



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

(21) **PI0710366-2 A2**

(22) Data de Depósito: 17/04/2007
(43) Data da Publicação: 16/08/2011
(RPI 2119)



(51) *Int.Cl.:*
H01P 7/04 2006.01
H01L 41/083 2006.01

(54) Título: **ELEMENTO DE SINTONIA E
RESSONADOR SINTONIZÁVEL**

(30) Prioridade Unionista: 27/04/2006 FI 20065272

(73) Titular(es): POWERWAVE COMTEK OY

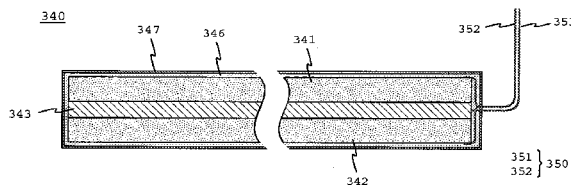
(72) Inventor(es): HARRI NÄRHI

(74) Procurador(es): CRUZEIRO NEWMARC
PATENTES E MARCAS LTDA

(86) Pedido Internacional: PCT FI2007050198 de 17/04/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/125161 de 08/11/2007

(57) **Resumo:** ELEMENTO DE SINTONIA E RESSONADOR SINTONIZÁVEL. Elemento de sintonia baseado em piezeletricidade e um ressonador dotado deste membro. O elemento básico piezelétrico inclui pelo menos uma camada piezelétrica (341, 342) e uma camada metálica (343). Este elemento básico é primeiramente revestido com uma fina camada isolante (346) e então, com um bom condutor (347). A espessura do revestimento condutor é maior que a profundidade de pele de um campo que corresponde à frequência de operação da estrutura no condutor. O elemento de sintonia (340) assim formado é fixado, por exemplo, em alguma superfície interna da cavidade do ressonador para mudar a frequência natural do ressonador por controle elétrico. Ao usar o elemento de sintonia, não são necessários arranjos mecânicos para a movimentação do elemento de sintonia. Além disso, o elemento de sintonia não causa perdas dielétricas consideráveis nem intermodulação quando estiver em um campo eletromagnético de radiofrequência, porque o campo não pode penetrar de maneira significativa no revestimento condutor no interior do material piezelétrico.





"ELEMENTO DE SINTONIA E RESSONADOR
SINTONIZÁVEL"

A invenção se refere a um elemento de sintonia baseado em piezeletricidade e um ressonador que possui este
5 elemento de sintonia para mudar a frequência natural do ressonador por controle elétrico.

Piezeletricidade é a característica de vários materiais estruturados com cristais em que a força mecânica aplicada ao material provoca neste uma diferença de potencial
10 elétrico e, de forma inversa, um campo elétrico aplicado ao material nele provoca uma transformação mecânica. Dependendo da direção de corte do cristal e da direção do campo elétrico, a transformação pode ocorrer, por exemplo, como uma mudança da espessura e do comprimento de uma peça tipo placa. Se a placa
15 piezelétrica tiver o formato de fita e for fixada a uma base rígida e ambas as suas extremidades, ocorre a partir da base um aumento no comprimento que faz a fita dobrar, de maneira que sua parte média se levanta da base. De forma correspondente, se a placa piezelétrica, por exemplo, de forma circular for fixada
20 a uma base rígida em suas bordas, a extensão no plano da placa faz com que sua área central se levante da base. Uma fita piezelétrica também pode ser fixada em seu comprimento total a outra fita flexível que não reage mecanicamente ao campo elétrico. Se este elemento combinado tiver sido fixado somente
25 em uma extremidade, então a alteração no comprimento da peça piezelétrica força a extremidade livre do elemento para virar na direção correspondente à alteração do comprimento.

