



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) BR 112012032825-5 B1



(22) Data do Depósito: 30/03/2011

(45) Data de Concessão: 13/10/2021

(54) Título: GERADOR ACÚSTICO E UNIDADE DE ALTO-FALANTE

(51) Int.Cl.: H04R 17/00; H04R 1/26; H04R 7/02; H04R 7/04; H04R 7/26.

(30) Prioridade Unionista: 25/06/2010 JP 2010-145243; 26/10/2010 JP 2010-239794; 27/10/2010 JP 2010-240990; 29/07/2010 JP 2010-170750.

(73) Titular(es): KYOCERA CORPORATION.

(72) Inventor(es): SHUICHI FUKUOKA; NORIYUKI KUSHIMA; HIROYUKI KAWAMURA; HIROSHI NINOMIYA.

(86) Pedido PCT: PCT JP2011058035 de 30/03/2011

(87) Publicação PCT: WO 2011/162002 de 29/12/2011

(85) Data do Início da Fase Nacional: 20/12/2012

(57) Resumo: GERADOR ACÚSTICO Trata-se de um gerador acústico que tem uma alta pressão de som a frequências ultra altas e que pode suprimir a ocorrência de grandes quedas de pico. Um gerador acústico inclui um filme (3), um membro de quadro (5) disposto em uma borda periférica externa do filme (3), um elemento piezoelétrico (1) disposto no filme (3) e no interior do membro de quadro (5), e uma camada de resina (20) carregada no interior do membro de quadro (5) para cobrir o elemento piezoelétrico (1).

“GERADOR ACÚSTICO E UNIDADE DE ALTO-FALANTE”

Campo da técnica

[0001] A presente invenção refere-se a um gerador acústico e, mais particularmente, a um gerador acústico que usa um elemento piezoelétrico multicamada.

Técnica anterior

[0002] Recentemente, para lidar com fontes de alta qualidade e banda ultra larga, como DVD Audio ou Super Audio CDs, alto-falantes com capacidade de reproduzir o som até frequências ultra altas de mais do que ou igual a 100 KHz têm sido exigidos. Também há a necessidade de alto-falantes de tons altos que podem reproduzir o som até frequências ultra altas a um baixo custo, independente de ser um aparelho de som pequeno ou com componentes únicos.

[0003] Convencionalmente, um alto-falante de tons altos em que um diafragma de vibração é acionado com o uso de um elemento piezoelétrico é sugerido. No entanto, já que um gerador acústico que usa um elemento piezoelétrico geralmente usa um fenômeno de ressonância, sabe-se que grandes quedas de pico ocorrem em características de frequência da pressão de som e é difícil alcançar pressões de som satisfatórias até frequências ultra altas.

[0004] Portanto, como um método para aperfeiçoar as quedas de pico em características de frequência em um gerador acústico com o uso de um elemento piezoelétrico, como uma fonte de acionamento, um gerador acústico apresentado na Literatura de Patente 1 é conhecido.

[0005] O gerador acústico apresentado na Literatura de Patente 1 inclui dois elementos piezoelétricos similar a disco dispostos em duas bases metálicas circulares, respectivamente, e um único diafragma de vibração disposto para cobrir os dois elementos piezoelétricos com um vão predeterminado a partir dos elementos piezoelétricos. O diafragma de vibração tem um formato retangular em uma vista plana que é convexa em uma direção em que o som é emitido. Em tal gerador acústico, é descrito que uma alta pressão de som é alcançada até cerca de 100 KHz.

[0006] Por exemplo, de acordo com a Literatura de Não Patente 1, provou-se que o som de componentes de frequência ultra alta de mais do que 20 KHz ativa o tronco cerebral humano tem uma boa influência em um ser humano, como um aperfeiçoamento em atividade imunológica, uma diminuição em hormônios de estresse, um intensificação de ondas α no cérebro, e torna o som de uma banda de frequência audível de 20 KHz ou inferior mais audível. A importância de um som de frequência ultra alta está se tornando maior.

Lista de Citação

Literatura de Patente

[0007] Literatura de Patente 1: Publicação de Patente Japonesa Não Examinada nº JP-A 2003-304594

Literatura de Não Patente

[0008] Literatura de Não Patente 1: “Sound World Over Perception e Brain-Invitation to Hypersonic Effect”, 2 de agosto de 2006, Proceedings of the Auditory Research Meeting of the Acoustical Society of Japan, Volume 36, nº A, H-2006-A2.

Sumário da Invenção

Problema da Técnica

[0009] No entanto, no gerador acústico apresentado na Literatura de Patente 1, já que a vibração do elemento piezoelétrico é transmitida ao diafragma de vibração que cobre o elemento piezoelétrico com um vão predeterminado entre os mesmos por meio de uma base metálica e é irradiada para o exterior a partir do diafragma de vibração, há um problema no que diz respeito ao fato de que a pressão de som ainda apresenta poucas frequências ultra altas de mais do que 100 KHz e grandes quedas de pico ocorrem.

[00010] Um objeto da invenção é fornecer um gerador acústico que tem uma alta pressão de som a frequências ultra altas e que pode suprimir a ocorrência de grandes quedas de pico.

Solução para o Problema

[00011] A invenção fornece um gerador acústico que inclui: um filme; um membro de quadro disposto em uma borda periférica externa do filme; um elemento

piezoelétrico disposto no filme e no interior do membro de quadro; e uma camada de resina carregada no interior do membro de quadro para cobrir o elemento piezoelétrico.

Efeitos Vantajosos da Invenção

[00012] No gerador acústico, de acordo com a invenção, é possível aumentar a pressão de som a frequências ultra altas de mais do que 100 KHz e reduzir a ocorrência de grandes quedas de pico.

Breve Descrição dos Desenhos

[00013] A Figura 1 é uma vista plana que ilustra um gerador acústico, de acordo com uma primeira modalidade, em que dois elementos piezoelétricos multicamadas do tipo unilaminar (“unimorph”) são dispostos em cada uma das superfícies superior e inferior de uma lâmina de resina opostos entre si;

[00014] A Figura 2 é uma vista em corte transversal longitudinal obtida ao longo da linha A-A da Figura 1;

[00015] A Figura 3 é uma vista em corte transversal longitudinal que ilustra um gerador acústico, de acordo com uma segunda modalidade, em que um invólucro é disposto na superfície inferior do gerador acústico mostrado na Figura 2;

[00016] A Figura 4 é uma vista em corte transversal longitudinal que ilustra um gerador acústico, de acordo com uma terceira modalidade, em que um elemento piezoelétrico multicamada do tipo bilaminar é disposto na superfície superior de um filme;

[00017] A Figura 5 é uma vista em corte transversal longitudinal que ilustra um gerador acústico, de acordo com uma quarta modalidade, em que um elemento piezoelétrico multicamada do tipo unilaminar é disposto na superfície superior de um filme;

[00018] A Figura 6 é uma vista plana que ilustra um gerador acústico, de acordo com uma quinta modalidade, em que três elementos piezoelétricos multicamadas do tipo unilaminar são dispostos em cada uma das superfícies superior e inferior do filme opostos entre si;

[00019] A Figura 7 é uma vista plana que ilustra um gerador acústico, de acordo

com uma sexta modalidade, em que quatro elementos piezoelétricos multicamadas do tipo unilaminar são dispostos em cada uma das superfícies superior e inferior do filme opostos entre si;

[00020] A Figura 8 é uma vista plana que ilustra um gerador acústico, de acordo com uma sétima modalidade, em que dois elementos piezoelétricos multicamadas do tipo unilaminar são dispostos em cada uma das superfícies superior e inferior da lâmina de resina opostos entre si;

[00021] A Figura 9 é uma vista em corte transversal longitudinal que ilustra um gerador acústico, de acordo com uma oitava modalidade, em que uma espessura total de um alto-falante piezoelétrico em uma direção de espessura de um elemento piezoelétrico multicamada é diferente;

[00022] A Figura 10 é uma vista plana que ilustra uma unidade de alto-falante, de acordo com uma nona modalidade;

[00023] A Figura 11 é um gráfico que ilustra dependência de frequência de uma pressão de som no gerador acústico mostrado na Figura 2; e

[00024] A Figura 12 é um gráfico que ilustra dependência de frequência de uma pressão de som no gerador acústico mostrado na Figura 7.

Descrição das Modalidades

[00025] Doravante, um gerador acústico, de acordo com uma primeira modalidade da invenção, será descrito com referência às Figuras 1 e 2. O gerador acústico mostrado nas Figuras 1 e 2 inclui elementos piezoelétricos multicamada 1 como dois elementos piezoelétricos dispostos em cada uma das superfícies superior e inferior de um filme 3 que funciona como um diafragma de suporte que é ensanduichado entre um par de membros de quadro similar a quadro 5.

[00026] Ou seja, no gerador acústico, de acordo com a primeira modalidade, o filme 3 é ensanduichado entre primeiro e segundo membros de quadro 5a e 5b em um estado em que a tensão é aplicada ao filme 3, o filme 3 é fixado ao primeiro e ao segundo membros de quadro 5a e 5b e dois elementos piezoelétricos multicamada 1 são dispostos em cada uma das superfícies superior e inferior do filme 3.

[00027] Dois elementos piezoelétricos multicamada 1 dispostos nas superfícies

superior e inferior do filme 3 são opostos entre si para ensanduicha o filme 3 entre os mesmos e são configurados para que, quando um elemento piezoelétrico multicamada 1 se contrai, o outro elemento piezoelétrico multicamada oposto 1 se expanda.

