



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI0616512-5 A2**

(22) Data de Depósito: 03/08/2006
(43) Data da Publicação: 21/06/2011
(RPI 2111)



* B R P I O 6 1 6 5 1 2 A 2 *

(51) *Int.Cl.:*
A61B 5/103 2006.01

(54) Título: **TRANSDUTOR DE ULTRA-SOM E SISTEMA DE FORMAÇÃO DE IMAGEM DE UM ÓRGÃO**

(30) Prioridade Unionista: 12/08/2005 FR 0552503

(73) Titular(es): Echosens

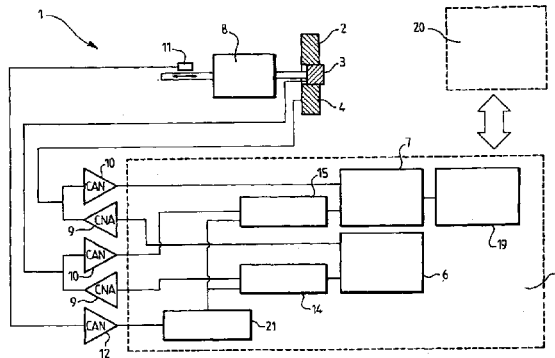
(72) Inventor(es): Jean-Michel Hasquenoph, Laurent Sandrin

(74) Procurador(es): Ana Paula Santos Celidonio

(86) Pedido Internacional: PCT FR2006001891 de 03/08/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/020341 de 22/02/2007

(57) **Resumo:** TRANSDUTOR DE ULTRA-SOM E SISTEMA DE FORMAÇÃO DE IMAGEM DE UM ÓRGÃO. A presente invenção refere-se a um transdutor de ultra-som que é utilizado para formar uma imagem de um órgão humano ou animal e que pode também ser usado para medir a elasticidade do referido órgão. O transdutor de acordo com a presente invenção compreende pelo menos uma parte móvel (3) que está estruturada para provocar a propagação de uma vibração de baixa frequência na direção do órgão quando a referida parte móvel (3) é acionada e ocasiona um impacto sobre o corpo humano ou animal. O transdutor compreende ainda pelo menos uma parte fixa (4). A presente invenção trata também de um sistema de formação de imagem que compreende esse transdutor (2).





**“TRANSDUTOR DE ULTRA-SOM E SISTEMA DE FORMAÇÃO DE IMAGEM
DE UM ÓRGÃO”**

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se a um transdutor de ultra-som
5 destinado à formação de uma imagem de um órgão humano ou animal que
permite ainda medir a elasticidade do referido órgão, bem como de um sistema
de formação de imagem de um órgão humano ou animal que compreende esse
transdutor.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

10 Costuma-se medir a elasticidade de um órgão humano ou animal
por meio de uma vibração de baixa freqüência que se propaga no corpo
humano ou animal. A vibração é provocada por um impulso de baixa freqüência
efetuado, por exemplo, por meio de um transdutor de ultra-som. O transdutor
permite observar a propagação da vibração e formar uma imagem do órgão
15 cuja elasticidade por iluminação de ultra-som está sendo medida. Esse
dispositivo está descrito, por exemplo, no documento FR-2 843 290.

Esse documento relata que o transdutor de ultra-som que provoca
a vibração de baixa freqüência pode ser de pequena dimensão a fim de permitir
que o dispositivo seja posicionado em espaços de dimensão reduzida, tais
20 como o espaço intercostal quando se deseja, por exemplo, medir a elasticidade
do fígado. Entretanto, a fim de obter uma imagem de ultra-som corretamente
resolvida, o transdutor deveria apresentar uma grande dimensão, pois a
mancha focal de ultra-som possui uma largura inversamente proporcional a
essa dimensão.

25 O documento FR-2 843 290 relata ainda que o impulso de baixa
freqüência pode ser provocado por um barrete ecográfico padrão que é posto
em movimento. Entretanto, como o barrete ecográfico apresenta uma grande
dimensão, a imagem de ultra-som fica corretamente resolvida, mas a vibração

de baixa freqüência sofre efeitos de difração e não se consegue introduzir o barrete ecográfico em um espaço de dimensão reduzida.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DA INVENÇÃO

5 A presente invenção visa corrigir esses inconvenientes propondo um transdutor cuja dimensão seja apropriada para obter uma imagem corretamente resolvida e no qual pelo menos uma parte de pequena superfície seja móvel a fim de provocar uma vibração de ultra-som que permita ainda medir a elasticidade desse órgão evitando os efeitos de difração e podendo ainda ser introduzido em um espaço de pequena dimensão.

