



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

(21) PI 0718102-7 A2



(22) Data de Depósito: 09/10/2007
(43) Data da Publicação: 05/11/2013
(RPI 2235)

(51) Int.Cl.:
G06F 3/01

(54) Título: DISPOSITIVO ELETRÔNICO QUE
FORNECE RETROALIMENTAÇÃO TÁCTIL

(57) Resumo:

(30) Prioridade Unionista: 30/10/2006 US 11/590,494

(73) Titular(es): Motorola, Inc.

(72) Inventor(es): Manuel Oliver, Paul B. Koch, Steve X. Dai

(74) Procurador(es): Orlando de Souza

(86) Pedido Internacional: PCT US2007080759 de
09/10/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/054959 de
08/05/2008

DISPOSITIVO ELETRÔNICO QUE FORNECE RETROALIMENTAÇÃO TÁCTIL

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção relaciona-se genericamente a dispositivos eletrônicos e, mais particularmente, a um
5 dispositivo de comunicação portátil dotado de retroalimentação tátil.

HISTÓRICO DA INVENÇÃO

Espera-se que interfaces de usuário mutáveis sejam uma consideração de projeto importante para a geração seguinte
10 de dispositivos eletrônicos portáteis. Uma interface de usuário mutável é aquela que muda sua aparência com a mudança no uso do dispositivo, por exemplo, telefone, câmera, reproduzidor de música. Os usuários considerarão a interface de entrada mais simples e mais intuitiva de usar.
15 No entanto, o meio convencional de fornecer retroalimentação tátil ao pressionar uma tecla, para um dedo, por exemplo, tem sido comutadores tipo domo mecânicos. Os comutadores de domo não funcionarão bem com interfaces de usuário gráfico mutável; portanto, a háptica
20 ou a retroalimentação ativa torna-se um possibilitador crítico. Embora motores de vibração rotativa ou linear CD poderiam fornecer retroalimentação tátil a uma entrada pelo dedo com um algoritmo de acionamento otimizado, o perfil de vibração assemelhado a um zumbido é muito
25 diferente do comutador de domo que gera um clique mecânico acentuado no dedo do usuário.

Háptica localizada envia retroalimentação tátil ao usuário através do movimento de uma parte de um dispositivo de mão. Tela de toque atuada localmente e teclas de
30 navegação são dois exemplos de háptica localizada. No caso

de um telefone celular, a retroalimentação poderia ser limitada a uma tecla de navegação, uma tela de toque ou a botões nas superfícies de segurar do telefone, por exemplo, as tiras laterais. Há duas retroalimentações distintas em
5 um telefone celular. Uma é a retroalimentação vibrotátil, um padrão de vibração gerado por um motor de vibração para a mão ou o dedo do usuário. O alerta de chamada por vibração convencional é um bom exemplo. A outra é um clique que o usuário tipicamente sente em um teclado quando entra
10 com números ou letras. O clique é efetuado ao atuar um dos comutadores de domo metálicos passivos colocados por baixo de um teclado.

Um tipo de retroalimentação háptica poderá ser encontrado, por exemplo, na Patente dos Estados Unidos
15 número 6.710.518. Um transdutor eletromecânico produz um impulso de energia mecânica que se propaga através de uma elevação de montagem para todo o dispositivo. Este mecanismo é excelente para fornecer um "alerta de chamada", por exemplo, mas não permite a retroalimentação seletiva
20 para locais de entrada individuais (teclas, botões, setas, etc.).

Outro tipo de retroalimentação háptica é encontrada, por exemplo, nas publicações de Patente dos Estados Unidos números 2006/0050059 e 2006/0052143. Um ou vários atuadores
25 piezoelétricos são colocados, tipicamente nos cantos, sob um dispositivo de entrada que precisa ser atuado. O dispositivo de entrada poderia ser um teclado ou uma tela com superfície sensível ao toque. Quando da aplicação de voltagem elétrica, os atuadores piezoelétricos se deformam,
30 quer empurrando ou puxando todo o dispositivo de entrada em

uma direção dada e, assim, dar uma retroalimentação táctil para a mão ou dedo do usuário que opera o dispositivo de entrada. Os atuadores piezoelétricos mais amplamente utilizados para este fim são tipicamente atuadores unimorph, que são feitos de um elemento cerâmico piezoelétrico ligado a um calço metálico, ou atuadores bimutável, que são feitos de calços metálicos ligados no meio de dois elementos cerâmicos piezoelétricos. Tanto os atuadores unimutáveis como bimutáveis também são referidos como dobradores. Em um atuador unimutável, o movimento de dobra vem da tendência quer do encolhimento em plano ou da expansão do elemento cerâmico piezoelétrico sob o campo elétrico aplicado contra a restrição mecânica do calço metálico. No caso de um atuador bimutável, os dois elementos cerâmicos piezoelétricos são acionados tal que um encolhe enquanto o outro se expande, causando o movimento de dobra. Uma colocação típica dos dobradores é ancorar a borda de um dobrador circular, ou ambas as extremidades de um dobrador de tiras, em uma estrutura base. O centro de um dobrador circular, ou o meio do dobrador de tiras que tem o deslocamento máximo, é normalmente utilizado para acionar uma carga mecânica, como está ilustrado em ambas as publicações de Patente dos Estados Unidos números 2006/0050059 e 2006/0052143. É digno de nota que o deslocamento relativamente alto do movimento de dobragem de um atuador unimutável ou o atuador bimutável só é possível dada à estrutura ligada dos elementos cerâmicos piezoelétricos e do calço metálico. Uma cerâmica piezoelétrica individual não poderia gerar tal deslocamento.