[00028] Nas vistas em corte transversal (Figuras 2, 3, 4 e 5) do gerador acústico, uma direção de espessura y do elemento piezoelétrico multicamada 1 é ampliada com o propósito de facilitar a compreensão da mesma.

[00029] O elemento piezoelétrico multicamada 1 inclui um corpo empilhado 13 em que quatro camadas piezoelétricas 7 formadas de cerâmicas e três camadas de eletrodo interno 9 são alternadamente empilhadas, camadas de eletrodo de superfície 15a e 15b dispostas nas superfícies superior e inferior do corpo empilhado 13 e um par de eletrodos externos 17 e 19 dispostos em ambas as extremidades em uma direção de comprimento x do corpo empilhado 13.

[00030] A camada de eletrodo externo 17 é conectada às camadas de eletrodo de superfície 15a e 15b e a uma camada de eletrodo interno 9 e a camada de eletrodo externo 19 é conectada às duas camadas de eletrodo interno 9. As camadas piezoelétricas 7 são polarizadas alternadamente na direção de espessura das camadas piezoelétricas 7 conforme indicado por uma seta na Figura 2. As camadas de eletrodo externo 17 e 19 são dotadas de uma voltagem para que, quando a camada piezoelétrica 7s do elemento piezoelétrico multicamada 1 na superfície superior do filme 3 se contrai, as camadas piezoelétricas 7 do elemento piezoelétrico multicamada 1 na superfície inferior do filme 3 se expandam.

[00031] Os eletrodos externos dobrados 19a que se estendem até as superfícies superior e inferior do corpo empilhado 13 são dispostos nas faces de extremidade superior e inferior da camada de eletrodo externo 19. Os eletrodos externos dobrados 19a se estende comum vão predeterminado a partir das camadas de eletrodo de superfície 15a e 15b para que não entrem em contato com as camadas de eletrodo de superfície 15a e 15b dispostas em uma superfície do corpo empilhado 13.

[00032] Um terminal de chumbo 22a se estende sobre o eletrodo externo

dobrado 19a na superfície do corpo empilhado 13 oposto ao filme 3, uma extremidade de um terminal de chumbo 22b é conectada a um eletrodo externo dobrado 19a ao qual o terminal de chumbo 22a é conectado e a outra extremidade do mesmo se estende para fora. O terminal de chumbo 22a se estende sobre a eletrodo de superfície 15b conectada ao eletrodo externo 17, uma extremidade do terminal de chumbo 22b é conectada a um eletrodo de superfície 15b ao qual o terminal de chumbo 22a é conectado e a outra extremidade do mesmo se estende para fora.

[00033] Portanto, uma pluralidade de elementos piezoelétricos multicamada 1 são conectados entre si em paralelo e são dotados da mesma voltagem por meio dos terminais de chumbo 22a e 22b.

[00034] O elemento piezoelétrico multicamada 1 tem um formato de placa, tem as superfícies principais superior e inferior de um formato retangular e tem um par de faces laterais das quais as camadas de eletrodo interno 9 são alternadamente retiradas na direção de comprimento x das superfícies principais do corpo empilhado 13.

[00035] As quatro camadas piezoelétricas 7 e as três camadas de eletrodo interno 9 são coqueimadas em um estado empilhado. As camadas de eletrodo de superfície 15a e 15b são formadas ao aplicar uma pasta ao corpo empilhado formado 13 e ao assar a pasta, conforme descrito posteriormente.

[00036] A superfície principal do elemento piezoelétrico multicamada 1 voltada para o filme 3 é ligada ao filme 3 com uma camada adesiva 21. A espessura da camada adesiva 21 entre o elemento piezoelétrico multicamada 1 e o filme 3 é ajustada como igual ou inferior a 20 μm . Particularmente, a espessura da camada adesiva 21 é, de preferência, igual ou inferior a 10 μm . Desse modo, quando a espessura da camada adesiva 21 é igual ou inferior a 20 μm , a vibração do corpo empilhado 13 pode ser facilmente transmitida ao filme 3.

[00037] Os adesivos conhecidos, como resinas à base de epóxi, resinas à base de silício e resinas à base de poliéster podem ser usados como o adesivo que constitui a camada adesiva 21. Mesmo quando qualquer um dentre um método de

endurecimento por calor, um método de fotocura e um método anaeróbico é usado como o método de cura da resina usada para o adesivo, um vibrador pode ser produzido.

[00038] Em relação às características piezoelétricas do elemento piezoelétrico multicamada 1, é preferencial que a constante piezoelétrica d_{31} seja igual ou superior a 180 pm/V, a fim de induzir uma grande vibração de flexão de deflexão para aperfeiçoar a pressão de som. Quando a constante piezoelétrica d_{31} é igual ou superior a 180 pm/V, a pressão média de som em uma faixa de 60 KHz a 130 KHz pode ser igual ou superior a 65 dB.

[00039] No gerador acústico, de acordo com a primeira modalidade, o interior dos membros de quadro 5a e 5b é carregado com uma resina de modo a incorporar o elemento piezoelétrico multicamada 1, formando, desse modo, uma camada de resina 20. Partes do terminal de chumbo 22a e do terminal de chumbo 22b são incorporadas na camada de resina 20. Na Figura 1 e nas Figuras 6 e 7 descritas posteriormente, a camada de resina 20 não é mostrada com o propósito de facilitar a compreensão.

[00040] Essa camada de resina 20 pode ser formada por, por exemplo, uma resina à base de acrílica, uma resina à base de silício ou borracha. O material da mesma tem preferencialmente um módulo de Young em uma faixa de 1 MPa a 1 GPa e, mais preferencialmente, em uma faixa de 1 MPa a 850 MPa. A espessura da camada de resina 20 precisa ser ajustada para cobrir completamente o elemento piezoelétrico multicamada 1, do ponto de vista da supressão de uma emissão artificial. Já que o filme 3 que funciona como um diafragma de suporte vibra como um corpo unificado com o elemento piezoelétrico multicamada 1, a região do filme 3 não coberta com o elemento piezoelétrico multicamada 1 é similarmente coberta com a camada de resina 20.

[00041] Já que o gerador acústico inclui o filme 3, dois elementos piezoelétricos multicamada 1 dispostos em cada uma das superfícies superior e inferior do filme 3, e a camada de resina 20 disposta no interior do membro de quadro 5 para incorporar os elementos piezoelétricos multicamada 1, os elementos piezoelétricos

multicamada 1 podem induzir vibração de flexão de deflexão de um comprimento de onda correspondente a um som de alta frequência e reproduzir o som de um componente de frequência ultra alta de mais do que ou igual a 100 KHz.

[00042] Ao incorporar os elementos piezoelétricos multicamada 1 na camada de resina 20, uma queda de pico resultante de um fenômeno de ressonância do elemento piezoelétrico multicamada 1 causa um efeito de amortecimento adequado, suprimindo, desse modo, o fenômeno de ressonância, suprimindo a queda de pico para que a mesma seja pequena e reduzindo a dependência de frequência de uma pressão de som.

[00043] Ao dispor a pluralidade de elementos piezoelétricos multicamada 1 em um filme e aplicar a mesma voltagem à pluralidade de elementos piezoelétricos multicamada 1, uma vibração forte é suprimida por interferência mútua de vibrações causadas nos elementos piezoelétricos multicamada respectivos 1 e as vibrações são distribuídas, causando, desse modo, uma diminuição na queda de pico. Como resultado, é possível aumentar a pressão de som mesmo s uma frequência ultra alta de mais do que 100 KHz.

[00044] Outras cerâmicas piezoelétricas, as quais foram convencionalmente usadas, como zirconato de chumbo (PZ), titanato zirconato de chumbo (PZT) e materiais piezoelétricos de não chumbo, como composto com camada de Bi e composto com estrutura de tungstênio-bronze, podem ser usadas para a camada piezoelétrica 7. A espessura de uma única camada piezoelétrica 7 é ajustada a uma faixa de 10 a 100 μm , do ponto de vista de acionamento com uma baixa voltagem.

[00045] A camada de eletrodo interno 9 contém preferencialmente um componente de metal composto por prata e paládio e um componente de material que constitui a camada piezoelétrica 7. Ao incluir o componente de cerâmica que constitui a camada piezoelétrica 7 na camada de eletrodo interno 9, é possível reduzir o estresse devido a uma diferença na expansão térmica entre a camada piezoelétrica 7 e a camada de eletrodo interno 9 e obter um elemento piezoelétrico multicamada 1 sem falha de laminação. A camada de eletrodo interno 9 não é limitada ao componente de metal composto por prata e paládio, e o componente de

cerâmica do mesmo também não é limitada ao componente de material que constitui a camada de elemento piezoelétrico 7, porém, pode empregar outros componentes de cerâmica.

[00046] A camada de eletrodo de superfície 15 e as camadas de eletrodo externo 17 e 19 incluem preferencialmente um componente de vidro além de um componente de metal composto por prata. Ao incluir o componente de vidro, é possível obter uma força de adesivo forte entre a camada piezoelétrica 7 ou a camada de eletrodo interno 9 e a camada de eletrodo de superfície 15 ou os eletrodos externos 17 e 19.

[00047] O formato externo do elemento piezoelétrico multicamada 1, quando visto a partir de uma direção de empilhamento, pode representar formatos poligonais, como um formato quadrado e um formato retangular.