10 O transdutor de ultra-som é utilizado em um sistema de formação de imagem. Nessa realização, surgem problemas de cálculo dos atrasos e das amplitudes, pois é preciso levar em conta o deslocamento da parte móvel em relação às partes fixas que provoca uma defasagem na emissão e na recepção das vibrações. A presente invenção propõe um sistema cujos meios de análise
15 permitem levar em conta esse deslocamento.

Para esse fim, e de acordo com um primeiro aspecto, a presente invenção trata de um transdutor de ultra-som destinado à formação da imagem de um órgão humano ou animal que compreende pelo menos uma parte móvel (3) estruturada para induzir a propagação de uma vibração de baixa freqüência
20 na direção do órgão quando a parte móvel (3) é acionada e ocasiona um impacto sobre o corpo humano ou animal. Esse transdutor (2) compreende ainda pelo menos uma parte fixa (4).

Assim, a presente invenção permite levar em conta as dificuldades ligadas à pequena dimensão que deve apresentar a superfície que
25 provoca a vibração de baixa freqüência e à grande dimensão do transdutor de ultra-som que permite obter uma imagem de ultra-som corretamente resolvida.

De acordo com um segundo aspecto, a presente invenção trata de um sistema de formação de imagem de um órgão humano ou animal que

permite ainda medir a elasticidade do referido órgão, que compreende um transdutor tal como descrito acima, sistema esse que compreende ainda um dispositivo de comando e de cálculo estruturado para comandar a emissão e a recepção de ultra-sons e o deslocamento da parte móvel, dispositivo esse que
5 compreende meios de análise dos ultra-sons emitidos e recebidos de pelo menos um transdutor e do deslocamento da parte móvel de modo a estabelecer a imagem do órgão, sendo que os referidos meios de análise permitem ainda a análise da vibração de baixa frequência induzida de modo a medir a elasticidade do referido órgão.

10 De acordo com uma realização, o sistema compreende um sensor de posição da parte móvel. Assim, os meios de análise compreendem módulos de ajuste dos atrasos na emissão e na recepção dos sinais de ultra-som emitidos e recebidos pela parte móvel quando a referida parte se desloca de modo a fazer com que esses sinais concordem como os sinais emitidos e recebidos pela parte fixa, e
15 os referidos meios utilizam em tempo real as informações fornecidas pelo sensor de posição. Assegura-se assim uma concordância entre os sinais emitidos e recebidos pela parte móvel e os sinais emitidos e recebidos pela parte fixa e o deslocamento da parte móvel é efetivamente levado em conta para estabelecer a imagem do órgão humano ou animal.

20 **BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS**

Mais aspectos e vantagens da presente invenção aparecerão com a leitura da descrição a seguir, feita em relação às figuras anexas, nas quais:

A Figura 1 é uma representação esquemática de um sistema de formação de imagem de acordo com a presente invenção.

25 A Figura 2 é uma representação esquemática do transdutor de ultra-som da Figura 1, que ilustra o deslocamento que a parte móvel pode sofrer.

A Figura 3 é uma representação esquemática em perspectiva do transdutor de ultra-som de acordo com a presente invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

Em relação à Figura 1, descreve-se um sistema de formação de imagem de um órgão humano ou animal que permite ainda medir a elasticidade do referido órgão. O sistema 1 compreende um transdutor de ultra-som 2 de
5 dimensão geral adaptada para obter uma imagem de ultra-som corretamente resolvida. Para esse fim, o transdutor apresenta, por exemplo, a dimensão de um barrete ecográfico padrão.

O transdutor 2 compreende pelo menos uma parte móvel 3 e pelo menos uma parte fixa 4. De acordo com a realização representada nas figuras,
10 a parte móvel 3 se desloca em translação em uma direção sensivelmente perpendicular à direção na qual se estende o transdutor 2. De acordo com outras realizações não representadas, a parte móvel 3 pode se deslocar em translação na direção na qual se estende o transdutor ou se deslocar em rotação de modo a provocar a vibração de baixa frequência.

15 A dimensão da parte móvel 3 é reduzida em relação à dimensão do transdutor 2. Em particular, a parte móvel 3 apresenta uma superfície apropriada para limitar os efeitos de difração durante a propagação da vibração de baixa frequência e para que a parte móvel possa ser introduzida no espaço intercostal do corpo humano ou animal. A parte móvel está, por exemplo,
20 situada sensivelmente no centro do transdutor 2 entre duas partes fixas 4, como representam as Figuras 1 e 3.

