



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

(11) PI 0606865-0 B1

(22) Data do Depósito: 15/02/2006

(45) Data de Concessão: 27/03/2018



(54) Título: MONITOR DE SOM ELETRÔNICO PARA USO COMO UM ESTETOSCÓPIO E MÉTODO PARA SER USADO COM UM MONITOR DE SOM ELETRÔNICO

(51) Int.Cl.: A61B 7/04; H04R 1/28; G10K 11/02

(30) Prioridade Unionista: 01/12/2005 US 60/597,433, 21/02/2005 SE 05 00397-5

(73) Titular(es): COMPUTERIZED MEDICAL TECHNOLOGY IN SWEDEN AB

(72) Inventor(es): MAGNUS SÖRLANDER; TAL MARTIN HERER; ADITYA HEERAH

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"MONITOR DE SOM ELETRÔNICO PARA USO COMO UM ESTETOSCÓPIO E MÉTODO PARA SER USADO COM UM MONITOR DE SOM ELETRÔNICO"**.

CAMPO DA INVENÇÃO

[001] A invenção refere-se a um monitor de som para órgãos torácicos e abdominais, que é primariamente planejado para ser usado como um estetoscópio.

[002] No texto abaixo a invenção será citada como um "monitor de som" de modo a diferenciar a invenção do estetoscópio comum.

[003] As definições usadas no texto e para a finalidade dessa invenção são planejadas para abranger o seguinte:

[004] "transdutor para transformar vibrações em sinais elétricos", também chamado "transdutor de vibração", por exemplo, um microfone, um elemento piezelétrico e um filme piezelétrico.

[005] "transdutor para transformar sinais elétricos em som" exemplificado por, por exemplo, um alto-falante ou equivalente.

[006] "estrutura coletora" é usada para a estrutura na qual o transdutor de vibração é disposto, por exemplo, um sino projetado, de extremidade aberta, um elemento essencialmente cilíndrico ou outras modalidades descritas na descrição. A estrutura de extremidade aberta pode ser fechada por uma membrana ou um amortecedor, disposto na estrutura ou na extremidade aberta da mesma.

[007] O estetoscópio acústico geralmente usado foi inventado em 1816 pelo Doutor Laennec. O projeto básico não foi alterado desde então. O estetoscópio acústico comum tem uma peça do tórax coberta por membrana, que é conectada em um tubo flexível; esse tubo é dividido em duas partes, cada uma tendo uma aurícula. O som, por exemplo, do coração batendo é capturado pela peça do tórax e o som é passado adiante para os ouvidos do auscultador, isto é, geralmente

um médico.

[008] Na prática convencional, um médico aplicará um estetoscópio em um paciente e chegará a uma conclusão com base nos sons percebidos pelo médico. Para receber uma segunda opinião, um outro médico terá que ser capaz de aplicar o estetoscópio e ouvir os mesmos sons. Isso é um problema - pode não existir um outro médico presente ou o outro médico pode ter problemas de audição ou problema de resposta de frequência.

[009] Um outro problema ocorre no aprendizado quando ensinando os estudantes a diferenciar entre sons diferentes relacionados com, por exemplo, o ciclo cardíaco, somente uma pessoa pode escutar de cada vez. Não existe a possibilidade de evidenciar um som específico relacionado com um evento específico no coração.

[0010] Problemas inerentes com os estetoscópios do projeto acústico atual são assim: projeto desfavorável para educação, escuta é impossível para identificação simultânea dos sons, anormalidades são difíceis de detectar e impossíveis de filtrar. Murmúrios são difíceis de detectar sem amplificação, filtragem e isolamento.

[0011] A escuta durante a consulta não é fácil e como os pacientes não podem escutar, isso mistifica todo o processo e torna mais difíceis a comunicação e as explicações. Com um estetoscópio acústico é virtualmente impossível armazenar os sons para reprodução posterior. Um microfone e recurso para tratar e armazenar os sons são necessários para essa finalidade.

[0012] No estetoscópio acústico, o som produzido por um órgão de um ser vivo é capturado por uma peça do tórax na forma de ondas de pressão e de lá encaminhadas para um tubo acústico flexível, que continua em dois condutos acústicos, cada um terminando com uma aurícula. A pressão acústica (ondas de som) é transportada da peça do tórax através dos condutos para a aurícula respectiva e agirão no ou-

vido para produzir o som. O sucesso da auscultação é assim inerentemente dependente não somente do estetoscópio, mas também dos ouvidos e a percepção do auscultador é parte do processo. A audição em pessoas diferentes naturalmente difere entre as pessoas e também na mesma pessoa, a audição muda com a idade. Os sons que a pessoa jovem facilmente percebe podem ser totalmente impossíveis para a pessoa mais idosa escutar.

[0013] A peça do tórax tradicionalmente usada tem uma desvantagem adicional em que quando a pessoa que escuta os sons corpóreos, por exemplo, os sons do coração, ele pode desejar escutar em várias localizações. As razões podem ser que o som é transplantado diferentemente em direções diferentes ou quando escutando os pulmões o médico escuta normalmente em várias localizações muito próximas. Isso significa que quando a peça do tórax é movida ela é levantada para longe do corpo e abaixada em uma nova localização. Enquanto a peça do tórax é levantada, todos os sons do corpo são interrompidos. Isso proporciona ao médico várias ocasiões para ajustar a audição em cada localização já que o processo é interrompido quando a peça do tórax é levantada.

[0014] O pessoal médico aprende a técnica da auscultação primariamente através do uso de um estetoscópio acústico e são treinados para ouvir os sons normais e anormais do coração e do pulmão com base nas suas qualidades acústicas específicas e no sincronismo relativo com outros sons biológicos.

[0015] Estetoscópios eletrônicos com amplificação e filtragem dos sons são conhecidos dentro da técnica. Em um tal estetoscópio, o som da atividade biológica é capturado por um microfone e o sinal pode ser filtrado tal como para remover o ruído, etc. A filtragem é também indicada como sendo, por exemplo, seletiva de modo a remover os sinais que emanam de um outro órgão diferente do que é o foco da investi-

gação. O sinal é a seguir enviado para um alto-falante nos condutos do estetoscópio. Um tal estetoscópio é conhecido de um pedido de patente US publicado US 2003/0072457 (publicado em 17 de abril de 2004).

[0016] Estetoscópios eletrônicos que compreendem uma peça do tórax portátil que se comunica com uma aurícula ou outros aparelhos ou alto-falantes, recurso de gravação, etc., são também conhecidos na técnica.

[0017] Tipicamente, a técnica anterior exige transdutores capazes de reproduzir toda a faixa ou próximo de toda faixa de som gerado pelos órgãos do corpo. Sons do coração geralmente se situam dentro da amplitude de 17 – 500 Hz. Frequências chave de interesse se situam dentro da amplitude de 17 – 200 Hz, e alguns dos sons mais importantes são encontrados entre 17 – 70 Hz. Pequenos alto-falantes e outros transdutores têm dificuldades na reprodução dessa faixa de frequência inferior, assim a escolha das aurículas na técnica anterior é natural.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[0018] Um objetivo da invenção é um estetoscópio eletrônico, abaixo chamado "monitor de som" ou "monitor" tendo funcionalidade e projeto melhorados.

[0019] Um objetivo adicional da invenção é prover um monitor de som eletrônico que proporciona ao médico uma ferramenta aperfeiçoada e fácil de usar na prática diária e também durante auscultações quando existem vários ouvintes.

[0020] Um objetivo adicional da invenção é tornar possível o uso de pequenos alto-falantes ou outros transdutores de elétricos a áudio, que não são capazes de representar as frequências geradas pelos órgãos de interesse. Objetivos adicionais são resolvidos pela invenção através do método planejado que envolve a manipulação da frequência dos sons a serem reproduzidos nesses dispositivos. Esse mesmo

método tem um uso adicional. Em alguns casos, um alto-falante ou transdutor de áudio pode representar sons não facilmente audíveis pelo ouvinte devido a limitações do humano em geral ou um defeito específico da audição do ouvinte. Esse método pode colocar o som previamente inaudível em faixas mais adequadas para o indivíduo.

[0021] Um exemplo de um som de órgão pode ser os murmúrios do coração. Esses sons podem ocorrer além dos sons normais do coração ou podem até mesmo substituir aspectos dos sons normais do coração. Para detectar ou identificar esses murmúrios, os sons são, de acordo com a invenção, alterados no aspecto de modo a intensificar os sons de interesse. Órgãos do corpo, como o coração, têm uma sequência previsível de sons. Métodos para identificar essas sequências podem incluir, por exemplo, as opções selecionáveis seguintes de:

- Remoção ou redução de sequências normais conhecidas dos sons do coração ou outros órgãos por meio da análise analógica ou digital do som para identificar e reduzir seções sem interesse. Esse aspecto por si próprio é conhecido, por exemplo, através de WO02/32313.

- Controle de volume automático padrão no domínio analógico ou digital normalmente descrito como controle de ganho automático (AGC). A finalidade é manter um nível de volume que pode ser acomodado pelos métodos de processamento eletrônico impedindo a sobrecarga.

- Técnicas de filtragem padrão como filtros de faixa de passagem, de alta frequência e de baixa passagem no domínio analógico ou digital.

- Graduação dinâmica dos sons no domínio analógico ou digital, normalmente descrita como técnicas de compressão, que limita a magnitude dos sinais para uma dada faixa. Diminuição do volume dos sons de alto nível e aumento do volume dos sons de nível inferior.