Assim, é desejável fornecer um dispositivo eletrônico tendo retroalimentação táctil fornecida por um dispositivo piezoelétrico fino e de baixo custo dando retroalimentação táctil que emula um clique com a alimentação. Ademais, outros recursos e características desejáveis da presente invenção tornar-se-ão aparentes da descrição detalhada subsequente da invenção e reivindicações apensas, tomados em conjunto com os desenhos acompanhante e este histórico da invenção.

BREVE SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Um dispositivo eletrônico fornece retroalimentação táctil fornecida por um dispositivo piezoelétrico fino e de baixo custo dando retroalimentação táctil que emula um sentimento assemelhado a um clique. O aparelho compreende uma placa de chassis tendo uma periferia afixada a uma armação e compreende um material flexível tendo um primeiro lado planar, e um segundo lado planar oposto ao primeiro lado planar. Um dispositivo de entrada tem um lado planar posicionado adjacente e em contato com o primeiro lado planar do chassis. Um ou mais atuadores piezoelétricos estão afixados ao segundo lado planar e dentro da periferia da placa do chassis. Um circuito eletrônico posicionado dentro da armação aciona o atuador piezoelétrico em resposta ao usuário atuar o dispositivo de entrada. Uma entrada fornecida ao dispositivo de entrada é sentida pelo circuito eletrônico. O circuito fornece uma forma de onda de voltagem para ativar o um ou mais atuadores piezoelétricos, que flexiona a placa de chassis e o dispositivo de entrada para emular a alimentação como um clique. Uma segunda versão exemplar posiciona os atuadores

piezoelétricos entre a placa de chassis e o dispositivo de entrada.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A presente invenção será descrita doravante em conjunto com as seguintes figuras de desenhos, em que
5 números iguais denotam elementos iguais, e

A Figura 1 é uma vista explodida de um telefone celular de acordo com uma versão exemplar.

A Figura 2 é uma seção transversal parcial tomada ao
10 longo da linha 2-2 da Figura 1, sem energia aplicada aos atuadores piezoelétricos contidos dentro.

A Figura 3 é uma seção transversal parcial tomada ao longo da linha 2-2 da Figura 1, com energia aplicada aos atuadores piezoelétricos.

15 A Figura 4 é uma seção transversal parcial de uma segunda versão exemplar sem energia aplicada aos atuadores piezoelétricos contidos dentro.

A Figura 5 é uma seção transversal parcial da segunda versão exemplar com energia aplicada aos atuadores
20 piezoelétricos.

A Figura 6 é um gráfico que ilustra uma comparação da aceleração de um comutador domo mecânico verso um atuador piezoelétrico da versão exemplar. E

A Figura 7 é um diagrama de blocos do telefone celular
25 mostrado na Figura 1.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

A descrição detalhada seguinte da invenção é de natureza meramente exemplar e não pretende limitar a invenção ou a aplicação e utilizações da invenção. Ademais,
30 não se pretende ficar limitado por qualquer teoria

apresentada no histórico anterior da invenção, ou na seguinte descrição detalhada da invenção.

Um elemento cerâmico piezoelétrico ou múltiplos elementos cerâmicos piezoelétricos são diretamente ligado à
5 estrutura de fundo de dispositivos portáteis, por exemplo o metal ou chassis plástico de um telefone celular. O chassis de um telefone celular fornece a rigidez estrutural ao telefone e serve como uma placa estrutural para a afixação da maioria dos módulos e componentes do telefone. Os
10 elementos cerâmicos piezoelétricos e um dispositivo de entrada, por exemplo, uma interface de usuário mutável são ligados a lados opostos do chassis em uma versão exemplar. Quando da aplicação de um campo elétrico, o encolhimento ou expansão no plano interno dos elementos piezoelétricos
15 causa o movimento de flexão localizada do chassis e fornece retroalimentação tátil na interface do dispositivo de entrada. O dispositivo de entrada não é diretamente empurrado ou puxado por atuadores de dobra piezoelétricos conforme está descrito na tecnologia anterior, mas é parte
20 da estrutura deformada (flexionada) pelos elementos cerâmicos piezoelétricos integrados. O movimento do dispositivo de entrada é de flexão, em vez de um movimento sobe/desce por múltiplos atuadores piezoelétricos que atuam em múltiplos pontos. O benefício da abordagem sobre a
25 tecnologia anterior é que ela não requer alinhamento mecânico preciso do elemento atuador com a estrutura que estiver sendo empurrada ou puxada.

