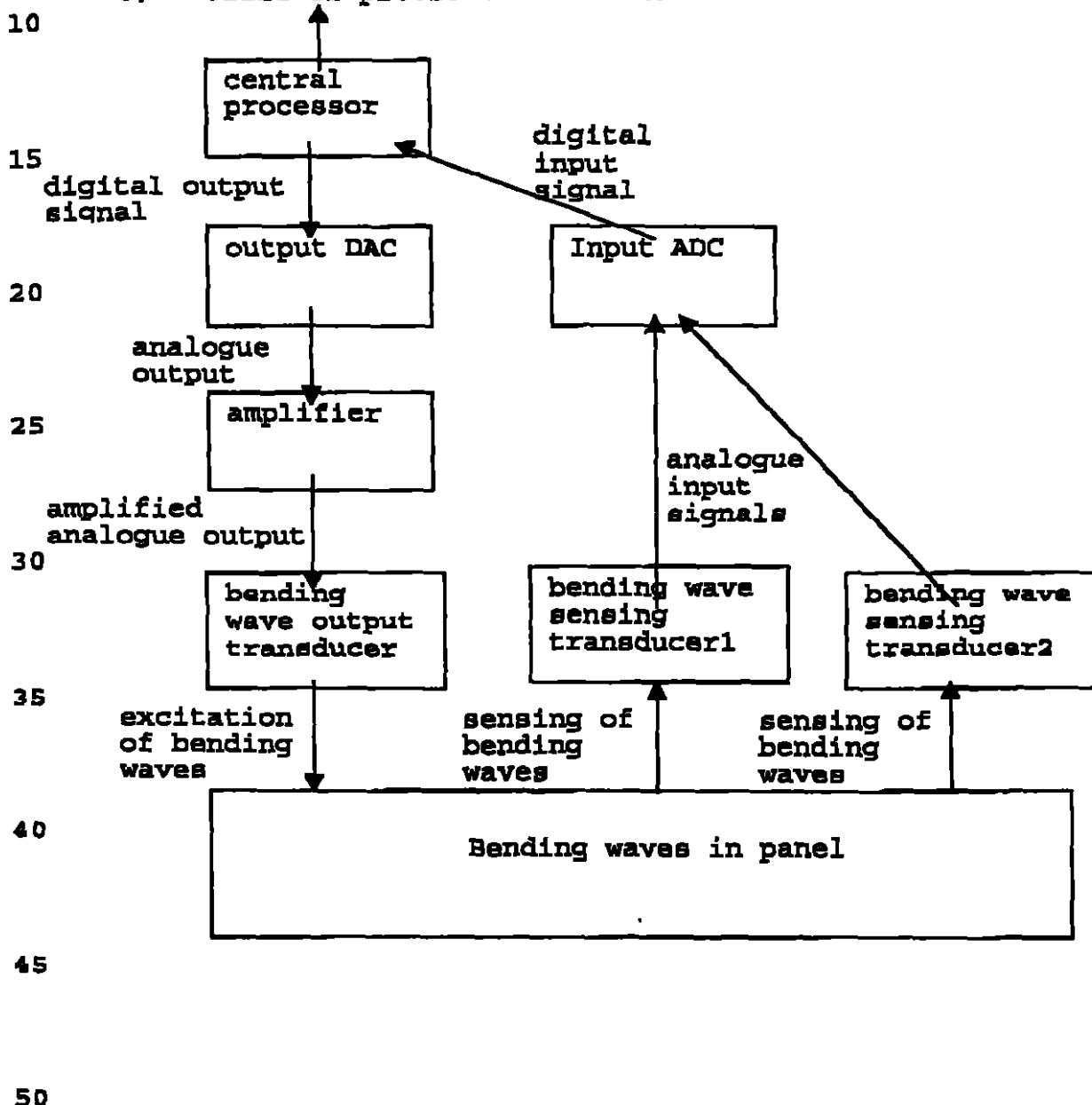
35 Illustration of a possible passive touch sensor.



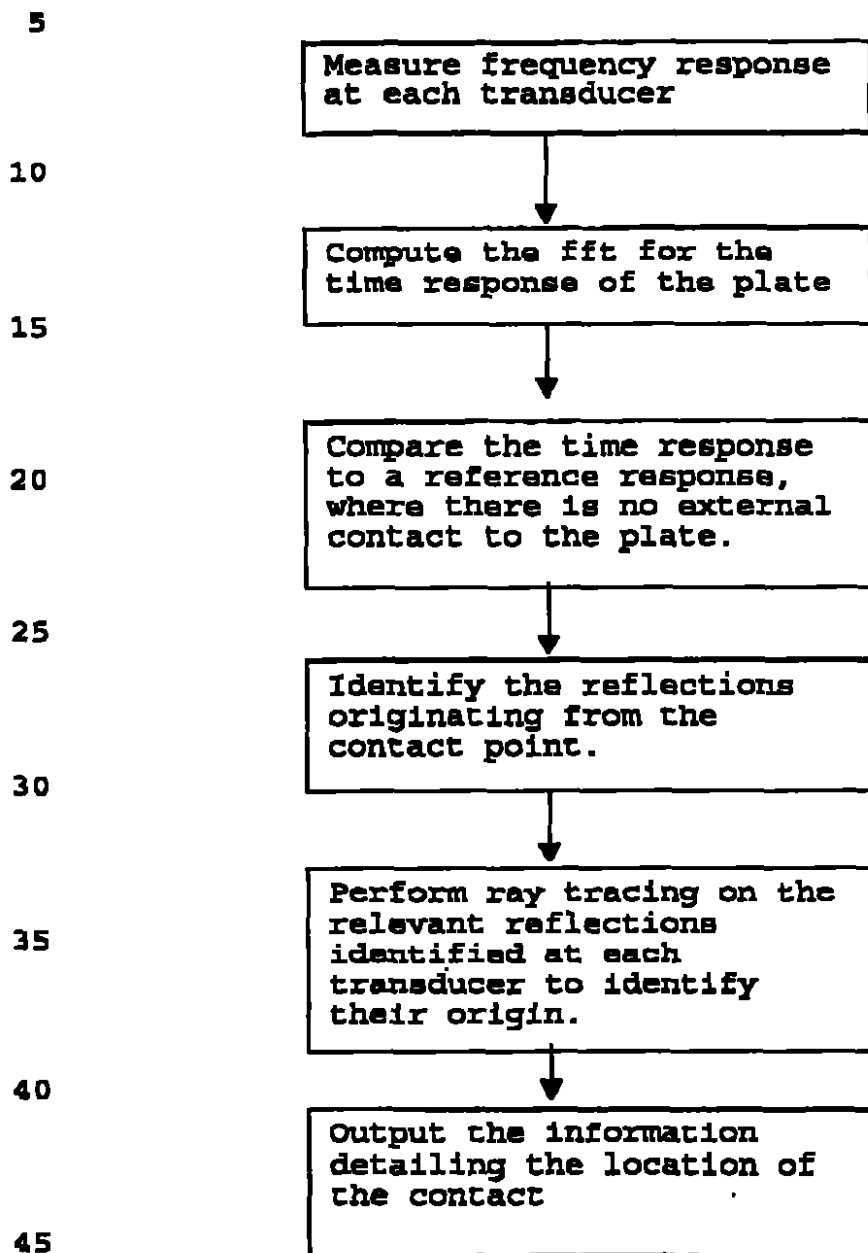
Block diagram of a possible implementation topology

Information detailing the location and profile of the impulse. Examples include:

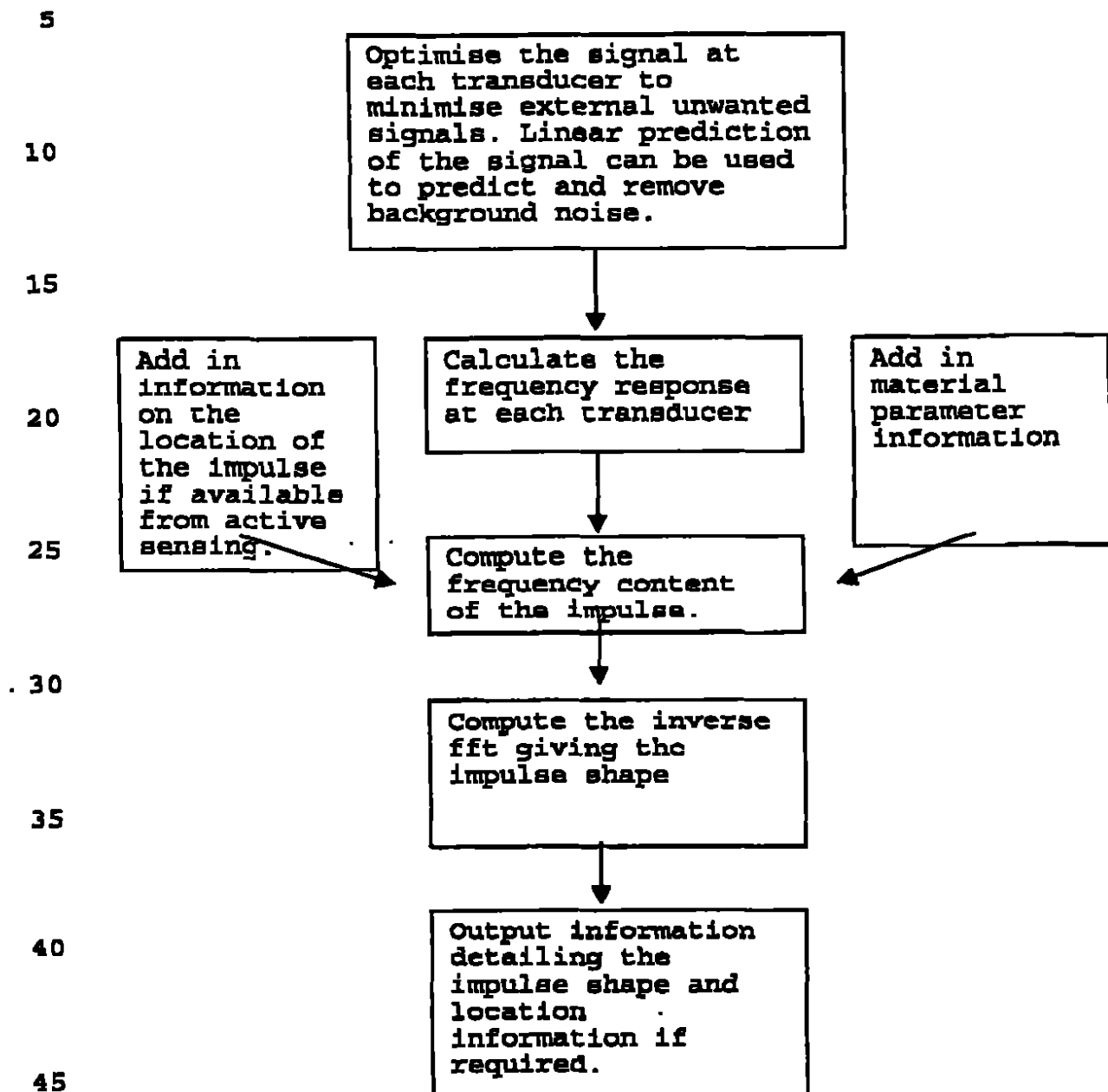
- 1) The x,y coordinates of the contact.
- 2) The characteristic size of the contact, eg 1mm corresponds to a pen or stylus, 1cm corresponds to a finger.
- 3) Profile of pressure of contact as a function of time.



Block diagram of a possible processing algorithm for active sensing in the time domain



Block diagram of a possible processing algorithm for passive sensing



**La Oficina de Patentes
Patents-Diseños-Marcas-Derechos de Autor**

La Oficina de Patentes
Concept House
Cardiff Road
Newport
South Wales
NP10 8QQ

Yo, el suscrito, siendo un oficial debidamente autorizado de acuerdo con la Sección 74(1) y (4) del Acta de Desregulación & Contratación de 1.994, para firmar y expedir certificados en nombre del Contralor General, certifico por el presente que la aquí anexa es una copia verdadera de los documentos tal como fueron presentados originalmente en relación con la solicitud de patente en ellos identificada.

De acuerdo con las Reglas sobre Patentes (Re-Registro de Compañías) de 1.982, si una compañía nombrada en este certificado y en cualesquiera documentos acompañantes se ha re-registrado bajo el Acta de Compañías de 1.980 con el mismo nombre con el que estaba registrada inmediatamente antes del re-registro, salvo para la situación como, o la inclusión como, la última parte del nombre de las palabras "compañía pública limitada" o sus equivalentes en Galés, las referencias al nombre de la compañía en este certificado y en los documentos acompañantes deben ser tratadas como referencias al nombre con el cual es así re-registrada.

De acuerdo con las reglas, las palabras "compañía pública limitada" pueden ser reemplazadas por p.l.c., plc, P.L.C., o PLC.

El re-registro bajo el Acta de Compañías no constituye una nueva entidad legal sino que simplemente sujeta la compañía a ciertas reglas legales adicionales sobre compañías.

Firmado (Hay firma ilegible)
Fechado 8 de febrero de 2001

Hay sello encintado en relieve que dice:
LA OFICINA DE PATENTES

La Oficina de Patentes

Formato de Patente 1/77

Acta de Patentes 1977
(Regla 16)

Solicitud para Otorgamiento de una Patente
(Véanse las notas al respaldo de este formato.
También se puede obtener un folleto explicativo
en la Oficina de Patentes para ayudarle a llenar
este formato).

La Oficina de Patentes

Cardiff Road
Newport
Gwent NP9 1RH

*Hay sello que dice: "LA OFICINA DE PATENTES EL 23 DE DICIEMBRE 1999.
RECIBIDO POR FAX"*

1. Su Referencia	P.6365.GBA	9930404.0
2. Número de Solicitud de Patente (La Oficina de Patentes llenará esta parte)	23 Dic.1999	
3. Nombre completo, dirección y código postal del o de cada solicitante(subraye todos los apellidos)	NEW TRANSDUCERS LIMITED IXWORTH HOUSE 37 IXWORTH PLACE LONDON SW3 3QH 7283476002	
Número ADP de Patentes (si lo conoce) Si el solicitante es un cuerpo corporativo, informe el país/estado de su incorporación	G.B.	
4. Título de la invención	SENSOR DE TOQUE	
5. Nombre de su Agente (si tiene uno) "Dirección para servicio" en el Reino Unido a donde debe enviarse toda la correspondencia (incluyendo el código postal)	MAGUIRE BOSS 5 Crown Street St. Ives Cambridgeshire PE27 5EB	
Número ADP de Patentes (si lo conoce)	07188725001	
6. Si usted está declarando prioridad de una o más solicitudes de patentes anteriores, informe el país y la fecha de presentación de cada una de estas solici- tudes anteriores y (si lo conoce) el o cada número de solicitud.	País	Número de solicitud de la prioridad (si lo conoce)
		Fecha de presentación (día/mes/año)
7. Si esta solicitud es dividida o derivada de cualquier forma de una solicitud anterior en el Reino Unido, in- forme el número y la fecha de presentación de la solici- tud anterior.	Número de la primera solicitud	Fecha de presentación (día/mes/año)
8. ¿Existe una declaración de invención y de derecho para ser otorgada una patente requerida en apoyo de esta solicitud ? (Responda Sí, si: a) cualquiera de los solicitantes nombrados en la parte 3 no es un inventor, o b) hay un inventor que no está nombrado como solicitante, o c) cualquiera de los solicitantes nombrados es un cuerpo corporativo.) Ver nota (d)		

Formato de Patentes 1/77

58
15

Formato de Patentes 1/77

9. Ingrese el número de hojas de cualquiera de los siguientes numerales, que usted este presentando con este formato. No cuente las copias del mismo documento.

Hojas de continuación de este formato

Descripción 14

Reivindicación (es)

Resumen

Dibujo (s)

Hay sello que dice: "LA OFICINA DE PATENTES EL 23 DE DICIEMBRE 1999. RECIBIDO POR FAX"

10. Si usted está presentando también cualquiera de los siguientes documentos, establezca cuántos para cada numeral.

Documentos de prioridad

Traducciones de documentos de prioridad

Declaración de invención y derecho a serie otorgada una patente (Formato de Patentes 7/77)

Solicitud de examen preliminar y búsqueda (Formato de Patentes 9/77)

Solicitud de examen de fondo (Formato de Patentes 10/77)

Otros documentos (por favor especifique)

11. Yo/nosotros requerimos el otorgamiento de una patente, con base en esta solicitud

Firma (No hay firma)

Fecha 23/12/1999

MAGUIRE BOSS

12. Nombre y número telefónico en horas hábiles de la persona a contactar en el Reino Unido

Peter Maguire (Hay firma ilegible) Tel: 01480301588

Advertencia

Después de que una solicitud de patente ha sido presentada, el Contralor de la Oficina de Patentes considerará si la publicación o comunicación de la invención debería ser prohibida o restringida según la Sección 22 del Acta de Patentes de 1977. Usted será informado acerca de si es necesario prohibir o restringir su invención de esta manera. Además si usted vive en el Reino Unido, la Sección 23 del Acta de Patentes de 1977, le impide solicitar una patente en el exterior sin haber obtenido previamente permiso escrito de la Oficina de Patentes, a menos que una solicitud haya sido presentada, con al menos 6 semanas de anticipación en el Reino Unido para una patente por la misma invención, o sino se ha emitido orden alguna que prohíba la publicación o comunicación, o si tal orden ha sido revocada.

Notas

a) Si necesita ayuda para llenar este formato o tiene preguntas al respecto, por favor contacte a la Oficina de Patentes en el 0645 500505.

b) Escriba sus respuestas en letra mayúscula usando tinta negra o puede mecanografiarlas.

c) Si no hay espacio suficiente para todos los detalles relevantes sobre cualquier parte de este formato, por favor continúe en una hoja de papel separada y escriba "ver hoja de continuación" en la(s) parte(s) relevante(s). Cualquier hoja adicional debe ser anexada a este formato.

d) Si usted ha respondido "SI", será necesario llenar el Formato de Patente 7/77.

e) Una vez que usted ha llenado el formato, recuerde firmarlo y fecharlo.

f) Para detalles sobre tasas y formas de pago, contacte por favor a la Oficina de Patentes.

Formato de Patentes 1/77

SENSOR TACTIL

DESCRIPCION

La invención se relaciona con sensores táctiles.

5 Los dispositivos de visualización de datos suele incluir alguna forma de pantalla sensible al tacto. Estos dispositivos están llegando a ser cada vez más comunes como consecuencia de la aparición de la siguiente generación de dispositivos multimedia portátiles tales como ordenadores para su uso en la palma de la mano o agendas electrónicas. Se ha sugerido ahora hacer uso de la zona de pantalla disponible como un dispositivo acústico de ondas de flexión y conseguir
10 sonido de buena calidad dentro de limitaciones rigurosas en cuanto a espacio y peso.

El objeto de esta invención consiste en utilizar la vibración de ondas de flexión de un dispositivo acústico, por ejemplo, una pantalla visualizadora de datos, como un sensor táctil.

15 Dicho dispositivo puede tener las siguientes ventajas:

1) poder utilizar un dispositivo acústico de pantalla visualizadora de datos en una aplicación en donde se requiera también una capacidad de sensibilidad al tacto;

2) proporcionar una tecnología más versátil que las actuales
20 tecnologías de pantallas táctiles, que no solo sean sensibles a la posición del contacto sino también a la presión;

3) proporcionar una forma más económica de pantalla sensible al tacto que las realizaciones actuales, las cuales requieren una disposición de contactos transparentes o un sensor complejo de una punta magnética, etc.; y

25 4) poder dimensionarse fácilmente en cuanto a tamaño y sensibilidad espacial mediante el control de los parámetros del material del elemento activo de ondas de flexión.

De acuerdo con la invención, una placa capaz de soportar ondas de flexión como un dispositivo acústico es también capaz de transmitir información
30 referente a perturbaciones mecánicas en el cuerpo de la placa hacia el borde de la

misma. Por tanto, también se puede emplear una placa similar a las utilizadas como dispositivos acústicos para que actúe como un dispositivo sensible al tacto.

La invención describe un dispositivo de esa naturaleza en modalidades tanto activas como pasivas.

5 En un sensor pasivo, un impulso en el cuerpo de la placa iniciará una onda de flexión hacia el borde de la placa. Esta es detectada por un conjunto de transductores sensores alrededor del borde y las señales son analizadas para determinar el origen espacial y el perfil de fuerza del impulso aplicado. La forma más sencilla de análisis es como sigue:

- 10 1) el impulso es detectado en cada transductor en un tiempo específico;
- 2) la relación de tiempos en cada sensor proporciona la relación de distancias de cada sensor desde el origen del impulso; y
- 3) estas distancias son intersectadas para proporcionar la posición
- 15 del impulso.

El método anterior permite la determinación de la posición del impulso con un mínimo de tres sensores, aumentando la precisión del cálculo a medida que se emplean más sensores.

20 Un procesado más sofisticado puede proporcionar información adicional referente al impulso inicial, en particular cuando se emplea junto con el conocimiento de los parámetros del material. Por ejemplo, se puede emplear una medición del contenido de frecuencia de la señal medida para deducir el perfil del impulso inicial.

Las ventajas de la detección pasiva incluyen:

- 25 1) el método es de banda ancha y, por tanto, incluye el contenido completo de frecuencia requerido para formar una imagen de la configuración del impulso; y
- 2) dado que el método es pasivo, las necesidades de potencia son mínimas.