- Graduação dinâmica dos sons no domínio analógico ou digital, normalmente descrita como técnicas de expansão, que aumenta a magnitude dos sinais através de uma dada faixa. O aumento do volume dos sons de nível superior em comparação com os sons de nível inferior.

[0022] Além desses métodos, que podem ser usados no monitor de acordo com a invenção, serão descritos abaixo novos métodos de acordo com a invenção relacionados com a altura do som.

[0023] Todo o acima pode ser usado isoladamente ou em combinação, selecionável pelo ouvinte para mais efetivamente atingir os sons de interesse. Adicionalmente, a metodologia de processamento permite ajustes automáticos dos parâmetros que controlam a manipulação do som. Isso possibilita que o dispositivo mantenha as mudanças de rastreamento de saída mais eficaz na natureza dos sons do órgão.

[0024] Esses e outros objetivos são atingidos pela manipulação do som tal que a frequência é graduada de modo que a duração e as seqüências relativas do som são retidas, significando que o sincronismo dos sons fica correto, mas a frequência do som é diferente. A saída final pode até mesmo não incluir as frequências presentes no sinal original. O efeito é que os sons efetivamente são de altura maior facilitando o uso de pequenos alto-falantes. Na realidade, os sons do órgão de altura mais baixa não podem ser ouvidos mesmo quando grandes alto-falantes são usados. Quando usando pequenos alto-falantes nos aparelhos de acordo com a técnica, os sons de altura menor não são de fato representados.

[0025] A presente invenção compreende um monitor de som para uso como um estetoscópio compreendendo pelo menos um transdutor para transformar as vibrações em sinais elétricos, recurso de filtragem, recurso conversor A/D e D/A, recurso de amplificação, recurso de pro-

cessamento, uma câmara de som, na qual pelo menos um transdutor para transformar os sinais elétricos em som, é disposto, e um canal de som abrindo na dita câmara de som, o dito canal de som adaptado para enviar o som da câmara de som através de uma abertura conectando o canal de som com o ar ambiente.

[0026] O transdutor para transformar as vibrações em sinais elétricos é disposto em uma estrutura coletora de vibração.

[0027] Uma modalidade adicional da invenção reside na manipulação do som capturado pelo monitor de som tal que a frequência é graduada de modo que a "informação" tem a sua altura efetivamente elevada facilitando o uso dos pequenos alto-falantes. Exemplos desses são:

- Alteração da altura dos sons no domínio analógico ou digital, enquanto mantendo a duração da saída original. A criação de um efeito de escuta com altura maior ou menor.

- Alteração da altura dos sons no domínio analógico ou digital, enquanto alterando a duração da saída original. Isso cria um efeito de escuta em velocidade menor ou velocidade maior.

[0028] Em uma modalidade adicional de acordo com a invenção, um tipo especial de processamento de sinal é usado que graduará a informação tal que o sincronismo de cada som fica virtualmente correto. Isso é feito usando uma variedade e combinação de métodos de acordo com a invenção a ser descrita abaixo.

[0029] Em ainda uma modalidade adicional da invenção, a peça do tórax não tem tubulação acústica para conexão da peça do tórax diretamente com quaisquer aurículas. Um amplificador de potência é usado para acionar um pequeno alto-falante montado dentro do dispositivo, tal que múltiplos ouvintes em uma sala podem experimentar os sons selecionados do órgão humano. Esse amplificador tem consideravelmente mais potência do que o usado para acionar os fones de

ouvido.

[0030] Entretanto, as aurículas podem ainda ser usadas para conexão em um aparelho comum para distribuição dos sons para várias pessoas escutando. As aurículas conectadas no aparelho comum podem também ser usadas de modo a manter o ruído circundante em um baixo nível e, por meio disso, facilitar a percepção dos sons.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0031] Nos desenhos e nos quais elementos semelhantes foram indicados com caracteres de referência semelhantes:

[0032] Figura 1 mostra um estetoscópio comum de acordo com a técnica anterior.

[0033] Figura 2 mostra uma vista de um monitor de som de acordo com a invenção.

[0034] Figura 3 mostra em vista lateral esquemática um monitor de som de acordo com a invenção.

[0035] Figura 4 mostra um corte do monitor de som de acordo com a invenção ao longo de A-A indicada na Figura 3.

[0036] Figura 5 mostra um corte do monitor de som de acordo com a invenção ao longo de B-B indicada na Figura 2.

[0037] Figura 6 mostra duas modalidades de acordo com a invenção da câmara de som, canal de som e garganta.

[0038] Figura 7 é um diagrama de blocos mostrando um exemplo do dispositivo de acordo com a invenção.

[0039] Figura 8 mostra modalidades adicionais da estrutura coletora de vibração do monitor de acordo com a invenção.

[0040] Figuras 9 a-h mostram métodos utilizados de acordo com a invenção para alterar a altura de um sinal enquanto mantendo a duração original.

[0041] Figuras 10 a-b ilustram um sinal composto e um sinal correspondente tratados de acordo com a invenção, o tipo de "amostra-

gem" usada e a reconstrução do sinal é também ilustrada.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[0042] Com a finalidade de ilustração, a presente invenção será agora explicada com referência a um estetoscópio comum de acordo com a técnica anterior para uso na escuta dos sons do corpo tal como os sons que emanam de um coração humano. Um tal estetoscópio é mostrado na Figura 1.

[0043] Na figura é observada uma peça do tórax 101, que é presa em uma tubulação acústica flexível 102, que é dividida em dois biauriculares 103,104, cada um exibindo uma aurícula presa 105,106. O som é capturado pela peça do tórax e efetivamente passado como ondas de som para o ouvido do ouvinte. Esse é um quadro representativo do tipo antigo de estetoscópio. Em um tipo mais novo de estetoscópio, o som é capturado não pela peça de tórax, mas por um microfone. Esse microfone pode ser colocado em um pequeno recipiente preso como uma parte da tubulação acústica flexível, por exemplo, onde a tubulação divide nos biauriculares. O recipiente pode incluir um microfone, um amplificador e um alto-falante. Essa disposição funciona no modo analógico, exibe recurso de filtragem simples e pode também ter a possibilidade de armazenar e reproduzir em metade da velocidade.

[0044] Tradicionalmente, os médicos não desejam qualquer distorção do som, o que tem apresentado barreiras à mudança do conceito do estetoscópio.

[0045] De acordo com uma modalidade da invenção, o monitor de som, mostrado nas figuras 2-4 compreende uma parte superior 211 e uma inferior 210. Dentro das figuras 2-4, os números de referência são comuns para os detalhes que são mostrados. A parte inferior 210, uma estrutura coletora de vibração, é também chamada o sino. Na parte inferior do sino está um amortecedor, nessa modalidade, disposto tal como para contatar o corpo. Em uma modalidade alternativa, o sino

tem uma estrutura adicional em formato de sino disposta dentro do sino 210 na qual o transdutor, por exemplo, um microfone, é disposto. As duas disposições serão comentadas mais abaixo. Modalidades adicionais são descritas em conjunto com a Figura 8.

[0046] Embora a parte inferior acima seja chamada sino em conjunto com as figuras 2-4, essa parte inferior pode, em modalidades adicionais, ser uma estrutura coletora de vibração projetada ou embutida compreendendo um recurso receptor de vibração que pode ser, por exemplo, um microfone ou um recurso piezométrico, para a finalidade desse pedido chamado transdutores de vibrações para sinais elétricos.

[0047] É para ser notado que as partes inferior e superior se referem à configuração na Figura 2 como mostrado. A parte inferior 210 compreende o transdutor de vibração e a estrutura coletora para o mesmo.

[0048] Na modalidade descrita, a parte inferior em formato de sino 210 compreende um amortecedor cheio com líquido.

[0049] Na Figura 2a, a parte superior 211 do monitor de som é mostrada de cima. Um botão para iniciar/parar a escuta 201, um botão para iniciar/parar a gravação 202, a saída do alto-falante 203, um controle de volume 204, um monitor de LCD 205 um orifício de IR 206, uma saída dos fones de ouvido 207 e um controle de menu 208 são mostrados. Deve ser entendido que esse é um desenho esquemático e que o projeto do monitor de som pode ser adaptado tal como para ser facilmente usado com uma mão.

[0050] Na Figura 3, o monitor de som é visto em uma vista lateral mostrando a parte superior 211 tendo um botão para iniciar/parar a escuta 201 (o botão para iniciar/parar a gravação 202 não mostrado), o orifício de IR 206 e uma saída do fone de ouvido 207.

[0051] Na Figura 4, um corte paralelo à superfície superior do mo-

nitor de som aproximadamente ao longo da linha A - A na Figura 3 é mostrado. Na figura, o alto-falante 214, uma placa de circuito com a CPU 213, parte do canal de som 212 e a garganta 218 do canal de som 212 são indicados.

[0052] Na Figura 5, um corte ao longo da linha B – B na Figura 3 é mostrado aqui na parte superior 211 estão o monitor de LCD 205, a placa de circuito com a CPU 213, a disposição da câmara de som 215, o canal de som 212 e a garganta 218. Na câmara de som 215, um alto-falante 214 é disposto. Essa disposição será discutida mais abaixo em conjunto com a Figura 6.

[0053] Na parte superior 211 o canal e a câmara 215 são dispostos como mostrado de modo a intensificar as frequências inferiores. Quanto mais baixas as frequências mais longo o canal deve ser (comparar os tamanhos de um alto-falante de base com o tamanho de um alto-falante de agudos). O uso do canal e da câmara assegura que o som das frequências menores não seja somente graduado para cima, mas também direcionalmente focalizado. Os sons de baixas frequências se espalham enquanto que os sons de altura maior são direcionais.