De acordo com uma realização não representada, o transdutor 2 pode compreender uma pluralidade de partes móveis 3 distribuídas em alternância com partes fixas 4 ao longo do transdutor 2. De acordo com outra realização, o
25 transdutor 2 pode compreender partes móveis 3 situadas lado a lado.

O sistema 1 compreende meios de colocação em movimento 8 da parte móvel 3. Dessa maneira, a parte móvel está estruturada para provocar a propagação de uma vibração de baixa frequência em direção ao órgão quando

a parte móvel 3 é acionada em translação e ocasiona um impacto sobre o corpo humano ou animal. Os meios de colocação em movimento 8 são comandados por um dispositivo de comando e de cálculo 5 que comanda ainda a emissão de ultra-sons pela parte fixa 4 e pela parte móvel 3. No caso de estarem previstas várias partes móveis 3, o dispositivo de comando e de cálculo 5 pode comandar os meios de colocação em movimento 8 de modo que as partes móveis 3 se desloquem em oposição de fase.

O dispositivo de comando e de cálculo 5 compreende um módulo de geração dos sinais de emissão 6 e um módulo de formação de vias 7. O módulo de geração 6 fornece um sinal de emissão de ultra-som à parte móvel 3 e à parte fixa 4 por meio de uma lei de emissão escolhida para permitir formar uma imagem corretamente resolvida do órgão observado. O módulo de geração 6 está ligado à parte fixa 4 e à parte móvel 3 por meio de conversores digitais analógicos 9, como representa a Figura 1. Da mesma forma, a parte fixa 4 e a parte móvel 3 estão ligadas ao módulo de formação de vias 7 por meio de conversores analógicos digitais 10. O módulo de formação de vias 7 pode ser ligado a seguir a um módulo de cálculo da elasticidade 19. O módulo de comando e de cálculo 5 está ligado a um dispositivo de exibição 20 que permite visualizar a imagem do órgão e os resultados da medida de elasticidade do órgão ou a um sistema operacional, por exemplo, uma interface com o usuário.

Um sensor de posição 11 da parte móvel 3 está associado a essa parte móvel 3. O sensor de posição 11 permite detectar a posição da parte móvel 3 quando ela se desloca e não está mais alinhada com a parte fixa 4. O deslocamento da parte móvel 3 pode ser feito ao longo de uma distância ϵ , como representa a Figura 2. O sensor de posição 11 é, por exemplo, um sensor com efeito Hall ligado ao módulo de geração 6 e ao módulo de formação de vias 7 por meio de um conversor analógico digital 12 apto a

digitalizar o sinal fornecido por esse sensor. Por outro lado, o dispositivo de comando e de cálculo 5 compreende meios de geração e de processamento dos ultra-sons emitidos e recebidos pelo transdutor de modo a estabelecer a imagem do órgão e os referidos meios de geração e de processamento que permitem ainda a análise da vibração de baixa frequência induzida de modo a medir a elasticidade do referido órgão. Esses meios de geração e de processamento 6 e 7 estão associados a módulos de ajuste em tempo real dos atrasos 14 e 15 na emissão e na recepção dos sinais de ultra-som emitidos e recebidos pela parte móvel quando a referida parte se desloca de modo a fazer com que esses sinais concordem com os sinais emitidos e recebidos pela parte fixa. Eles compreendem ainda módulos de ajuste em tempo real dos ganhos 14 e 15 na emissão dos sinais de ultra-som emitidos pela parte móvel quando a referida parte se desloca de modo a fazer com que esses ganhos concordem com os ganhos dos sinais de ultra-som emitidos pela parte fixa. Esses módulos de ajuste 14 e 15 estão situados entre um módulo de cálculo das correções 21 e o módulo de geração 6 e o módulo de formação de vias 7, como representa a Figura 1, e seu funcionamento está descrito a seguir.