[00048] O membro de quadro 5 tem um formato retangular, conforme mostrado na Figura 1, e inclui dois membros de quadro retangulares 5a e 5b ligados entre si. A borda periférica externa do filme 3 é ensanduichada entre os membros de quadro 5a e 5b e PE fixada com tensão aplicada à mesma. Os membros de quadro 5a e 5b são formados por, por exemplo, aço inoxidável com uma espessura de 100 a 1.000 μm . Os materiais dos membros de quadro 5a e 5b não são limitados a aço inoxidável, desde que sejam menos deformáveis do que a camada de resina 20. Os exemplos dos mesmos incluem resinas duras, plásticos, plásticos de engenharia e cerâmicas. Nesta modalidade, o material, a espessura e similares dos membros de quadro 5a e 5b não são particularmente limitados. O formato de quadro não é limitado ao formato retangular, porém, pode um formato circular ou um formato de diamante.

[00049] O filme 3 é fixado aos membros de quadro 5a e 5b em um estado em que a tensão na direção em plano é aplicada ao filme 3 ao ensanduichar a borda periférica externa do filme 3 entre os membros de quadro 5a e 5b. O filme 3 funciona como um diafragma de vibração. A espessura do filme 3 está, por exemplo, em uma faixa de 10 a 200 μm . O filme 3 é formado por, por exemplo, resinas como polietileno, poliimida, polipropileno e poliestireno, ou formado por papel de polpa ou fibra. Ao usar esses materiais, é possível suprimir a queda de pico.

[00050] Um método de fabricação do gerador acústico, de acordo com a invenção, será descrito abaixo.

[00051] Em primeiro lugar, elementos piezoelétricos multicamada 1 são preparados. Para cada elemento piezoelétrico multicamada 1, um ligante, um dispersante, um plastificante e um solvente são misturados com pó de um material piezoelétrico para formar uma pasta fluida. Qualquer um dos materiais à base de chumbo e materiais à base de não chumbo podem ser usados como o material piezoelétrico.

[00052] A pasta fluida resultante é moldada em uma lâmina para obter uma lâmina verde, e uma pasta de eletrodo interno é impressa na lâmina verde para formar uma padronagem de eletrodo interno. Três lâminas verdes que tem a padronagem de eletrodo formada nas mesmas são empilhadas e somente uma lâmina verde é empilhada como a camada mais superior para formar um corpo moldado laminado.

[00053] Então, o corpo moldado laminado é desengordurado, queimado e cortado em um tamanho predeterminado, em que um corpo empilhado 13 pode ser obtido. A borda periférica externa do corpo empilhado 13 é processada se necessário, a pasta das camadas de eletrodo de superfície 15a e 15b é impressa na superfície principal na direção de empilhamento das camadas piezoelétricas 7 do corpo empilhado 13, a pasta das camadas de eletrodo externo 17 e 19 é impressa em ambas as faces laterais na direção de comprimento x do corpo empilhado 13 e os eletrodos são reforçados a uma temperatura predeterminada, através da qual o elemento piezoelétrico multicamada 1 mostrado na Figura 2 pode ser obtido.

[00054] Em seguida, ao aplicar uma voltagem de CC ao elemento piezoelétrico multicamada 1 por meio da camada de eletrodo de superfície 15b ou dos eletrodos externos 17 e 19 para conferir características piezoelétricas ao elemento piezoelétrico multicamada 1, as camadas piezoelétricas 7 do elemento piezoelétrico multicamada 1 são polarizadas. A aplicação de uma voltagem de CC é realizada de modo que a polarização ocorra em uma direção indicada por uma seta na Figura 2.

[00055] Um filme 3 que funciona como um diafragma de suporte é preparado, e a

borda periférica externa do filme 3 é ensanduichada entre os membros de quadro 5a e 5b e é fixada com tensão aplicada ao filme 3. Posteriormente, um adesivo é aplicado a ambas as superfícies do filme 3, os elementos piezoelétricos multicamada 1 são pressionados contra ambas as superfícies de modo a ensanduichar o filme 3 entre os mesmos e, então, o adesivo é curado ao aplicar calor ou raios ultravioletas ao mesmo. Em seguida, ao fazer com que uma resina flua nos membros de quadro 5a e 5b, incorporar completamente os elementos piezoelétricos multicamada 1 e curar a camada de resina 20 é possível para obter um gerador acústico, de acordo com a primeira modalidade.

[00056] O gerador acústico fabricado desse modo tem uma estrutura simples, pode alcançar uma diminuição de tamanho ou espessura e pode manter uma alta pressão de som até uma frequência ultra alta. Já que os elementos piezoelétricos multicamada 1 são incorporados com a camada de resina 20, os mesmos são rígidos de modo que sejam afetados por água ou similares, aperfeiçoando, desse modo, a confiabilidade.

[00057] A Figura 3 é um diagrama que ilustra um gerador acústico, de acordo com uma segunda modalidade. Aqui, a superfície oposta do gerador acústico que emite o som é coberta com um invólucro 23 que não vibra mesmo com a vibração dos elementos piezoelétricos multicamada 1. Esse invólucro 23 tem uma estrutura em que uma porção correspondente ao elemento piezoelétrico multicamada 1 é intumescida para fora, e a borda periférica externa do invólucro 23 é ligada ao membro de quadro 5 e a camada de resina 20 nos arredores do mesmo.

[00058] No gerador acústico em que os elementos piezoelétricos multicamada 1 são dispostos em ambos os lados do filme 3, já que o som emitido da superfície frontal do mesmo é oposto em fase ao som emitido da superfície posterior, os sons são cancelados por deteriorar a qualidade do som ou a pressão de som. No entanto, na segunda modalidade, já que o invólucro 23 é montado na superfície posterior do alto-falante piezoelétrico, é possível emitir efetivamente o som da superfície do alto-falante piezoelétrico, aperfeiçoando, desse modo, a qualidade do som ou a pressão de som.

[00059] Nos alto-falantes piezoelétricos mostrados nas Figuras 2 e 3, o número de camadas piezoelétricas 7 empilhadas no elemento piezoelétrico multicamada 1 é ajustado para quatro, porém, o número de camadas piezoelétricas 7 empilhadas no elemento piezoelétrico multicamada 1 não é particularmente limitado e pode ser, por exemplo, dois ou mais do que quatro. O número de camadas piezoelétricas empilhadas é preferencialmente igual ou superior a 20, do ponto de vista de ampliação da vibração do elemento piezoelétrico multicamada 1.

[00060] A Figura 4 é um diagrama que ilustra um gerador acústico, de acordo com uma terceira modalidade. Na terceira modalidade, o elemento piezoelétrico multicamada 1 é ligado somente à superfície superior do filme 3 com o adesivo 21, e o elemento piezoelétrico multicamada 1 é incorporado à camada de resina 20.

[00061] O elemento piezoelétrico multicamada 31 mostrado na Figura 4 é um elemento piezoelétrico multicamada do tipo bilaminar 31. Ou seja, o elemento piezoelétrico multicamada do tipo bilaminar tem a mesma estrutura que os elementos piezoelétricos multicamada 1 mostrados nas Figuras 2 e 3, a polarização direção da terceira e da quarta camadas piezoelétricas 7 do filme 3 é revertida, para que a terceira e a quarta camadas piezoelétricas 7 do filme 3 se expandam quando a primeira e a segunda camadas piezoelétricas 7 do filme 3 se contraem e a terceira e a quarta camadas piezoelétricas 7 do filme 3 se contraíam quando a primeira e a segunda camadas piezoelétricas 7 se expandam. O próprio elemento piezoelétrico multicamada 31 causa vibração de flexão de deflexão, e essa vibração faz com que a superfície da camada de resina 20 vibre.

[00062] Em tal gerador acústico, similarmente à primeira e à segunda modalidades, já que a vibração de flexão de deflexão correspondente a um som de alta frequência pode ser induzida no elemento piezoelétrico multicamada do tipo bilaminar 31, é possível obter uma alta pressão de som até frequências ultra altas e simplificar a estrutura, somente ao ligar o elemento piezoelétrico multicamada 31 a somente um lado do filme 3.

[00063] A Figura 5 é um diagrama que ilustra um gerador acústico, de acordo com uma quarta modalidade. Na quarta modalidade, um elemento piezoelétrico

multicamada 41 é ligado somente à superfície superior do filme 3 com o adesivo 21, e o elemento piezoelétrico multicamada 41 é incorporado à camada de resina 20.

[00064] O elemento piezoelétrico multicamada 41 mostrado na Figura 5 é um elemento piezoelétrico multicamada do tipo unilaminar 41. Ou seja, o elemento piezoelétrico multicamada do tipo unilaminar é diferente dos elementos piezoelétricos multicamada 1 mostrada nas Figuras 2 e 3, devido ao fato de que a camada de eletrodo de superfície 15a não é formada na superfície inferior do corpo empilhado 13 e somente a camada de eletrodo de superfície 15b é formada.

[00065] Em tal elemento piezoelétrico multicamada 41, já que a primeira camada piezoelétrica 7 do filme 3 não é ensanduichada entre os eletrodos, a mesma não se contrai ou se expande e funciona como uma camada piezoeletricamente desativada 7b. A segunda à quarta camadas piezoelétricas 7 do filme 3 são configuradas para se contrair e expandir simultaneamente, o próprio elemento piezoelétrico multicamada 41 vibra devido à presença da primeira camada desativada 7b como uma camada desativada do filme 3, e essa vibração faz com que a superfície da camada de resina 20 vibre.