[0054] É evidenciado que em um estetoscópio acústico esse problema não existe já que o som capturado pela peça do tórax é diretamente entregue para o ouvido (isto é, um espaço relativamente fechado).

[0055] Em conjunto com as Figuras 6a e 6b, duas modalidades da disposição de garganta, canal e câmara serão descritas. A modalidade preferida é a mostrada na Figura 6a. Nas duas figuras, os mesmos números de referência se referem aos detalhes correspondentes. A disposição do alto-falante, câmara, canal e garganta é crítica para o desempenho do dispositivo.

[0056] Os limites físicos do dispositivo são esquematicamente in-

dicados pela linha tracejada 220. Isso é somente para indicar que todo o canal 212, exceto a abertura ou garganta 218 do canal, fica fechado dentro do dispositivo. Na extremidade oposta do canal 212 da garganta 218, uma câmara 209 fica situada. Nessa câmara 209, um pequeno alto-falante 214 é disposto para enviar os sons capturados tendo passado por tratamento de sinal no dispositivo.

[0057] As duas modalidades diferem em que a garganta 218 e os alto-falantes 209 são dispostos um pouco diferentes.

[0058] Na modalidade de acordo com a Figura 6a, o fechamento completo do alto-falante facilita uma limpeza mais fácil já que existem menos aberturas no alojamento do dispositivo. O projeto do canal pode seguir trajetórias curvadas de modo que toda a disposição pode ser acomodada dentro das dimensões físicas do dispositivo. O projeto da garganta 218 usa curvas exponenciais para formar um captador aberto. Aqui a combinação de garganta, câmara e canal é projetada para produzir um efeito captador para máxima sensibilidade e capacidade de direção. Essa modalidade provê, assim, a saída de som mais alta com maior capacidade de direção.

[0059] Na modalidade de acordo com a Figura 6b, o projeto utiliza um alto-falante de irradiação direta com a disposição da garganta e canal provendo reforço das frequências de baixos. Nessa versão, a garganta é mais estreita comparada com a modalidade de acordo com a Figura 6a. A combinação de garganta, câmara e canal é projetada de modo que a saída da garganta amplia a saída do alto-falante, reforçando as baixas frequências. O alto-falante de irradiação direta, irradiando através de uma abertura diretamente para o ar proporciona maior dispersão do som, o que pode ser vantajoso onde vários ouvintes estão envolvidos. O som, assim, vem diretamente do alto-falante e também indiretamente através do canal de som.

[0060] O botão de controle de volume pode ser manobrado usan-

do, por exemplo, o polegar. Como mostrado, dois botões são dispostos na frente da parte superior (um não visível, estando no lado traseiro) para uso na manobra da escuta, etc. A funcionalidade do monitor de som pode ser disposta tal que o auscultador mantém a peça do tórax/monitor de som na palma da mão tal que o alto-falante ficará situado entre os dedos. O polegar é usado para o controle do volume e o dedo médio controla os botões de desliga/liga.

[0061] Quando o amortecedor disposto na base da parte inferior em formato de sino 210 é colocado contra o corpo e o botão de liga/desliga é pressionado, o dispositivo inicia uma "escuta ativa", isto é, os sons são capturados e os sons serão ouvidos através do alto-falante. A escuta ativa é planejada para a identificação do aspecto de som específico que é procurado. Depois que o som foi identificado/encontrado, uma gravação é iniciada pressionando o botão de gravação com o dedo médio. O dispositivo é removido do corpo e pressionando uma vez mais o botão de gravação com o dedo médio ocasiona uma reprodução repetitiva do último som gravado. Por som é aqui planejado o som através de um período predeterminado a ser decidido, por exemplo, pelo usuário dependendo da aplicação. Para a reprodução os sinais representando o som gravado podem ser tratados usando filtragem, etc.

[0062] O amortecedor é preferivelmente cheio com um meio adequado. Isso é feito de modo a reduzir a perda da frequência e níveis durante a transição dos sons capturados entre meios diferentes. Em um estetoscópio acústico, o som vem do corpo, o corpo compreendendo principalmente fluido, é transferido através do ar para um dispositivo de captura (no estetoscópio acústico não existe, na realidade, dispositivo de captura já que o som é transferido através da tubulação diretamente para o ouvido, o ouvido sendo o dispositivo de captura).

[0063] De acordo com uma modalidade da invenção, isso é substi-

tuído pelas transições seguintes: do corpo, compreendendo principalmente fluido, o som é transferido através de um líquido e de lá para uma estrutura coletora de vibração e transdutor de vibração. Quanto ao tipo de líquido no amortecedor, ele pode ser um líquido tendo baixa viscosidade, por exemplo, metanol. Material tendo uma viscosidade nas faixas mais altas produz menos ruído, entretanto, a viscosidade menor produz melhor amplificação ou preferivelmente menos som é perdido quando comparado com o ar.

[0064] Entretanto, alternativamente, um líquido de alta viscosidade ou até mesmo um gel pode ser utilizado para deliberadamente encobrir a recepção das frequências mais altas.

[0065] Uma modalidade da invenção pode ser eletricamente executada como é mostrado no diagrama de blocos na Figura 7. O transdutor de vibração 701 é disposto na parte do dispositivo que é pressionada contra o corpo para capturar os sons do corpo. Os sinais analógicos do mesmo aparecerão na entrada do amplificador de entrada 703. Os sinais são amplificados lá e a seguir tratados em um filtro analógico 705 compreendendo: filtro passa alta e filtro passa baixa. Os sinais filtrados são aplicados em um amplificador de ganho analógico 706 compreendendo dois controles de ganho de entrada, respectivamente. Os sinais amplificados são então convertidos em um conversor A/D de dois canais 707 para sinais digitais. Esses sinais digitais são aplicados na entrada de um processador de sinal digital 708. O processador de sinal digital 708 compreende uma fonte de relógio 709.

[0066] Existe também um transdutor auxiliar 702 com amplificador de entrada correspondente 704 e uma trajetória de sinal correspondente como evidente a partir da descrição acima e do diagrama. Existem dois usos possíveis para o transdutor auxiliar 702:

1. em uma criança muito pequena ou em outros casos especiais, podem existir locais difíceis de alcançar usando o transdutor

embutido primário. Em tais casos, um pequeno transdutor externo conectado através de fiação pode ser mais adequado para a finalidade (menor para bebês, maior para animais, em formato especial ou montado para vários projetos);

2. um transdutor auxiliar pode, em ambientes especialmente ruidosos, ser preso de modo a capturar os sons circundantes. O som indesejado pode então ser cancelado do som capturado pelo transdutor primário. Esse método de uso de um microfone externo para capturar o ruído é frequentemente usado em fones de ouvidos em aviões.

[0067] O processador de sinal digital 708 é adaptado para aplicar o tratamento de sinal especial descrito abaixo em conjunto com as figuras.

[0068] No dispositivo existem controles, aqui mostrados como uma série de interruptores 710, que são adaptados para permitir a seleção da opção e controle do parâmetro para entrada para o processador de sinal digital 708 no qual um programa é executado. Existe também um monitor de matriz LCD 711 para exibir dados pelo programa, tanto mostrando as opções/parâmetros escolhidos quanto mostrando mensagens do programa. O monitor de LCD pode também, em uma modalidade, ser adaptado para mostrar formas de onda dos sons não tratadas ou tratadas.

[0069] Também é disposto um controle de rolagem 712 para menus do LCD. Uma memória de estado sólido 713 para reprodução e análise dos dados de áudio capturados é também disposta. O dispositivo pode opcionalmente ter recurso para, por exemplo, comunicação de IR ou rádio com um dispositivo de armazenamento externo (não mostrado) para armazenamento adicional dos dados de áudio.

[0070] Também é mostrado um monitor de voltagem e suprimento de potência de bateria 714 para energizar o dispositivo.

[0071] Os sinais tratados no processador de sinal digital 708 de acordo com o programa funcionam no mesmo e sob as condições traçadas pela opção selecionada e os parâmetros escolhidos lá produzindo sinais correspondentes transformados de acordo com as entradas. Os sinais transformados são então tratados em um conversor de digital para analógico 715. A saída é submetida ao controle de ganho em um amplificador de potência 716, que pode ser manipulado pelo usuário. Na saída do amplificador de potência um pequeno alto-falante, por exemplo, tendo um diâmetro de aproximadamente 5 cm ou menos, é disposto.

[0072] Uma saída opcional de fone de ouvido ou fone de cabeça 718 pode ser disposta. Fones de cabeça 719 são mostrados no desenho.

[0073] Na Figura 8 são mostradas modalidades adicionais do monitor de som de acordo com a invenção. A parte do monitor chamada sino alternado da parte inferior no precedente pode também ser projetada diferentemente. A parte inferior será chamada, em conjunto com essa figura, estrutura coletora de vibração, e isso é planejado para abranger ambos o transdutor para transformar as vibrações em sinais elétricos e a estrutura, na qual o transdutor é montado, onde a estrutura exibe formas geométricas diferentes.

[0074] Na Figura 8a é mostrado um exemplo do "sino" que não corresponde à forma de um sino tradicional, ao invés disso a uma forma semelhante a uma tigela. Nessa tigela o transdutor é montado.

[0075] Na Figura 8b é mostrada uma modalidade na qual a estrutura coletora de vibração é essencialmente construída dentro do monitor. A estrutura aqui tem uma forma cilíndrica com uma seção transversal circular ou oval. A Figura 8c mostra a estrutura correspondente quando montada no fundo do monitor e finalmente a Figura 8d ilustra a estrutura coletora de vibração e o transdutor como essencialmente

embutidos no monitor. A Figura 8e exemplifica que a seção transversal da estrutura circundante pode exibir formas diferentes.