O sensor de posição 11 emite um sinal representativo do deslocamento ε da parte móvel 3. Esse sinal é digitalizado através do conversor analógico digital 12 e comunicado a seguir ao módulo de cálculo das correções 21 que utiliza em tempo real as informações fornecidas pelo sensor de posição 11. As correções são fornecidas aos módulos de ajuste 14 e 15. O transdutor de ultra-som 2 é um transdutor clássico que compreende uma pluralidade de elementos 16 que podem emitir e receber ultra-sons. Designa-se pela referência δ o passo entre cada elemento 16, ou seja, a distância que separa dois elementos consecutivos. Além disso, designa-se pela referência F o ponto focal situado sobre a linha formada pelo transdutor 2. Indica-se pela referência $d(i, F)$ a distância entre o ponto focal F e um elemento do transdutor

2 e d_0 a maior distância entre um elemento 16 da abertura utilizada e o ponto focal F. V_s é a velocidade dos ultra-sons que se propagam no corpo.

De acordo com as referências acima, os atrasos na emissão R_e e os atrasos na recepção R_r para um elemento i imóvel e para a construção de
5 uma linha numerada c são calculados da seguinte maneira:

$$R_e(c,i) = \frac{d_0 - d(i,F)}{V_s}$$

$$R_r(c,i) = \frac{d(i,F)}{V_s}$$

Para um elemento i deslocado de uma distância ε em relação à posição na qual ele está alinhado com os elementos 16 da parte fixa, os atrasos corrigidos são calculados da seguinte maneira:

$$R_e(c,i) = \frac{d_0 - \sqrt{[F - \varepsilon]^2 + [(i - c)\delta]^2}}{V_s}$$

$$R_r(c,i) = \frac{\sqrt{[F - \varepsilon]^2 + [(i - c)\delta]^2}}{V_s}$$

10 As correções em relação aos atrasos aplicados quando o deslocamento ε for nulo são expressas do modo indicado a seguir quando o deslocamento ε é desprezível em relação à distância focal:

$$\Delta R_e(c,i) = \frac{\varepsilon}{V_s} \left(1 + \frac{[(i - c)\delta]^2}{F^2} \right)^{-1/2}$$

$$\Delta R_r(c,i) = -\Delta R_e(c,i)$$

O módulo de cálculo das correções 21 permite efetuar esses cálculos e fornecer os resultados aos módulos de ajuste na emissão e na
15 recepção 14 e 15 como representa a Figura 1. No módulo de formação de vias 7, um somador permite adicionar os sinais recebidos pela parte fixa 4 e os sinais recebidos pela parte móvel 3 a fim de formar a imagem do órgão.

Os dados fornecidos pelo sensor de posição 11 são utilizados em tempo real de modo a fornecer a imagem do órgão a qualquer momento sem demora significativa de processamento.

Os módulos de ajuste 14 e 15 permitem ainda a adaptação do
5 ganho à emissão dos sinais de ultra-som emitidos pela parte móvel 3 em função de sua posição, como representa a Figura 1. De fato, como a parte móvel 3 não emite sinais a partir do mesmo lugar que a parte fixa 4, é preciso adaptar a amplitude dos sinais emitidos pela parte móvel 3 de modo que ela
10 seja igual à dos sinais emitidos pela parte fixa 4.

A medida da elasticidade do órgão por meio do sistema 1 é conhecida em si e pode, por exemplo, inspirar-se na solução proposta pelo documento FR-2 843 290.

REIVINDICAÇÕES

1. TRANSDUTOR DE ULTRA-SOM destinado à formação da imagem de um órgão humano ou animal, que permite, ainda, a medida da elasticidade do referido órgão, caracterizado pelo fato de compreender pelo menos uma parte móvel (3) estruturada para induzir a propagação de uma vibração de baixa freqüência na direção do órgão quando a parte móvel (3) é acionada e ocasiona um impacto sobre o corpo humano ou animal, transdutor (2) esse que compreende ainda pelo menos uma parte fixa (4).
2. TRANSDUTOR, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender um meio de colocação em movimento (8) da parte móvel (3).
3. TRANSDUTOR, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato da parte móvel (3) poder ser deslocada em translação.
4. TRANSDUTOR, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato da parte móvel (3) poder ser deslocada em rotação.
5. TRANSDUTOR, de acordo com uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato da parte móvel (3) apresentar uma superfície apropriada para limitar os efeitos de difração durante a propagação da vibração de baixa freqüência e para que a parte móvel (3) possa ser introduzida no espaço intercostal do corpo humano ou animal.
6. TRANSDUTOR, de acordo com uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de compreender uma pluralidade de partes móveis (3) e uma pluralidade de partes fixas (4).
7. SISTEMA DE FORMAÇÃO DE IMAGEM DE UM ÓRGÃO humano ou animal, que permite ainda a medida da elasticidade do referido órgão, caracterizado pelo fato de compreender um transdutor (2) conforme descrito em uma das reivindicações 1 a 6, sistema esse que compreende ainda um dispositivo de comando e de cálculo (5) estruturado para comandar a

emissão e a recepção de ultra-sons e o deslocamento da referida parte móvel (3), dispositivo esse que compreende meios de geração e de processamento dos ultra-sons emitidos e recebidos pelo transdutor (2) e do deslocamento da parte móvel de modo a estabelecer a imagem do órgão.