30 Los inconvenientes de la detección pasiva son que:

65

61
H

-3-

1) el contenido de frecuencia de la señal medida queda limitado por el contenido de frecuencia del impulso. Por tanto, la información de alta frecuencia es limitada, lo cual se traduce en una longitud de onda de flexión relativamente larga. En consecuencia, la resolución espacial de la señal es limitada;

5 2) la señal medida es susceptible a ruido externo. Este incluye una señal de audio aplicada al panel, como ocurre en el caso de una aplicación de panel visualizador de datos/acústico. Por tanto, el inconveniente es que resultará problemático aislar el impulso cuando el panel se utilice como un altavoz, limitando el resultado final a una operación separada de altavoz o de pantalla táctil;
10 y

3) el método es insensible al movimiento de un dedo o de un puntero sobre el panel, una vez que se ha realizado el contacto, puesto que este movimiento no produce un impulso fuerte.

En un sensor activo, la posición del contacto es detectada a partir
15 de la respuesta de la placa a una estímulo externo. Un transductor excita ondas de flexión en la placa y uno o más transductores sensores miden la respuesta. La diferencia entre la respuesta con y sin un contacto externo se puede emplear para determinar su posición. Esto puede efectuarse de varios modos, dos de los cuales se ilustran en esta descripción.

20 En primer lugar, la respuesta de tiempo del panel puede ser medida o deducida directamente a partir de una análisis del dominio de frecuencia. La diferencia entre la respuesta con y sin el contacto se puede emplear para aislar reflexiones que emanan desde la posición del contacto. Si estas reflexiones son detectadas en múltiples puntos, se pueden emplear los tiempos de llegada relativos
25 alrededor de la placa para deducir la posición del contacto en el plano, de manera similar al método descrito para la detección pasiva.

En segundo lugar, la respuesta en régimen constante se puede medir
ante y después del contacto. La respuesta diferente contiene información en cuanto
a la posición del contacto. Sin embargo, debido a la naturaleza compleja del
30 movimiento en el plano, la posición del contacto no puede ser deducida fácilmente

a partir de esta respuesta. Una posible solución a este problema consiste en aplicar un método de red neural a los datos y trazar el algoritmo para reconocer de manera correcta la firma de cada posición en el plano. La precisión de esta solución se puede mejorar repitiendo el método en múltiples frecuencias de excitación.

5 Un hecho importante a tratar cuando se consideren estas soluciones es que la señal externa no deberá ser evidente acústicamente. Los métodos para evitar esto incluyen hacer la señal muy pequeña en cuanto a amplitud o hacer que la misma sea una señal similar a un ruido. Esto último hace que cualquier señal audible sea menos evidente mientras que una correlación particular puede estar
10 oculta en el ruido de manera que el cálculo permita adquirirla. Una alternativa consiste en hacer inaudible la señal aumentando la frecuencia por encima de 20 kHz. Este método tiene la ventaja de que se puede utilizar una amplitud de señal grande y que la frecuencia alta se traduce en una resolución espacial alta.

Las ventajas de la detección activa incluyen:

15 1) dado que la técnica mide la respuesta a una señal externa, la información de alta frecuencia no está limitada y es posible una alta resolución espacial;

20 2) la técnica es sensible a la posición de un contacto incluso cuando no exista un impulso fuerte. Un ejemplo de dicha situación es el movimiento de un puntero o dedo sobre la placa sin retirarse de esta última; y

25 3) la susceptibilidad al ruido externo se puede reducir en gran medida. Esto puede conseguirse detectando la respuesta en una banda de frecuencia en donde el ruido externo es pequeño, tal como por encima del espectro audible. Una alternativa consiste en proporcionar la señal con una correlación particular, que permita su detección incluso cuando es pequeña en comparación con el ruido de fondo.

Los inconvenientes de la detección activa incluyen:

30 1) probablemente la técnica es menos sensible al perfil del impulso que el esquema pasivo. Sin embargo, esta situación puede ser mejorada mediante un procesamiento más sofisticado. Por ejemplo, cuanto mayor sea la presión de un

dedo o puntero, mayor será el grado de amortiguación extra probablemente a introducir. Esto puede ser identificado mediante un procesado extra relativamente simple de los datos; y

5 2) la necesidad de una señal externa es probable que requiera más potencia que la medición pasiva. Este inconveniente se puede reducir al mínimo haciendo la seña de excitación lo más pequeña posible. Igualmente, cuando la señal de excitación se encuentra a una frecuencia alta, se puede emplear piezo-transductores, los cuales tienen la ventaja de lograr una eficiencia muy elevada.

10 Las dos técnicas descritas anteriormente presentan ventajas y desventajas específicas. La técnica pasiva es particularmente sensible a la forma del impulso, mientras que la técnica activa proporciona una alta resolución espacial. Por tanto, la combinación de las dos técnicas podría consistir en la solución más adecuada. En primer lugar, la técnica activa aísla la posición y tiempo del contacto. Se puede emplear la predicción lineal para estimar la señal de ruido en este
15 intervalo de tiempo, la cual se separa entonces de los datos medidos. La señal que permanece se aproxima a la respuesta pasiva de la placa al impulso, lo cual se puede emplear para estimar su perfil de presión.

 Ya se ha indicado que el número mínimo de transductores requeridos para resolver espacialmente la posición del contacto en la placa es de
20 tres, aumentado la precisión de la localización con el número de transductores. La colocación de los transductores quedará sujeta a la topología específica de la aplicación, pero es probable que una separación relativamente igualada alrededor del borde de la placa proporcionara buenos resultados.

 Una de las posibles topologías hace uso de los transductores de
25 audio situados ya como transductores sensores y/o emisores. Esta realización añade la facilidad de una pantalla táctil con el mínimo de hardware extra. Sin embargo, en el caso de que no sea posible esta técnica, entonces pequeños piezo-elementos podrían resultar los transductores más adecuados, ya que los mismos resultan particularmente apropiados a las frecuencias ultrasónicas requeridas para
30 la detección activa.

El concepto ha sido descrito en términos de una placa transparente usada en una aplicación de dispositivo de visualización de datos/acústico. Sin embargo, la técnica puede extenderse a cualquier placa tal como una placa no transparente con un diseño impreso. Además, el método no quedaría limitado a vibraciones de ondas de flexión, puesto que son igualmente relevantes las excitaciones capaces de transferir información mecánica desde el cuerpo del panel hacia el borde del mismo. Ejemplos de tales excitaciones incluyen las vibraciones elásticas y de esfuerzo cortante.

La invención se ilustra esquemáticamente a continuación.

Ilustración del principio general de un sensor táctil que utiliza vibración de ondas de flexión como el elemento de detección activa

Vibración de ondas de flexión en general en la placa, por ejemplo, un diseño de régimen constante a una frecuencia, o un impulso transitorio, etc.



Transductor sensor de la vibración de ondas de flexión en un punto.

La realización de un contacto en la placa cambia el modelo de las ondas de flexión. Debe observarse que esto puede ser bien por perturbación del recorrido de las ondas de flexión ya en el panel o bien por generación de nuevas ondas de flexión que emanan desde el punto de contacto. El cambio en el modelo de las ondas de flexión puede ser detectado mediante un transductor sensor el cual transfiere información referente a la posición y perfil de presión del contacto.

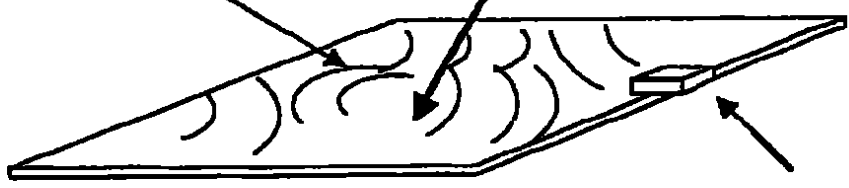
69 25

-7-

Modelo cambiado de la
vibración de ondas de flexión

Contacto en el panel

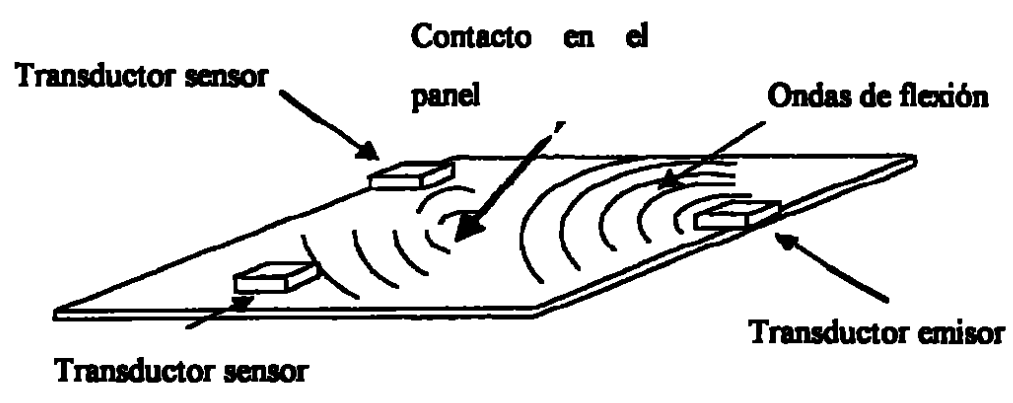
5



El transductor detecta el
modelo diferente, transfiriendo
información referente al
contacto

10

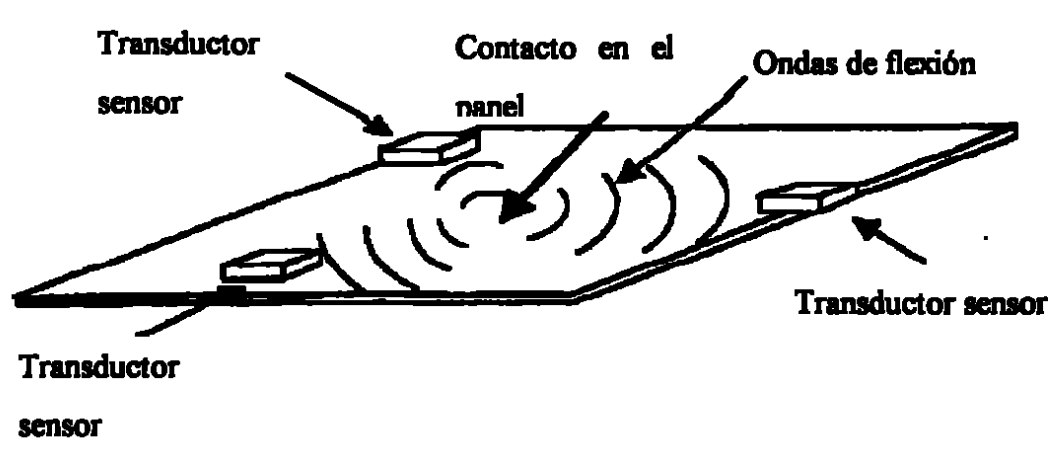
Ilustración de un posible sensor táctil activo



15

20

Ilustración de un posible sensor táctil pasivo



25

30

Diagrama de bloques de una posible topología de ejecución

Información referente a la posición y perfil del impulso. Ejemplos

incluyen:

- 1) Las coordenadas x , y del contacto.
- 2) El tamaño característico del contacto, por ejemplo, 1 mm corresponde a un puntero o punzón, 1 cm corresponde a un dedo.
- 3) Perfil de presión del contacto como una función del tiempo.

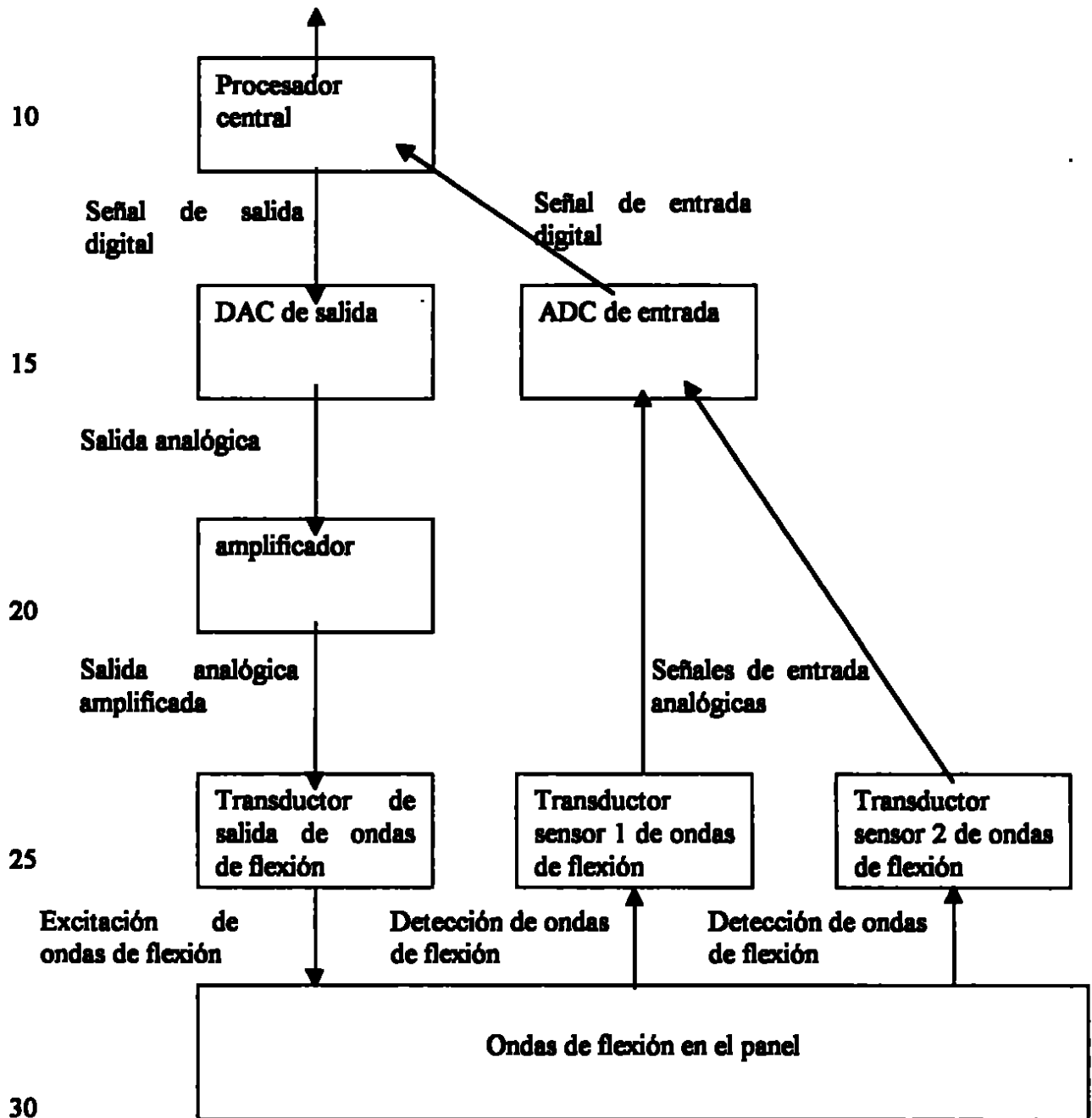
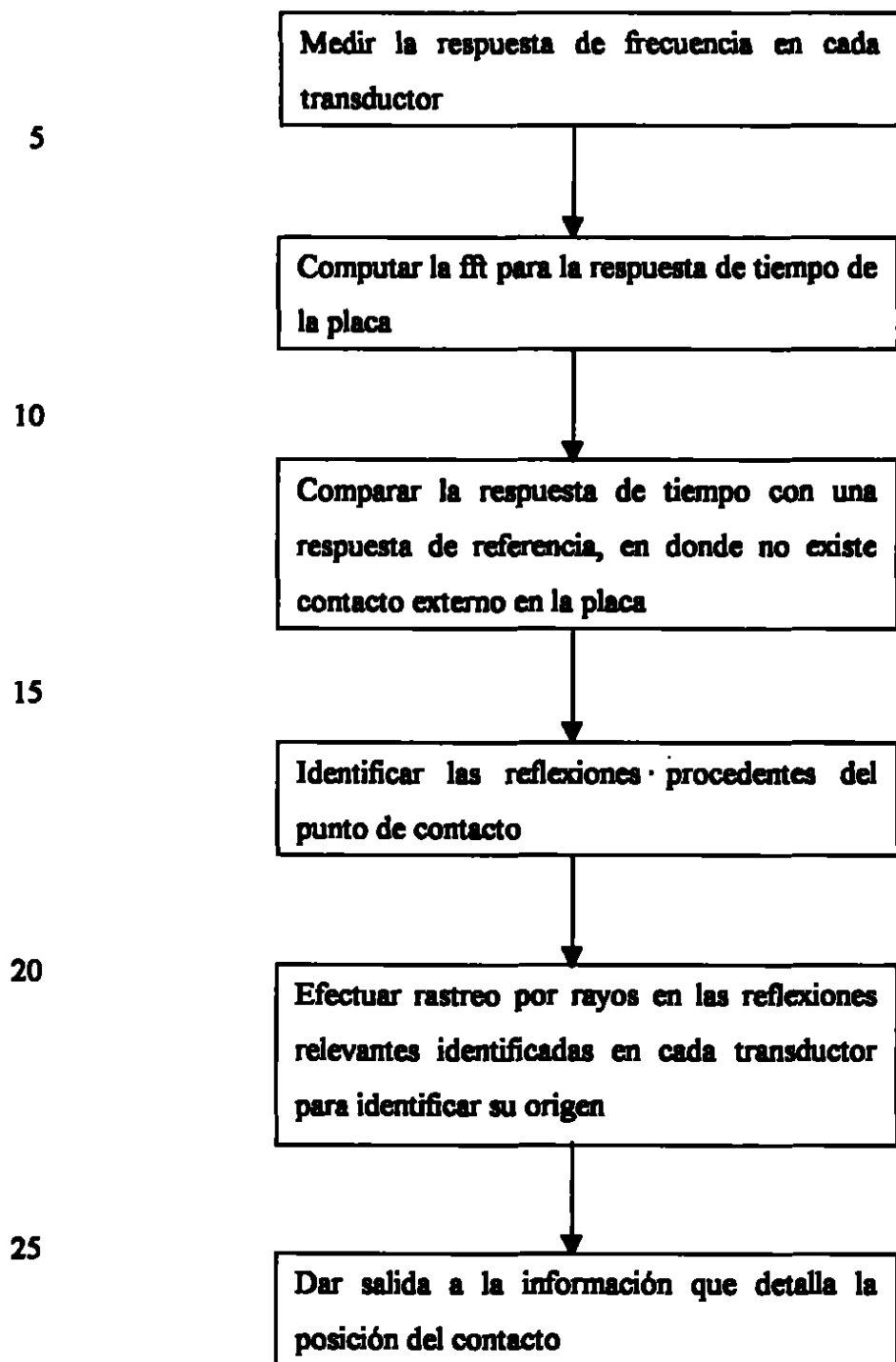


Diagrama de bloques de un posible algoritmo de procesado para la detección activa en el dominio de tiempo



70 68 74

Diagrama de bloques de un posible algoritmo de procesado para la detección pasiva.