[00066] Em tal gerador acústico, similarmente à primeira e à segunda modalidades, é possível obter vibração de flexão de deflexão de um comprimento de onda correspondente a um som de alta frequência para alcançar um efeito de reprodução de um som de alta frequência e simplificar a estrutura devido ao fato de que o elemento piezoelétrico multicamada 41 é disposto em somente um lado do filme 3. Do ponto de vista de realização de uma alta pressão de som com base em uma grande vibração de flexão, o tipo bilaminar pode ser preferencialmente usado.

[00067] A Figura 6 é um diagrama que ilustra um gerador acústico, de acordo com uma quinta modalidade. Na quinta modalidade, três elementos piezoelétricos multicamada 1 mostrados nas Figuras 2 e 3 são dispostos em cada uma das superfícies superior e inferior do filme 3 opostos entre si com o filme 3 ensanduichado entre os mesmos, e esses elementos piezoelétricos multicamada 1 são incorporados à camada de resina 20.

[00068] Um terminal de chumbo 22a se estende sobre os elementos

piezoelétricos multicamada 1 nas superfícies superior e inferior do filme 3 para conectar os eletrodos externos dobrados 19a, uma extremidade de um terminal de chumbo 22b é conectada a um eletrodo externo dobrado 19a ao qual o terminal de chumbo 22a é conectado e a outra extremidade do mesmo se estende para o exterior. Um terminal de chumbo 22a se estende sobre o eletrodo de superfície 15b conectado ao eletrodo externo 17, uma extremidade do terminal de chumbo 22b é conectada a um eletrodo de superfície 15b ao qual o terminal de chumbo 22a é conectado e a outra extremidade do mesmo se estende para o exterior.

[00069] Em tal gerador acústico, similarmente à primeira e às segunda modalidades, é possível obter vibração de flexão de deflexão de um comprimento de onda correspondente a um som de alta frequência. Devido à influência de interferência mútua entre os elementos piezoelétricos multicamada 1, é possível suprimir a vibração que induz uma queda de pico. Já que o número de elementos piezoelétricos multicamada 1 é grande na quinta modalidade, é possível obter uma pressão de som superior.

[00070] Na quinta modalidade mostrada na Figura 6, o elemento piezoelétrico multicamada do tipo bilaminar mostrado na Figura 4 e o elemento piezoelétrico multicamada do tipo unilaminar mostrado na Figura 5 podem ser usados.

[00071] A Figura 7 é um diagrama que ilustra um gerador acústico, de acordo com uma sexta modalidade. Na sexta modalidade, quatro elementos piezoelétricos multicamada 1 mostrados nas Figuras 2 e 3 são dispostos em cada uma das superfícies superior e inferior do filme 3 opostas entre si com o filme 3 ensanduichado entre as mesmas. Esses elementos piezoelétricos multicamada 1 são incorporados à camada de resina 20. Os elementos piezoelétricos multicamada 1 são dispostos em duas fileiras e duas colunas na superfície superior e na superfície inferior do filme 3 e são incorporadas à camada de resina 20 nesse estado.

[00072] Um terminal de chumbo 22a se estende sobre os elementos piezoelétricos multicamada 1 em cada uma das superfícies superior e inferior do filme 3 para conectar os eletrodos externos dobrados 19a, uma extremidade de um

terminal de chumbo 22b é conectada a um eletrodo externo dobrado 19a ao qual o terminal de chumbo 22a é conectado e a outra extremidade do mesmo se estende para o exterior. Um terminal de chumbo 22a se estende sobre o eletrodo de superfície 15b conectado ao eletrodo externo 17, uma extremidade do terminal de chumbo 22b é conectada a um eletrodo de superfície 15b ao qual o terminal de chumbo 22a é conectado e a outra extremidade do mesmo se estende para o exterior.

[00073] Em tal gerador acústico, similarmente à primeira e à segunda modalidades, é possível obter vibração de flexão de deflexão de um comprimento de onda correspondente a um som de alta frequência. Devido à influência da interferência mútua entre os elementos piezoelétricos multicamada 1, é possível suprimir a vibração que induz uma queda de pico. Já que o número de elementos piezoelétricos multicamada 1 é grande na sexta modalidade, é possível obter uma pressão de som mais alta. Além disso, a disposição dos elementos piezoelétricos multicamada 1 em duas fileiras e duas colunas em cada uma das superfícies superior e inferior do filme 3 é considerada como um fator para suprimir a vibração que induz uma queda de pico.

[00074] Na sexta modalidade mostrada na Figura 7, o elemento piezoelétrico multicamada do tipo bilaminar mostrado na Figura 4 e o elemento piezoelétrico multicamada do tipo unilaminar mostrada na Figura 5 pode ser usado. Na sexta modalidade mostrada na Figura 7, o número de elementos piezoelétricos multicamada 1 é ajustado para oito no total, porém, pode ser maior do que oito.

[00075] A Figura 8 é um diagrama que ilustra um gerador acústico, de acordo com uma sétima modalidade. A sétima modalidade tem a mesma configuração mostrada na Figura 1, exceto pelo fato de que a espessura da camada de resina 20 varia. Em relação à espessura da camada de resina 20, conforme mostrado na Figura 8(b), a espessura total t_1 do gerador acústico em uma porção em que os elementos piezoelétricos multicamada 1 são localizados na direção de empilhamento das camadas piezoelétricas 7 (doravante, também denominada como “na direção de espessura y do elemento piezoelétrico multicamada”) é diferente da

espessura total t_2 do gerador acústico em outra porção em que o elemento piezoelétrico multicamada 1 está localizado na direção de empilhamento da camada piezoelétrica 7. Em outras palavras, as espessuras da camada de resina 20 nas superfícies de dois elementos piezoelétricos multicamada 1 dispostos em paralelo na mesma superfície do filme 3 são diferentes entre si. Em outras palavras, as superfícies superior e inferior da camada de resina 20 no lado direito da Figura 8(b) são localizadas substancialmente nas mesmas alturas que as superfícies superior e inferior dos membros de quadro 5a e 5b, as superfícies superior e inferior da camada de resina 20 no lado esquerdo da mesma são localizadas em alturas inferior às superfícies superior e inferior dos membros de quadro 5a e 5b e as superfícies superior e inferior da camada de resina 20 são inclinadas ao redor do filme 3.

[00076] A espessura total t_1 na uma porção em que os elementos piezoelétricos multicamada 1 estão localizados e a espessura total t_2 na outra porção em que os elementos piezoelétricos multicamada 1 estão localizados têm que ter somente uma diferença de espessura ($t_2-t_1>0$), porém, a diferença de espessura (t_2-t_1) é preferencialmente igual ou superior a 30 μm . Por outro lado, do ponto de vista de transmissibilidade (dispersão de uma onda de som) de vibração nas superfícies superior e inferior da camada de resina 20, a diferença de espessura (t_2-t_1) é preferencialmente igual ou inferior a 500 μm .

[00077] Em outras palavras, a diferença (t_2-t_1) entre a espessura total t_1 na uma porção em que os elementos piezoelétricos multicamada 1 estão localizados e a espessura total t_2 na outra porção em que os elementos piezoelétricos multicamada 1 estão localizados é preferencialmente igual ou superior a 5% da espessura máxima do gerador acústico no interior do membro de quadro 5 e preferencialmente igual ou inferior a 40% do ponto de vista da dispersão do som.

[00078] Os totais de espessura t_1 e t_2 representam a espessura total do filme 3, duas camadas adesivas 21, dois elementos piezoelétricos multicamada 1 e duas camadas de resina 20 no centro das superfícies superior e inferior dos elementos piezoelétricos multicamada 1.

[00079] A fim de formar a diferença de espessura entre os totais de espessura t_1

e t_2 ($t_2 - t_1 > 0$), a espessuras das camadas de resina 20 nas superfícies superior e inferior de dois elementos piezoelétricos multicamada 1 podem ser tornadas diferentes entre si, ou as espessuras das camadas adesivas 21 podem ser tornadas diferentes entre si, ou as espessuras dos elementos piezoelétricos multicamada 1 podem ser tornadas diferentes entre si.

[00080] A Figura 9 é um diagrama que ilustra um gerador acústico, de acordo com uma oitava modalidade. A oitava modalidade tem a mesma configuração mostrada na Figura 1, exceto pelo fato de que a espessura da camada de resina 20 varia. Ou seja, uma espessura total t_1 do gerador acústico em uma porção em que elementos piezoelétricos multicamada 1 estão localizados na direção de espessura y dos elementos piezoelétricos multicamada 1 é diferente de uma espessura total t_2 do gerador acústico em outra porção em que outros elementos piezoelétricos multicamada 1 estão localizados na direção de espessura y dos outros elementos piezoelétricos multicamada 1. Na oitava modalidade, a espessura total t_1 do gerador acústico na uma porção em que os elementos piezoelétricos multicamada 1 estão localizados é mantida em uma espessura substancialmente constante t_1 por toda a superfície superior e a superfície inferior dos elementos piezoelétricos multicamada em um lado, a espessura total t_2 do gerador acústico na outra porção em que os elementos piezoelétricos multicamada 1 estão localizados é mantida em uma espessura substancialmente constante t_2 por toda a superfície superior e superfície inferior dos elementos piezoelétricos multicamada 1 no outro lado, e a espessura t_1 é inferior à espessura t_2 . Os totais de espessura t_1 e t_2 do gerador acústico em uma porção e a outra porção em que os elementos piezoelétricos multicamada 1 estão localizados tem uma inclinação no limite entre os mesmos de modo a formar uma porção escalonada.