[0076] Sob esse aspecto, é evidenciado que o transdutor para transformar as vibrações em sinais elétricos pode não somente compreender o que é normalmente chamado de um microfone, mas também pode consistir em um elemento piezelétrico ou um filme piezelétrico que é montado no cilindro, estrutura circundante, estendido em um elemento de armação adaptado em um estado pré-esticado cobrindo essencialmente a seção transversal do cilindro.

[0077] No caso onde um amortecedor é aplicado no filme piezelétrico, o dito filme pode também ser disposto em um de ambos os lados do amortecedor. O filme deve também aqui ser firme e estendido. Dessa maneira, o filme piezelétrico essencialmente ficará em contato direto com a pele do paciente, as vibrações serão capturadas pelo filme piezelétrico e transformadas em sinais elétricos.

[0078] O programa para uso no processamento do sinal digital dos sinais de acordo com a invenção pode ser um software carregável ou parcialmente implementado como hardware no dispositivo.

[0079] De acordo com uma modalidade adicional da invenção, um tratamento de sinal foi planejado no qual a altura do som é elevada sem mudar a escala de tempo do som. Isso é importante, já que a elevação dos sons para frequências mais altas permite o uso de pequenos alto-falantes, para escutar os sons que de outra forma seriam dificilmente audíveis e pela conservação da escala de tempo dos sons, por exemplo, um ciclo cardíaco normal é fácil de identificar. A mudança (gradação ascendente) da frequência do som deve ser individual, naturalmente, para a pessoa dependendo, entre outras coisas, da audição dessa pessoa.

[0080] Na Figura 9a é mostrada uma análise digital pelo método de FFT (transformada rápida de Fourier) de um sinal possível. Uma

forma de onda do sinal pode ser analisada dessa maneira em seções. O método de FFT produz uma lista das frequências constituintes, sua magnitude e relacionamento relativo. Os componentes individuais são ondas senoidais puras que são fáceis de descrever matematicamente, e assim podem ser graduadas para frequências diferentes. Essas novas frequências são re combinadas com o mesmo relacionamento relativo para produzir uma versão com altura alterada do original como visto na Figura 9b. Quando cada seção é analisada e reconstituída, alguma forma de regularização pode ser necessária nos limites da seção. A sobreposição de seções seguida por desvanecimento cruzado quando o sinal é reconstituído minimiza perturbações.

[0081] Uma característica da análise FFT é que ela realmente exige potência de computação significativa. O processador do sinal digital do dispositivo pode não ser capaz de prover esse nível de computação em uma base contínua. Portanto, outros esquemas são usados para obter a mudança da altura que exige menos tempo de processamento computacional extra.

[0082] As Figuras 9c e 9d demonstram um esquema que exige o mínimo de computação. Uma janela das amostras da forma de onda é reproduzida em taxa dupla e replicada. Quando a próxima janela é processada, o desvanecimento cruzado entre as janelas minimiza perturbações.

[0083] O método acima é também estendido pela detecção de onde o sinal cruza o eixo zero, assim permitindo que ciclos e semiciclos da forma de onda sejam identificados. As Figuras 9e e 9f mostram como os ciclos podem ser replicados e reproduzidos em duas vezes a velocidade para obter uma duplicação de altura e retenção da duração original.

[0084] As Figuras 9g e 9h mostram a replicação de semiciclo em duas vezes a velocidade. Nesse caso, a polaridade de cada semiciclo

replicado deve ser invertida para atingir a junção mais regularizada.

[0085] Depois dos tratamentos acima, o sinal não pode ser representado por uma curva regular. O fenômeno é mais ou menos severo dependendo da proximidade em que a amostragem é feita. Existem também algoritmos para regularização do sinal que são conhecidos no processamento do sinal especialmente na gravação de música. Alguns dos algoritmos exigem uma nova amostragem do sinal. Isso pode ser realizado em um nível matemático a partir dos dados originais. Alternativamente, um conversor adicional de analógico para digital pode ser utilizado que opera em uma frequência de amostragem diferente do primeiro. A utilização desse segundo conversor minimiza processamento computacional extra. Isso é importante já que alguns desses cálculos exigem uma grande capacidade computacional e a combinação de métodos computacionais acelerará o processo e economizará espaço no processador.

[0086] A invenção permite o tratamento de sons usando uma mistura dos processos acima. O tipo de "amostragem" de acordo com a invenção é também ilustrado na Figura 10. Isso é exemplificado nas Figuras 10a-10b. Nas figuras, o volume/magnitude de um sinal é desenhado como uma função do tempo.

[0087] Na Figura 9g, uma forma de onda original é desenhada e uma janela é indicada por uma seta horizontal. O método usado é a mudança de altura pela réplica do semicírculo. A forma de onda resultante de altura duplicada é mostrada na Figura 9h. A janela de tempo equivalente é indicada.

[0088] Quanto mais curto o período da amostragem, melhor o resultado do procedimento.

[0089] Um uso adicional da técnica de análise do FFT pelo dispositivo é identificar as anormalidades mais comumente encontradas do coração ou outro órgão.

[0090] O uso do amortecedor de acordo com a invenção proporciona o benefício de reduzir o ruído externo e remove algumas das interrupções quando movendo os monitores de som no corpo como descrito acima. Entretanto, de acordo com uma modalidade adicional do monitor de som inventivo, o amortecedor pode ser substituído por um recurso do tipo de sino. O sino será circundado por um revestimento protetor externo e fica elasticamente suspenso usando filamentos ou outra suspensão flexível. Isso mostrou proporcionar bons resultados. O sino interno ficará em contato com a pele do paciente, mas os dedos do auscultador ficarão em contato com o revestimento externo do sino. Assim, nenhum ruído será transferido para o dispositivo interno.

REIVINDICAÇÕES

1. Monitor de som eletrônico para uso como um estetoscópio compreendendo pelo menos um transdutor para transformar as vibrações em sinais elétricos (217;701,702), recurso de filtragem (705), recurso conversor de A/D e D/A (707,715), recurso de amplificação (703,704,706,716), recurso de processamento (708), uma câmara de som (215) na qual pelo menos um transdutor para transformar os sinais elétricos em som (214) é disposto e um canal de som (212) abrindo dentro da dita câmara de som, o dito canal de som adaptado para enviar o som da câmara de som (214) através de uma abertura (218) conectando o canal de som com o ar ambiente, caracterizado pelo fato de que a câmara de som (215) conduz apenas ao canal de som (212) e a garganta, a combinação de câmara de som (215) e canal de som (212) são projetadas para produzir um efeito de corneta.

2. Monitor de som eletrônico de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o transdutor para transformar as vibrações em sinais elétricos (217;701,702) é disposto em uma estrutura coletora de vibração (210) do monitor.

3. Monitor de som eletrônico de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a estrutura coletora de vibração (210) do monitor é em formato de sino.

4. Monitor de som eletrônico de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a estrutura coletora de vibração (210) do monitor é de uma forma geralmente cilíndrica.

5. Monitor de som eletrônico de acordo com qualquer uma das reivindicações 3 ou 4, caracterizado pelo fato de que o transdutor para transformar as vibrações em sinais elétricos (217;701,702) é fechado em um amortecedor disposto dentro da estrutura coletora de vibração (210) do monitor, o dito amortecedor adaptado para ser pressionado contra o corpo de uma pessoa.

6. Monitor de som eletrônico de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que o transdutor para transformar as vibrações em sinais elétricos (217;701,702) fica suspenso em uma parte interna em formato de sino disposta dentro da parte em formato de sino (210) do monitor e adaptado para ser pressionado contra o corpo de uma pessoa.

7. Monitor de som eletrônico de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que a câmara de som (215) somente leva para o canal de som (212) e a combinação de garganta, câmara e canal é projetada para produzir um efeito captador.

8. Monitor de som eletrônico de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que a câmara de som (215) leva para o canal de som (212) e também exibe uma abertura diretamente para o ar ambiente, e onde o alto-falante é um alto-falante de irradiação direta e a disposição de garganta e canal disposta para reforçar as baixas frequências.

9. Monitor de som eletrônico de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de que a garganta (218) do canal de som (212) é aberta para fora e termina em uma abertura na parte superior (211) do monitor.

10. Monitor de som eletrônico de acordo com qualquer uma das reivindicações 5, ou 6 a 8, caracterizado pelo fato de que o amortecedor é cheio com um fluido tendo uma viscosidade que fica na faixa aproximada de 0,6 – 1,6 mPa.s (1,6 cP).

11. Monitor de som eletrônico de acordo com qualquer uma das reivindicações 5, ou 6 a 8, caracterizado pelo fato de que o amortecedor é cheio com um gel tendo uma viscosidade que fica na faixa aproximada de 40 – 2000 mPa.s (40 2000cP).

12. Monitor de som eletrônico de acordo com qualquer uma

das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que um programa executado na CPU (213) causa a alteração da altura dos sons capturados no domínio analógico ou digital, mantendo a duração de saída original pela multiplicação dos sons amostrados.

13. Monitor de som eletrônico de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizado pelo fato de que um programa executado na CPU (213) causa a alteração da altura dos sons capturados no domínio analógico ou digital, alterando a duração de saída original.

14. Monitor de som eletrônico de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizado pelo fato de que um programa executado na CPU (213) causa a alteração da altura percebida dos sons capturados no domínio analógico ou digital sem alterar a altura real, ajustando a fase relativa dos componentes de alta frequência e baixa frequência.