"Elemento de sintonia" significa, nesta

especificação, um componente por meio do qual a frequência natural de um circuito ou de um dispositivo possa ser ajustada. Esses dispositivos sintonizáveis são, por exemplo, ressonadores usados nos filtros dos equipamentos de rádio. Nos ressonadores de radiofrequência, são comuns diferentes cavidades e ressonadores coaxiais, porque com seu uso, podem ser construídos filtros de baixas perdas que produzem potências relativamente altas. A estrutura básica do ressonador coaxial compreende um condutor interno, um condutor externo que consiste de paredes laterais, um fundo e uma tampa. O fundo e a tampa estão em conexão galvânica com o condutor externo, e o conjunto dos três forma um alojamento fechado do ressonador. Normalmente, a extremidade inferior do condutor interno liga galvanicamente o fundo e a extremidade superior fica "no ar", caso em que a linha de transmissão que forma o ressonador é curto circuitada em sua extremidade inferior e aberta em sua extremidade superior. Depois, é o caso de um ressonador de quarto de onda, porque o comprimento de onda que corresponde à sua frequência natural, ou frequência básica de ressonância, é quatro vezes o comprimento elétrico da linha de transmissão.

A sintonização do ressonador coaxial de quarto de onda se baseia normalmente na alteração da capacitância entre o condutor interno e a tampa, caso em que também o comprimento elétrico e a frequência natural do ressonador são alterados. Tradicionalmente, têm sido usados parafusos metálicos de sintonia na tampa do ressonador para alterar a capacitância. Quando o parafuso é acionado, é alterada sua distância do condutor interno do ressonador, e como

conseqüência muda a capacitância entre o condutor interno e a tampa. Uma desvantagem do uso de parafusos de sintonia é que os acessórios do parafuso aumentam o número de componentes de filtro e os furos rosqueados para os parafusos significam um aumento do número de etapas de trabalho e, portanto, um aumento nos custos de fabricação. Além disso, o contato elétrico nas roscas pode deteriorar-se no curso do tempo, o que provoca alterações na sintonia e aumento de perdas no ressonador. Existe também o risco de queda elétrica nos filtros de alta potência, se a ponta do parafuso estiver perto da extremidade do condutor interno. Além disso, em um filtro multi-ressonador pode ser necessário acionar manualmente os parafusos em vários estágios para obter a desejada resposta de frequência. Assim, a sintonia consome tempo, sendo relativamente cara.

15 A capacitância entre o condutor interno e as peças condutoras vizinhas de um ressonador coaxial também pode ser alterada por meio de elementos dobráveis de sintonia. Na extremidade do condutor interno pode haver uma peça de extensão planar paralela à tampa e, em sua borda com pelo menos uma projeção paralela à parede lateral. Dobrando a projeção e a referida capacitância ao mesmo tempo, a frequência natural do ressonador muda. Uma desvantagem também deste tipo de solução é que em um filtro multi-ressonador pode ser necessário dobrar manualmente os elementos de sintonia em vários estágios para obter a desejada resposta de frequência. Além disso, a tampa do filtro deve ser aberta e fechada em cada estágio de sintonia, sendo a sintonia consumidora de tempo e de alto custo.

Como é sabido, o elemento de sintonia de um

ressonador também pode ser dielétrico. Nesse caso, é utilizado o fato de que a resistência do campo elétrico na cavidade do ressonador varia dependendo da localização. Quando uma peça dielétrica é movimentada, por exemplo, na direção do campo elétrico mais forte, aumenta o coeficiente dielétrico efetivo da peça em questão da cavidade do ressonador. Então, no caso de um ressonador de quarto de onda, aumenta a capacitância entre a extremidade superior do condutor interno e das superfícies do condutor à sua volta, aumenta o comprimento elétrico do ressonador e reduz a frequência natural. Uma desvantagem do elemento de sintonia dielétrico é que exige um mecanismo móvel que, por sua vez, significa o aumento dos custos de produção. Além disso, seu material provoca perdas dielétricas e assim, a atenuação do sinal.