[00081] Tal gerador acústico pode ser fabricado, por exemplo, ao carregar o interior do membro de quadro 5 com uma resina de tal modo que a espessura total do mesmo seja uma espessura t_1 , curar a resina para manter uma espessura constante, aplicar adicionalmente uma resina à outra porção em que os elementos piezoelétricos multicamada 1 estão localizados para que a espessura total na outra

porção em que os elementos piezoelétricos multicamada 1 estão localizados seja uma espessura t_2 e curar a resina.

[00082] Nos geradores acústicos mostrados nas Figuras 8 e 9, a camada de resina 20 que incorpora os dois elementos piezoelétricos multicamada 1 na superfície superior do filme 3 e a camada de resina 20 que incorpora dois elementos piezoelétricos multicamada 1 na superfície inferior do filme 3 vibra como um corpo unificado. Ao fazer com que a espessura total t_1 em uma porção em que os elementos piezoelétricos multicamada 1 estão localizados seja diferente da espessura total t_2 na outra porção em que os elementos piezoelétricos multicamada 1 estão localizados, a frequência ressonante dos elementos piezoelétricos multicamada 1 em um lado não é compatível com a frequência ressonante dos elementos piezoelétricos multicamada 1 no outro lado e, portanto, é possível suprimir a ressonância da pluralidade de elementos piezoelétricos multicamada 1 e reduzir a ocorrência de uma queda de pico no gerador acústico, mesmo quando a vibração da pluralidade de elementos piezoelétricos multicamada 1 é transmitida às superfícies superior e inferior das camadas de resina 20.

[00083] Mesmo nas segunda à sexta modalidades descritas acima, ao fazer com que a espessura total t_1 em uma porção em que os elementos piezoelétricos multicamada 1 estão localizados seja diferente da espessura total t_2 na outra porção em que os elementos piezoelétricos multicamada 1 estão localizados, é possível suprimir adicionalmente a ressonância da pluralidade de elementos piezoelétricos multicamada 1 e é possível reduzir a ocorrência de uma queda de pico no gerador acústico.

[00084] Os geradores acústicos, de acordo com as modalidades, podem ser usados como uma unidade de alto-falante em combinação com um alto-falante piezoelétrico de tom baixo (“low-pitched”). Conforme mostrado na Figura 10, uma unidade de alto-falante, de acordo com uma nona modalidade, pode ser construída ao fixar um alto-falante piezoelétrico de tom alto (“high-pitched”) SP1 e um alto-falante piezoelétrico de tom baixo SP2 a porções de abertura, as quais são usadas para receber o alto-falante piezoelétrico de tom alto SP1 e o alto-falante piezoelétrico

de tom baixo SP2, respectivamente, formadas em uma placa de suporte Z formada por uma placa de metal e emprega o gerador acústico, de acordo com qualquer uma dentre as primeira à oitava modalidades, como o alto-falante piezoelétrico de tom alto SP1.

[00085] O alto-falante piezoelétrico de tom alto SP1 funciona principalmente de modo a reproduzir frequências superiores ou iguais a 20 KHz e o alto-falante piezoelétrico de tom baixo SP2 funciona principalmente de modo a reproduzir frequências inferiores ou iguais a 20 KHz.

[00086] O alto-falante piezoelétrico de tom baixo SP2 pode empregar um alto-falante piezoelétrico que é diferente do alto-falante piezoelétrico de tom alto SP1, somente devido ao fato de que o lado mais longo de um formato retangular ou um formato elíptico é ampliado do ponto de vista da fácil reprodução de baixas frequências, porém, tem substancialmente a mesma configuração que o alto-falante piezoelétrico de tom alto SP1.

[00087] Em tal unidade de alto-falante, o som de componentes de frequência ultra alta superior ou igual a 100 KHz pode ser reproduzido pelo uso do gerador acústico de acordo com qualquer uma dentre a primeira à oitava modalidades, o qual é usado como o alto-falante piezoelétrico de tom alto SP1, e pode manter a pressão de som alta mesmo quando tal som de componentes de frequência ultra alta é emitido. Conseqüentemente, é possível manter uma alta pressão de som de um som de tom baixo até um som de tom alto, por exemplo, de cerca 500 Hz a frequências ultra altas superiores ou iguais a 100 KHz e suprimir a ocorrência de uma grande queda de pico.

Exemplo 1

[00088] O pó piezoelétrico que inclui titanato zirconato de chumbo (PZT), em que uma parte de Zr é substituído por Sb, um ligante, um dispersante, um plastificante e um solvente forma misturados através de mistura com moinho de bola por 24 horas para preparar a pasta fluida.

[00089] Uma lâmina verde foi preparada com o uso da pasta fluida resultante através do uso de um método de lâmina niveladora (doctor blade). A pasta de

eletrodo que inclui Ag e Pd como um material de eletrodo foi aplicada à lâmina verde em um formato predeterminado através do uso de impressão serigráfica, três lâminas verdes que têm a pasta de eletrodo aplicada às mesmas foram empilhadas, uma lâmina verde que não tem a pasta de eletrodo aplicada à mesma foi empilhada como a camada mais externa da mesma e a resultante foi pressurizada de modo a preparar um corpo moldado laminado. O corpo moldado laminado foi desengordurado na atmosfera a 500°C por 1 hora e, então, foi queimado na atmosfera a 1.100°C por 3 horas, através do qual um corpo empilhado foi obtido.

[00090] Em seguida, ambas as porções de extremidade na direção de comprimento x do corpo empilhado obtido foram cortadas através do uso de um processo de corte em cubos, as extremidades das camadas de eletrodo interno foram expostas a partir das faces laterais, a fim de formar as camadas de eletrodo de superfície em ambas as superfícies principais do corpo empilhado, a pasta de eletrodo que inclui Ag e vidro como o material de eletrodo foi aplicada a uma superfície principal do corpo piezoelétrico através do uso de um método de impressão serigráfica e, então, a pasta de eletrodo que inclui Ag e vidro como o material de eletrodo externo foi aplicada a ambas as faces laterais do mesmo na direção de comprimento x através do uso de um método de imersão e a resultante foi reforçada na atmosfera a 700°C por 10 minutos, através do qual o elemento piezoelétrico multicamada foi fabricado, conforme mostrado na Figura 2.

[00091] Em relação à dimensão, a superfície principal do corpo empilhado fabricado tinha uma largura de 5 mm, um comprimento de 15 mm e uma espessura de 100 µm.

[00092] Então, uma voltagem de 100 V foi aplicada entre as camadas de eletrodo interno e entre as camadas de eletrodo interno e os eletrodos de superfície por meio dos eletrodos externos do elemento piezoelétrico multicamada por 2 minutos para realizar a polarização, através da qual um elemento piezoelétrico multicamada do tipo unilaminar foi obtido.

[00093] Um filme formado por uma resina de poliimida com uma espessura de 25 µm foi preparado, esse filme foi fixado ao membro de quadro com tensão aplicada

ao mesmo, um adesivo formado por uma resina de acrílica foi aplicado a ambas as superfícies principais do filme fixado, os elementos piezoelétricos multicamada foram pressionados contra porções do filme que têm o adesivo aplicado às mesmas de ambos os lados para ensanduichar o filme entre os mesmos e o adesivo foi curado no ar a 120°C por 1 hora, através do qual uma camada adesiva com uma espessura de 5 µm foi formada. Em relação à dimensão, o filme no membro de quadro tinha um comprimento longitudinal de 28 mm e um comprimento transversal de 21 mm, e o vão entre dois elementos piezoelétricos multicamada era de 2 mm. Os elementos piezoelétricos multicamada foram ligados ao filme para que o vão entre os elementos piezoelétricos multicamada e o membro de quadro seja constante. Posteriormente, os terminais de chumbo foram ligados aos dois elementos piezoelétricos multicamada e um par de terminais de chumbo foi retirado para o exterior.

[00094] Uma resina à base de acrílica com um módulo de Young de 17 MPa após a cura foi levada a fluir no membro de quadro, a resina à base de acrílica foi carregada para formar a mesma altura que a altura do membro de quadro, os elementos piezoelétricos multicamada e os terminais de chumbo diferentes dos terminais de chumbo retirados para o exterior foram incorporados e a resina foi curada, através do qual o gerador acústico mostrado na Figura 2 foi fabricado.

[00095] A pressão de som e as características de frequência do gerador acústico fabricado foram avaliadas com base em JEITA (Standard of Japan Electronics and Information Technology Industries Association) EISA RC-8124A. A pressão de som foi avaliada ao inserir um sinal sinusoidal de 1 W (resistência de 8 Ω) aos terminais de chumbo dos elementos piezoelétricos multicamada do gerador acústico e ao instalar um microfone em um ponto a uma distância de 1 m do gerador acústico no eixo geométrico de referência do mesmo. Os resultados de medição são mostrados na Figura 11.

[00096] Pode-se observar na Figura 11 que uma alta pressão de som de cerca de 78 dB e uma característica de pequena queda de pico de até 20 a 150 KHz são obtidas a partir do gerador acústico, de acordo com a primeira modalidade mostrada

na Figura 2. Particularmente, pode-se observar que uma alta pressão de som de cerca de 80 dB é obtida na faixa de 60 a 130 KHz, uma grande queda de pico não ocorre e características de pressão de som substancialmente planas são obtidas. Pode-se observar também que uma alta pressão de som de 60 dB ou superior é obtida em uma faixa ampla de 10 a 200 KHz.

[00097] O Exemplo 1 mostra um exemplo em que um elemento piezoelétrico multicamada do tipo unilaminar é usado como um elemento piezoelétrico, porém, a mesma tendência aparece mesmo quando um elemento piezoelétrico multicamada do tipo bilaminar foi usado.