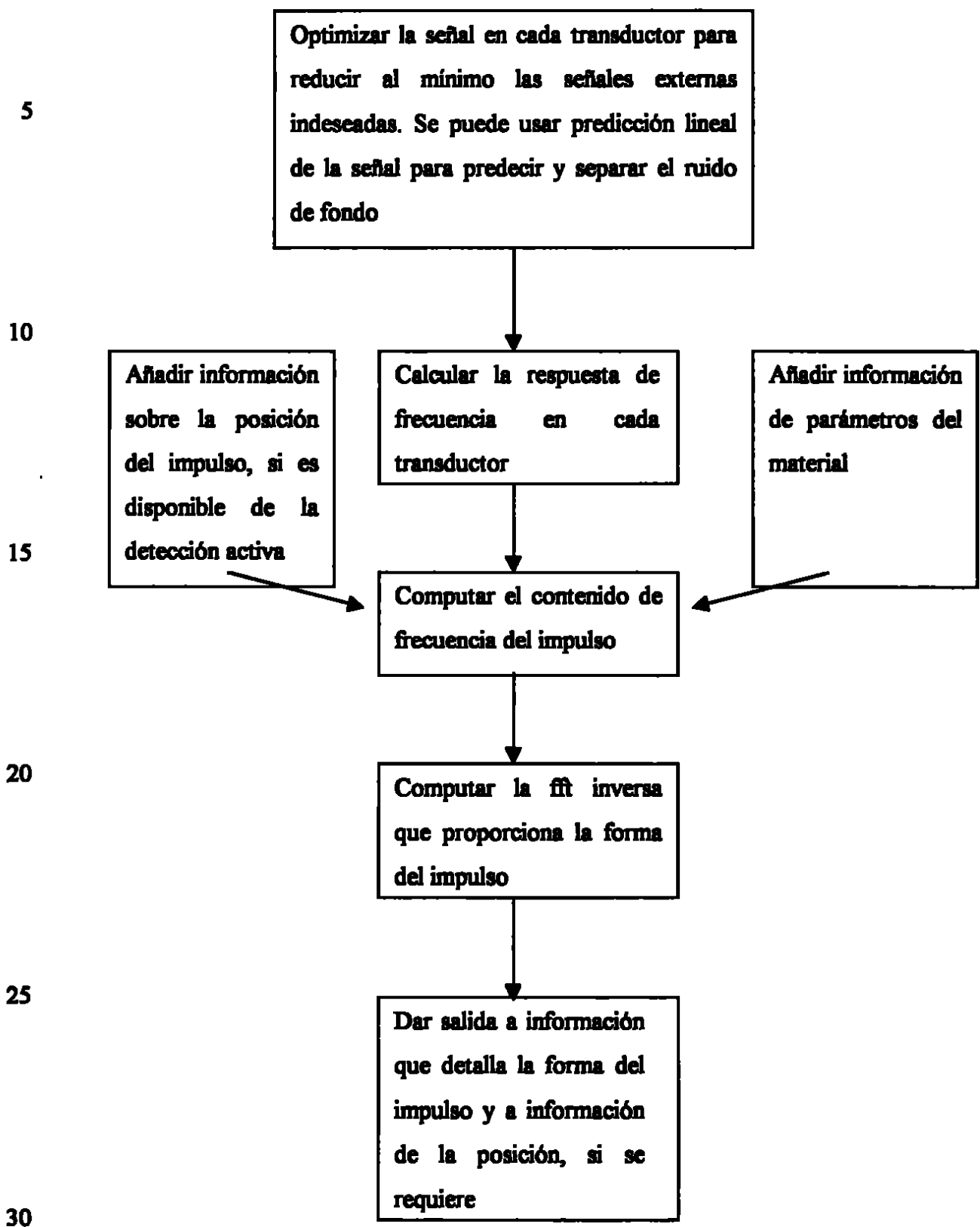
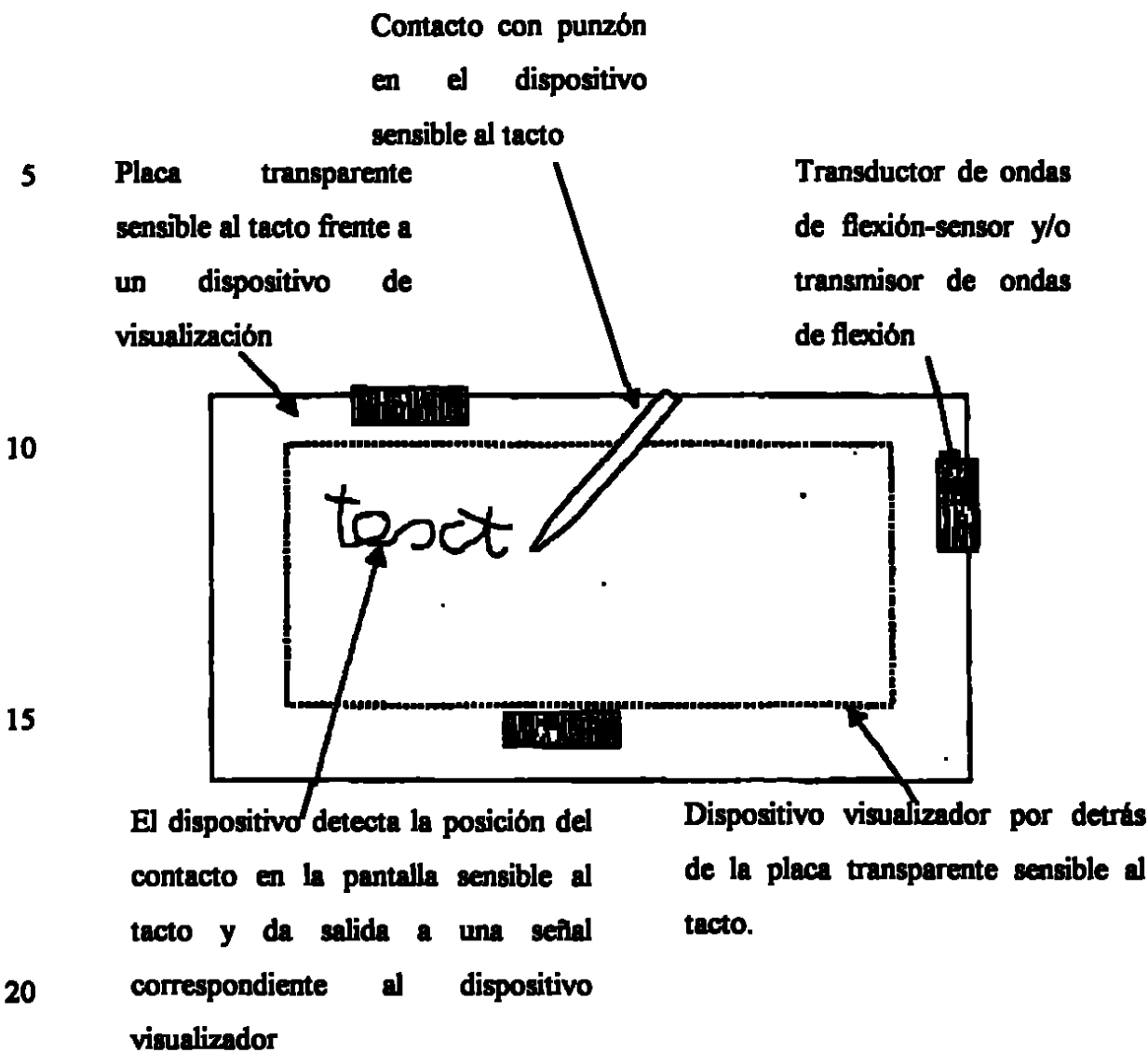


Ilustración de una posible realización de pantalla táctil



De este modo, la invención proporciona un nuevo y ventajoso sensor táctil, así como un sensor táctil en combinación con un dispositivo acústico de panel de ondas de flexión.



P. 395 *JA*

*70*⁷³⁴³
46

INVESTOR IN PEOPLE

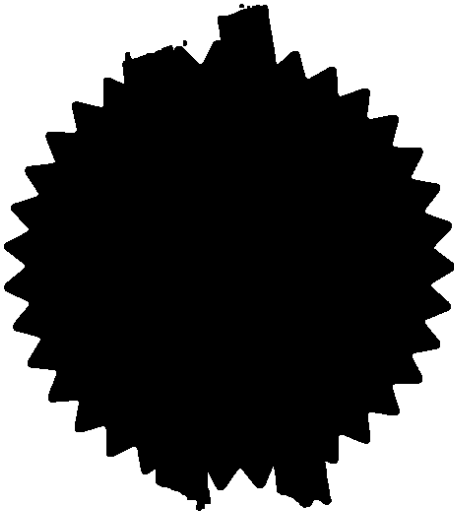
The Patent Office
Concept House
Cardiff Road
Newport
South Wales
NP10 8QQ

I, the undersigned, being an officer duly authorised in accordance with Section 74(1) and (4) of the Deregulation & Contracting Out Act 1994, to sign and issue certificates on behalf of the Comptroller-General, hereby certify that annexed hereto is a true copy of the documents as originally filed in connection with the patent application identified therein.

In accordance with the Patents (Companies Re-registration) Rules 1982, if a company named in this certificate and any accompanying documents has re-registered under the Companies Act 1980 with the same name as that with which it was registered immediately before re-registration save for the substitution as, or inclusion as, the last part of the name of the words "public limited company" or their equivalents in Welsh, references to the name of the company in this certificate and any accompanying documents shall be treated as references to the name with which it is so re-registered.

In accordance with the rules, the words "public limited company" may be replaced by p.l.c., plc, P.L.C. or PLC.

Re-registration under the Companies Act does not constitute a new legal entity but merely subjects the company to certain additional company law rules.

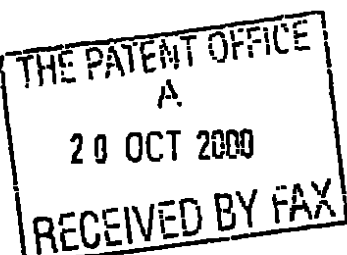


Signed

Dated

03 JAN 2001

Patents Form 1/77


The
Patent
Office

2005771.7-1 002824
001/7700 0.00-0025771.7

Patents Act 1977
(Rule 18)

Request for grant of a patent

(See the notes on the back of this form. You can also get an explanatory leaflet from the Patent Office to help you fill in this form.)

The Patent Office

Cardiff Road
Newport
Gwent NP9 1RH

1. Your Reference

P.6521.GBA

20 OCT 2000

2. Patent application number

(The Patent Office will fill in this part)

0002 100 02

0025771.7

3. Full name, address and postcode of the or of each applicant (underline all surnames)

NEW TRANSDUCERS LIMITED
IXWORTH HOUSE
37 IXWORTH PLACE
LONDON
SW3 3QH

Patents ADP number (if you know it)

If the applicant is a corporate body, give the country/state of its incorporation

G.B.

7283476.002

4. Title of the invention

CONTACT SENSITIVE DEVICE

5. Name of your agent (if you have one)

"Address for service" in the United Kingdom to which all correspondence should be sent (including the postcode)

MAGUIRE BOSS
5 Crown Street
St. Ives
Cambridgeshire
PE27 5EB

Patents ADP number (if you know it)

07188725001

6. If you are declaring priority from one or more earlier patent applications, give the country and the date of filing of the or of each of these earlier applications and (if you know it) the or each application number

Country

Priority application number
(if you know it)

Date of filing
(day/month/year)

7. If this application is divided or otherwise derived from an earlier UK application, give the number and the filing date of the earlier application

Number of earlier application

Date of filing
(day/month/year)

8. Is a statement of inventorship and of right to grant of a patent required in support of this request? (Answer 'Yes' if:

YES

a) any applicant named in part 3 is not an inventor, or
b) there is an inventor who is not named as an applicant, or
c) any named applicant is a corporate body.)
See notes (ii)

Patents Form 1/77

Received 20-10-00 18:18

From-01480 484405

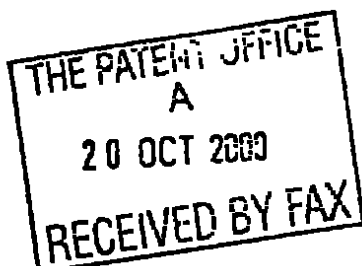
To-THE PATENT OFFICE

Page 05

Patents Form 1/77

9. Enter the number of sheets for any of the following if you are filing with this form.
Do not count copies of the same document

Continuation sheets of this form



Description

29 ✓

Claims(s)

Abstract

Drawing(s)

6 ✓

10. If you are also filing any of the following, state how many against each item.

Priority documents

Translations of priority documents

Statement of inventorship and right to grant of a patent (Patents Form 7/77)

Request for preliminary examination and search (Patents Form 9/77)

Request for substantive examination (Patents Form 10/77)

Any other documents (please specify)

11.

I/We request the grant of a patent on the basis of this application.

Signature

Maguire Boss

Date 20/10/2000

MAGUIRE BOSS

12. Name and daytime telephone number of person to contact in the United Kingdom

PETER MAGUIRE

Tel: 01480 301588

Warning

After an application for a patent has been filed, the Comptroller of the Patent Office will consider whether publication or communication of the invention should be prohibited or restricted under Section 22 of the Patents Act 1977. You will be informed if it is necessary to prohibit or restrict your invention in this way. Furthermore, if you live in the United Kingdom, Section 23 of the Patents Act 1977 stops you from applying for a patent abroad without first getting written permission from the Patent Office unless an application has been filed at least 6 weeks beforehand in the United Kingdom for a patent for the same invention and either no direction prohibiting publication or communication has been given, or any such direction has been revoked.

Notes

- a) If you need help to fill in this form or you have any questions, please contact the Patent Office on 0645 500505.
- b) Write your answers in capital letters using black ink or you may type them.
- c) If there is not enough space for all the relevant details on any part of this form, please continue on a separate sheet of paper and write "see continuation sheet" in the relevant part(s). Any continuation sheet should be attached to this form.
- d) If you have answered 'Yes' Patents Form 7/77 will need to be filed.
- e) Once you have filled in the form you must remember to sign and date it.
- f) For details of the fee and ways to pay please contact the Patent Office.

Patents Form 1/77

70 72 48

5

TITLE: CONTACT SENSITIVE DEVICE

10

DESCRIPTION

15

The invention relates to contact sensitive devices.

Visual displays often include some form of touch sensitive screen. This is becoming more common with the emergence of the next generation of portable multimedia devices such as palm top computers. The most established technology using waves to detect contact is Surface Acoustic Wave (SAW), which generates high frequency waves on the surface of a glass screen, and their attenuation by the contact of a finger is used to detect the touch location. This technique is "time-of-flight", where the time for the disturbance to reach one or more sensors is used to detect

2

the location. Such an approach is possible when the medium behaves in a non-dispersive manner i.e. the velocity of the waves does not vary significantly over the frequency range of interest.

5 According to the invention, there is provided a method of determining information relating to a contact on a contact sensitive device comprising the steps of

providing a member in the contact sensitive device capable of supporting bending waves,

10 measuring bending wave propagation in the member to determine a measured bending wave signal and

processing the measured bending wave signal to calculate information relating to the contact.

The contact may in the form of a touch from a stylus or
15 a finger. The stylus may be in the form of a hand-held pen.

The information calculated may be the location of the contact or may be other information, e.g. pressure of the contact. The information relating to the contact may be calculated in a central processor.

20 The bending wave propagation may be measured by at least one sensor which may be mounted at the edge of the member. The sensor may be in the form of a sensing transducer which may convert bending wave vibration into an analogue input signal. There may be more than one sensor.

25 By bending wave vibration it is meant an excitation, for example by the contact, which imparts some out of plane

73 73 73

3

displacement to the member. Many materials bend, some with pure bending with a perfect square root dispersion relation and some with a mixture of pure and shear bending. The relative magnitude of the vibration is determined by material properties of the member and the frequency of excitation.

Bending waves are dispersive i.e. the bending wave velocity is dependent on frequency. This property makes any "time-of-flight" approach inappropriate, as the signature of the disturbance progressively spreads out in time. Accordingly, the method further comprises the step of applying a correction to convert the measured bending wave signal to a propagation signal from a non-dispersive medium. Once the correction is applied, techniques used in the fields of radar and sonar may be applied to detect the location of the contact.

One significant advantage of using bending wave propagation is that bending waves are bulk waves, which involve the movement of the whole member, and not just the surface. In contrast, most of the alternative touch sensing technologies rely on surface effects and as such are vulnerable to surface damage. Accordingly, a contact sensitive device using bending waves should be more robust and less sensitive to surface scratches, etc.

Applying the correction may be the first step in processing the bending wave signal. The correction applied is preferably based on the dispersion relation of the

4

material of the member supporting the bending waves. This dispersion relation may either be modelled by using the bending wave equation in combination with known physical parameters of the material of the member. Alternatively, the
5 dispersion relation may be measured by using a laser vibrometer to create an image of the vibration pattern in the member for a number of given frequencies to give the dispersion relation in the frequency range of interest.

The measuring of bending wave propagation may be done by
10 continually sampling the motion in the member. By comparing the magnitude of the measured bending wave signal with a reference signal, for example the signal before a contact is made, it may be possible to identify when contact is made. Once contact has been made, the measured bending wave signal
15 may be recorded and may then be processed.

The member may be in the form of a plate or panel. The member may be transparent or alternatively non-transparent, for example having a printed pattern. The member may have uniform thickness. Alternatively, the member may have a more
20 complex shape, for example a curved surface and/or variable thickness. Provided it is possible for bending waves to travel from the contact position to one of the sensors (by whatever complex path), the method may be adapted for complex shaped members by providing a training algorithm such as a
25 neural net to decipher the contact location from the bending wave signal received by the sensor. It may be necessary to

78 74 30

5

have several sensors.

The method may involve purely passive sensing, in other words, bending wave vibration in the member is only excited by the contact and not by any other source. The position of the contact may be calculated by recording the time of arrival of an impulse at each sensor, comparing the times to determine the relative distances of each sensor from the origin of the impulse and intersecting the relative distances to give the position of the contact. The impulse may be generated by an initial impact or by frictional movement of the contact. There may be a minimum of three sensors.

Increasing the number of sensors used to detect the contact or contact location provides extra information and thus may provide a more accurate detection. Alternatively or additionally, the bending wave signal received at each sensor may be analysed over a longer period of time such that not only the direct signal, i.e. the signal when the impulse first reaches the transducer, is measured but also the reflections from the edges of the member. This approach is similar to adding mirrored versions of the or each existing sensor. Using this scheme, the extra information obtained may be used to provide greater accuracy or reduce the number of sensors.

After calculating the location of the contact, the measured bending wave signal may be further processed to determine additional information regarding the contact. The

6

movement of a stylus on the member may generate a continuous audio signal which is affected by the location, pressure and speed of the stylus on the member. The continuous time data from the continuous signal may be used to derive additional
5 useful information in a variety of applications.

One application may be signature recognition which is a subset of the more general task of pattern recognition. Applications such as these, where patterns are drawn from complex data, benefit greatly from the extra independent
10 information present in the continuous time data. The method may thus further comprise the step of implementing a neural net for processing continuous time data. The neural net may be trained by a set of examples, for example, a set of signatures written by a particular subject or a set generated
15 from a knowledge of the typical variance caused by the human process of writing.

A fundamental property of a neural net is that the more independent information is available, the greater the accuracy of the conclusions drawn. Much of the information
20 available in the continuous time data is completely independent from the position information, since it is connected to the velocity and pressure of the stylus on the surface of the member. Therefore the extra information increases the potential for accurate signature recognition.
25 The method may further include the training of a second neural net with examples of time responses for signatures.

75 21

7

Additional improvement may be achievable with training using further examples, either generated by the user or from knowledge of the expected variations in pressure and velocity.

5 Alternatively, the continuous time data may be used in handwriting recognition, the detection of a "double-click" or the detection of the strength of a contact, e.g. how hard a click. Both detection of "double-click" and click strength may be achieved with the image of the impulse shape in the
10 continuous-time data. It may be possible to a slower sampling rate than other more conventional technology.

In contrast, conventionally the detection of a contact, be it pen, finger, etc., is performed at a pre-determined sample rate and the information concerning the contact
15 location is built up from a set of points. There is no continuous time information and thus many of the applications described above may not be performed or may be performed less satisfactorily.

A measurement of the frequency content of the measured
20 bending wave signal may be used to determine the contact type since the characteristic frequencies generated by each type of stylus differ. For example a hard stylus will generate higher frequencies than a soft finger. Thus, a contact sensitive device for use with a hand held pen-input device
25 may be set up so as not to be triggered if the hand of the operator touches the contact sensitive device.

The differences in the frequency generated by different types of stylus imply a difference in the absolute spatial resolution achievable; the higher frequency translates to a greater resolution. However, the resolution difference often
5 coincides with the requirements for the contact in question. For example, the spatial resolution required for an input by a finger is usually less than that the spatial resolution expected for a sharp tipped stylus.

The frequencies generated by the contact are relatively
10 low i.e. generally audio frequencies rather than ultrasonic. Consequently, the member is preferably capable of supporting bending wave vibration in the audio range. Thus, a member similar to those used as an acoustic radiator in a loudspeaker may also be used to act as a contact sensitive
15 device.

The contact sensitive device may further comprise an emitting transducer mounted on the member to generate bending wave vibration in the member. The member may thus be an acoustic radiator and bending wave vibration in the member
20 may be used to generate an acoustic output. Such vibration may be regarded as a noise signal, although there are other types of noise signal which may effect the passive sensing. When there is an external noise signal, the method may further comprise techniques to isolate the noise signal from
25 the signal generated by the contact, for example:

1) Prediction filtering which predicts the response of the

80 76 32

9

noise signal over a short time scale. Differences from the predicted value are more likely to be generated by a contact than by the emitting transducers.

2) Modelling the noise signal using a continuous logging of the audio signal produced, together with knowledge of the transfer function from the emitting transducer to the sensor. This allows a more accurate prediction of the noise signal than prediction filtering.

3) Using the multiple sensors to determine the location of the emitting transducer in the same manner as used to locate the contact (for example, intersection method). This information should facilitate the separation of the bending waves generated by the emitting transducer from the bending waves generated by the contact.

Alternatively, the noise signal may be used as an active probe of a contact in the member. Thus, the method may further comprise generate bending waves in the member so that there is active sensing, in other words, sensing which relies not on the generation of waves by the contact but on the response of waves already present in the member to a mechanical constraint caused by the contact.

The bending waves in the member may be generated by a stimulus signal from a transducer mounted on the member. The transducer may have dual functionality, namely acting as an emitting transducer and a sensor. Alternatively, there may be an emitting transducer and at least one sensor mounted on

the member.

The effect of the contact may be reflective, absorbing, or a combination of the two. For reflection, an emitting transducer generates bending waves, which are reflected by the contact and detected either by the same transducer or a separate sensor. The signal, either a time or frequency response, may then be processed with the material dispersion relation information to yield the distance travelled from the emitting transducer or source to the sensor via the contact.

One single measurement may be sufficient to differentiate between two contact locations which are a substantial distance apart. However, more information may be required to determine the contact location more accurately. This may be achieved by sensing the reflection with multiple sensors, where the stimulus signal may emanate from the emitting transducer or from a different source for some or all of the sensors. Either way, each sensor gives an independent measurement of the contact location, which may be combined to give a progressively more accurate contact location with increasing transducer number.

An alternative way to increase the location accuracy may be to measure the bending wave vibration in the member over a longer time, thus increasing the information in each measurement. In terms of a frequency response, this may correspond to a greater frequency resolution. The extended signal may also contain information concerning both direct

87 77 23

11

and indirect reflection from the contact. Indirect reflection is a signal which arrives at the sensor from the contact via one or more boundary reflection. This method may be regarded as equivalent to adding further sensors at the mirror locations of the initial sensor, and may be employed to determine an accurate contact location with only one combined source/sensing transducer.

A self-measuring scheme may be incorporated into the contact sensitive device to measure the material dispersion relation in the member. When no contact is applied the boundary reflections are still present, which for a regular shape are manifest as strong reflections corresponding to the distances to each boundary. For a specific implementation, the emitting transducer, sensor and boundary locations are known which gives a set of known reference points. A smooth function representing the material dispersion relation may then be optimised to warp the frequency axis such that the periodicities corresponding to these reference points are restored. Further optimisation may be performed if required by adding other known reference points such as a contact in a pre-determined place.