De acordo com uma versão exemplar, pelo menos um atuador piezoelétrico, por exemplo, uma dobra
30 piezoelétrica, é afixada diretamente a uma placa metálica

que se limita ao dispositivo de entrada para o qual se pretende a retroalimentação háptica. Esta colocação direta fornece o movimento de dobra flextensional do dispositivo de entrada, e assim fornece retroalimentação táctil que inclui a retroalimentação táctil assemelhada ao clique de uma verdadeira tecla para o usuário. Este deslocamento do dispositivo de entrada é pequeno, apenas de 1,0 a 30,0 micrômetros. Esta estrutura eletromecânica simples tem baixo custo e comprovada confiabilidade.

Atuadores piezoelétricos são singularmente capazes de entregar com rapidez, por exemplo, de 1,0 a 10,0 milissegundos, uma elevada aceleração, por exemplo, de 1 a 100 g, a resposta necessária para simular respostas de clique nas teclas. Esta classe de resposta permite a substituição dos comutadores domo mecânicos por atuadores piezoelétricos para teclados ultra finos (interfaces de usuário mutável). Atuadores piezoelétricos também são capazes de fornecer um movimento de banda larga (de 1 a 2000 Hz) em oposição à resposta de frequência fixa dos motores de vibração eletromagnéticos ressonantes.

Os elementos piezoelétricos encolhem ou se expandem na direção lateral quando submetidos a um campo elétrico, causando um movimento perpendicular muito amplificado no centro com a restrição de ser afixado a uma superfície dura, como um chassis de telefone. Os elementos piezoelétricos podem ser acionados por uma ampla gama de formas de onda para adaptar a saída mecânica ao usuário. Uma alta taxa de torcimento na função de degrau pode fornecer a aceleração mais elevada e a retroalimentação assemelhada a um clique. Alternativamente, múltiplas ondas

de sino podem ser utilizadas para gerar uma retroalimentação que pode ser caracterizada como um zumbido. Os atuadores piezoelétricos também podem ser operados em uma ampla gama de frequências, permitindo
5 respostas hápticas em banda larga. O consumo de energia dos atuadores piezoelétricos é geralmente comparável ou inferior ao dos motores rotativos CC. A latência dos atuadores (o tempo necessário até atingir a velocidade completa) é suficientemente pequeno para permitir aos
10 usuários terem uma resposta quase instantânea nas aplicações interativas.

A Figura 1 é uma visão explodida de um telefone celular 100 de acordo com uma primeira versão da invenção, e a Figura 2 é uma seção transversal parcial tomada ao
15 longo da linha 2-2 da Figura 1. O telefone celular 100 é apenas uma versão exemplar. Deve ser compreendido que qualquer tipo de dispositivo eletrônico portátil poderá ser utilizado com a invenção aqui descrita. O telefone celular 100 compreende uma parte de armação frontal 102 e uma parte
20 de armação traseira 104. A parte de armação frontal 102 suporta uma antena opcional (não mostrada) e inclui uma abertura 108 que acomoda uma interface de usuário mutável 110. Uma grade para alto-falante 112 e uma grade para microfone 114 também são fornecidas na parte de armação
25 frontal 102. Uma abertura para a tela 116 também é fornecida na parte da armação frontal 102 que acomoda uma tela 118. Uma tampa do compartimento da bateria 120 é fornecida para cobrir o compartimento da bateria 122 na parte de armação traseira 104. Uma abertura (não mostrada)
30 é fornecida no piso da bateria 121 para a fiação para

acoplar uma bateria (não mostrada) posicionada no compartimento da bateria 122 ao circuito (não mostrado) no lado traseiro 126 da placa de circuito impresso 124. Uma tampa transparente 119 é posicionada sobre a tela 118 e o
5 dispositivo de entrada 110.

As partes da armação frontal 102 e traseira 104 circundam, entre outras coisas a serem discutidos, um chassis 122 afixado à parte da armação frontal 102. O chassis 122 compreende um primeiro lado planar 123 que
10 posiciona fixamente a interface de usuário mutável 110 dentro da abertura 108 e a tela 118 dentro da abertura 116. O primeiro lado planar 123 do chassis 122 é adjacente e em contato com o lado planar 111 do dispositivo de entrada 110. Também circundado dentro das partes da armação frontal
15 102 e traseira 104 está uma placa de circuito impresso 124. Uma pluralidade de componentes do circuito elétrico (não mostrados), que compõem um ou mais circuitos elétricos do telefone celular 100 são montados no lado traseiro 126 da placa de circuito 124. Circuitos do telefone celular 100
20 são mais inteiramente descritos abaixo com referência ao diagrama de blocos funcional mostrado na Figura 6.

Os dispositivos de contato 132 incluem, cada um deles, uma base 134 afixada à placa de circuito 124 por uma flutuação de solda (não mostrada), e braços 136 que se
25 estendem através de aberturas 138 na placa de circuito 124 para fazer contato elétrico com cada um dos piezo-atuadores 142. Os dispositivos de contato são ainda acoplados ao circuito (não mostrado) na placa de circuito 124. Dispositivos de contato 132 compreendem um material
30 condutor, como um metal, e na versão exemplar compreendem

um metal tendo uma ação de mola inerente, ou torque, para exercer uma força sobre os piezo-atuadores 142.