15. Monitor de som eletrônico de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizado pelo fato de que um programa executado na CPU (213) altera os aspectos dos sons alto de fundo tal que os sons de fundos não são severamente mascarados pelos sons altos, ajustando os volumes relativos das seções que ocorrem nas sequências rítmicas.

16. Monitor de som eletrônico de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizado pelo fato de que um programa executado na CPU (213) identifica as sequências rítmicas de ocorrência comum dos órgãos do corpo.

17. Método para ser usado com um monitor de som eletrônico como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 16, caracterizado pelo fato de que um programa executado na CPU (213) causa a alteração da altura dos sons capturados no domínio analógico ou digital, mantendo a duração de saída original pela multiplicação dos

sons amostrados.

18. Método para ser usado com um monitor de som eletrônico como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 16, caracterizado pelo fato de que um programa executado na CPU (213) causa a alteração da altura dos sons capturados no domínio analógico ou digital, alterando a duração de saída original.

19. Método para ser usado com um monitor de som eletrônico como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 16, caracterizado pelo fato de que um programa executado na CPU (213) causa a alteração da altura percebida dos sons capturados no domínio analógico ou digital sem alterar a altura real, ajustando a fase relativa dos componentes de alta frequência e baixa frequência.

20. Método para ser usado com um monitor de som eletrônico como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 16, caracterizado pelo fato de que um programa executado na CPU (213) altera os aspectos dos sons alto e silencioso tal que os sons silenciosos não são severamente mascarados pelos sons altos, ajustando os volumes relativos das seções que ocorrem nas sequências rítmicas.

21. Método para ser usado com um monitor de som eletrônico como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 16, caracterizado pelo fato de que um programa executado na CPU (213) identifica as sequências rítmicas de ocorrência comum dos órgãos do corpo.