Exemplo 2

[00098] Similarmente ao Exemplo 1, conforme mostrado na Figura 7, um gerador acústico que tem quatro elementos piezoelétricos multicamada em cada uma das superfícies de um filme foi fabricado com o uso de elementos piezoelétricos multicamadas do tipo unilaminar e a pressão de som e características de frequência foram medidas. Os resultados são mostrados na Figura 12.

[00099] Pode-se observar na Figura 12 que uma alta pressão de som de cerca de 78 dB e uma pressão de som com uma pequena queda de pico de até 20 a 150 KHz foram obtidas e que a queda de pico em uma banda de frequência ultra alta mais ampla do que no Exemplo 1 pode ser reduzida.

Lista de Símbolos de Referência

- 1, 31, 41: Elemento piezoelétrico multicamada
- 3: Filme
- 5: Membro de quadro
- 5a: Primeiro membro de quadro
- 5b: Segundo membro de quadro
- 7: Camada piezoelétrica
- 9: Camada de eletrodo interno
- 13: Corpo empilhado
- 15, 15a, 15b: Camada de eletrodo de superfície
- 17, 19: Camada de eletrodo externo

20: Camada de resina

X: Direção de comprimento x do corpo empilhado

Y: Direção de espessura y do corpo empilhado

REIVINDICAÇÕES

1. Gerador acústico, caracterizado pelo fato de que compreende:
 - um filme (3);
 - um membro de quadro (5) disposto em uma borda periférica externa do filme (3);
 - uma pluralidade de elementos piezoelétricos (1, 31, 41) disposta no filme (3) e no interior do membro de quadro (5); e
 - uma camada de resina (20) carregada no interior do membro de quadro (5) para cobrir os elementos piezoelétricos (1, 31, 41),
 - em que uma espessura total (t1) compreendendo:
 - um elemento piezoelétrico (1, 31, 41), uma parte do filme (3) na qual o um elemento piezoelétrico (1, 31, 41) é disposto, e uma parte da camada de resina (20), na qual o um elemento piezoelétrico (1, 31, 41) é disposto;
 - é diferente de uma espessura total (t2) compreendendo:
 - um outro elemento piezoelétrico (1, 31, 41), disposto próximo ao um elemento piezoelétrico em uma vista plana, uma outra parte do filme (3) na qual o um outro elemento piezoelétrico (1, 31, 41) é disposto, e uma outra parte da camada de resina (20) na qual o um outro elemento piezoelétrico (1, 31, 41) é disposto.
2. Gerador acústico, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o membro de quadro (5) é formado por um material menos deformável do que a camada de resina (20), e a camada de resina (20) é ligada ao membro de quadro (5).
3. Gerador acústico, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que a camada de resina (20) é formada por uma resina que tem um módulo de Young de 1 MPa a 1 GPa.
4. Gerador acústico, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que a resina é formada por uma resina à base de acrílica.
5. Gerador acústico, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que o filme (3) é formado por uma resina.
6. Gerador acústico, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a

5, caracterizado pelo fato de que os elementos piezoelétricos (1, 31, 41) são elementos piezoelétricos multicamadas do tipo bilaminar (31).

7. Gerador acústico, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de que os elementos piezoelétricos (1, 31, 41) são elementos piezoelétricos multicamadas do tipo unilaminar (1, 41).

8. Gerador acústico, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que o membro de quadro (5) inclui um primeiro membro de quadro (5a) e um segundo membro de quadro (5b), e a borda periférica externa do filme (3) é ensanduichada entre o primeiro membro de quadro (5a) e o segundo membro de quadro (5b).

9. Gerador acústico, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que os elementos piezoelétricos (1, 31, 41) são dispostos em ambas as superfícies do filme (3) de modo a estarem opostos entre si com o filme (3) ensanduichado entre os mesmos.

10. Gerador acústico, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que a pluralidade dos elementos piezoelétricos (1, 31, 41) é disposta no filme (3) e no interior do primeiro membro de quadro (5a) e do segundo membro de quadro (5b).

11. Gerador acústico, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizado pelo fato de que elementos piezoelétricos (1, 31, 41) dispostos em uma mesma superfície do filme (3) são supridos com uma mesma voltagem.

12. Unidade de alto-falante, caracterizada pelo fato de que compreende:
um alto-falante piezoelétrico de tom alto (SP1);
um alto-falante piezoelétrico de tom baixo (SP2); e
um diafragma de suporte (Z) configurado para fixar o alto-falante piezoelétrico de tom alto (SP1) e o alto-falante piezoelétrico de tom baixo (SP2),
o alto-falante piezoelétrico de tom alto (SP1) sendo construído pelo gerador acústico, como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 11.