Uma camada de mylar 144 (Figura 2) poderá ser afixada por adesivo entre o piso de bateria 121 da parte de armação traseira 104 e os dispositivos de contato 134. Um hiato de ar 152 existe entre a placa de circuito impresso 124 e a camada 144. O dispositivo de contato 132 faz contato com os atuadores piezoelétricos 142, opcionalmente através de um contato metálico 146, que é preferivelmente ouro. O dispositivo de contato 146 poderá aplicar uma força de mola (como é mostrado) contra o contato de metal 146 para uma condutibilidade melhorada. De acordo com a versão exemplar, os atuadores piezoelétricos 142 são posicionados diretamente em um segundo lado planar 125 do chassis 122 que faz contato com a interface de usuário mutável 110. O chassis 122 e a interface de usuário mutável 110 são posicionados de maneira adjacente de modo que o flexionar do chassis 122 flexiona a interface de usuário mutável 110.

A Figura 2 mostra uma versão exemplar de como a interface de usuário mutável 110 é afixada por ligação à parte de armação frontal 102 e a tampa transparente 119 é ligada dentro de uma endentação na parte frontal 102 sobre a interface de usuário mutável 110 e a tela 118. Este exemplo é apenas uma maneira pela qual a interface de usuário mutável 110 poderá ser afixada dentro da parte de armação frontal 102. Outros exemplos poderão incluir, por exemplo, acoplamentos mecânicos. Quando uma entrada, por exemplo, pressionar sobre um ícone exibido, for feita na interface de usuário mutável 110, um sinal é gerado, por exemplo, de um sensor (não mostrado) que detecta o

movimento ou circuito que detecta o sinal eletrônico gerado pela entrada. Este sinal é enviado para os dispositivos de contato 132 que ativam os dispositivos piezoelétricos 142. O movimento de flexionar dos dispositivos piezoelétricos 142 é transferido através do chassis 122 para a interface de usuário mutável 110 (Figura 3). Como a interface de usuário mutável 110 é afixada em sua periferia 302, e não no centro, resulta um movimento de flexionar da interface de usuário mutável 110.

10 Uma segunda versão exemplar mostrada na Figura 4 inclui os atuadores piezoelétricos 142 posicionados dentro de recessos do chassis 122 e diretamente contra o dispositivo de entrada 110. Um material de ligação condutor (não mostrado) é posicionado entre o dispositivo de entrada 15 e os atuadores piezoelétricos 142 para afixar os dois juntos e fornecer energia aos atuadores piezoelétricos 142. A Figura 5 ilustra a segunda versão exemplar com energia aplicada aos atuadores piezoelétricos 142 e o flexionar resultante do chassis 122, do dispositivo de entrada 110, e 20 da tampa transparente 119.

A Figura 6 ilustra uma comparação da curva aceleração pelo tempo de um comutador domo mecânico 502 verso o atuador piezoelétrico 504 conforme aqui descrito. As curvas são muito similares. O caráter principal do perfil de 25 aceleração é uma aceleração de alto pico, 1 a 100 g, em um período de tempo relativamente curto (<10 ms). O componente de alta frequência na curva de aceleração associa-se ao som que acompanha o sentido de clique táctil.

A Figura 7 é um diagrama de blocos do telefone celular 30 100 mostrado nas Figuras 1 a 3 de acordo com a primeira

versão da invenção. O telefone celular 100 compreende um transceptor 602, um processador 604, um conversor analógico para digital (A/D) 606, um decodificador de entrada 608, uma memória 612, um acionador de tela 614, um conversor digital para analógico (D/A) 618, e atuadores piezoelétricos 142, todos acoplados juntos através de um barramento de sinal digital 620.

O módulo transceptor 602 é acoplado à antena 106. Sinais de portadora que são modulados por dados, por exemplo, sinais digitalmente codificados para acionar o MFT ou áudio de voz digitalmente codificado, passam entre a antena 642, e o transceptor 602.

O dispositivo de entrada 110 é acoplado ao decodificador de entrada 608. O decodificador de entrada 608 serve para identificar as teclas pressionadas, por exemplo, e fornecer informação que identifica cada tecla pressionada para o processador 604. O acionador de tela 614 é acoplado a uma tela 626.

O D/A 618 é acoplado através de um amplificador de áudio 632 a um alto-falante 634 e a um motor vibratório 635. O amplificador de áudio 632 poderá compreender uma pluralidade de amplificadores com cada um deles acionando uma combinação alto-falante/motor vibratório separada.

A memória 612 também é utilizada para armazenar programas que controlam aspectos da operação do telefone celular 100. A memória 612 é uma forma de meio lido por computador.

O transceptor 602, o processador 604, o A/D 606, o decodificador de entrada 608, a memória 612, o acionador de tela 614, o D/A 618, o amplificador de áudio 632, e o

barramento de sinal digital 620 estão incorporados nos componentes do circuito elétrico 124 e em interconexões da placa de circuito 122 mostrada na Figura 1.