This scheme allows an implementation of the active sensing technique without prior knowledge of the material dispersion relation. Alternatively it may be used to fine tune a correction for the small manufacturing tolerances

12

present in the panel properties, or variations due to heat, humidity, etc.

Pure absorption requires a different implementation to a scheme based on reflection. Thus the method may comprise
5 implementing a "ray tracing scheme", where the effect of the contact is to interrupt a wave incident on one or more of the sensors. A wave incident on a sensor may be created by direct excitation, e.g. by one or more emitting transducers at an opposed location, or by indirect excitation from one or more
10 boundary reflections. For indirect excitation, the emitting transducer may be located at any position, including a position adjacent to the sensor. Furthermore, indirect excitation allows detection of an absorbing contact from a single transducer, which acts as the source and the sensor of
15 the boundary reflections.

Interruption of the incident wave may also result in diffraction about the absorption point. The effect of diffraction makes the absorptive approach sensitive to a much wider area than is the case for pure ray tracing. The contact
20 location may be outside a direct path of the bending wave incident on the sensor and may still affect the signal received by the sensor. The information obtained by absorption may be in a more complex form than that for a reflecting contact. Consequently a more intelligent detection
25 algorithm may be required, such as a neural net.

82 78 28

13

The stimulus signal generated by the transducer preferably has good noise rejection, and does not have an audibly damaging or acoustically obvious effect. Thus, the stimulus signal may have a very small amplitude or may be similar to noise. For the latter, a particular correlation may be hidden in the noise for the calculations to latch on to. Alternative, the stimulus signal may be made inaudible, i.e. ultrasonic by increasing the frequency above 20kHz. This has the advantage that a large signal amplitude can be used and the high frequency translates into a high spatial resolution. However, the member must be capable supporting such an ultrasonic signal. Many materials are suitable, for example, glass, crystal polystyrene,

The stimulus signal may be chosen from any one of the following signals:

1. Pulsed excitation - note this does suffer from poor noise rejection and audibility, if it has sufficient amplitude.
2. Band limited noise - this signal is less audibly damaging than most in any given frequency band and has the advantage that it may be tuned to the most suitable frequency band. In addition it may be made ultrasonic.
3. Steady state sine waves - these give good signal to noise but are extremely audible when in the audio band. Improvements are to place the frequency outside the audio band or use multiple closely spaced sines with random relative phase, thus making the signal audibly more noise-

14

like. This is one example of a signal that is audibly noise-like, but has a hidden correlation that improves the signal to noise level. Another example of such a trace is an MLS (Maximum Length Sequence) signal.

5 4. A chirp signal - this is a widely used signal to determine a frequency response of a system over broad range of frequencies. However this may be practical only at ultrasonic frequencies, where it is not audible.

10 5. An audio signal - this may be fed into the transducers when the member is being used as an acoustic radiator for a loudspeaker. In this case there is no problem with the stimulus signal having an audibly damaging effect, as it is the very signal responsible for the intended audio

When a sensor and an emitting transducer are close
15 together or the same transducer, a background signal produced by the emitting transducer is generally much greater than the signal of interest associated with the contact. This may introduce problems which may be alleviated in a number of ways. For example, for a pulsed excitation signal, the
20 measurement at the sensor may be gated so that measurement starts after an outgoing wave produced by the emitting transducer has progressed further than the sensor. However, extended time stimulus signal are more common than pulsed excitation signals since the latter has poor noise rejection
25 properties.

For an extended time stimulus signal there are

15

mechanical or other techniques which may be used to improve the relative magnitude of the contact signature, for example:

1) Placing the sensor at approximately $\frac{\lambda}{4}$ wavelength from the emitting transducer so that the magnitude of the outgoing wave detected at the sensor location is minimised. This technique may be used if the contact signal is limited to a relatively narrow range of frequencies.

2) Locating the emitting transducer and the sensor at one drive point and designing the emitting transducer and the sensor to couple into orthogonal physical properties. For example, a bender transducer and an inertially coupled transducer may be located at the same point. An outgoing wave generated by either transducer is not detected by the other. However, a secondary wave which is either reflected from the contact or boundaries is detected, maximising its relative magnitude.

3) Addressing the problem in the electrical domain. A measurement of the frequency response may be achieved with a swept sine wave and a demodulation stage. The outgoing wave from the emitting transducer produces a large background value of the frequency response upon which the fine structure due to smaller reflections from the contact is superposed. After demodulation (e.g. by a chirp demodulation circuit) the output may be a small ripple on a large smoothly varying background. Consequently, when this output is passed through a high pass filter the pertinent fine structure may be

emphasised relative to the large background.

4) Digitising the measured signal with sufficient accuracy so that it is sensitive to the fine structure on top of the large background. The fine structure may then be emphasised with filtering in the digital domain.

Depending on the use of the transducer it may either be a two, three, or four terminal device. Two terminal devices may be used as sensors or emitting transducers separately. Alternatively they may be used as dual function transducers, where a sensing function is determined from the impedance of the device. Three and four terminal devices use a separate transducer as sensor and emitting transducer. For a three-terminal device the sensor and emitting transducer share a common electrode, whereas the sensor and emitting transducer are electrically isolated in the four-terminal device.

The or each emitting transducer or sensor may be a bender transducer which is bonded directly to the member, for example a piezoelectric transducer. The bender transducers are generally directional, which may be advantageous in some applications. The directivity achieved is determined by their physical shape and may therefore be tuned accordingly. Additional advantages include a high conversion efficiency, low cost, and considerably robustness.

Alternatively, the or each emitting transducer or sensor may be an inertial transducer which is coupled to the member at a single point. The inertial transducer may be either

89 80 85

17

electrodynamic or piezoelectric. Inertial transducers are generally omni-directional, provided the contact point is small compared to the bending wavelength in the member at the frequency of interest.

5 The transducers and/or sensors may be placed with a relatively equal spacing around the edge of the member subject to the specific topology of the application.

It may be possible to use audio transducers which are already in place as sensing and/or emitting transducers.
10 This implementation may add the facility for a touch screen with the minimum of extra hardware. However, if this approach is not possible then small piezo elements might prove the most suitable transducers, as these are particularly suited to the ultrasonic frequencies which may
15 be used for active sensing.

According to a second aspect of the invention, there is provided a contact sensitive device comprising a member capable of supporting bending wave propagation and a sensor mounted on the member for measuring bending wave vibration in
20 the member and for transmitting a signal to a processor which processing information relating to any contact made on a surface on the member.

The contact sensitive device may be a passive sensor where bending wave vibration in the member is only excited by
25 the contact and not by any other source. Alternatively, the contact sensitive device may be an active sensor. The contact

18

sensitive device may thus further comprise an emitting transducer for exciting bending wave vibration in the member. Information relating to the contact is calculated by comparing the response of waves generated by the emitting
5 transducer to a mechanical constraint caused by the contact.

The member may be capable of supporting bending waves in the audio range. The member may be an acoustic radiator of a loudspeaker and the emitting transducer may be mounted on the member for exciting bending waves in the member to
10 produce an acoustic output.

The contact sensitive device may further comprise display means for presenting information related to the contact which is calculated by the processor. Thus, according to a third embodiment of the present invention, there is
15 provided a display screen which is a contact sensitive device according to the present. The display screen may be a liquid crystal display screen comprising liquid crystals which may be used to excite or sense bending waves. The screen is preferably capable of supporting bending waves over a broad
20 frequency range. Direct contact to the screen may trigger the contact sensitive device. This application therefore affords the possibility to make a standard LCD screen touch sensitive with no additional mechanical parts.

Since the method may be adapted to complex shapes, a
25 contact sensitive device according to the invention may be included in a mobile phone or a laptop. For example, the

85 8/97

19

keypad conventionally fitted to a mobile phone may be replaced by a continuous moulding which is touch sensitive according to the present invention. This approach may decrease costs and provide an extended area for use in audio applications. In a laptop, the touchpad which functions as a mouse controller may be replaced by a continuous moulding which is a contact sensitive device according to the invention. The moulding may be implemented as a mouse controller or other alternatives, e.g. a keyboard.

10 The advantages of the bending wave contact sensitive device and method compared to other technologies are:

- 1) A more versatile technology which is sensitive to both location and pressure of the contact;
- 2) A cheaper form of contact sensitive device since there is no requirement for an array of transparent contacts or a complex sensor of a magnetic tip etc,
- 3) The device is readily scaleable in size and spatial sensitivity by control of the material parameters of the member, and
- 20 4) By using a dual functioning member, good quality sound may be achieved within tight spatial and weight constraints.

The invention is diagrammatically illustrated, by way of example, in the accompanying drawings, in which:-

Figure 1 is an illustration of a touch sensitive loudspeaker according to the present invention;

Figure 2a and 2b are illustrations of a bending wave

20

loudspeaker before and after contact is applied;

Figure 3 is a loudspeaker incorporating passive touch sensing according to a second embodiment of the present invention;

5 Figure 4 is a block diagram of a processing algorithm for passive sensing according to a first embodiment of the present invention;

Figure 5 is a loudspeaker incorporating active touch sensing according to a first embodiment of the present
10 invention;

Figure 6 is a block diagram of an implementation topology of the present invention;

Figure 7 is a block diagram of a processing algorithm for active sensing according to a first embodiment of the
15 present invention, and

Figure 8 is a graphic illustration of a method of dispersion correction.

Figure 1 shows a contact sensitive device (10) comprising a transparent touch sensitive plate (12) mounted
20 in front of a display device (14). The display device (14) may be in the form of a television, a computer screen or other visual display device. A stylus (18) in the form of a pen is used for writing text (20) or other matter on the touch sensitive plate (12).

25 The transparent touch sensitive plate (12) is also an acoustic device capable of supporting bending wave vibration.

21

Three transducers (16) are mounted on the plate (12). At least two of the transducers (16) are sensing transducers or sensors and are thus sensitive to and monitor bending wave vibration in the plate. The third transducer (16) may also
5 be a sensing transducer so that the system corresponds to the passive contact sensitive device of Figure 3.

Alternatively, the third transducer may be an emitting transducer for exciting bending wave vibration in the plate so that the system corresponds to the active sensor of Figure
10 5. In the Figure 5 embodiment, the active sensor (10) may act as a combined loudspeaker and contact sensitive device.

Figures 2a and 2b illustrate the general principles of a contact sensitive device (22) using bending wave vibration as the sensing element. The contact sensitive device (22)
15 comprises a panel (24) capable of supporting bending wave vibration and a sensing transducer (26) mounted on the panel (24) to sense bending wave vibration in the panel (24) at the point where the transducer (26) is mounted. Figure 2a shows the uninterrupted normal pattern (28) of bending wave
20 vibration e.g. that of steady state at a given frequency or a transient pulse..

In Figure 2b, contact has been made to the panel (24) at contact point (30) and the pattern (28) of vibration is altered. Contact may alter the vibration pattern (28) either
25 by disturbing the path of bending waves already in the panel (24) or by generating new bending waves which emanate from

the contact point (30). The change in bending wave pattern (28) is sensed by the sensing transducer (26). Information relating to the contact may be determined from the readings of the sensing transducer, for example, by a first processing unit. The information may be relayed to a second processing unit which outputs the information on the display screen. The information may include details of the location and pressure profile of contact impulse, for example:

- 1) The x,y co-ordinates of the contact.
- 10 2) The characteristic size of the contact, e.g. 1mm corresponds to a pen or stylus, 1cm corresponds to a finger.
- 3) Profile of pressure of contact as a function of time.

Figure 3 is a more detailed illustration of a first contact sensitive device (13). The device (13) comprises a panel (24) capable of supporting bending wave vibration and three sensing transducers (32) for sensing bending wave vibration at their respective mounting points. The pattern (28) of bending wave vibration is interrupted when pressure is applied at a contact point (30). The device may be considered to be a passive contact sensitive device since the device does not comprise an emitting transducer. Thus the panel is operating solely as a contact sensitive device not a combined contact sensitive device and loudspeaker.

In a passive sensor an impulse in the body of the panel (24) starts a bending wave travelling towards the edge of the panel (24). The bending wave is detected by the three

88 83 83

23

sensing transducers (32) around the edge and the measured bending wave signals processed to determine the spatial origin and force profile of the applied impulse.

Figure 4 shows an algorithm for the processing of the bending wave information sensed at each sensing transducer (32) of Figure 3. The algorithm comprises the following steps:

- 1) Optimise the signal at each sensing transducer to minimise external unwanted signals. Linear prediction of the signal can be used to predict and remove background noise.
- ii) Calculate the frequency response at each transducer.
- iii) (Optional) Add in information on the location of the contact impulse if available from active sensing.
- iv) Add in material parameter information.
- v) Using the information available from steps (ii), (iii) and (iv); Correct for panel dispersion to give non-dispersive response.
- vi) Compute the inverse fft of the response at the contact time giving the impulse shape at the contact point
- vii) Output information detailing the impulse shape and location information if required.

The advantages of passive sensing include:-

- 1) the method is broadband, and therefore includes the complete frequency content required to image the impulse shape, and
- 2) as the method is passive the power requirements are

minimal..

One disadvantage of passive sensing is that the frequency content of the measured signal is limited by the frequency content of the impulse. Consequently the high
5 frequency information is limited, which translates into a relatively long bending wavelength. The spatial resolution of the signal is therefore limited.

Figure 5 is a more detailed illustration of a second combined touch sensitive and audio device (11). The device
10 (10) comprises a panel (24) capable of supporting bending wave vibration and an emitting transducer (26) for exciting bending wave vibration in the panel (24). The device (10) further comprises two additional sensing transducers (32) for sensing bending wave vibration at their respective mounting
15 points. The pattern (28) of bending wave vibration is interrupted when pressure is applied at a contact point (30). The device may be considered to be an active contact sensitive device since the device comprises an emitting transducer (26).

20 Figures 6 and 7 illustrate possible implementations of the active contact sensitive device. In Figure 6, the central processor (34) outputs a digital output signal (36) which is converted by the digital to analogue converter (DAC) (38) to an analogue output signal (40). The analogue output
25 signal (40) is fed to an amplifier (42) which feeds an amplified analogue output signal (44) to the emitting

88 84 40

25

transducer (26). The emitting transducer (26) emits bending wave excitation (46) which excites bending waves in the panel (48).

The bending waves in the panel (48) are sensed at step 5 (50) by two sensing transducers (32). The sensing transducers (32) convert the bending wave vibration into analogue input signals (52) which are fed into an input analogue to digital converter (ADC) (54). The resultant digital input signal (56) is transmitted to the central 10 processor (34) from which information relating to the location and profile of the contact impulse is determined.

In Figure 7, there is shown a method for determining the location of the contact point, the steps are as follows and may be performed by the central processor shown in Figure 6:

- 15 a) Measure frequency response at each sensing transducer.
- b) Correct for panel dispersion relation
- c) Compute the fft to give the time response for a non-dispersive medium
- d) Compare the time response to a reference response, where 20 there is no external contact to the panel
- e) Identify the reflections originating from the contact point.
- f) Perform echo location on the relevant reflections to identify their origin.
- 25 g) Output the information detailing the location of the contact.

26

Advantages of active sensing include:-

- 1) as the technique measures the response to an external signal, high frequency information is not limited and a high spatial resolution is possible, and
- 2) the susceptibility to external noise can be greatly reduced. This can be achieved by sensing the response in a frequency band where the external noise is small, such as above the audible spectrum. An alternative is to give the signal a particular correlation, enabling its detection even when small compared to the background noise.

Disadvantages of active sensing include:-

- 1) the technique is likely to be less sensitive to the profile of the impulse than the passive scheme. However, more sophisticated processing may improve this situation. For example, the greater the pressure of a finger or pen the larger the degree of extra damping likely to be introduced. This may be identified by a relative simple extra processing of the data, and
- 2) the need for an external signal is likely to require more power than the passive measurement. This drawback can be minimised by making the exciting signal as small as possible. Also, when the exciting signal is at high frequency piezo transducers may be employed, which have the advantage of a very high efficiency.

In many applications the one single implementation of the bending wave contact sensitive device may not be general

89 85 41

27

enough to cope with all situations. For example a passive sensor will work well when there is no audio being played through the device. However, when loud music is being played, an active sensor, either at frequencies out of the audio band or using the musical signal as the stimulus, is more suited. Therefore a combination of more than one particular implementation may prove to be the best solution. Furthermore, in the transition region between the passive and active sensing there may be useful information obtainable from both techniques.

Figure 8 shows the steps in one possible method of correcting to convert the measured bending wave signal to a propagation signal from a non-dispersive medium.

For pure plate bending, the wavespeed is proportional to the square root of frequency i.e. the high frequency component of any particular wave travels faster than the lower frequency components. Graph (60) shows an impulse in an ideal medium with a square root dispersion relation and demonstrates that a dispersive medium does not preserve the waveshape of an impulse. The outgoing wave is evident at time $t=0$ and the echo signal is spread out over time, which makes a determination of an exact contact position problematic.

A periodic variation of the frequency response is characteristic of a reflection, and is often referred to as comb filtering. Physically, the periodic variation in the frequency response derives from the number of wavelengths

that fit between the source and the reflector. As the frequency is increased and the number of wavelengths fitting in this space increases, the interference of the reflected wave with the outgoing wave oscillates between constructive and destructive.

Calculating the Fourier transform of the non-dispersive impulse response of (60) produces the frequency response shown in graph (62). The frequency response is non-periodic and the periodic variation with wavelength translates to a variation in frequency that gets slower with increasing frequency. This is a consequence of the square root dispersion in which the wavelength is proportional to the square root of the inverse of frequency. The effect of the panel on the frequency response is therefore to stretch the response as a function of frequency according to the panel dispersion. Consequently, a correction for the panel dispersion may be applied by applying the inverse stretch in the frequency domain, thus restoring the periodicity present in the non-dispersive case.

By warping the frequency axis with the inverse of the panel dispersion, graph (62) may be transformed into the frequency response for the non-dispersive case in which the frequency of excitation is proportional to the inverse of the wavelength. This simple relationship translates the periodic variation with decreasing wavelength to a periodic variation with increasing frequency. However, this is fundamentally a

98 86 12

29

spatial periodicity, which translates to the same periodicity with frequency only for the simple non-dispersive case.

Applying the inverse Fast Fourier Transform (fft) to the trace of graph (64) produces an impulse response (Graph 66) which is corrected for dispersion and where the clear reflection is restored. As is shown in Graph (66) any particular waveshape of an impulse is preserved in time since the waves travelling in a non-dispersive medium have a constant velocity of travel, independent of their frequency.

Accordingly, the task of echo location is relatively straight forward. An example of an ideal impulse response trace for a non-dispersive medium in graph (66). The outgoing wave is evident at time $t=0$, together with a clear reflection (of lower level) at 4ms.