FIG. 1

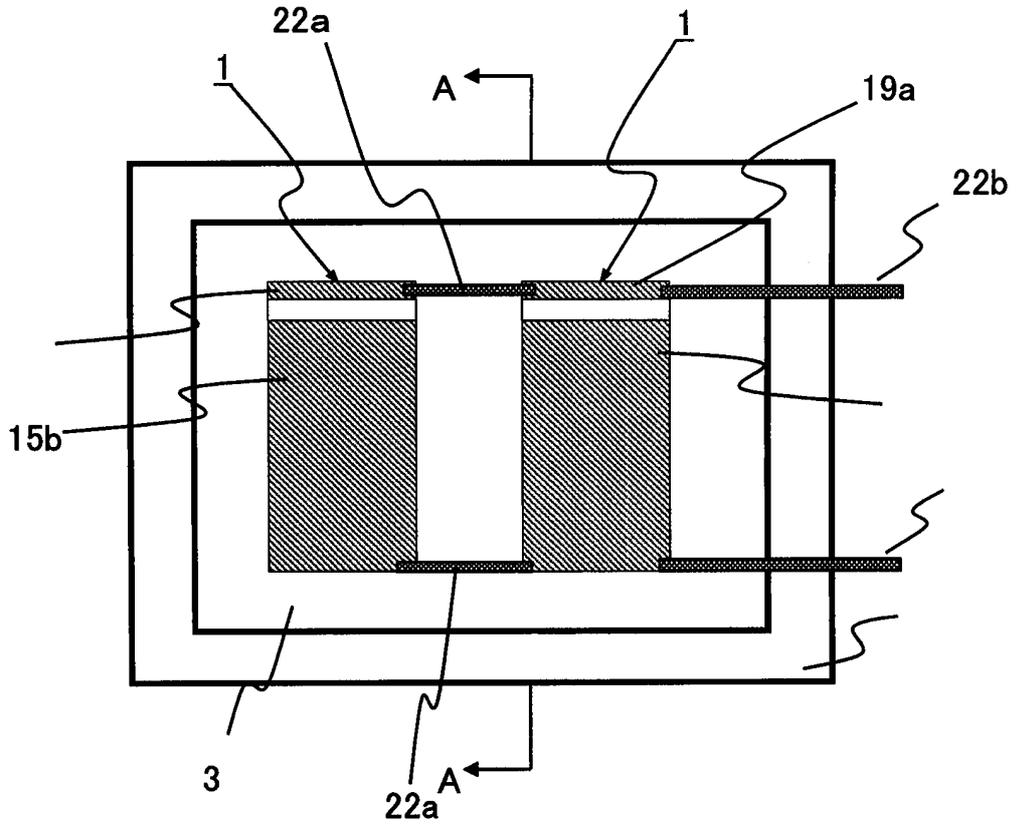


FIG. 2

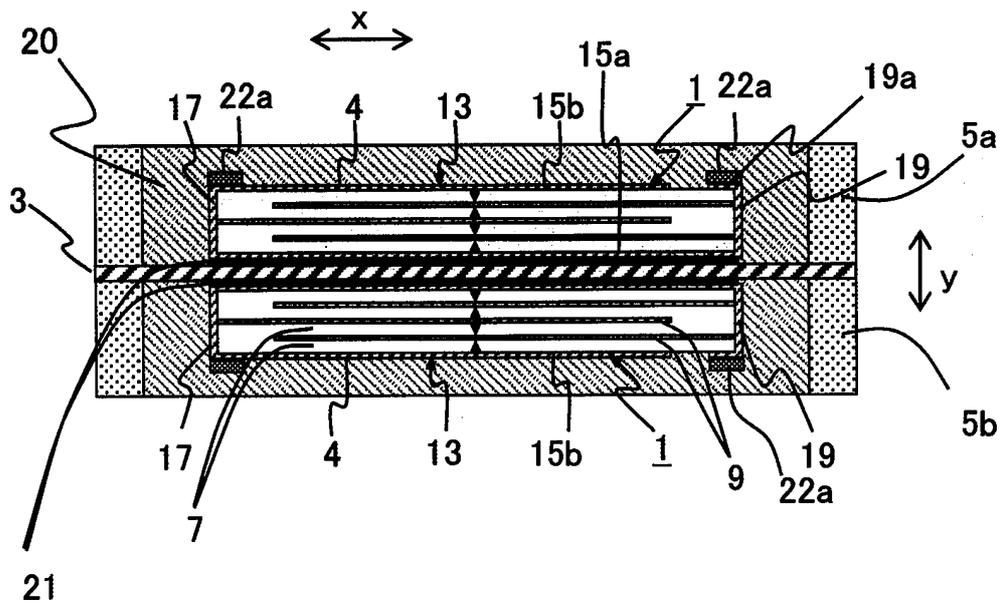


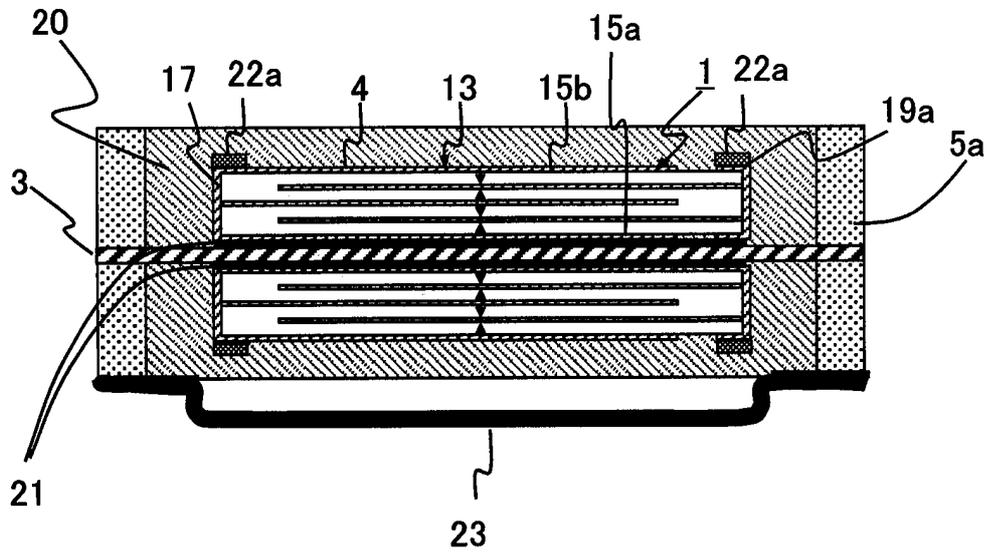
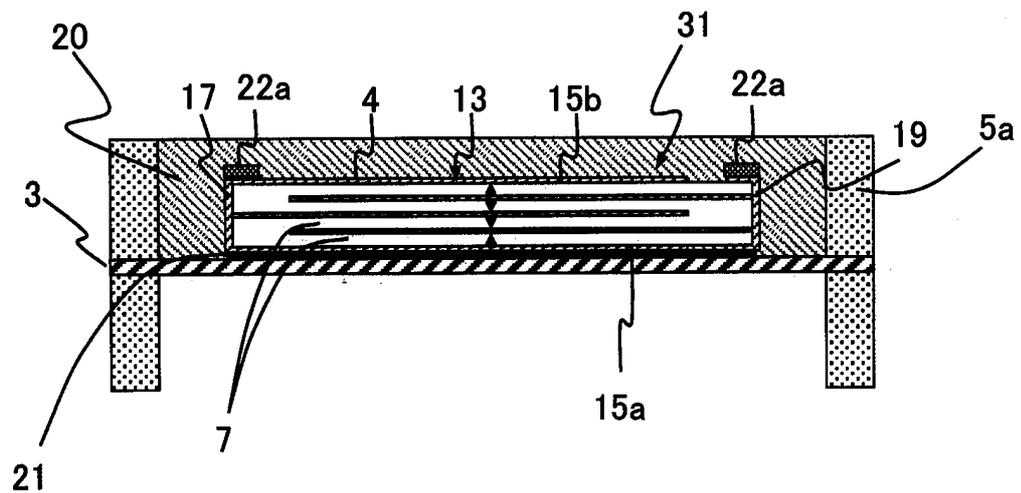
FIG. 3**FIG. 4**

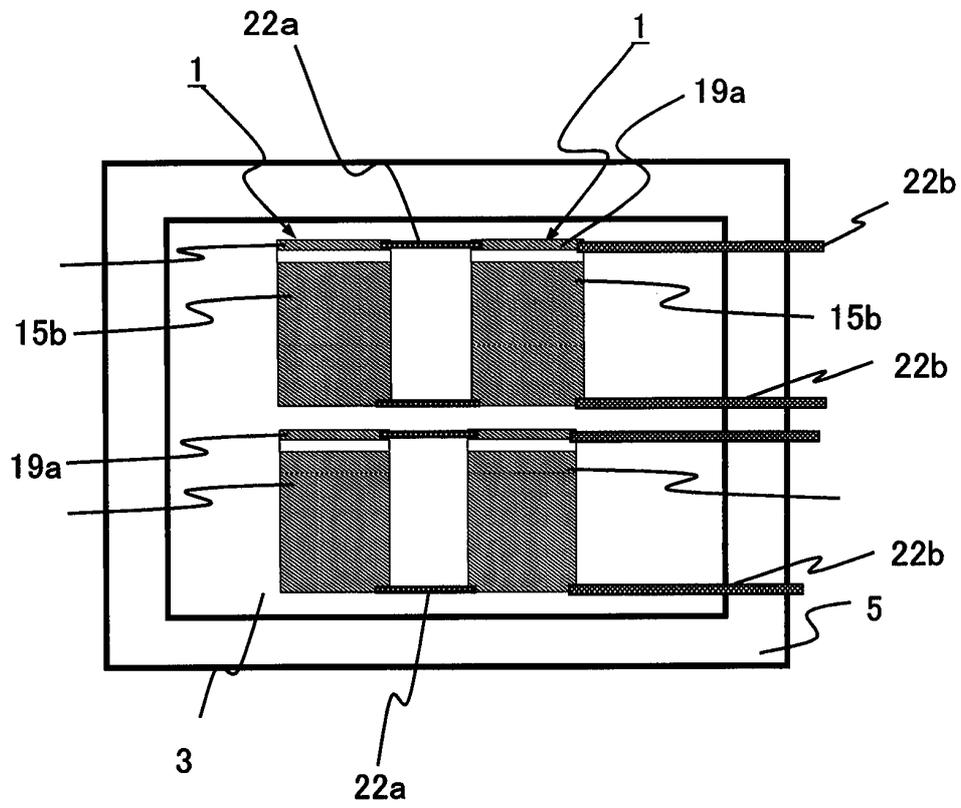
FIG. 7

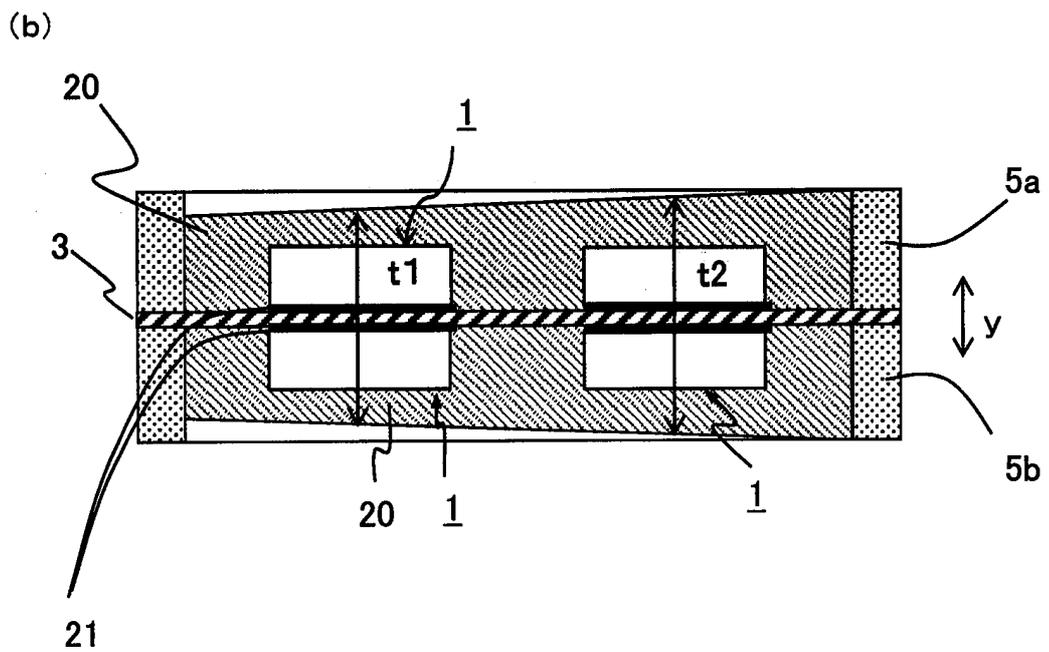
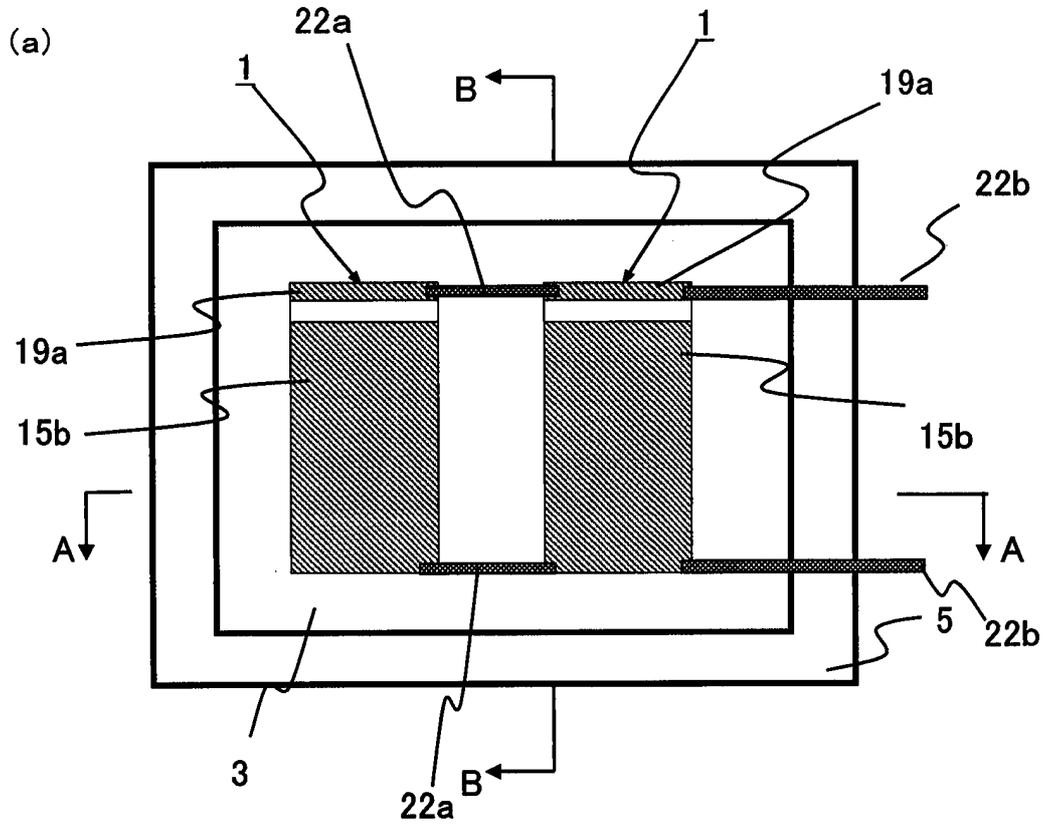
FIG. 8