Embora pelo menos uma versão exemplar tenha sido
5 apresentada na descrição detalhada anterior da invenção,
deve ser apreciado que existe um vasto número de variações.
Também deve ser apreciado que a versão exemplar ou versões
exemplares são apenas exemplos, e não se pretende limitar o
escopo, a aplicabilidade, ou a configuração da invenção de
10 qualquer forma. Em vez disso, a descrição detalhada
anterior fornecerá àqueles habilitados na tecnologia um
mapa rodoviário conveniente para implementar uma versão
exemplar da invenção, sendo compreendido que várias
mudanças poderão ser feitas na função e na disposição dos
15 elementos descritos em uma versão exemplar sem desviar do
escopo da invenção conforme estabelecido nas reivindicações
apensas.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo eletrônico, caracterizado pelo fato de compreender:

uma armação que define uma abertura;

5 uma placa de chassis tendo pelo menos uma parte de sua periferia afixada à armação e que compreende um material flexível tendo um primeiro lado e um segundo lado;

 pelo menos um atuador piezoelétrico afixado a um do primeiro e do segundo lados e dentro da periferia da placa
10 de chassis;

 um dispositivo de entrada que se estende através da abertura e que compreende um material flexível posicionado adjacente e em contato com pelo menos um do primeiro lado do chassis e pelo menos um atuador piezoelétrico; e

15 circuito eletrônico posicionado dentro da armação para acionar o atuador piezoelétrico.

2. Dispositivo eletrônico, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de cada um do pelo menos um atuador piezoelétrico compreender um elemento
20 cerâmico piezoelétrico.

3. Dispositivo eletrônico, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o pelo menos um atuador piezoelétrico compreender um ou mais dobradores piezoelétricos.

25 4. Dispositivo eletrônico, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o pelo menos um atuador piezoelétrico ser ligado a recessos pré-formados no chassis.

5. Dispositivo eletrônico, de acordo com a
30 reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o dispositivo

de entrada compreender uma interface de usuário mutável.

6. Dispositivo eletrônico, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o pelo menos um elemento cerâmico piezoelétrico poder flexionar o dispositivo de entrada e a placa de chassis em um período entre 1,0 e 10,0 milissegundos.

7. Dispositivo eletrônico, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de o elemento cerâmico flexionar o dispositivo de entrada e a placa de chassis a um nível de aceleração entre 1 a 100 g.

8. Dispositivo eletrônico, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o circuito eletrônico acionar o pelo menos um atuador piezoelétrico a 1 a 2000 Hz.

9. Dispositivo eletrônico, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o circuito eletrônico acionar o pelo menos um atuador piezoelétrico com uma onda para fornecer uma retroalimentação táctil assemelhada ao clique de tecla.

10. Telefone celular, caracterizado pelo fato de compreender:

uma armação que define uma abertura;

uma placa de chassis flexível posicionada dentro da armação e tendo primeiro e segundo lados;

pelo menos um elemento cerâmico piezoelétrico ligado ao primeiro lado da placa de chassis;

um dispositivo de entrada flexível ligado ao segundo lado do chassis e que se estende através da abertura;

uma unidade sensora acoplada ao dispositivo de entrada; e

circuito que fornece formas de onda para o pelo menos um elemento cerâmico piezoelétrico em resposta à unidade sensora.

11. Telefone celular, de acordo com a reivindicação 5 10, caracterizado pelo fato de o dispositivo de entrada compreender uma interface de usuário mutável.

12. Telefone celular, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de o material flexível tanto do dispositivo de entrada como do chassis serem flexionados 10 entre 1,0 a 30,0 micrômetros.

13. Telefone celular, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de o circuito eletrônico acionar o pelo menos um atuador piezoelétrico a 1-2000 Hz.

14. Telefone celular, de acordo com a reivindicação 15 10, caracterizado pelo fato de o circuito eletrônico acionar o pelo menos um atuador piezoelétrico com uma onda para fornecer uma retroalimentação táctil assemelhada ao clique de uma tecla.

15. Método de fornecer retroalimentação háptica em um 20 dispositivo eletrônico tendo uma placa de chassis que compreende um material flexível tendo um primeiro lado e um segundo lado, pelo menos um atuador piezoelétrico afixado a um do primeiro e do segundo lados, um dispositivo de entrada mutável que compreende um material flexível e tendo 25 um lado posicionado adjacente e em contato com pelo menos um do primeiro lado mais plano do chassis e o pelo menos um atuador piezoelétrico, e circuito para acionar o pelo menos um atuador piezoelétrico, caracterizado pelo fato de compreender:

30 fornecer uma entrada para o dispositivo de entrada

mutável;

sentir a entrada pelo circuito;

fornecer uma forma de onda de voltagem do circuito para ativar o pelo menos um atuador piezoelétrico; e

5 flexionar a placa de chassis e o dispositivo de entrada mutável em resposta ao pelo menos um atuador piezoelétrico ser ativado.

16. Método, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de a etapa de flexionar compreender
10 flexionar o dispositivo de entrada mutável e o chassis entre 1,0 a 30,0 micrômetros.