5 8. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de compreender um sensor de posição (11) da parte móvel (3).

 9. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato do sensor de posição (11) ser um sensor com efeito Hall, e do dispositivo de comando e de cálculo (5) compreender um conversor analógico
10 digital (12) apto a digitalizar o sinal fornecido pelo referido sensor.

 10. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 8 ou 9, caracterizado pelo fato dos meios de geração e de processamento compreenderem módulos de ajuste dos atrasos (14, 15) na emissão e na recepção dos sinais de ultra-som emitidos e recebidos pela parte móvel (3)
15 quando a referida parte se desloca de modo a fazer com que esses sinais concordem com os sinais recebidos pela parte fixa (4), sendo que os referidos módulos utilizam em tempo real as informações fornecidas pelo sensor de posição (11) por meio de um módulo de cálculo das correções (21).

 11. SISTEMA, de acordo com uma das reivindicações 8 a 10,
20 caracterizado pelo fato dos meios de geração e de processamento compreenderem módulos de ajuste dos ganhos (14, 15) na emissão dos sinais de ultra-som emitidos pela parte móvel (3) quando a referida parte se desloca de modo a fazer com que esses ganhos concordem com os ganhos de sinais de ultra-som emitidos pela parte fixa (4), módulos esses que utilizam em tempo
25 real a partir das informações fornecidas pelo sensor de posição (11) por meio de um módulo de cálculo das correções (21).