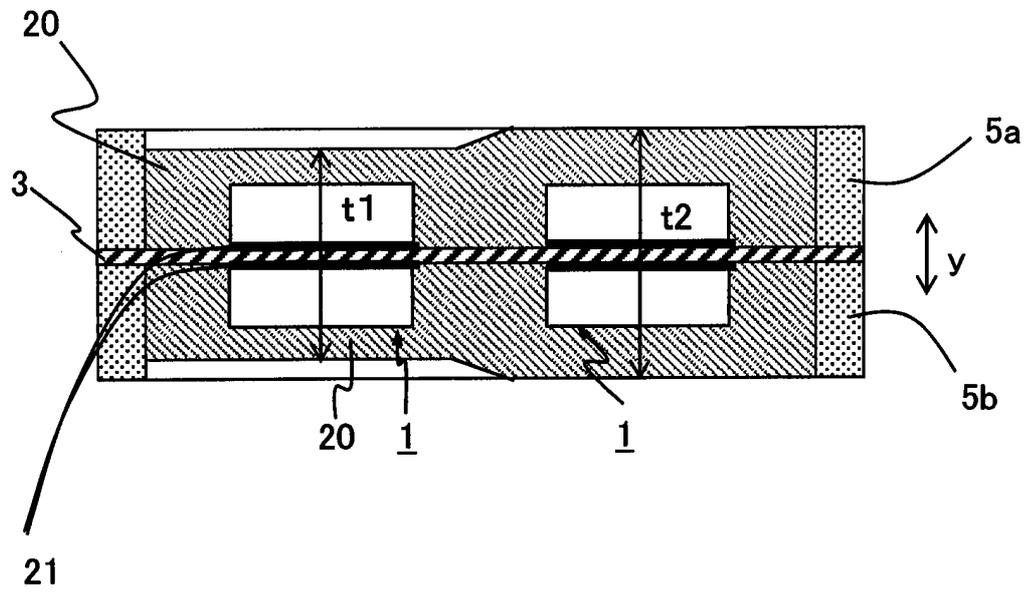
FIG. 9

FIG. 10

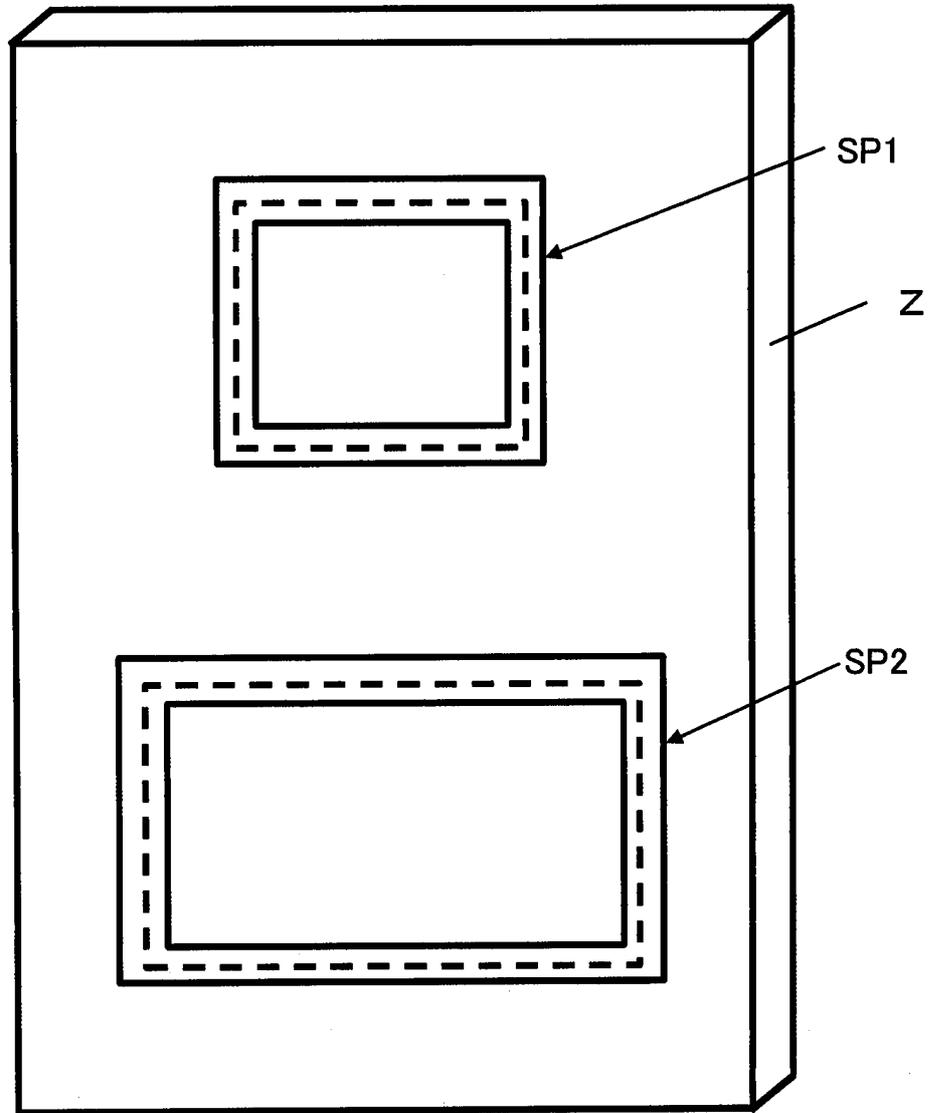


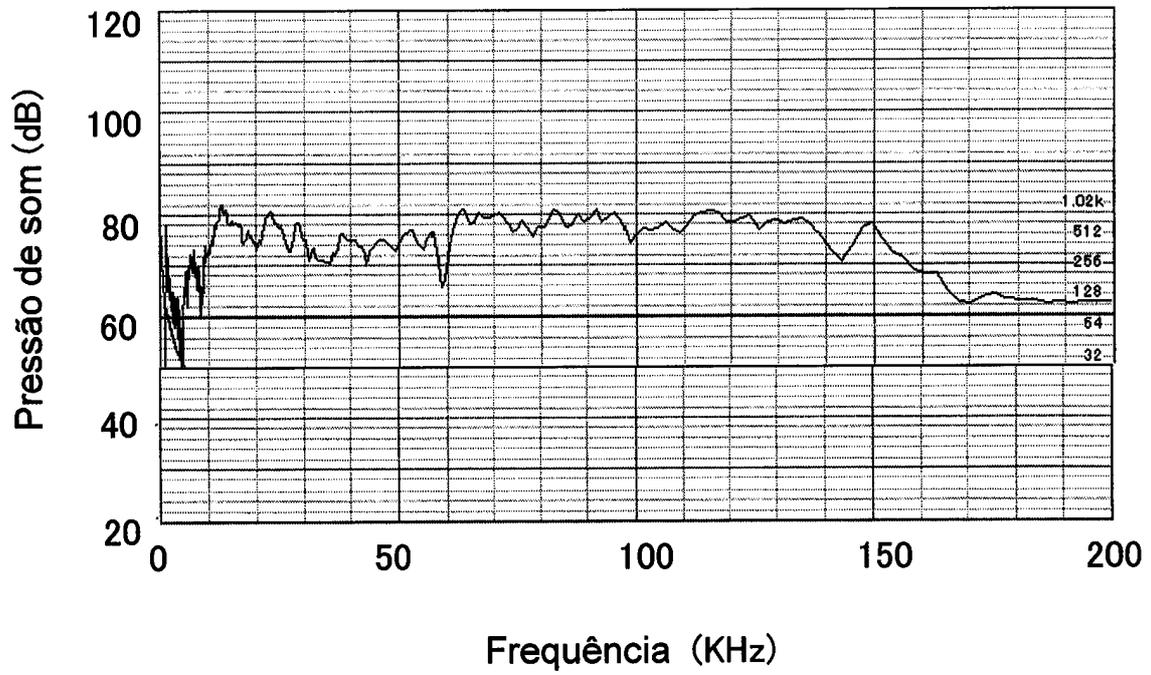
FIG. 11

FIG. 12