Fig. 1

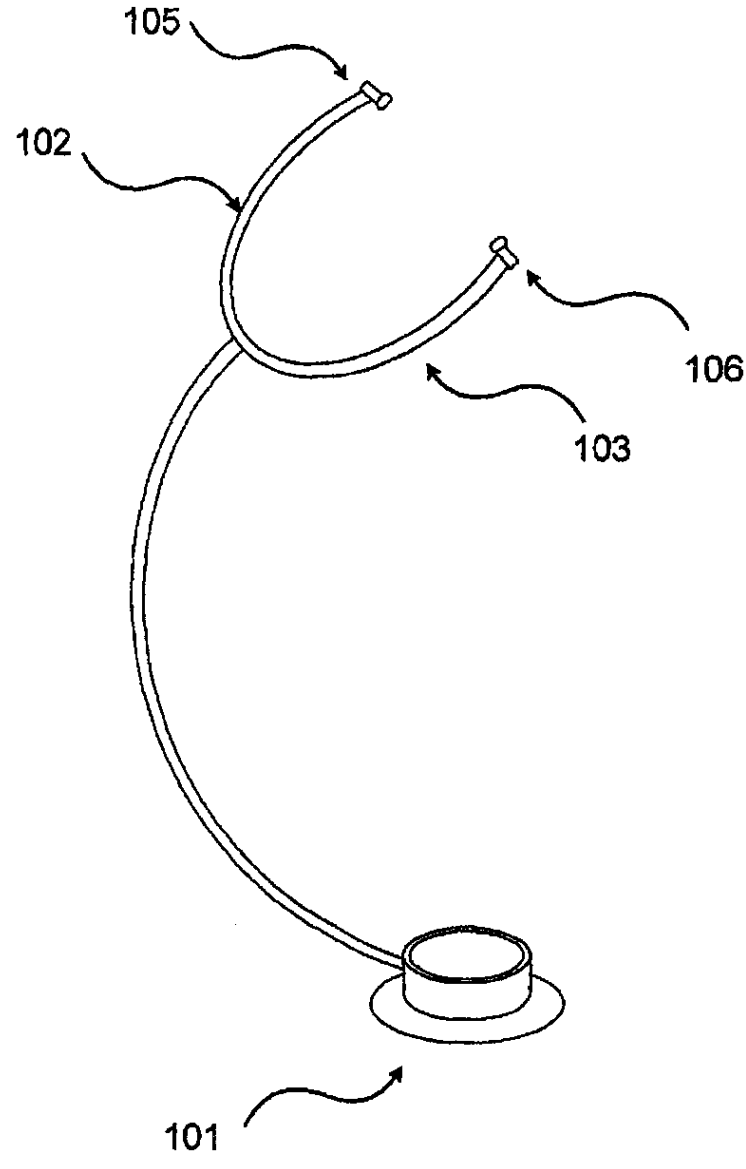


Fig. 2

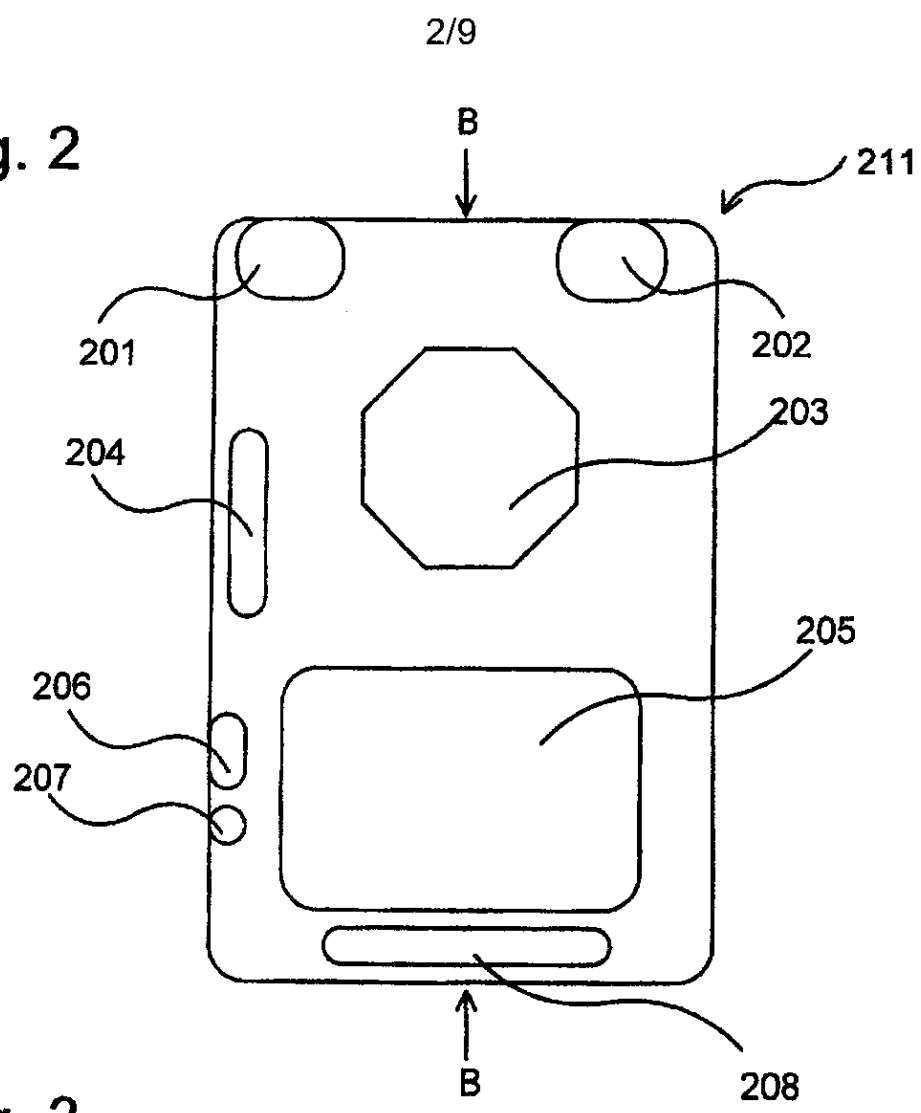


Fig. 3

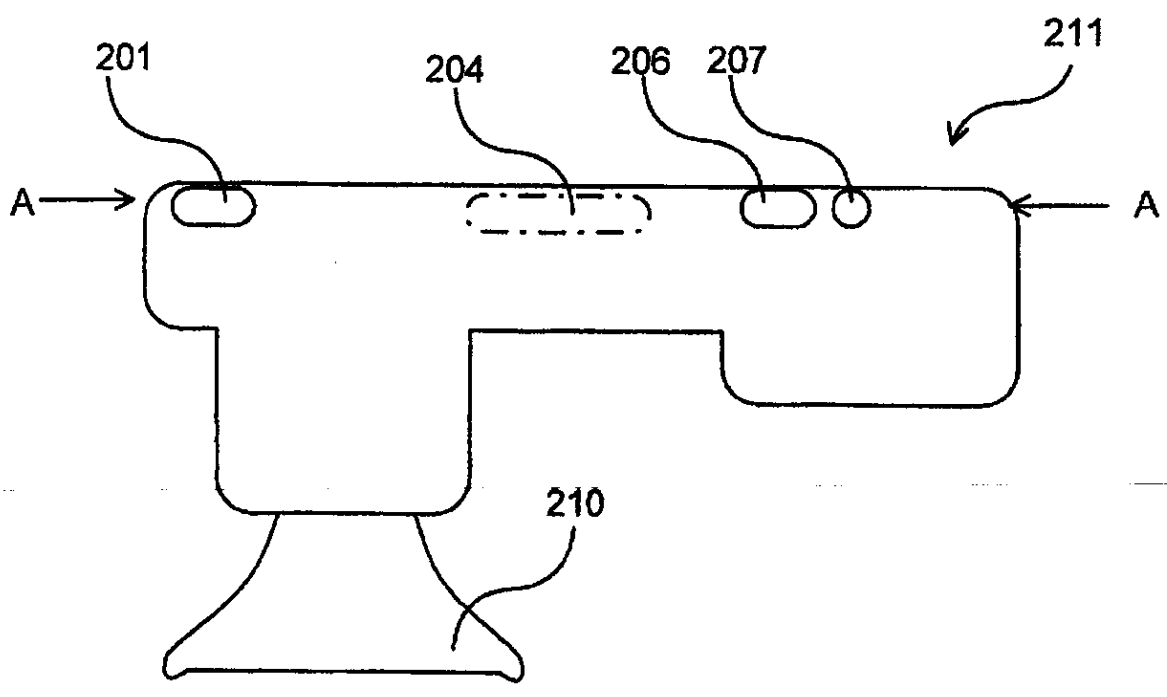


Fig. 4

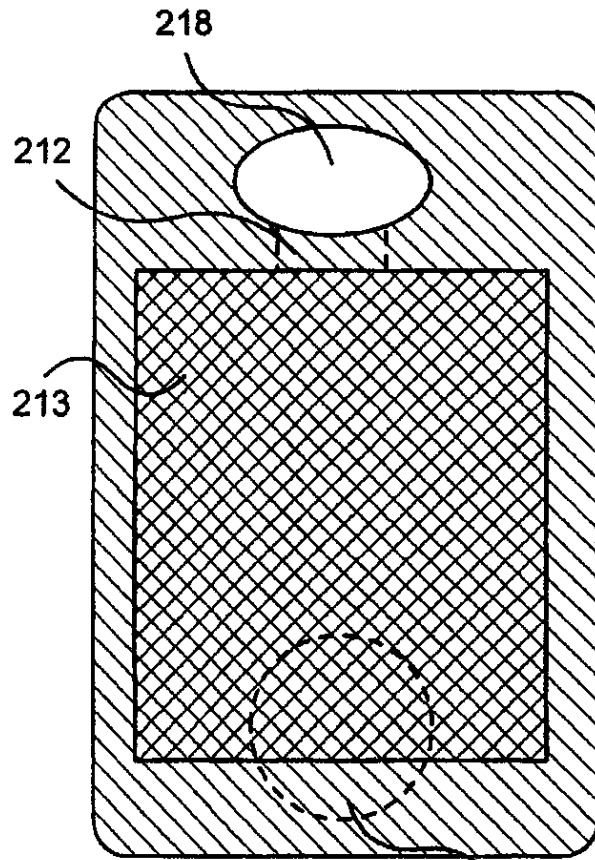
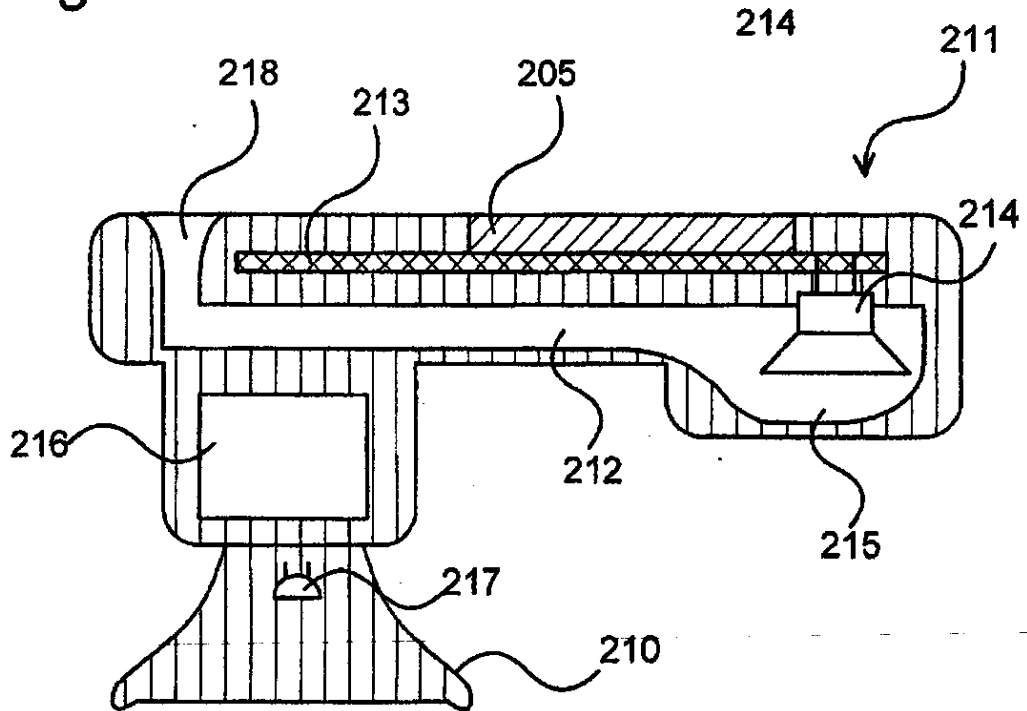