The invention thus provides a novel and advantageous contact sensitive device, and a contact sensitive device combined with a bending wave panel acoustic device:

1/6

Fig 1

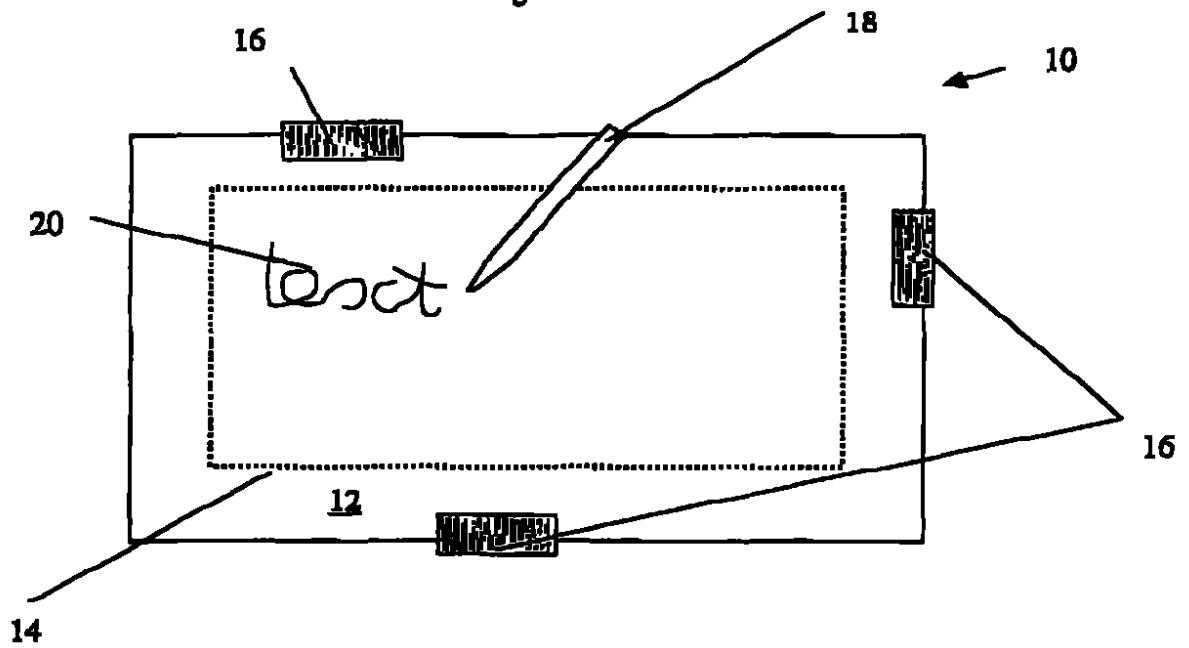


Fig 2A

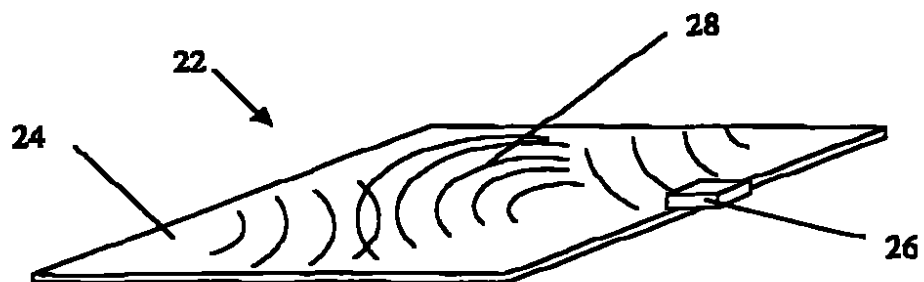
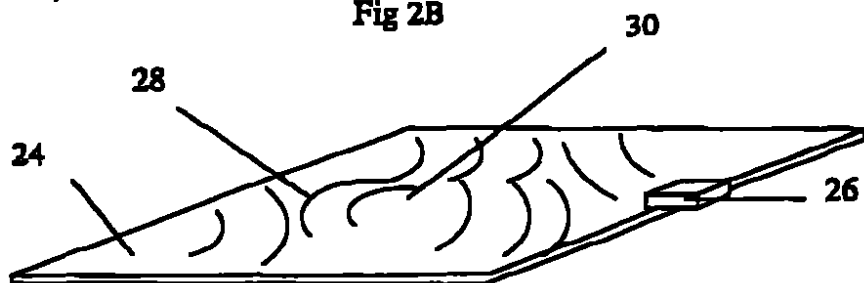
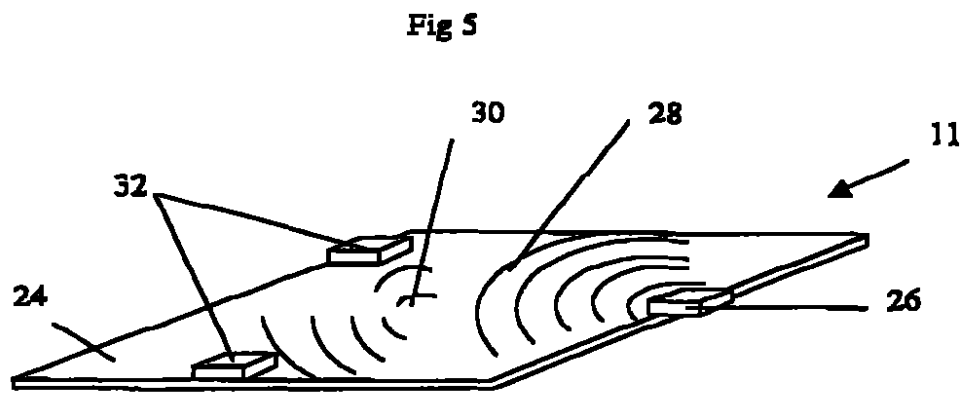
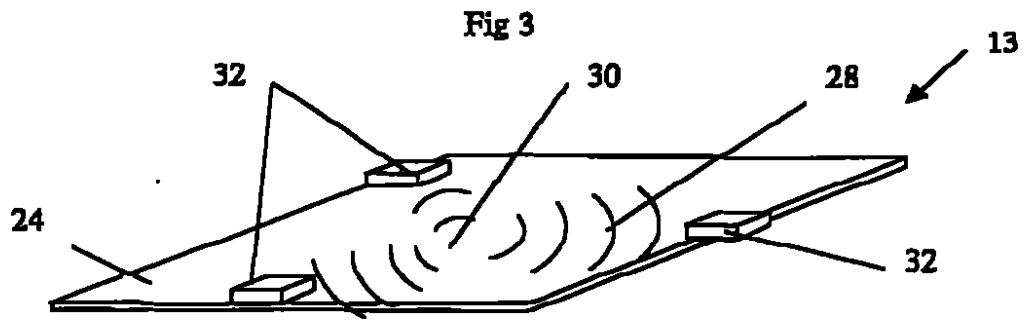


Fig 2B



92 88 ~~11~~

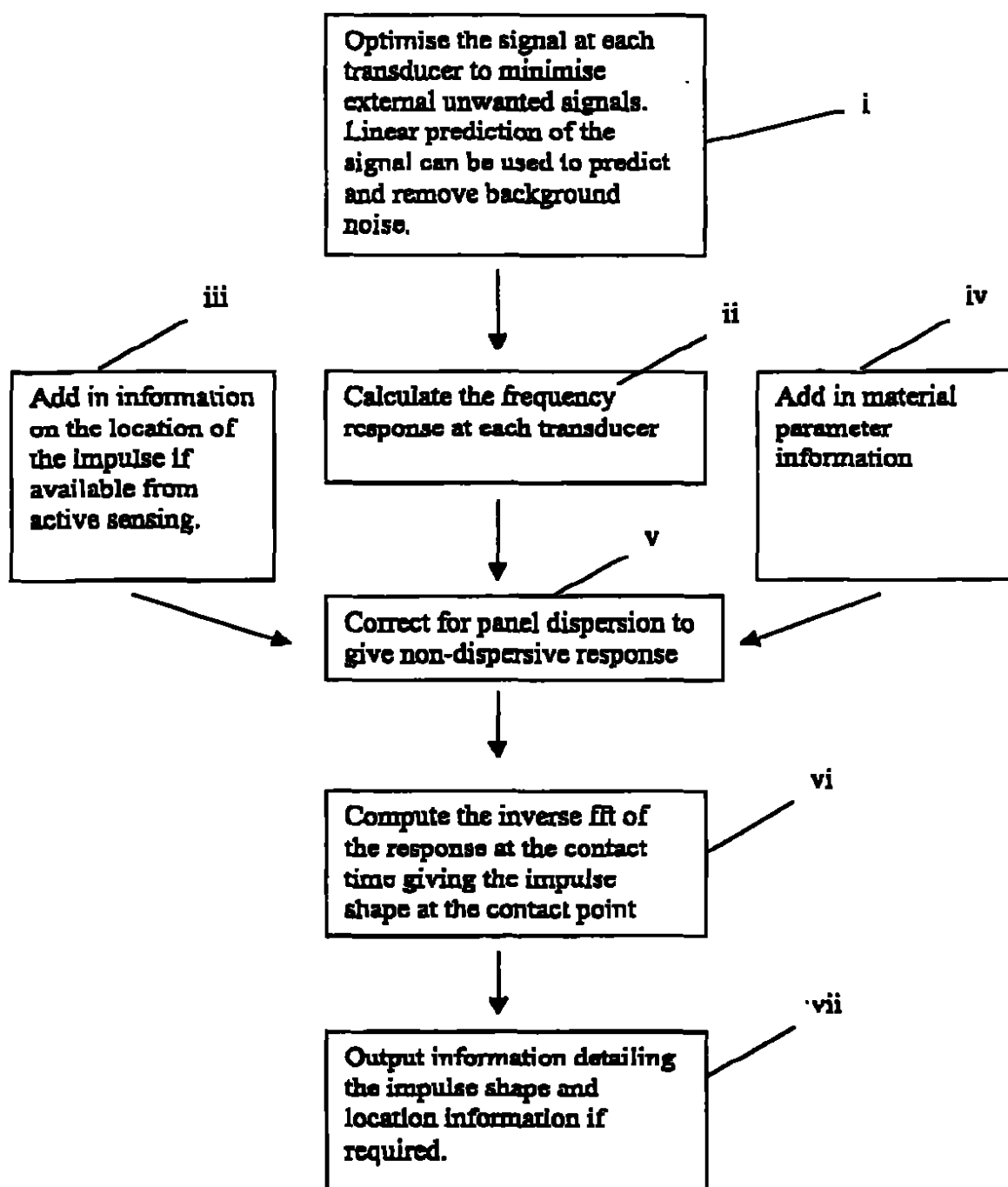
2/6



85 89 89

3/6

Fig 4

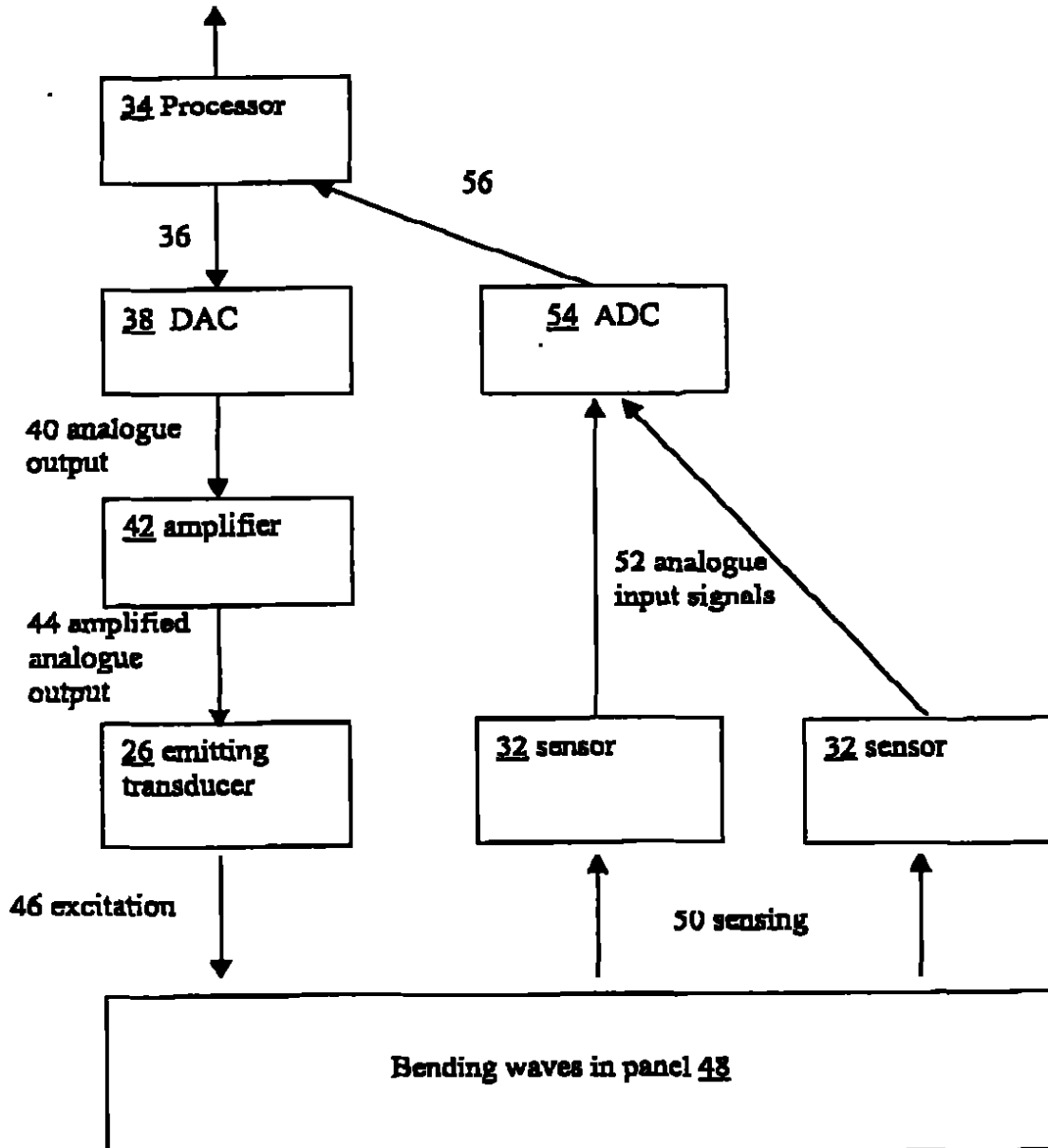


9A 90
16

#/6

Fig 6

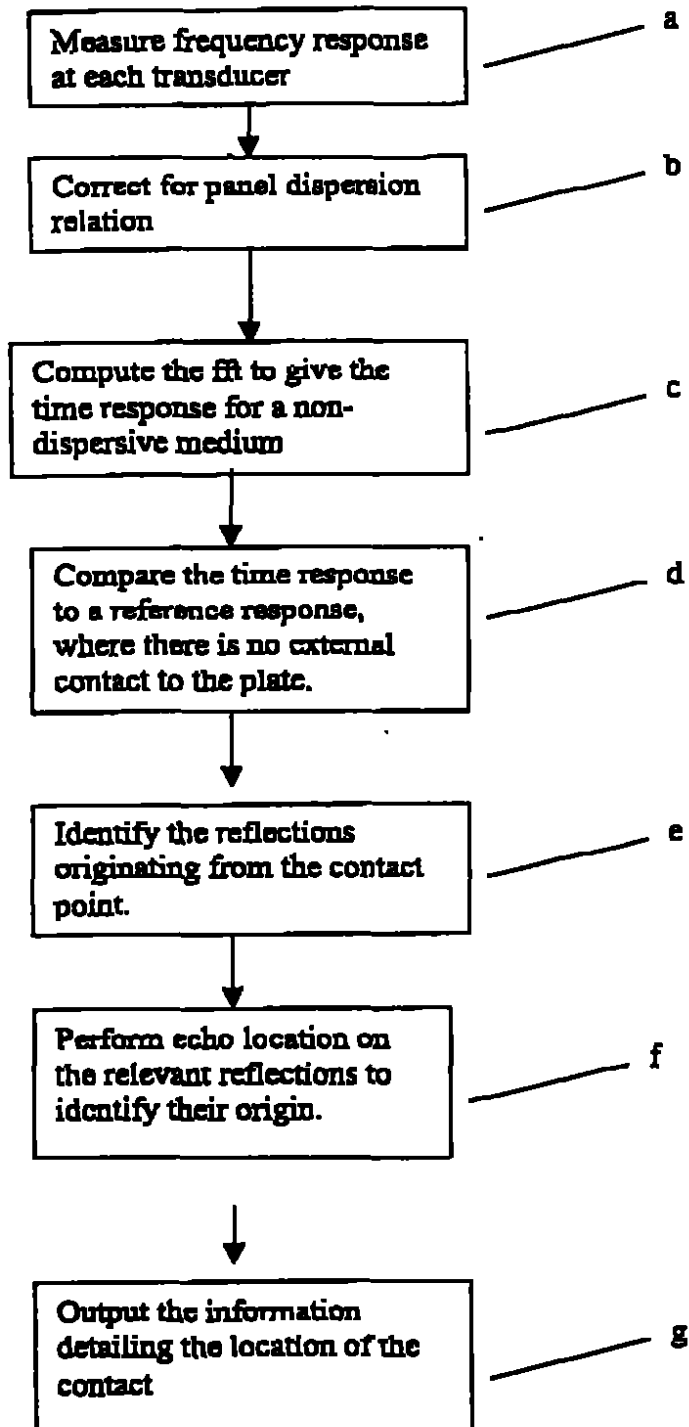
Information detailing the location and profile of the contact impulse



95 91
12

5/6

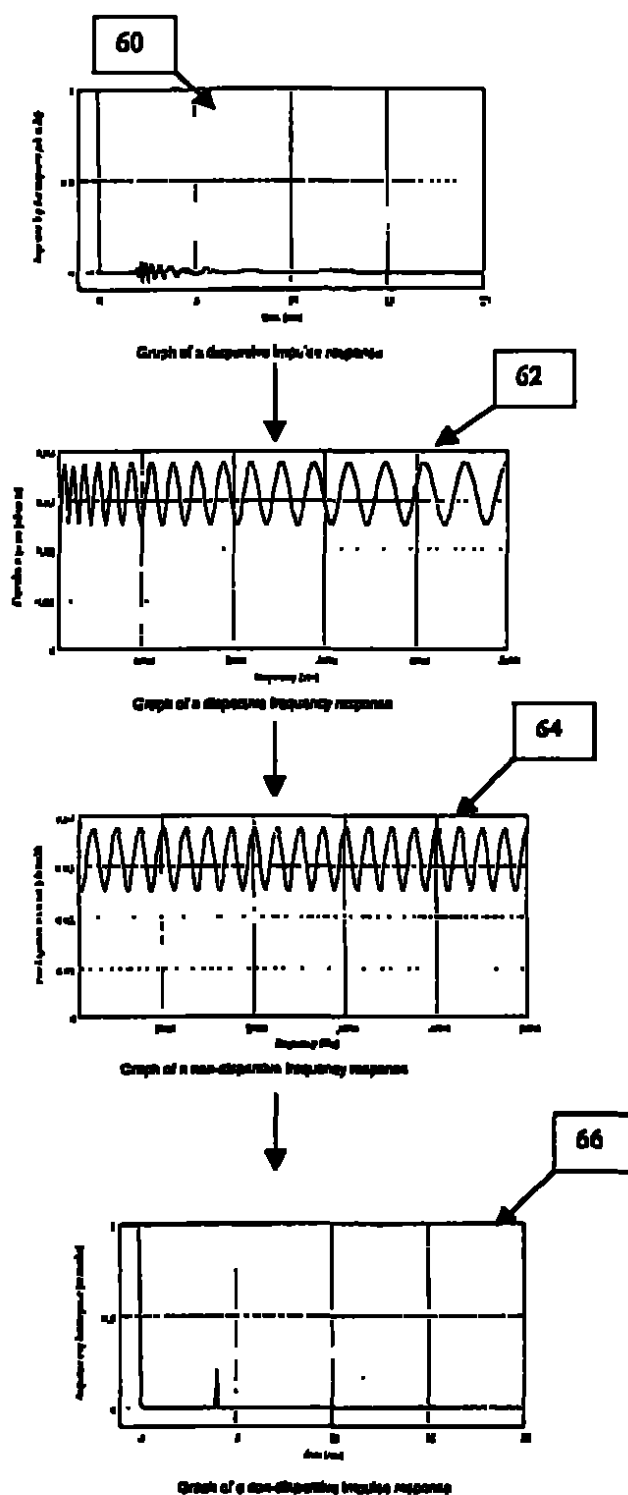
Fig 7



26 92
10

6/b

Fig 8



Traducción del Documento de Prioridad GB 0025771.7

DISPOSITIVO SENSIBLE AL CONTACTO

DESCRIPCION

La invención se relaciona con dispositivos sensibles al contacto.

Los dispositivos de visualización de datos suelen incluir alguna forma de pantalla sensible al tacto. Estos dispositivos están llegando a ser cada vez más comunes como consecuencia de la aparición de la siguiente generación de dispositivos multimedia portátiles tales como ordenadores para su uso en la palma de la mano o agendas electrónicas. La tecnología más establecida que utiliza ondas para detectar el contacto es la Surface Acoustic Wave (SAW), la cual genera ondas de alta frecuencia sobre la superficie de una pantalla de cristal y en donde su atenuación por el contacto de un dedo se emplea para detectar la posición del contacto. Esta técnica es de "tiempo de vuelo" en donde el tiempo para que la perturbación alcance uno o más sensores se emplea para detectar la posición. Dicha técnica es posible cuando el medio se comporta de una manera no dispersiva, es decir, la velocidad de las ondas no varía de manera importante en la gama de frecuencias de interés.

De acuerdo con la invención, se proporciona un método para determinar información referente a un contacto en un dispositivo sensible al contacto, cuyo método comprende las etapas de:

- proporcionar un elemento en el dispositivo sensible al contacto capaz de soportar ondas de flexión;
- medir la propagación de ondas de flexión en el elemento para determinar una señal medida de ondas de flexión; y
- procesar la señal medida de las ondas de flexión para calcular información referente al contacto.

El contacto puede ser en forma de un toque realizado con un punzón o con un dedo. El punzón puede tener la forma de un bolígrafo.

La información calculada puede consistir en la posición del contacto o bien puede consistir en otra información, por ejemplo, presión del contacto. La

información referente al contacto puede ser calculada en un procesador central.

La propagación de las ondas de flexión puede ser medida por al menos un sensor que puede estar dispuesto en el borde del elemento. El sensor puede tener la forma de un transductor sensorial el cual puede convertir la vibración de las ondas de flexión en una señal de entrada analógica. Puede existir más de un sensor.

Por la expresión "vibración de las ondas de flexión" se quiere dar a entender una excitación, por ejemplo por el contacto, que imparte al elemento cierto desplazamiento fuera del plano. Muchos materiales flexan, algunos de ellos con flexión pura con una relación de dispersión de raíz cuadrada perfecta y otros con una mezcla de flexión pura y de flexión por esfuerzo cortante. La magnitud relativa de la vibración es determinada por las propiedades del material del elemento y por la frecuencia de la excitación.

Las ondas de flexión son dispersivas, es decir, la velocidad de las ondas de flexión depende de la frecuencia. Esta propiedad hace que cualquier técnica de "tiempo de vuelo" sea inadecuada, dado que la configuración de la perturbación se disemina progresivamente en el tiempo. Por tanto, el método comprende además la etapa de aplicar una corrección para convertir la señal medida de las ondas de flexión a una señal de propagación desde una fuente de ondas no dispersivas. Una vez aplicada la corrección, se pueden aplicar técnicas usadas en los campos de radar y sonar para detectar la posición del contacto.

Una ventaja importante derivada del uso de la propagación de ondas de flexión es que estas últimas son ondas masivas, las cuales implican el movimiento de todo el elemento y no solo de la superficie. Por el contrario, la mayoría de las tecnologías alternativas de detección por el tacto están basadas en efectos sobre la superficie y, como tales, son vulnerables a los daños en la superficie. En consecuencia, un dispositivo sensible al contacto que utilice ondas de flexión debería ser más resistente y menos sensible a ralladuras en la superficie, etc.