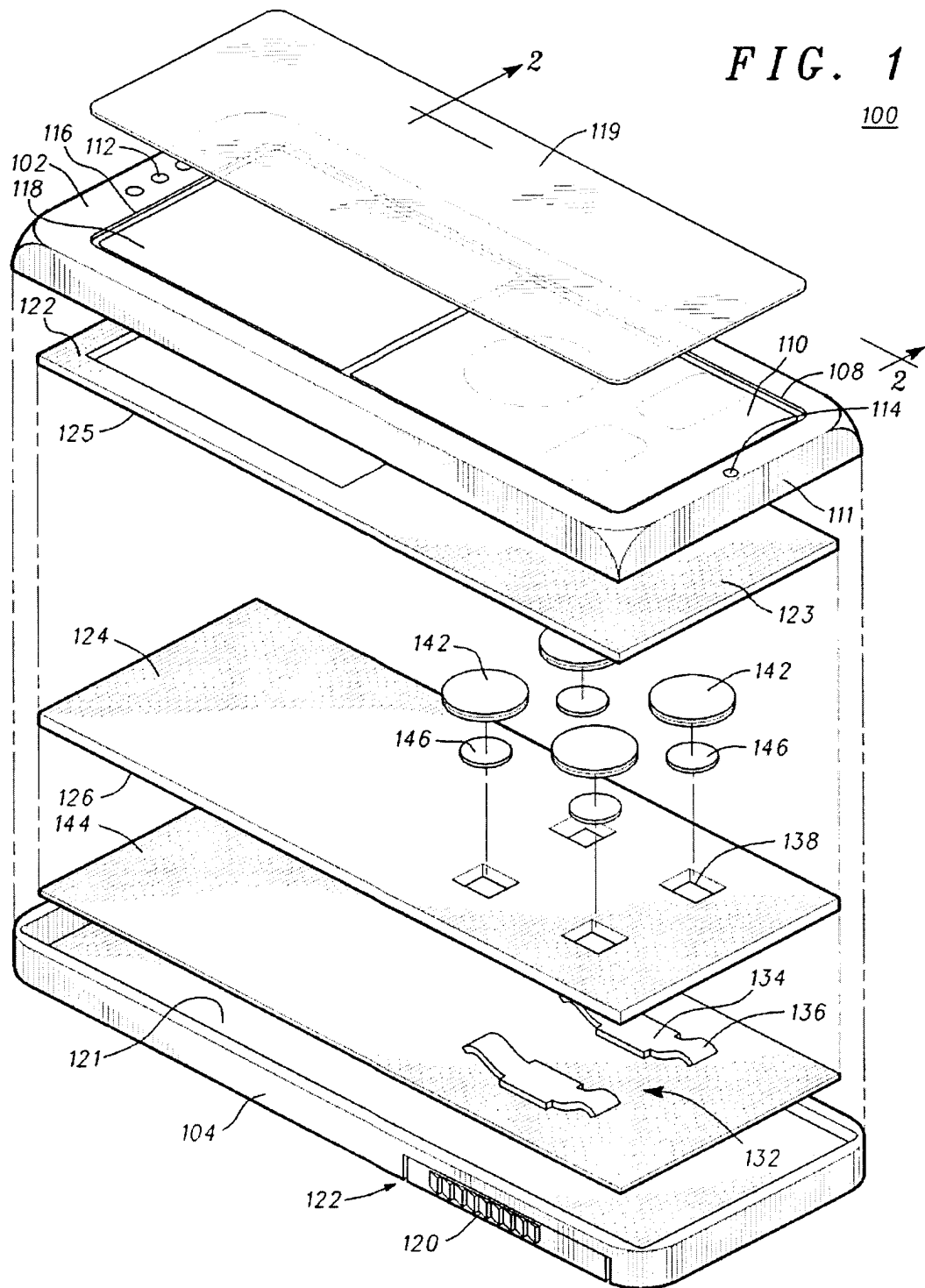
17. Método, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de a etapa de flexionar compreender flexionar o dispositivo de entrada mutável e o chassis a um
15 período entre 1,0 e 10,0 milissegundos.

18. Método, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de a etapa de flexionar compreender o pelo menos um elemento cerâmico piezoelétrico flexionar o dispositivo de entrada e a placa de chassis com uma força
20 entre 1 a 100 g.

19. Método, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de fornecer uma forma de onda de voltagem compreender fornecer uma forma de onda tendo uma frequência na faixa de 1-2000 Hz.

25 20. Método, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de fornecer uma forma de onda de voltagem aciona o atuador piezoelétrico com uma onda para fornecer uma retroalimentação táctil assemelhada ao clique de uma tecla.