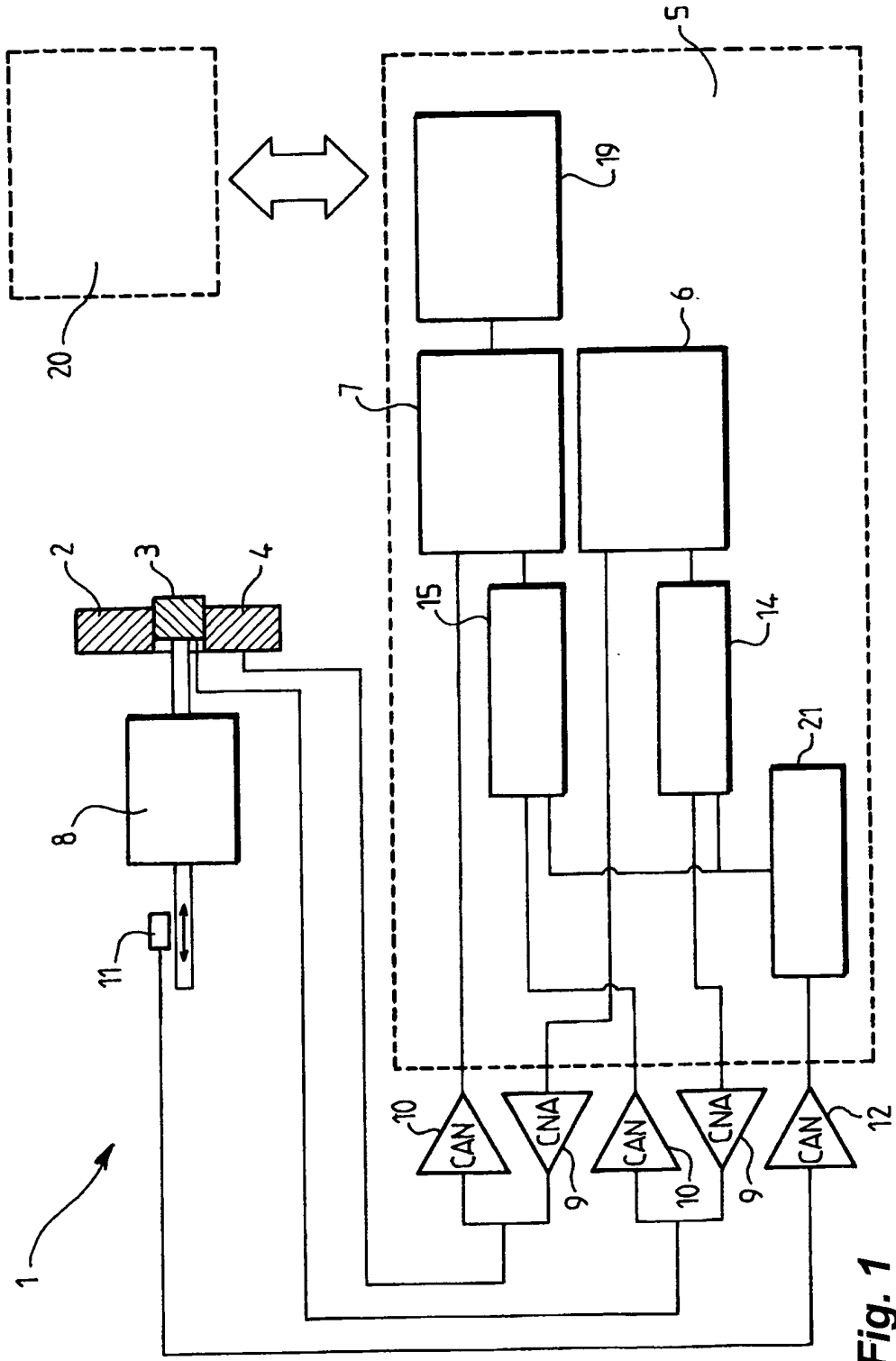


Fig. 1

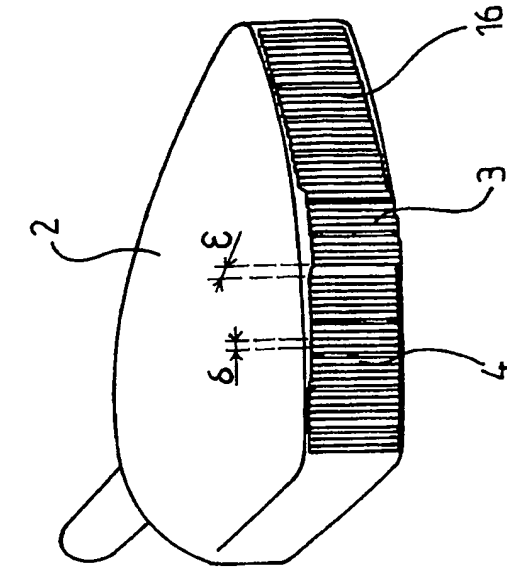


Fig. 3

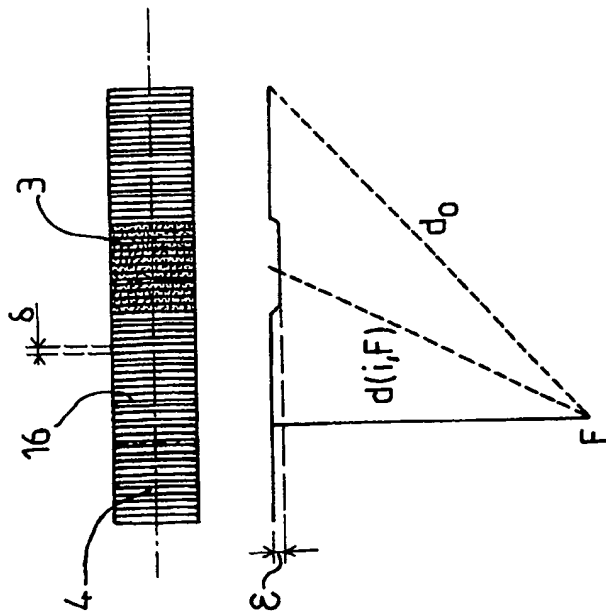


Fig. 2

RESUMO**“TRANSDUTOR DE ULTRA-SOM E SISTEMA DE FORMAÇÃO DE IMAGEM
DE UM ÓRGÃO”**

A presente invenção refere-se a um transdutor de ultra-som que é
5 utilizado para formar uma imagem de um órgão humano ou animal e que pode
também ser usado para medir a elasticidade do referido órgão. O transdutor de
acordo com a presente invenção compreende pelo menos uma parte móvel (3)
que está estruturada para provocar a propagação de uma vibração de baixa
10 frequência na direção do órgão quando a referida parte móvel (3) é acionada e
ocasiona um impacto sobre o corpo humano ou animal. O transdutor
compreende ainda pelo menos uma parte fixa (4). A presente invenção trata
também de um sistema de formação de imagem que compreende esse
transdutor (2).