La aplicación de la corrección puede constituir la primera etapa en el procesamiento de la señal de ondas de flexión. La corrección aplicada está basada preferentemente en la relación de dispersión del material del elemento que soporta

las ondas de flexión. Esta relación de dispersión puede ser modelada mediante el uso de la ecuación de ondas de flexión en combinación con parámetros físicos conocidos del material del elemento. Alternativamente, la relación de dispersión puede ser medida mediante el uso de un vibrómetro láserico para crear una imagen del modelo de vibración en el elemento para un número de frecuencias dadas para proporcionar la relación de dispersión en la gama de frecuencias de interés.

La medición de la propagación de las ondas de flexión se puede efectuar muestreando de forma continua el movimiento en el elemento. Comparando la señal medida de ondas de flexión con una señal de referencia, por ejemplo, la señal antes de realizar un contacto, puede ser posible identificar cuando se efectúa el contacto. Una vez que ha sido realizado el contacto, la señal medida de las ondas de flexión puede ser registrada y posteriormente procesada.

El elemento puede tener la forma de una placa o panel. El elemento puede ser transparente o alternativamente puede ser no transparente, por ejemplo, presentando un diseño impreso. El elemento puede tener un espesor uniforme. Alternativamente, el elemento puede tener una forma más compleja, por ejemplo, una superficie curvada y/o un espesor variable. Siempre que sea posible que las ondas de flexión se desplacen desde la posición de contacto a uno de los sensores (por muy complejo que sea el recorrido), el método puede ser adaptado para elementos de configuración compleja proporcionando un algoritmo adaptable tal como una red nerviosa para descifrar la posición de contacto a partir de la señal de ondas de flexión recibida por el sensor. Puede que sea necesario disponer de varios sensores.

El método puede implicar una detección puramente pasiva, en otras palabras, la vibración de las ondas de flexión en el elemento es únicamente excitada por el contacto y no por cualquier otra fuente. La posición del contacto puede ser calculada registrando el tiempo de llegada de un impulso en cada sensor, comparando los tiempos para determinar las distancias relativas de cada sensor desde el origen del impulso e intersectando las distancias relativas para proporcionar la posición del contacto. La vibración de las ondas de flexión y por tanto la señal medida de las ondas de flexión pueden ser generadas mediante un impacto inicial o mediante el

~~100~~
96
52

-5-

movimiento friccional del contacto. Puede existir un mínimo de tres sensores.

El incremento del número de sensores usados para detectar el contacto o la posición del contacto da lugar a una información extra y, de este modo, puede proporcionar una detección más precisa. Alternativa o adicionalmente, la señal de ondas de flexión recibida en cada sensor puede ser analizada en un período de tiempo más prolongado de manera que no solo se mide la señal directa, es decir, la señal cuando el impulso llega primeramente al transductor, sino también las reflexiones desde los bordes del elemento. Esta técnica es similar a la incorporación de versiones con espejos del o de cada uno de los sensores existentes. Utilizando este esquema, la información extra obtenida puede ser usada para proporcionar una mayor precisión o para reducir el número de sensores.

Después de calcular la posición del contacto, la señal medida de las ondas de flexión puede ser además procesada para determinar información adicional referente al contacto. El movimiento de un punzón o estilete sobre el elemento puede generar una señal continua que se ve afectada por la posición, presión y velocidad del estilete sobre el elemento. Se pueden emplear datos en tiempo continuo que pueden derivarse de la señal continua para obtener información adicional de utilidad en una variedad de aplicaciones.

Una aplicación puede consistir en el reconocimiento de la firma lo cual es un subconjunto de la tarea más general de reconocimiento del modelo. Las aplicaciones tales como estas, en donde los modelos se obtienen a partir de datos complejos, se benefician en gran medida de la información extra independiente presente en los datos en tiempo continuo. De este modo, el método puede comprender además la etapa de ejecutar una red nerviosa para el procesamiento de datos en tiempo continuo. La red nerviosa puede ser instruida por un conjunto de ejemplos, por ejemplo, un conjunto de firmas escritas por un sujeto particular o un conjunto generado a partir del conocimiento de la variación habitual causada por el proceso de escritura de las personas.

Una propiedad fundamental de una red nerviosa es que cuanto más sea la información independiente disponible, mayor será la exactitud de las conclusiones

extraídas. Gran parte de la información disponible en los datos en tiempo continuo es completamente independiente de la información de la posición, dado que está conectada con la velocidad y presión del estilete sobre la superficie del elemento. Por tanto, la información extra aumenta el potencial para conseguir un reconocimiento exacto de la firma. El método puede incluir además la instrucción de una segunda red nerviosa con ejemplos de respuestas de tiempo para firmas. Se puede lograr una mejora adicional a través de la instrucción empleando otros ejemplos, bien generados por el usuario o bien derivados del conocimiento de las variaciones esperadas en la presión y en la velocidad.

Alternativamente, los datos en tiempo continuo se pueden emplear en el reconocimiento de caligrafía, la detección de un "doble click" o la detección de la resistencia de un contacto, por ejemplo, el grado de dificultad para efectuar un click. Tanto la detección del "doble click" como de la resistencia para efectuar el click, se pueden conseguir con la imagen de la forma de impulso en los datos en tiempo continuo. Puede ser posible emplear una velocidad más lenta de muestreo de la posición que en el caso de otra tecnología más convencional.

Por el contrario, la detección de un contacto, ya sea de un bolígrafo, dedo, etc, se efectúa convencionalmente a una velocidad de muestreo predeterminada y la información referente a la posición del contacto se constituye a partir de un conjunto de puntos. No existe información de tiempo continuo y, de este modo, muchas de las aplicaciones antes descritas no pueden ser realizadas o bien pueden ser efectuadas de un modo menos satisfactorio.

Se puede emplear una medición del contenido de frecuencia de la señal medida de las ondas de flexión, para determinar el tipo de contacto, ya que las frecuencias características generadas por cada tipo de estilete son diferentes. Por ejemplo, un estilete duro generará frecuencias mayores que un dedo blando. Por tanto, un dispositivo sensible al contacto para utilizarse con un dispositivo de entrada consistente en un bolígrafo, puede ser configurado de tal manera que no se active en el caso de que la mano del operador toque el dispositivo sensible al contacto.

Las diferencias en la frecuencia generada por diferentes tipos de estilete

102 98 5A

-7-

implican una diferencia en la resolución espacial absoluta conseguible: una frecuencia más elevada se traduce en una resolución más grande. Sin embargo, la diferencia de resolución suele coincidir con los requisitos para el contacto en cuestión. Por ejemplo, la resolución espacial requerida para una entrada mediante un dedo es normalmente menor que la resolución espacial esperada para un estilete que tenga una punta pronunciada.

Las frecuencias generadas por el contacto son relativamente bajas, es decir, generalmente son frecuencias acústicas más que ultrasónicas. Por tanto, el elemento es capaz preferentemente de soportar la vibración de las ondas de flexión en la gama de audio. Igualmente, también se puede emplear un elemento similar al utilizado como radiador acústico en un altavoz para que actúe como dispositivo sensible al contacto.

El dispositivo sensible al contacto puede comprender además un transductor emisor dispuesto en el elemento para generar vibración de ondas de flexión en el elemento. Por tanto, el elemento puede ser un radiador acústico y la vibración de las ondas de flexión en el elemento se puede emplear para generar una salida acústica. Dicha vibración puede ser considerada como una señal de ruido, aunque existen otros tipos de señal de ruido que pueden efectuar la detección pasiva. Cuando exista una señal de ruido exterior, el método puede comprender además técnicas para aislar la señal de ruido con respecto a la señal generada por el contacto, por ejemplo:

1) filtración predictiva la cual predice la respuesta de la señal de ruido en una escala corta de tiempo. Es más probable que las diferencias respecto al valor pronosticado sean generadas por un contacto que por los transductores emisores;

2) modelación de la señal de ruido usando un registro continuo de la señal de audio producida, junto con el conocimiento de la función de transferencia desde el transductor emisor al sensor. Esta técnica permite conseguir una predicción más exacta de la señal de ruido que la técnica de filtración predictiva;

3) uso de los múltiples sensores para determinar la posición del transductor emisor de la misma manera que se emplea para localizar el contacto (por ejemplo, el método de intersección). Esta información facilitará la separación de las ondas de

flexión generadas por el transductor emisor respecto de las ondas de flexión generadas por el contacto.

Alternativamente, la señal de ruido puede ser usada como una sonda activa de un contacto en el elemento. Así, el método puede comprender además la etapa de generar ondas de flexión en el elemento de manera que se produzca una detección activa, en otras palabras, una detección que no confíe en la generación de ondas por el contacto sino en la respuesta de las ondas ya presentes en el elemento a una limitación mecánica causada por el contacto.

Las ondas de flexión en el elemento pueden ser generadas por una señal de estímulo procedente de un transductor dispuesto en el elemento. El transductor puede tener una doble funcionalidad, es decir, puede actuar como transductor emisor y como sensor. Alternativamente, puede existir un transductor emisor y al menos un sensor dispuestos en el elemento.

El efecto del contacto puede ser reflexivo, absorbente o una combinación de ambos efectos. Para la reflexión, un transductor emisor genera ondas de flexión que son reflejadas por el contacto y detectadas bien por el mismo transductor o bien por un sensor separado. La señal, ya sea una respuesta de tiempo o de frecuencia, puede ser procesada entonces con la información de la relación de dispersión del material, para proporcionar la distancia recorrida desde el transductor emisor o fuente al sensor por vía del contacto.

Puede ser suficiente una simple medición para diferenciar entre dos posiciones de contactos que se encuentran a una distancia sustancial entre sí. Sin embargo, puede que sea necesario disponer de más información para determinar la posición del contacto de un modo más preciso. Esto puede ser logrado detectando la reflexión con múltiples sensores, en donde la señal de estímulo puede derivarse del transductor emisor o de una fuente diferente para algunos o la totalidad de los sensores. De cualquier manera, cada sensor proporciona una medición independiente de la posición del contacto, la cual puede ser combinada para proporcionar una posición del contacto progresivamente más exacta con el incremento del número de transductores.

Una forma alternativa para aumentar la precisión de la posición puede consistir en medir la vibración de las ondas de flexión en el elemento durante un tiempo más prolongado, aumentando así la información en cada medición. En términos de una respuesta de frecuencia, esto puede corresponder a una mayor resolución de la frecuencia. La señal aumentada puede contener también información referente a la reflexión tanto directa como indirecta desde el contacto. La reflexión indirecta es una señal que llega al sensor desde el contacto por vía de una o más reflexiones limítrofes. Este método puede ser considerado como equivalente a la incorporación de otros sensores en las posiciones de espejo del sensor inicial, y se puede emplear para determinar una posición precisa del contacto sólo con una combinación de fuente/transductor sensor.

Se puede incorporar un esquema de auto-medición en el dispositivo sensible al contacto para medir la relación de dispersión de material en el elemento. Cuando no se aplica contacto alguno, todavía están presentes la reflexiones limítrofes, las cuales, para una configuración regular se manifiestan como fuertes reflexiones correspondientes a la distancia a cada límite. Para una realización específica, las posiciones del transductor emisor, del sensor y de los límites son ya conocidas, circunstancia ésta que da lugar a un conjunto de puntos de referencia conocidos. Se puede optimizar entonces una función uniforme representativa de la relación de dispersión de material, para desviar el eje de frecuencia de manera que se restablezcan las periodicidades correspondientes a estos puntos de referencia. Se puede efectuar una optimización adicional, si es necesario, mediante la incorporación de otros puntos de referencia conocidos, tal como un contacto en un lugar predeterminado.

Este esquema permite la ejecución de la técnica de detección activa sin conocimiento previo de la relación de dispersión del material. Alternativamente, se puede emplear para una sintonización fina de una corrección para las pequeñas tolerancias de fabricación presentes en las propiedades del panel o para variaciones debidas a calor, humedad, etc.

La absorción pura requiere una ejecución diferente respecto a un esquema

basado en la reflexión. De este modo, el método puede comprender la realización de un "esquema de rastreo por rayos" en donde el efecto del contacto consiste en interrumpir una onda incidente sobre uno o más de los sensores. Se puede crear una onda incidente sobre un sensor mediante excitación directa, por ejemplo, a través de uno o más transductores emisores en una posición opuesta, o bien por excitación indirecta a partir de una o más reflexiones limítrofes. Para la excitación indirecta, el transductor emisor puede estar situado en cualquier posición, incluyendo una posición adyacente al sensor. Además, la excitación indirecta permite la detección de un contacto absorbente desde un solo transductor, el cual actúa como la fuente y como el sensor de las reflexiones limítrofes.

La interrupción de la onda incidente puede traducirse también en difracción alrededor del punto de absorción. El efecto de la difracción hace que la técnica de absorción sea más sensible a un área mucho más amplia que en el caso de un puro rastreo por rayos. La posición del contacto puede estar fuera de un recorrido directo de la onda de flexión incidente sobre el sensor y puede afectar todavía a la señal recibida por el sensor. La información obtenida por la absorción puede encontrarse en una forma más compleja que aquella para un contacto reflexivo. En consecuencia, puede ser necesario un algoritmo de detección más inteligente, tal como una red nerviosa.

La señal de estímulo generada por el transductor tiene preferentemente buen rechazo de ruido y no tiene un efecto perjudicial desde el punto de vista auditivo ni un efecto que sea evidente acústicamente. De este modo, la señal de estímulo puede tener una amplitud muy pequeña o puede ser similar al ruido. A este respecto, una correlación particular puede estar oculta en el ruido durante los cálculos para realizar el enganche. Alternativamente, la señal de estímulo se puede hacer inaudible, es decir, ultrasónica, aumentando la frecuencia por encima de 20 kHz. Esto tiene la ventaja de que se puede emplear una amplitud de señal grande y que la frecuencia elevada se traduce en una resolución espacial también elevada. Sin embargo, el elemento debe ser capaz de soportar dicha señal ultrasónica. Son adecuados muchos materiales, por ejemplo, vidrio, poliestireno cristal.

105 102 100

La señal de estímulo se puede elegir entre cualquiera de las siguientes señales:

1. **Excitación pulsada** – ha de observarse que esta señal padece de hecho de un pobre rechazo de ruido y de capacidad auditiva en el caso de que tenga una amplitud suficiente.

2. **Ruido de banda limitada** – esta señal es menos perjudicial auditivamente que la mayoría en cualquier banda de frecuencia dada y tiene la ventaja de que puede ser sintonizada a la banda de frecuencia más adecuada. Además, se puede hacer ultrasónica.

3. **Ondas sinusoidales de estado permanente** – estas proporcionan una buena señal al ruido pero son extremadamente audibles cuando se encuentran en la banda de audio. Las posibles mejoras consisten en situar la frecuencia fuera de la banda de audio o utilizar múltiples senos estrechamente espaciados con una fase relativa aleatoria, haciendo así que la señal sea auditivamente más similar al ruido. Se trata de un ejemplo de una señal que auditivamente es similar al ruido, pero que tiene una correlación oculta que mejora el nivel de señal a ruido. Otro ejemplo de dicho rastreo consiste en una señal MLS (Secuencia de Longitud Máxima).

4. **Una señal de chirrido** – se trata de una señal ampliamente usada para determinar una respuesta de frecuencia de un sistema en una amplia gama de frecuencias. Sin embargo, esta señal sólo puede ser práctica en frecuencias ultrasónicas, en donde no es audible.

5. **Una señal acústica** – esta señal puede ser alimentada a los transductores cuando el elemento está siendo empleado como un radiador acústico para un altavoz. En este caso, no existe problema con la señal de estímulo que tiene un efecto auditivamente perjudicial, dado que se trata de la verdadera señal responsable de la salida de audio proyectada.

Cuando un sensor y un transductor emisor se encuentran próximos entre sí o en el propio transductor, la señal de fondo producida por el transductor emisor es en general mucho más grande que la señal de interés asociada con el contacto. Esto puede dar lugar a problemas que pueden ser mitigados de diversas formas. Por

107 103 F87

-12-

ejemplo, para una señal de excitación pulsada, la medición en el sensor puede ser conmutada de manera que la medición comience una vez que la onda de salida producida por el transductor emisor ha progresado más que la del sensor. Sin embargo, las señales de estímulo de tiempo prolongado son más comunes que las señales de excitación pulsada puesto que estas últimas presentan pobres propiedades de rechazo de ruido.

Para una señal de estímulo de tiempo prolongado existen técnicas mecánicas u otras técnicas que pueden ser usadas para mejorar la magnitud relativa de la configuración del contacto, por ejemplo:

1) Colocar el sensor en aproximadamente $1/4$ de la longitud de onda respecto del transductor emisor, de manera que la magnitud de la onda de salida detectada en la posición del sensor se reduzca al mínimo. Esta técnica puede ser usada en el caso de que la señal del contacto quede limitada a una gama de frecuencias relativamente estrecha.

2) Situar el transductor emisor y el sensor en un punto de accionamiento y diseñar el transductor emisor y el sensor para que coincidan en propiedades físicas ortogonales. Por ejemplo, se pueden situar, en el mismo punto, un transductor por flexión y un transductor inercialmente acoplado. Una onda de salida generada por uno de los transductores no es detectada por el otro. Sin embargo, se detecta una onda secundaria que es reflejada bien desde el contacto o bien desde los límites, maximizando así su magnitud relativa.

3) Enfocar el problema en el dominio eléctrico. Se puede conseguir una medición de la respuesta de frecuencia con una onda sinusoidal de barrido y una etapa de demodulación. La onda de salida procedente del transductor emisor produce un valor grande de efecto de fondo de la respuesta de frecuencia sobre el cual se superpone la estructura fina como consecuencia de las reflexiones más pequeñas procedentes del contacto. Después de la demodulación (por ejemplo, mediante un circuito demodulador de chirrido), la salida puede consistir en una pequeña ondulación sobre un efecto de fondo grande que varía de manera uniforme. Por tanto, cuando esta salida es pasada a través de un filtro de paso alto, la estructura fina

pertinente puede ser acentuada en relación al efecto de fondo grande.

4) Digitalizar la señal medida con una exactitud suficiente para que sea sensible a la estructura fina en la parte superior del efecto de fondo grande. La estructura fina se puede entonces acentuar con filtración en el dominio digital.

Dependiendo del uso del transductor, este puede ser un dispositivo de dos, tres o cuatro terminales. Los dispositivos de dos terminales se pueden emplear como sensores o como transductores emisores por separado. Alternativamente, se pueden emplear como transductores de doble función, en donde la función de detección se determina a partir de la impedancia del dispositivo. Los dispositivos de tres y cuatro terminales emplean un transductor separado como sensor y transductor emisor. Para un dispositivo de tres terminales, el sensor y el transductor emisor comparten un electrodo común, mientras que, en el dispositivo de cuatro terminales, el sensor y el transductor emisor están aislados eléctricamente.

El o cada uno de los transductores emisores o sensores pueden consistir en un transductor por flexión que está unido directamente al elemento, por ejemplo, un transductor piezoeléctrico. Los transductores por flexión son en general direccionales, lo cual puede resultar ventajoso en ciertas aplicaciones. La directividad conseguida se determina por su forma física y, por tanto, pueden ser sintonizados de manera consecuente. Otras ventajas incluyen una elevada eficacia de conversión, un bajo coste y una robustez considerable.

Alternativamente, el o cada uno de los transductores emisores o sensores pueden consistir en un transductor inercial que está acoplado al elemento en un solo punto. El transductor inercial puede ser electrodinámico o piezoeléctrico. Los transductores inerciales son en general, omni-direccionales, siempre que el punto de contacto sea pequeño en comparación con la longitud de onda de flexión en el elemento a la frecuencia de interés.

Los transductores y/o sensores se pueden situar con una separación relativamente idéntica alrededor del borde del elemento, teniendo en cuenta la topología específica de la aplicación.

Puede ser posible el uso de transductores de audio que se encuentran ya en el

mercado como transductores sensores y/o emisores. Esta realización puede ampliar la instalación para una pantalla táctil con un mínimo de hardware extra. Sin embargo, en el caso de que no sea posible esta medida, entonces los transductores más adecuados podrían ser pequeños piezoelementos, dado que éstos son particularmente adecuados a las frecuencias ultrasónicas que pueden ser usadas para la detección activa.

De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, se proporciona un dispositivo sensible al contacto que comprende un elemento capaz de soportar la propagación de ondas de flexión y un sensor dispuesto en el elemento para medir la vibración de las ondas de flexión en el elemento y para transmitir una señal a un procesador el cual procesa información referente a cualquier contacto realizado sobre una superficie del elemento.

El dispositivo sensible al contacto puede ser un sensor pasivo en donde la vibración de las ondas de flexión en el elemento únicamente es excitada por el contacto y no por cualquier otra fuente. Alternativamente, el dispositivo sensible al contacto puede ser un sensor activo. De este modo, el dispositivo sensible al contacto puede comprender además un transductor emisor para excitar la vibración de las ondas de flexión en el elemento para sondear información referente al contacto. La información referente al contacto se calcula comparando la respuesta de las ondas generadas por el transductor emisor con una limitación mecánica causada por el contacto.

El elemento puede ser capaz de soportar las ondas de flexión en la gama acústica. El elemento puede ser un radiador acústico de un altavoz y el transductor emisor puede estar dispuesto en el elemento para excitar la vibración de las ondas de flexión en el elemento y producir una salida acústica.

El dispositivo sensible al contacto puede comprender además un medio visualizador de datos para presentar información relacionada con el contacto que es calculada por el procesador. De este modo, de acuerdo con una tercera modalidad de la presente invención, se proporciona una pantalla de visualización de datos que consiste en un dispositivo sensible al contacto de acuerdo con la presente invención.