Fig. 5



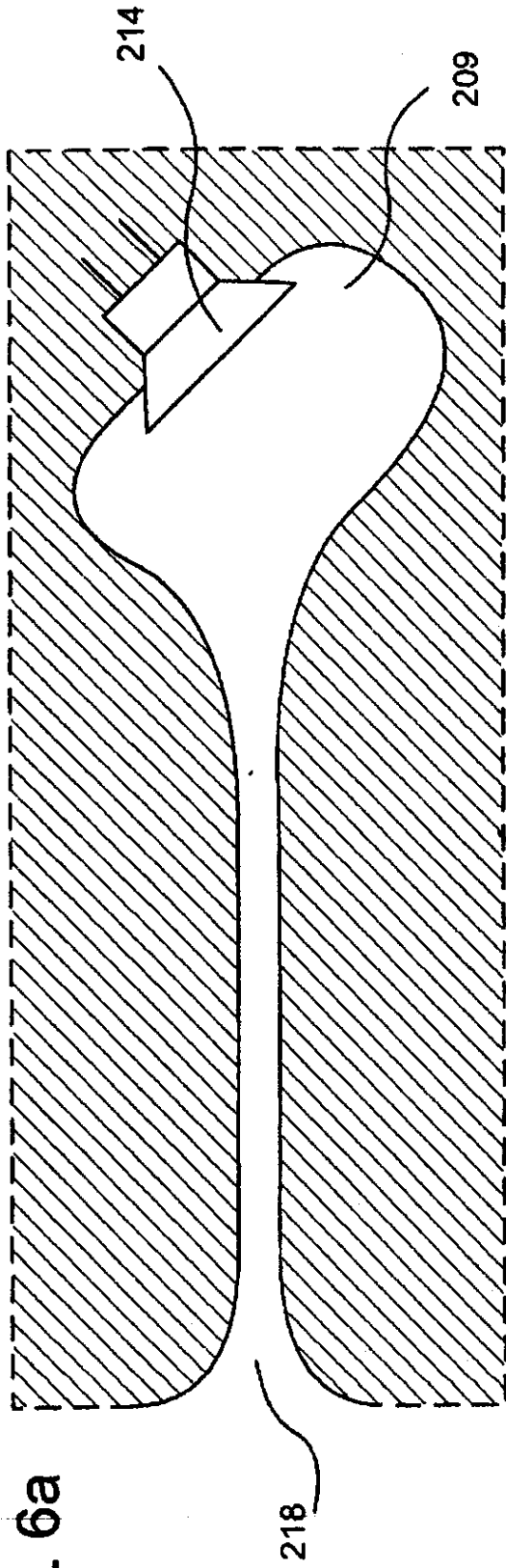


Fig. 6a

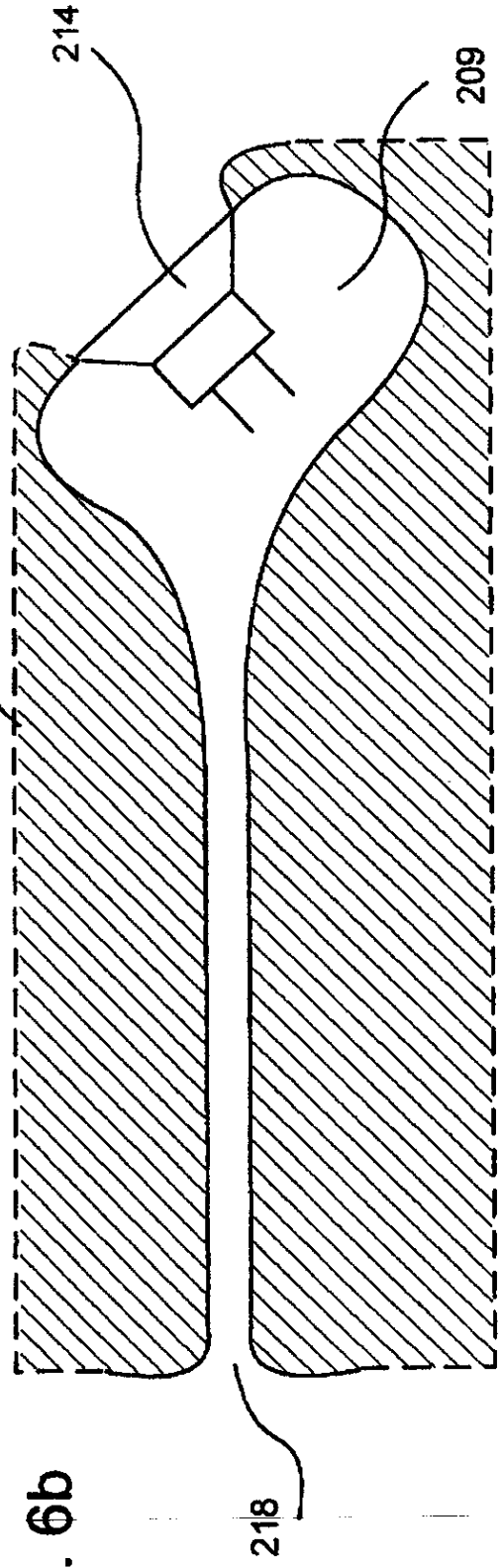


Fig. 6b

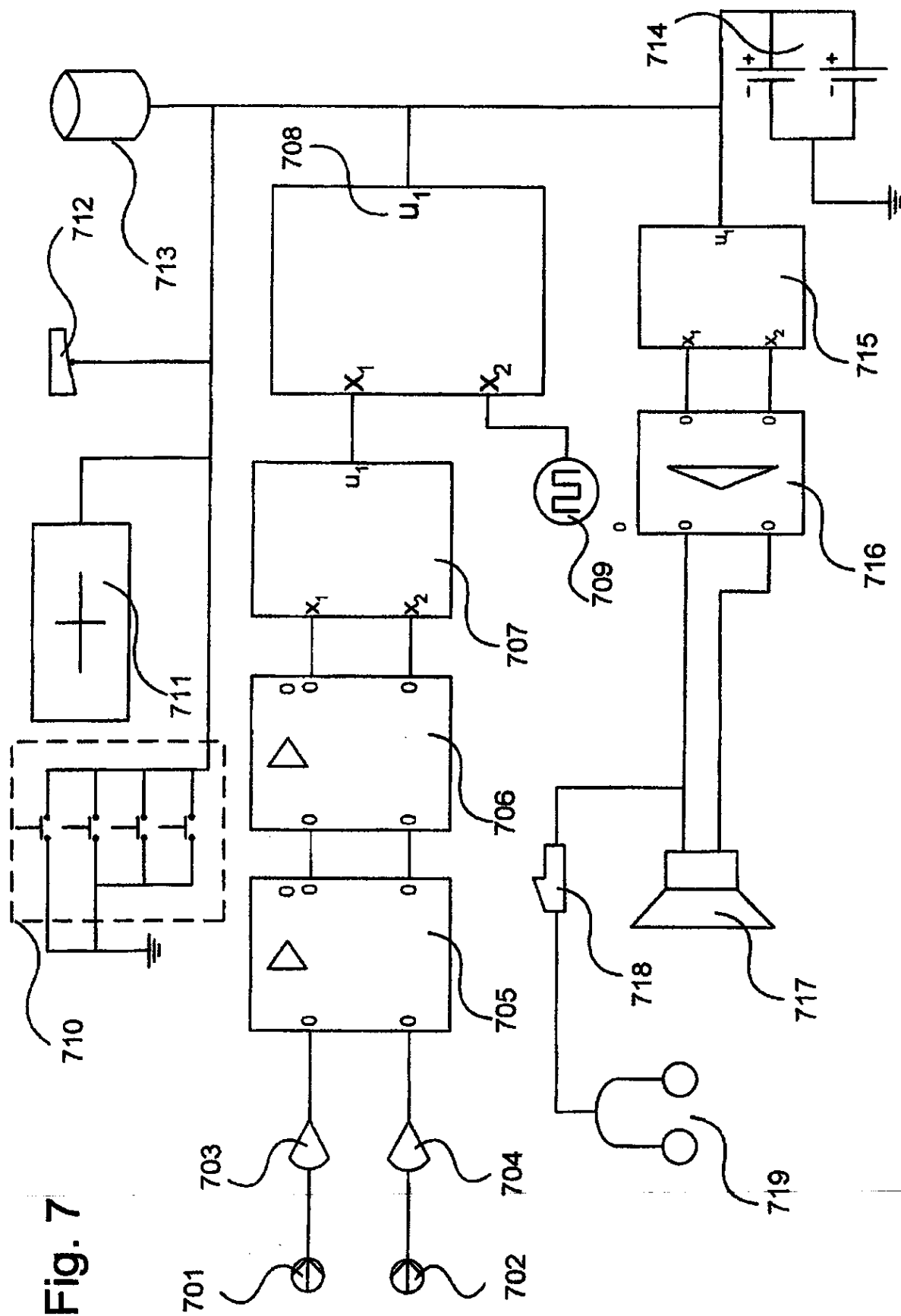


Fig. 7

6/9

Fig. 8a

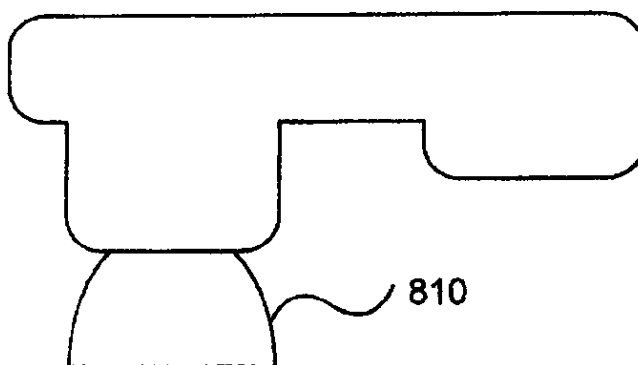


Fig. 8b

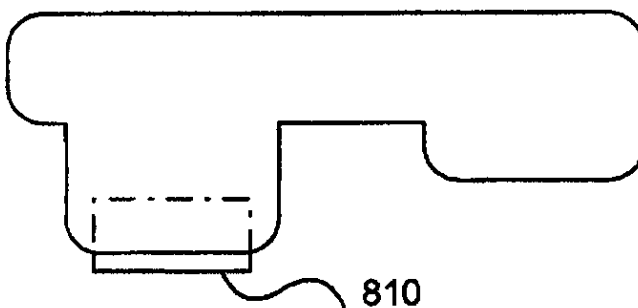


Fig. 8c

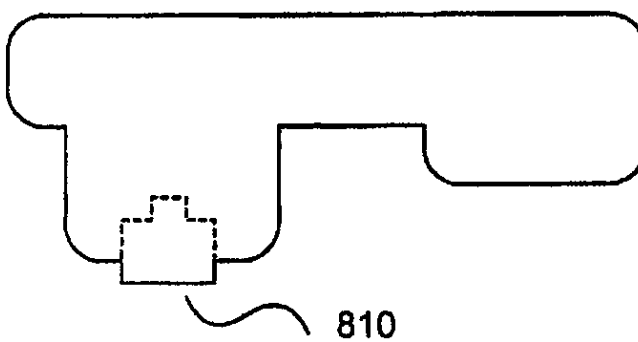


Fig. 8d

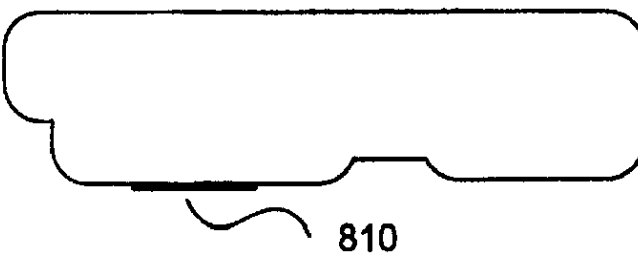
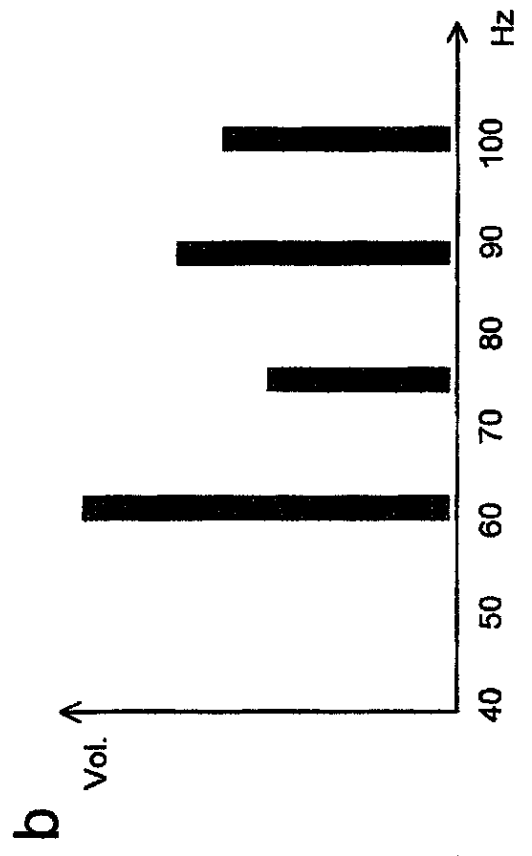
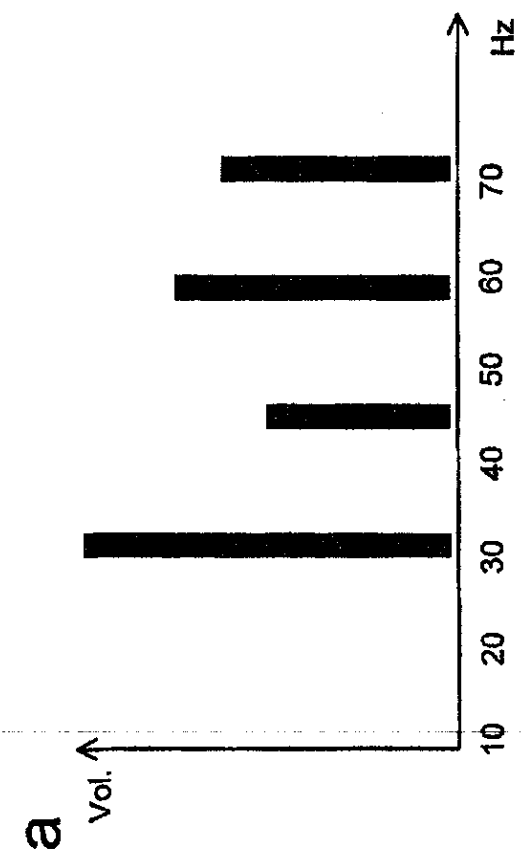