FIG. 1

100

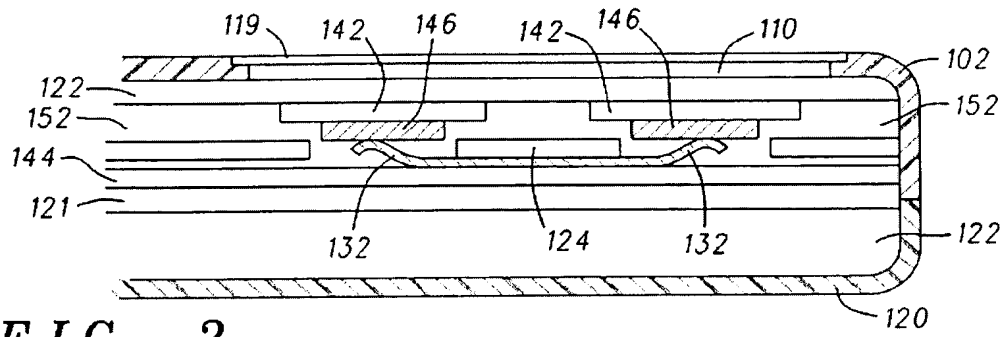


FIG. 2

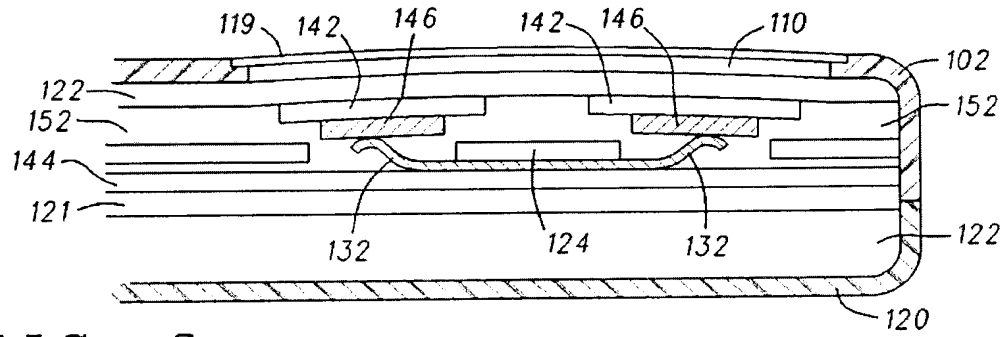


FIG. 3

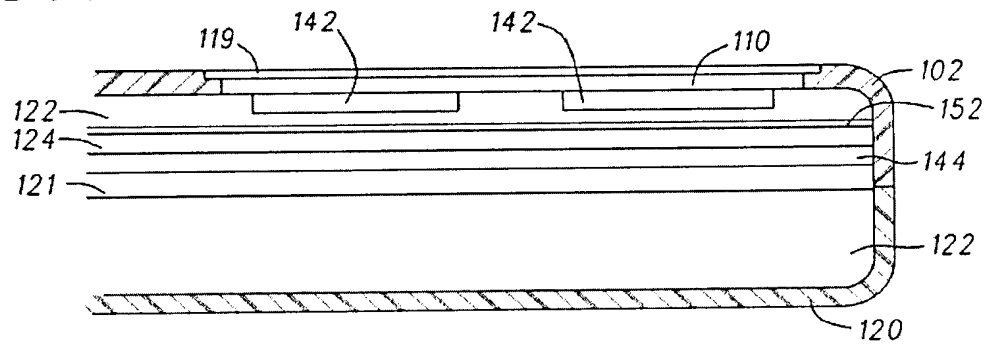


FIG. 4

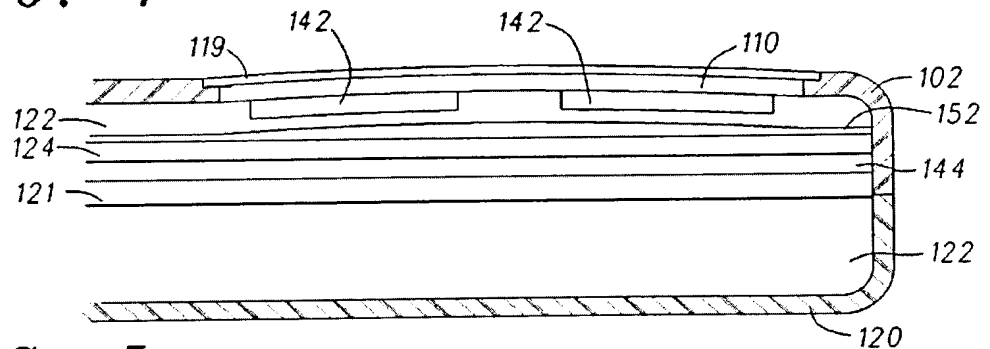


FIG. 5

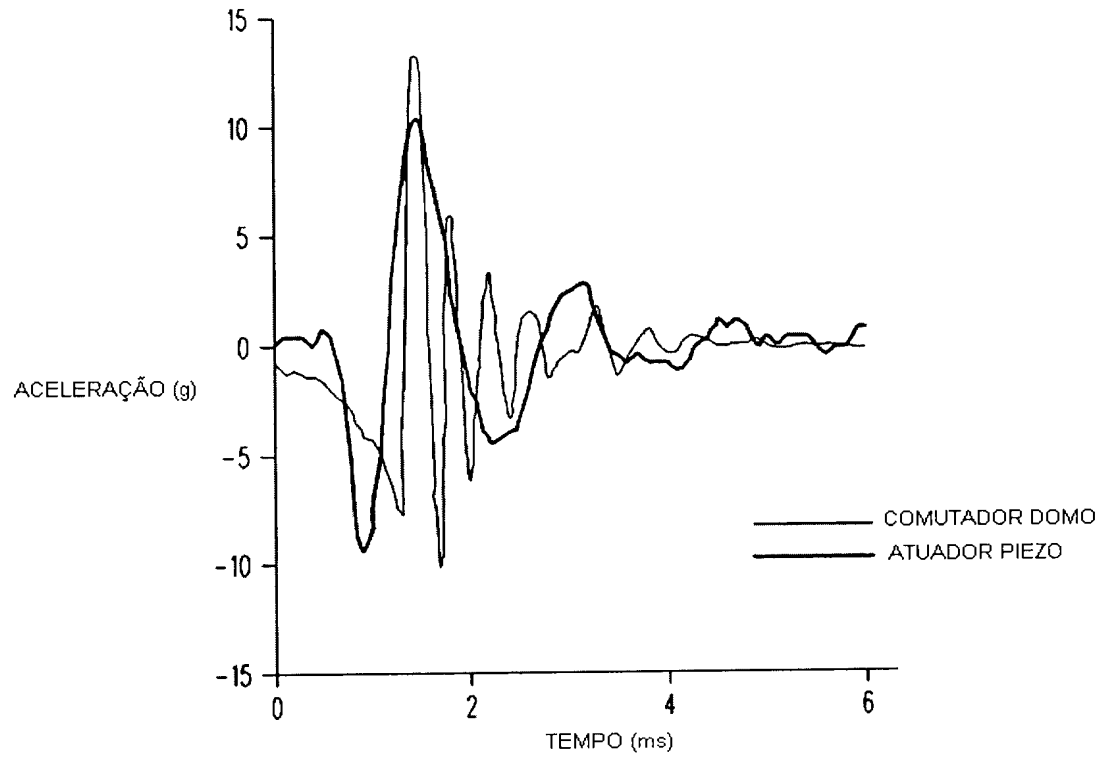


FIG. 6

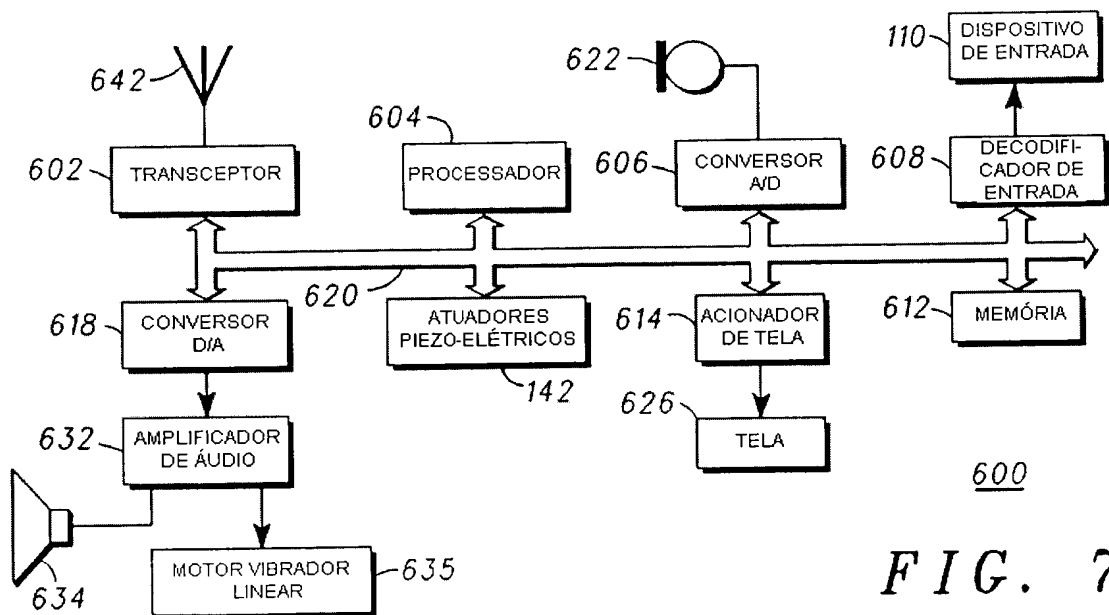


FIG. 7

RESUMO**DISPOSITIVO ELETRÔNICO QUE FORNECE RETROALIMENTAÇÃO TÁCTIL**

Um dispositivo eletrônico (100) fornece retroalimentação táctil por um atuador piezoelétrico fino de baixo custo (142) que fornece retroalimentação táctil que emula um clique como alimentação. O dispositivo eletrônico (100) compreende uma placa de chassis (122) tendo uma periferia fixada a uma armação (102, 104) e que compreende um material flexível tendo um primeiro lado mais plano (123). Um dispositivo de entrada (110) tem um lado mais plano (111) posicionado adjacente e em contato com o primeiro lado mais plano (123) do chassis (122) e se estende através de uma abertura (108) na armação (102, 104). Um ou mais atuadores piezoelétricos (142) são afixados ao segundo lado mais plano (125) e dentro da periferia da placa de chassis (122). Circuito eletrônico (208) posicionado dentro da armação (102, 104) aciona os atuadores piezoelétricos (142) em resposta ao dispositivo de entrada (110) ser atuado. A entrada fornecida ao dispositivo de entrada (110) é sentida pelo circuito eletrônico (208). O circuito (208) fornece uma forma de onda de voltagem para ativar o um ou mais atuadores piezoelétricos (142), que flexiona a placa de chassis (122) e o dispositivo de entrada (110) para emular a alimentação como um clique. Uma segunda versão exemplar posiciona os atuadores piezoelétricos (142) entre a placa de chassis (122) e o dispositivo de entrada (110).