La pantalla de visualización de datos puede ser una pantalla visualizadora de cristal líquido que comprende cristales líquidos que pueden ser usados para excitar o detectar ondas de flexión. La pantalla puede ser capaz de soportar ondas de flexión en una amplia gama de frecuencias. El contacto directo con la pantalla puede activar al dispositivo sensible al contacto. Por tanto, esta aplicación ofrece la posibilidad de realizar una pantalla LCD standard sensible al tacto sin partes mecánicas adicionales.

Dado que el método puede ser adaptado a formas complejas, el dispositivo sensible al contacto según la invención puede ser incluido en un teléfono móvil o en un ordenador portátil. Por ejemplo, el teclado que tradicionalmente se encuentra en un teléfono móvil puede ser sustituido por una pieza moldeada continua que es sensible al tacto de acuerdo con la presente invención. Esta medida puede disminuir los costes y proporcionar un mayor campo de uso en aplicaciones acústicas. En un ordenador portátil, el ratón táctil puede ser sustituido por una pieza moldeada continua que consiste en un dispositivo sensible al contacto de acuerdo con la invención. La pieza moldeada puede ser ejecutada como un controlador de ratón o de cualquier otra forma, por ejemplo, como un teclado.

Las ventajas del dispositivo sensible al contacto por ondas de flexión y del método que se lleva a cabo por medio de dicho dispositivo, en comparación con otras tecnologías, son como sigue:

- 1) Una tecnología más versátil que es sensible tanto a la posición como a la presión del contacto;
- 2) Una forma más económica de dispositivo sensible al contacto puesto que no existe necesidad de ninguna disposición de contactos transparentes o de un sensor complejo de una punta magnética, etc;
- 3) El dispositivo puede ser dimensionado fácilmente en cuanto a tamaño y sensibilidad espacial mediante el control de los parámetros del material del elemento;
y
- 4) Mediante el uso de un elemento de doble función, se puede lograr un sonido de buena calidad dentro de las estrechas limitaciones en cuanto a espacio y peso.

11

107
63

-16-

La invención se ilustra esquemáticamente, a título de ejemplo, en los dibujos adjuntos, en donde:

La Figura 1 es una ilustración de un altavoz sensible al tacto de acuerdo con la presente invención.

Las Figuras 2a y 2b son ilustraciones de un altavoz de ondas de flexión antes y después de aplicar el contacto.

La Figura 3 muestra un altavoz que incorpora la detección táctil pasiva de acuerdo con una segunda modalidad de la presente invención.

La Figura 4 es un diagrama de bloques de un algoritmo de procesado para la detección pasiva de acuerdo con una primera modalidad de la presente invención.

La Figura 5 muestra un altavoz que incorpora la detección táctil activa de acuerdo con una primera modalidad de la presente invención.

La Figura 6 es un diagrama de bloques de una topología de ejecución de la presente invención.

La Figura 7 es un diagrama de bloques de un algoritmo de procesado para la detección activa de acuerdo con una primera modalidad de la presente invención.

La Figura 8 muestra una ilustración gráfica de un método de corrección de la dispersión.

La Figura 1 muestra un dispositivo sensible al contacto (10) que comprende una placa transparente sensible al tacto (12) dispuesta en la parte frontal de un dispositivo de visualización de datos (14). El dispositivo de visualización de datos (14) puede presentar la forma de una televisión, una pantalla de ordenador o de otro dispositivo de representación visual. Un estilete (18) en forma de un bolígrafo, por ejemplo, se utiliza para escribir un texto (20) u otra materia sobre la placa sensible al tacto (12).

La placa transparente sensible al tacto (12) consiste también en un dispositivo acústico capaz de soportar la vibración de ondas de flexión. Sobre la placa (12) están dispuestos tres transductores (16). Al menos dos de los transductores (16) son transductores de detección o sensores y, de este modo, son sensibles a, y controlan, la vibración de las ondas de flexión en la placa. El tercer transductor (16) puede ser

112 108
6A

-17-

también un transductor sensor, de manera que el sistema corresponde al dispositivo sensible al contacto pasivo de la Figura 3.

Alternativamente, el tercer transductor puede ser un transductor emisor para excitar la vibración de ondas de flexión en la placa, de modo que el sistema corresponde al sensor activo de la Figura 5. En la modalidad de la Figura 5, el sensor activo (10) puede actuar como una combinación de altavoz y de dispositivo sensible al contacto.

Las Figuras 2a y 2b ilustran los principios generales de un dispositivo sensible al contacto (22) que utiliza la vibración de ondas de flexión como el elemento sensor. El dispositivo sensible al contacto (22) comprende un panel (24) capaz de soportar la vibración de ondas de flexión y un transductor sensor (26) dispuesto en el panel (24) para detectar la vibración de ondas de flexión en el panel (24) en el punto en donde está dispuesto el transductor sensor (26). La Figura 2a muestra el modelo normal no interrumpido (28) de la vibración de ondas de flexión, por ejemplo, el de un estado permanente a una frecuencia dada o un impulso transitorio.

En la Figura 2b, el contacto ha sido realizado en el panel (24) en el punto de contacto (30) y el modelo de vibración resulta alterado. El contacto puede alterar el modelo de vibración (28) bien perturbando el recorrido de las ondas de flexión ya existentes en el panel (24) o bien generando nuevas ondas de flexión que emanan del punto de contacto (30). El cambio en el modelo de vibración (26) es detectado por el transductor sensor (26). La información referente al contacto puede ser determinada a partir de las lecturas del transductor sensor, por ejemplo, mediante una primera unidad de procesado. La información puede ser retransmitida a una segunda unidad de procesado la cual da salida a la información sobre la pantalla de visualización de datos. La información puede incluir detalles de la posición y perfil de presión del impulso del contacto, por ejemplo:

- 1) Las coordenadas x, y del contacto;
- 2) El tamaño característico del contacto, por ejemplo, 1 mm corresponde a un bolígrafo o estilete, 1 cm corresponde a un dedo;

3) Perfil de presión del contacto como una función del tiempo.

La Figura 3 es una ilustración más detallada de un primer dispositivo sensible al contacto (13). El dispositivo (13) comprende un panel (24) capaz de soportar la vibración de ondas de flexión y tres transductores sensores (32) para detectar la vibración de ondas de flexión en sus respectivos puntos de montaje. El modelo (28) de vibración de ondas de flexión es interrumpido cuando se aplica presión en un punto de contacto (30). El dispositivo puede ser considerado como un dispositivo sensible al contacto pasivo puesto que el dispositivo no comprende un transductor emisor. De este modo, el panel opera exclusivamente como un dispositivo sensible al contacto y no como una combinación de dispositivo sensible al contacto y altavoz.

En un sensor pasivo, el impulso en el cuerpo del panel (24) inicia una onda de flexión que se desplaza hacia el borde del panel (24). La onda de flexión es detectada por los tres transductores sensores (32) dispuestos alrededor del borde y las señales medidas de las ondas de flexión son procesadas para determinar el origen espacial y el perfil de fuerza del impulso aplicado.

La Figura 4 muestra un algoritmo para el procesado de la información de las ondas de flexión detectada en cada transductor sensor (32) de la Figura 3. El algoritmo comprende las siguientes etapas:

(i) Optimizar la señal en cada transductor sensor para reducir al mínimo las señales externas indeseadas. Se puede emplear predicción lineal de la señal para predecir y eliminar ruido de fondo.

(ii) Calcular la respuesta de frecuencia en cada transductor.

(iii) (Opcional) Añadir información sobre la posición del impulso de contacto, si está disponible, de la detección activa.

(iv) Añadir información de parámetros del material.

(v) Usar la información disponible de las etapas (ii), (iii) y (iv); corregir la dispersión en el panel para proporcionar una respuesta no dispersiva.

(vi) Computar la fft inversa de la respuesta en el tiempo de contacto que proporciona la forma del impulso en el punto de contacto.

(vii) Dar salida a información que detalla la forma del impulso e información

de la posición, si es necesario.

Las ventajas de la detección pasiva incluyen:

- 1) El método es de banda ancha y, por tanto, incluye el contenido completo de frecuencia requerido para crear la imagen de la forma del impulso; y
- 2) dado que el método es pasivo, las necesidades de energía son mínimas.

Un inconveniente de la detección pasiva es que el contenido de frecuencia de la señal medida queda limitado por el contenido de frecuencia del impulso. Por tanto, la información de alta frecuencia queda limitada, lo cual se traduce en una longitud de onda de flexión relativamente larga. En consecuencia, la resolución espacial de la señal es limitada.

La Figura 5 es una ilustración más detallada de un segundo dispositivo, combinado, sensible al tacto y acústico (11). El dispositivo (10) comprende un panel (24) capaces de soportar la vibración de las ondas de flexión y un transductor emisor (26) para excitar la vibración de las ondas de flexión en el panel (24). El dispositivo (10) comprende además dos transductores sensores (32) adicionales para detectar la vibración de las ondas de flexión en sus respectivos puntos de montaje. El modelo (28) de la vibración de ondas de flexión es interrumpido cuando se aplica presión en un punto de contacto (30). El dispositivo puede ser considerado como consistente en un dispositivo sensible al contacto activo dado que el dispositivo comprende un transductor emisor (26).

Las Figuras 6 y 7 ilustran posibles ejecuciones del dispositivo sensible al contacto activo. En la Figura 6, el procesador central (34) suministra una señal de salida digital (36) que es convertida por el convertidor digital-analógico (DAC) (38) a una señal de salida analógica (40). La señal de salida analógica (40) es alimentada a un amplificador (42) el cual alimenta una señal de salida analógica amplificada (44) al transductor emisor (26). El transductor emisor (26) emite excitación de las ondas de flexión (46) lo cual excita a las ondas de flexión en el panel (48).

Las ondas de flexión en el panel (48) son detectadas en la etapa de detección (50) por dos transductores sensores (32). Los transductores sensores (32) convierten la vibración de las ondas de flexión en señales de entrada analógicas (52) las cuales

son alimentadas a un convertidor analógico-digital de entrada (ADC) (54). La señal de entrada digital resultante (56) es transmitida al procesador central (34) a partir del cual se determina la información referente a la posición y perfil del impulso de contacto.

En la Figura 7 se muestra un método para determinar la posición del punto de contacto, en donde las etapas son como sigue y pueden ser efectuadas por el procesador central mostrado en la Figura 6:

- a) Medir la respuesta de frecuencia en cada transductor sensor.
- b) Corregir la relación de dispersión en el panel.
- c) Computar la fft para proporcionar la respuesta de tiempo para un medio no dispersivo.
- d) Comparar la respuesta de tiempo con una respuesta de referencia, en donde no existe contacto externo en el panel.
- e) Identificar las reflexiones procedentes del punto de contacto.
- f) Realizar ecolocación sobre las reflexiones relevantes para identificar su origen.

g) Dar salida a la información que detalla la posición del contacto.

Las ventajas de la detección activa incluyen:

- 1) dado que la técnica mide la respuesta a una señal externa, la información de alta frecuencia no queda limitada y es posible una alta resolución espacial; y
- 2) la susceptibilidad al ruido externo puede reducirse en gran medida. Ello se puede conseguir detectando la respuesta en una banda de frecuencia en donde el ruido externo es pequeño, tal como por encima del espectro audible. Una alternativa consiste en dotar a la señal de una correlación particular, permitiendo su detección incluso cuando es pequeña en comparación con el ruido de fondo.

Los inconvenientes de la detección activa incluyen:

- 1) es probable que la técnica sea menos sensible al perfil del impulso que el esquema pasivo. Sin embargo, un procesamiento más sofisticado puede mejorar esta situación. Por ejemplo, cuanto mayor sea la presión de un dedo o bolígrafo, mayor será el grado de amortiguación extra que probablemente se introducirá. Esto puede

ser identificado mediante un procesado extra relativamente simple de los datos; y

2) la necesidad de una señal externa es probable que requiera más energía que la medición pasiva. Este inconveniente se puede reducir al mínimo haciendo que la señal de excitación sea lo más pequeña posible. Igualmente, cuando la señal de excitación se encuentra en una frecuencia alta, se pueden emplear piezo-transductores, los cuales tienen la ventaja de lograr una eficiencia muy elevada.

En muchas aplicaciones, la simple realización individual del dispositivo sensible al contacto por ondas de flexión puede no ser en general suficiente para hacer frente a todas las situaciones. Por ejemplo, un sensor pasivo trabajará bien cuando no pase ningún sonido a través del dispositivo. Sin embargo, cuando está sonando una música estridente, resulta más adecuado un sensor activo, bien a frecuencias fuera de la banda de audio o bien utilizando la señal musical como el estímulo. Por tanto, la mejor solución puede ser el uso de una combinación de más de una realización particular del dispositivo. Por otro lado, en la región de transición entre la detección pasiva y la activa, puede existir información útil obtenible a partir de ambas técnicas.

La Figura 8 muestra las etapas de un posible método de corrección para convertir la señal medida de ondas de flexión en una señal de propagación a partir de un medio no dispersivo.

Para una flexión pura de la placa, la velocidad de la onda es proporcional a la raíz cuadrada de la frecuencia, es decir, la componente de alta frecuencia de cualquier onda en particular se desplaza más rápidamente que las componentes de frecuencia más baja. El Gráfico (60) muestra un impulso en un medio ideal con una relación de dispersión de raíz cuadrada y demuestra que un medio dispersivo no preserva la forma de onda de un impulso. La onda de salida es evidente en el tiempo $t=0$ y la señal de eco se dispersa o disemina en el tiempo, lo cual hace que la determinación de una posición exacta del contacto sea problemática.

Una variación periódica de la respuesta de frecuencia es característica de una reflexión y suele referirse como una filtración de peine. Físicamente, la variación periódica en la respuesta de frecuencia se deriva del número de longitudes de onda

que se ajustan entre la fuente y el reflector. A medida que aumenta la frecuencia y a medida que aumenta el número de longitudes de onda que se ajustan en este espacio, la interferencia de la onda reflejada con la onda de salida oscila entre constructiva y destructiva.

El cálculo de la transformada de Fourier de la respuesta de impulso dispersivo de (60) produce la respuesta de frecuencia mostrada en el Gráfico (62). La respuesta de frecuencia es no periódica y la variación periódica con la longitud de onda se traduce en una variación de la frecuencia que llega a ser más lenta a medida que aumenta la frecuencia. Esto es una consecuencia de la dispersión de raíz cuadrada en donde la longitud de onda es proporcional a la raíz cuadrada de la inversa de la frecuencia. El efecto del panel sobre la respuesta de frecuencia es por tanto el de alargar la respuesta como una función de la frecuencia de acuerdo con la dispersión en el panel. Por tanto, se puede aplicar una corrección en la dispersión en el panel a través de la aplicación del alargamiento inverso en el dominio de la frecuencia, restableciendo así la periodicidad presente en el caso no dispersivo.

A través del desviamiento del eje de la frecuencia con la inversa de la dispersión en el panel, el Gráfico (62) puede ser transformado en la respuesta de frecuencia para el caso no dispersivo en donde la frecuencia de la excitación es proporcional a la inversa de la longitud de onda. Esta simple relación traduce la variación periódica con longitud de onda en disminución en una variación periódica con una frecuencia en aumento. Sin embargo, esto es fundamentalmente una periodicidad espacial, la cual se traduce en la misma periodicidad con frecuencia únicamente para el simple caso no dispersivo.

Aplicando la Transformada Rápida de Fourier inversa (fft) al gráfico (64) se obtiene la respuesta de impulso (Gráfico 66) la cual es corregida respecto a la dispersión y en donde se restablece la reflexión pura. Como se muestra en el Gráfico (66), cualquier forma de onda en particular de un impulso se conserva en el tiempo puesto que las ondas que se desplazan en un medio no dispersivo tienen una velocidad constante de desplazamiento, independientemente de su frecuencia. Por tanto, la tarea de ecolocación es una operación relativamente directa. Un ejemplo de

117

114
70

-23-

un gráfico de respuesta de impulso ideal para un medio no dispersivo es el Gráfico (66). La onda de salida (66) es evidente en el tiempo $t=0$, junto con una reflexión pura (68) en 4ms.

La invención proporciona así un nuevo y conveniente dispositivo sensible al contacto, así como un dispositivo sensible al contacto combinado con un dispositivo acústico de panel de ondas de flexión.

49

115 21

1/6

Fig 1

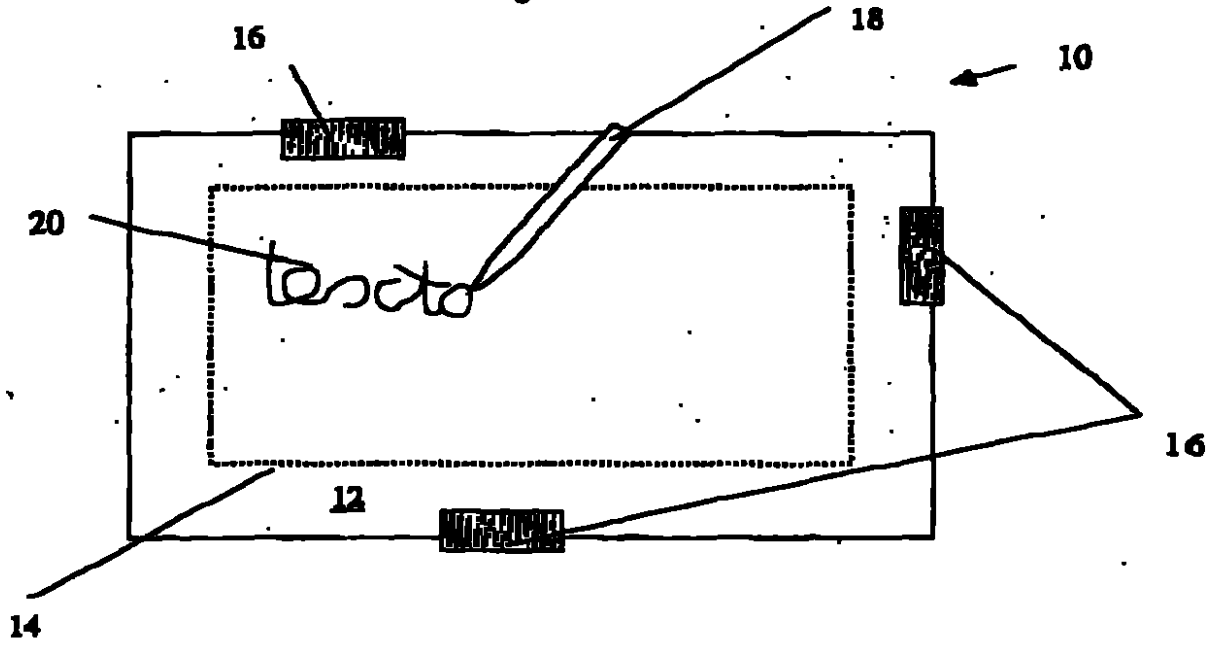


Fig 2A

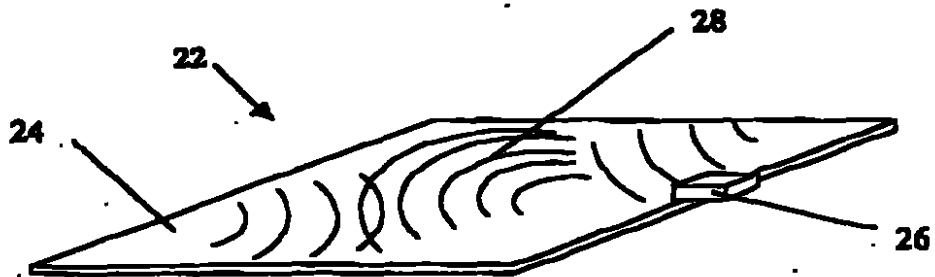
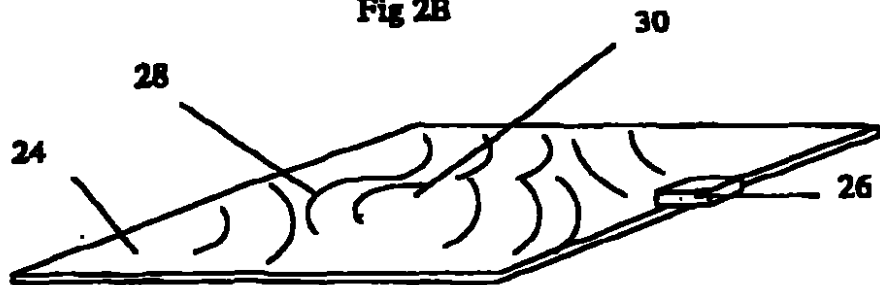