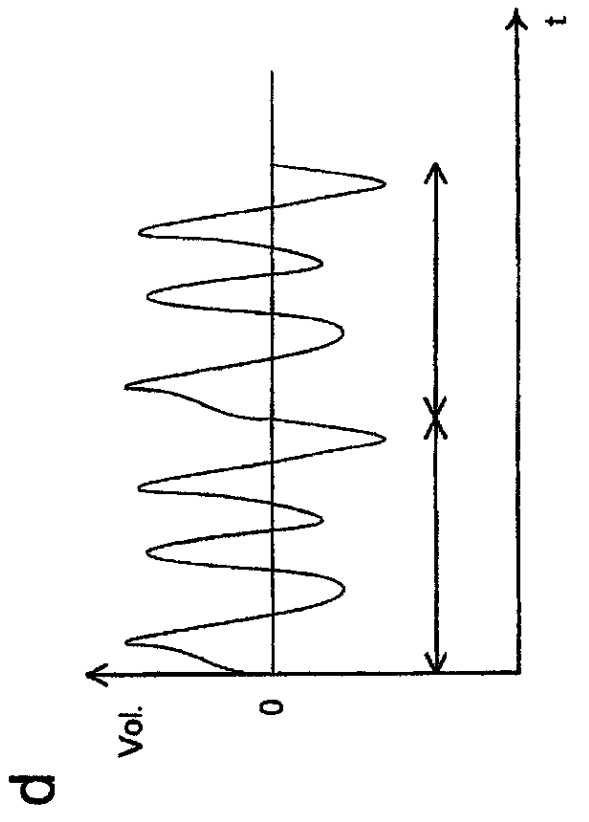
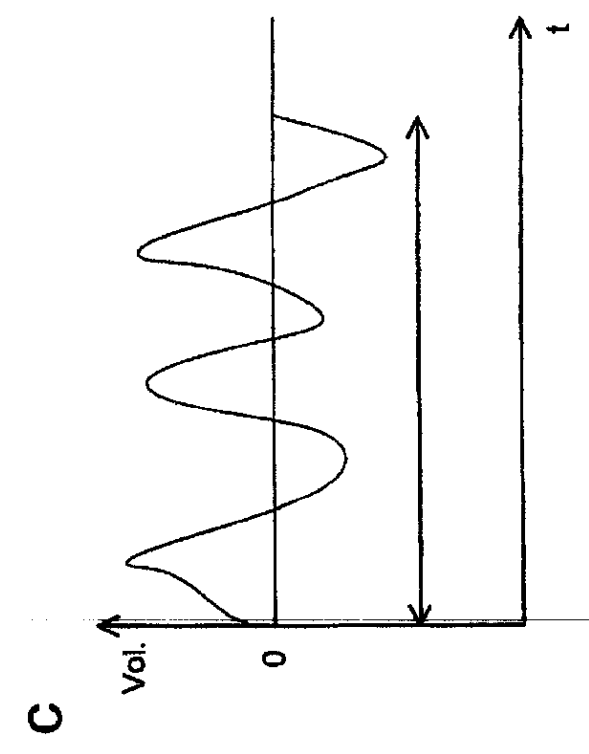
Fig. 8e



Fig. 9

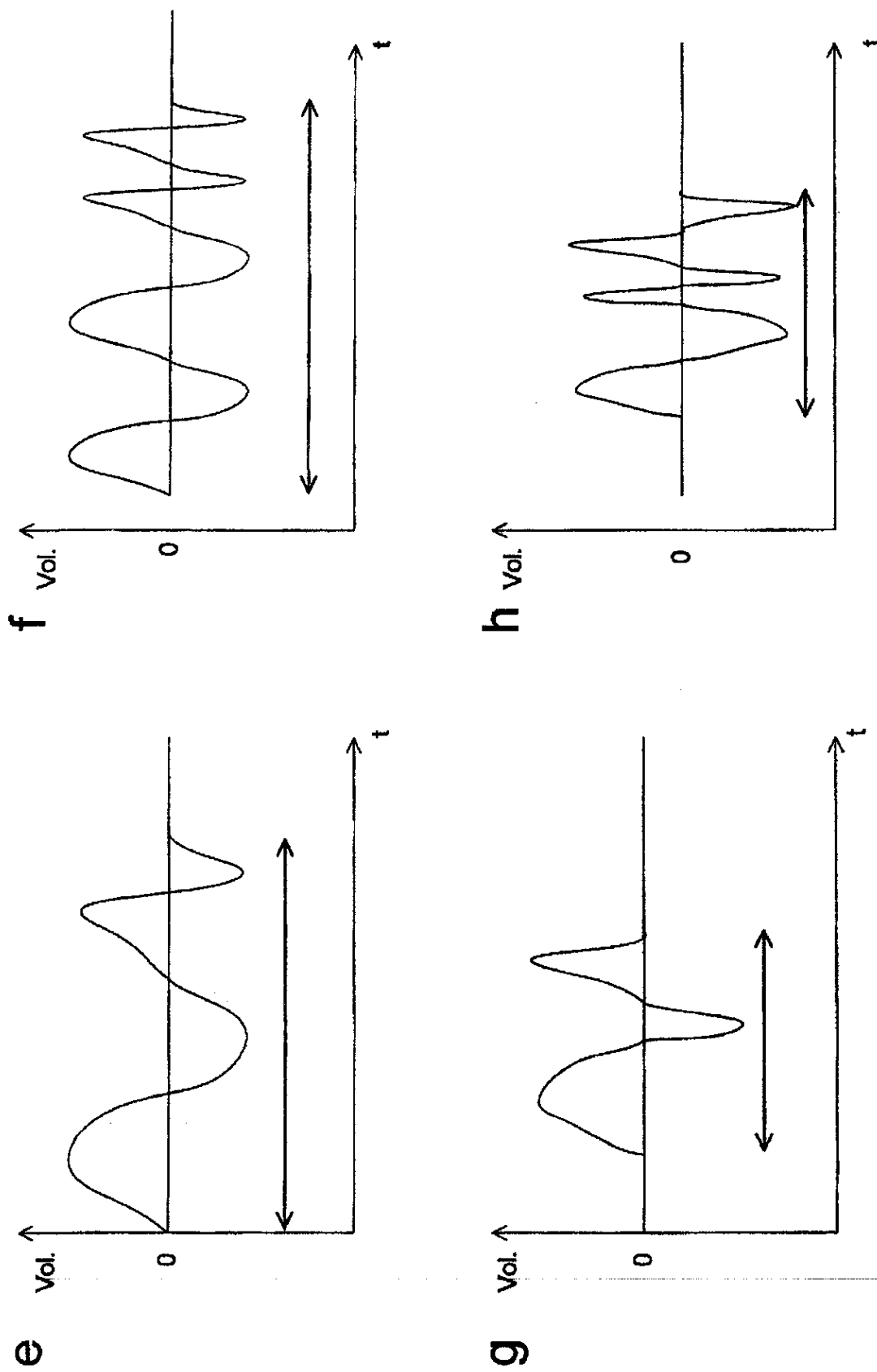


7/9



8/9

Fig. 9



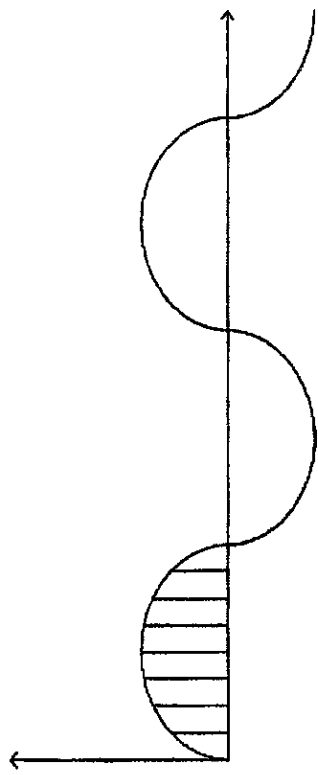


Fig. 10a

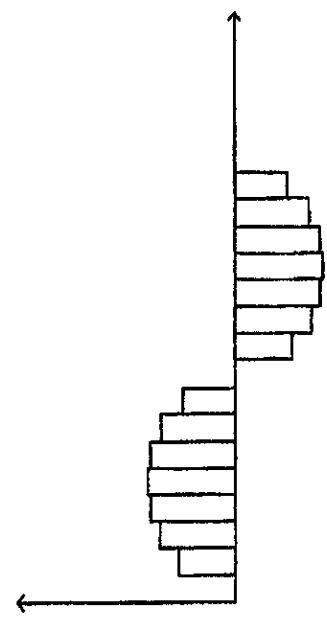


Fig. 10b