Fig 2B



120

11622

2/6

Fig 3

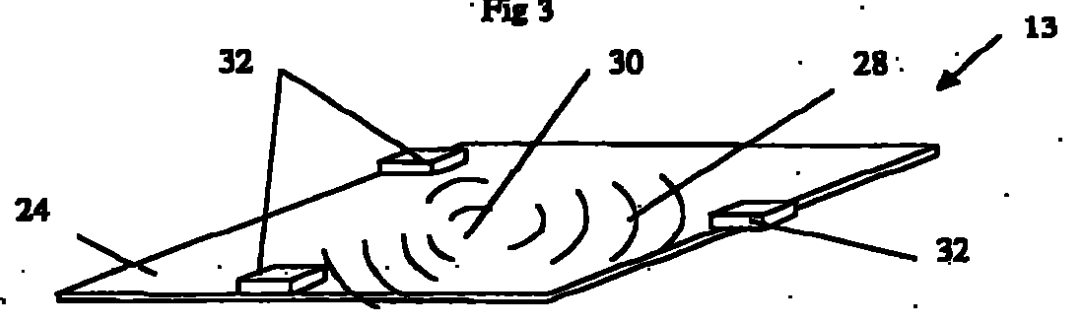
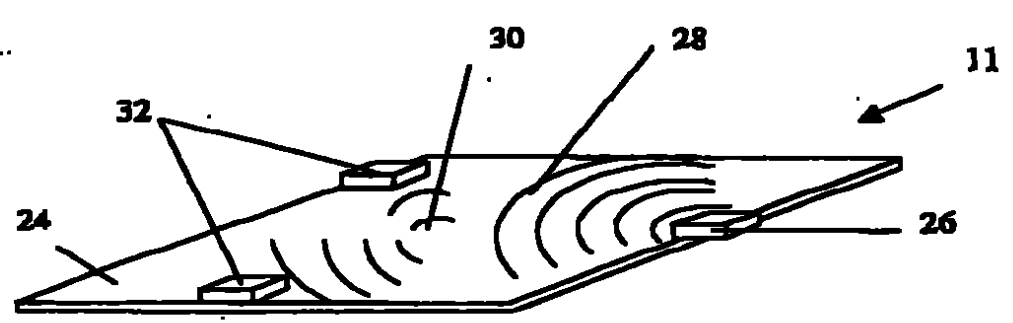
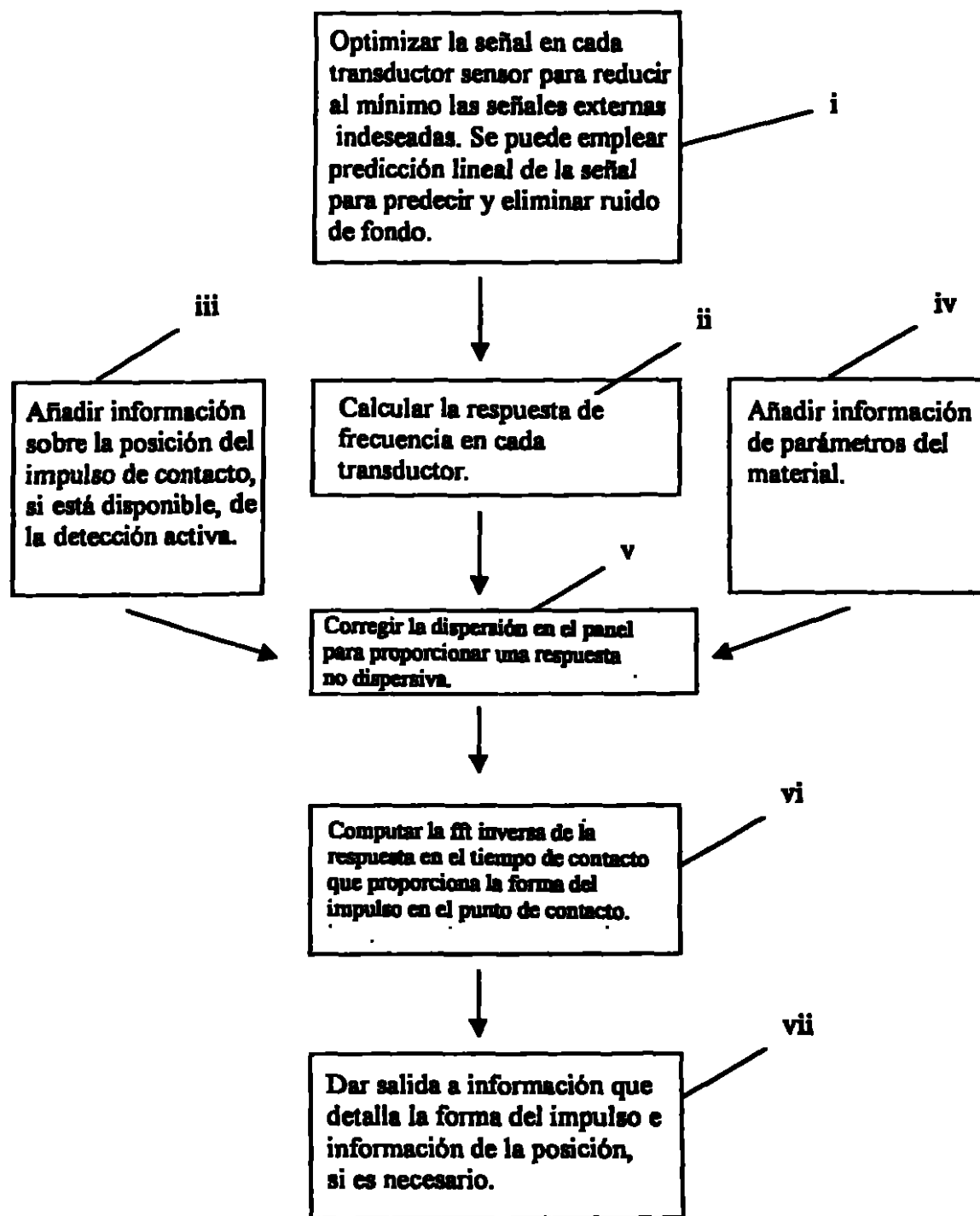


Fig 5



3/6

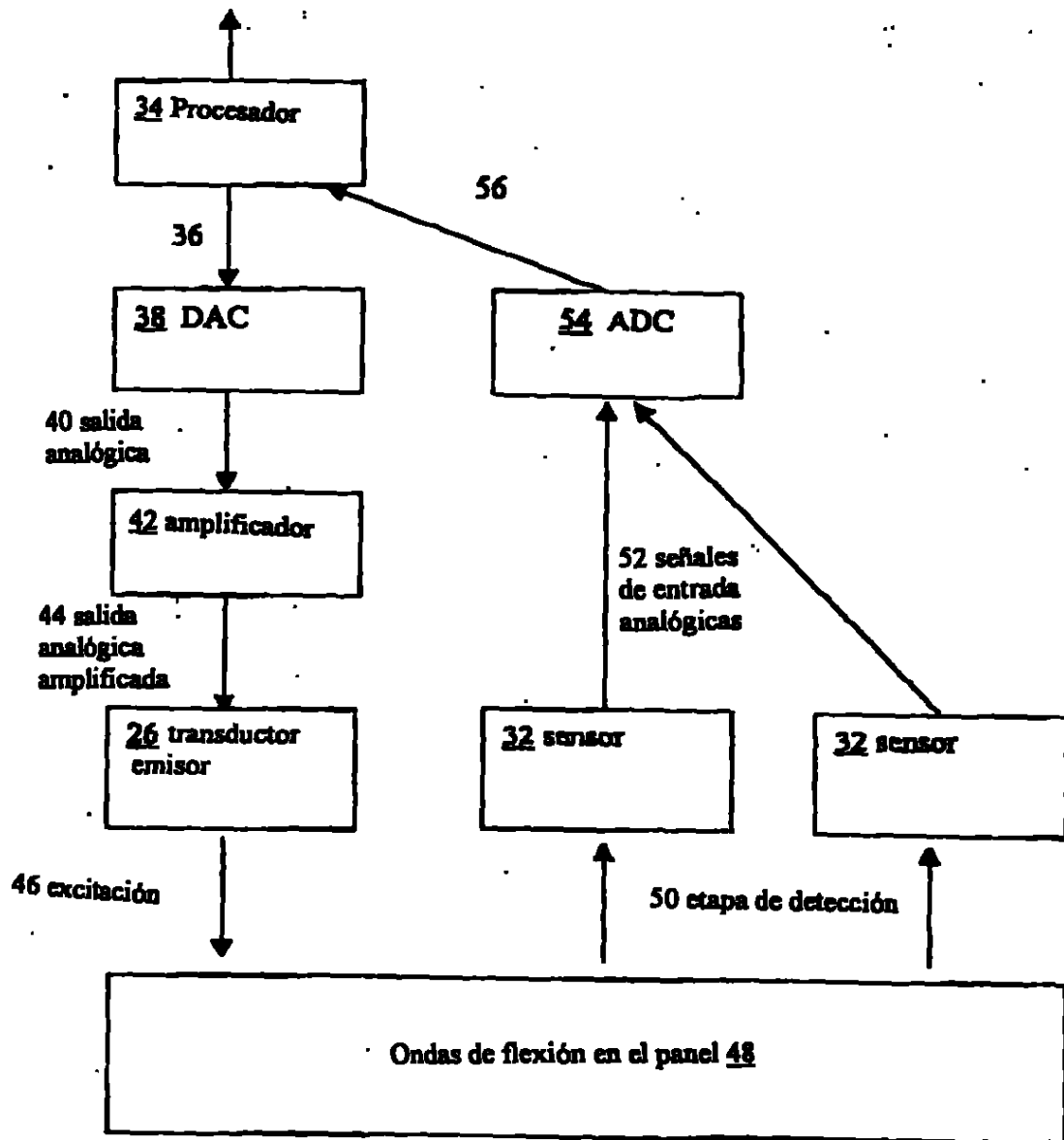
Fig 4



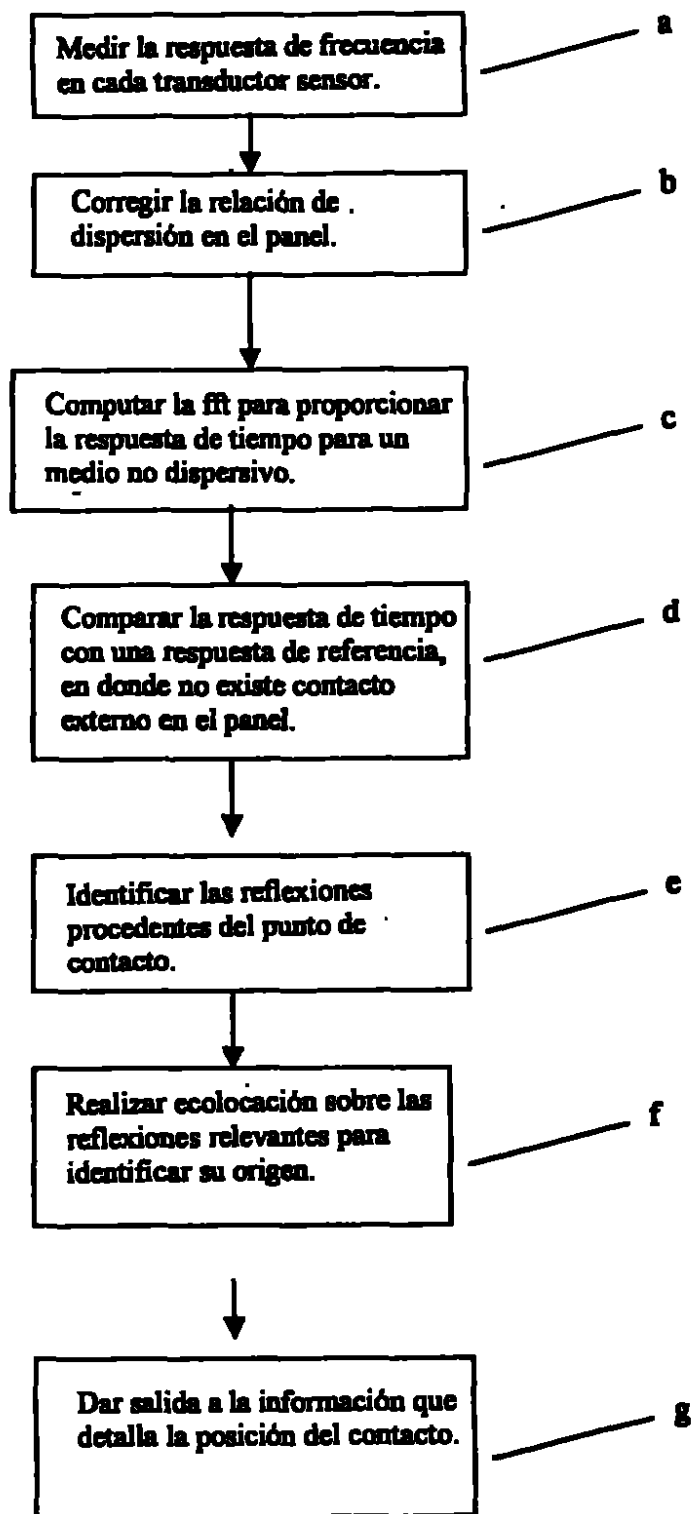
4/6

Fig 6

Información que detalla la posición y perfil del impulso de contacto



5/6
Fig 7

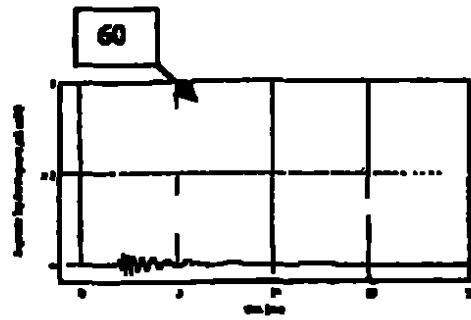


12A

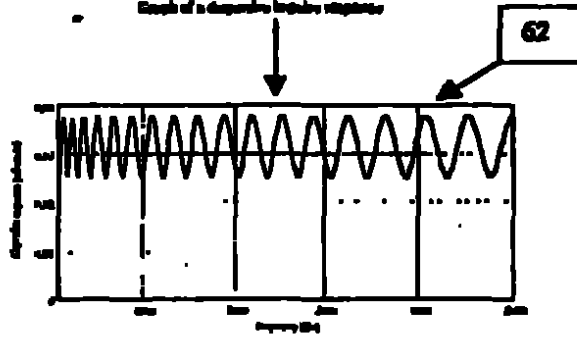
120 26

6/6

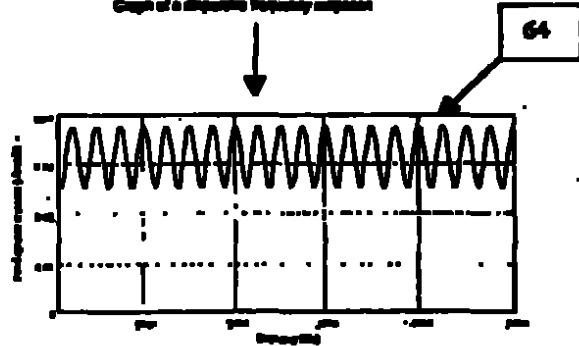
Fig 8



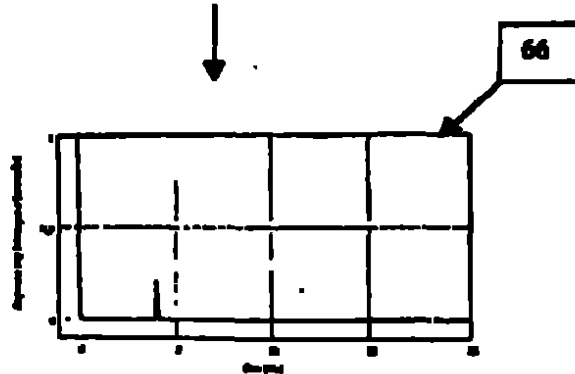
Graph of a dispersive impulse response



Graph of a dispersive frequency response



Graph of a non-dispersive frequency response



Graph of a non-dispersive impulse response

La Oficina de Patentes
Patentes-Diseños-Marcas-Derechos de Autor

La Oficina de Patentes
Concept House
Cardiff Road
Newport
South Wales
NP10 8QQ

Yo, el suscrito, siendo un oficial debidamente autorizado de acuerdo con la Sección 74(1) y (4) del Acta de Desregulación & Contratación de 1.994, para firmar y expedir certificados en nombre del Contralor General, certifico por el presente que la aquí anexa es una copia verdadera de los documentos tal como fueron presentados originalmente en relación con la solicitud de patente en ellos identificada.

De acuerdo con las Reglas sobre Patentes (Re-Registro de Compañías) de 1.982, si una compañía nombrada en este certificado y en cualesquiera documentos acompañantes se ha re-registrado bajo el Acta de Compañías de 1.980 con el mismo nombre con el que estaba registrada inmediatamente antes del re-registro, salvo para la situación como, o la inclusión como, la última parte del nombre de las palabras "compañía pública limitada" o sus equivalentes en Galés, las referencias al nombre de la compañía en este certificado y en los documentos acompañantes deben ser tratadas como referencias al nombre con el cual es así re-registrada.

De acuerdo con las reglas, las palabras "compañía pública limitada" pueden ser reemplazadas por p.l.c., plc, P.L.C., o PLC.

El re-registro bajo el Acta de Compañías no constituye una nueva entidad legal sino que simplemente sujeta la compañía a ciertas reglas legales adicionales sobre compañías.

Firmado (Hay firma ilegible)
Fechado 3 de enero de 2001

Hay sello encintado en relieve que dice:
LA OFICINA DE PATENTES

La Oficina de Patentes

Formato de Patente 1/77

Acta de Patentes 1997
(Regla 16)

Solicitud para Otorgamiento de una Patente
(Veanse las notas al respaldo de este formato.
También se puede obtener un folleto explicativo
en la Oficina de Patentes para ayudarle a llenar
este formato).

La Oficina de Patentes

Cardiff Road
Newport
Gwent NP9 1RH

*Hay sello que dice: "LA OFICINA DE PATENTES EL 20 DE OCTUBRE 2000.
RECIBIDO POR FAX"*

1. Su Referencia	P.6521.GBA	0025771.7
2.Número de Solicitud de Patente (La Oficina de Patentes llenará esta parte)	20 Oct.2000	
3.Nombre completo, dirección y código postal del o de cada solicitante(subraye todos los apellidos)	NEW TRANSDUCERS LIMITED IXWORTH HOUSE 37 IXWORTH PLACE LONDON SW3 3QH 7283476002	
Número ADP de Patentes (si lo conoce) Si el solicitante es un cuerpo corporativo, informe el país/estado de su incorporación	G.B.	
4.Título de la Invención	DISPOSITIVO SENSIBLE AL CONTACTO	
5.Nombre de su Agente(si tiene uno) "Dirección para servicio" en el Reino Unido a donde debe enviarse toda la correspondencia(incluyendo el código postal)	MAGUIRE BOSS 5 Crown Street St.Ives Canbridgeshire PE27 5EB	
Número ADP de Patentes(si lo conoce)	07188725001	
6.Si usted está declarando prioridad de una o más solicitudes de patentes anteriores, informe el país y la fecha de presentación de cada una de estas solici- tudes anteriores y (si lo conoce) el o cada número de solicitud.	País	Número de solicitud de la prioridad (si lo conoce)
		Fecha de presentación (día/mes/año)
7.Si esta solicitud es dividida o derivada de cualquier forma de una solicitud anterior en el Reino Unido, in- forme el número y la fecha de presentación de la solici- tud anterior.	Número de la primera solicitud	Fecha de presentación (día/mes/año)
8.¿Existe una declaración de invención y de derecho para serle otorgada una patente requerida en apoyo de esta solicitud ? (Responda SI, si: a)cualquiera de los solicitantes nombrados en la parte 3 no es un inventor, o b)hay un inventor que no esta nombrado como solicitante,o c)cualquiera de los solicitantes nombrados es un cuerpo corporativo.)	SI	
Ver nota (d)	Formato de Patentes 1/77	

Formato de Patentes 1/77

9. Ingrese el número de hojas de cualquiera de los siguientes numerales, que usted este presentando con este formato. No cuente las copias del mismo documento.

Hojas de continuación de este formato

Descripción 29

Reivindicación (es)

Resumen

Dibujo (s) 6

Hay sello que dice: "LA OFICINA DE PATENTES EL 20 DE OCTUBRE 2000. RECIBIDO POR FAX"

10. Si usted está presentando también cualquiera de los siguientes documentos, establezca cuántos para cada numeral.

Documentos de prioridad

Traducciones de documentos de prioridad

Declaración de invención y derecho a serie otorgada una patente (Formato de Patentes 7/77)

Solicitud de examen preliminar y búsqueda (Formato de Patentes 9/77)

Solicitud de examen de fondo (Formato de Patentes 10/77)

Otros documentos (por favor especifique)

11. Yo/nosotros requerimos el otorgamiento de una patente, con base en esta solicitud

Firma (Maguire Boss)

Fecha 20/10/2000

MAGUIRE BOSS

12. Nombre y número telefónico en horas hábiles de la persona a contactar en el Reino Unido

PETER MAGUIRE

Tel: 01480301588

Advertencia

Después de que una solicitud de patente ha sido presentada, el Contralor de la Oficina de Patentes considerará si la publicación o comunicación de la invención debería ser prohibida o restringida según la Sección 22 del Acta de Patentes de 1977. Usted será informado acerca de si es necesario prohibir o restringir su invención de esta manera. Además si usted vive en el Reino Unido, la Sección 23 del Acta de Patentes de 1977, le impide solicitar una patente en el exterior sin haber obtenido previamente permiso escrito de la Oficina de Patentes, a menos que una solicitud haya sido presentada, con al menos 6 semanas de anticipación en el Reino Unido para una patente por la misma invención, o sino se ha emitido orden alguna que prohíba la publicación o comunicación, o si tal orden ha sido revocada.

Notas

a) Si necesita ayuda para llenar este formato o tiene preguntas al respecto, por favor contacte a la Oficina de Patentes en el 0645 500505.

b) Escriba sus respuestas en letra mayúscula usando tinta negra o puede mecanografiarlas.

c) Si no hay espacio suficiente para todos los detalles relevantes sobre cualquier parte de este formato, por favor continúe en una hoja de papel separada y escriba "ver hoja de continuación" en la(s) parte(s) relevante(s). Cualquier hoja adicional debe ser anexada a este formato.

d) Si usted ha respondido "SI", será necesario llenar el Formato de Patente 7/77.

e) Una vez que usted ha llenado el formato, recuerde firmarlo y fecharlo.

f) Para detalles sobre tasas y formas de pago, contacte por favor a la Oficina de Patentes.

Formato de Patentes 1/77