O elemento de sintonia de um ressonador também pode ser piezelétrico. A **Fig. 1** mostra um exemplo desse caso. É mostrado na figura um ressonador de quarto de onda, cuja estrutura básica compreende um condutor externo 110, um condutor interno 120, um fundo 115 e uma tampa 130. Além disso, a estrutura inclui um elemento piezelétrico de sintonia 140 para a sintonia do ressonador, cujo membro é visto separadamente como vista lateral e por baixo nas figuras de acompanhamento próximas ao ressonador. O elemento de sintonia 140 é um objeto com formato de fita que possui duas camadas reais: a camada inferior 141 é de material piezelétrico e a camada superior 142 é algum metal. O elemento de sintonia é fixado a partir de ambas as suas extremidades na superfície interna da tampa do ressonador acima da extremidade superior do

condutor interno, de maneira que as extremidades da camada de metal do membro estejam em contato galvânico com a tampa 130. A tensão de controle do elemento de sintonia é conduzida por meio de um pequeno furo na tampa por uma linha 150. Um condutor
5 dessa linha está ligado à camada metálica 142 e o outro a um revestimento condutor 144 que cobre pelo menos parcialmente a superfície inferior da camada piezelétrica. Este tipo de revestimento é necessário para a condução do campo elétrico de forma igual em toda a camada piezelétrica.

10 O elemento de sintonia 140 pode ser conformado de maneira que, no estado inativo, tenha sido dobrado a partir da metade de certa forma na direção do condutor interno 120. A distância d entre o condutor interno e a camada metálica do elemento de sintonia é, portanto, menor que a distância entre o
15 condutor interno e a tampa 130. Dependendo da polaridade da tensão de controle, a distância d aumenta ou diminui com a alteração do comprimento da fita piezelétrica. No primeiro caso, a capacitância entre o condutor interno e a tampa se reduz e, portanto, aumenta a frequência natural do ressonador.
20 No outro caso, a frequência natural reduz-se de forma correspondente. A dimensão da alteração depende naturalmente da magnitude do valor absoluto da tensão de controle.

O elemento de sintonia também pode ser fixado de maneira correspondente na superfície superior do condutor
25 interno. Também, pode ser fixado à tampa do ressonador somente em sua única extremidade, de maneira que sua extremidade livre fique acima do condutor interno. Principalmente, a possibilidade da sintonia do ressonador é também, nesses casos,

similar à descrita acima.

A **Fig. 2** mostra um segundo exemplo de um conhecido elemento piezelétrico de sintonia. O elemento de sintonia 240 é apresentado aumentado como uma vista lateral, com a maior parte do centro cortada fora. Tem três camadas efetivas: existe a primeira camada piezelétrica 241 na parte de cima da figura, a camada metálica 243 na metade e a segunda camada piezelétrica 242 na parte inferior. Além disso, um primeiro revestimento condutor 244 se situa na superfície superior da primeira camada piezelétrica e um segundo revestimento condutor 245 na superfície inferior da segunda camada piezelétrica para a condução do campo elétrico de forma igual para as camadas piezelétricas. A estabilidade térmica da estrutura multicamadas é melhor obtida que, por exemplo, pelo elemento de sintonia de acordo com a Fig. 1. Isto é, o elemento de sintonia 240 sendo dobrado, por exemplo, a partir do centro para baixo, a expansão térmica da primeira camada piezelétrica 241 tende a esticar o membro, mas a expansão térmica da segunda camada piezelétrica 242 tende a dobrá-lo ainda mais. Por esta razão, a forma arqueada do elemento permanece quase inalterada.

O campo elétrico é levado até o elemento de sintonia pela linha 250 que tem um primeiro 251 e um segundo condutores 252. O primeiro condutor 251 é ligado à camada metálica 243, e o segundo condutor 252 é ligado tanto ao primeiro revestimento condutor 244 como ao segundo revestimento condutor 245. Por isso, as direções do campo elétrico nas camadas piezelétricas são opostas, seguindo-se ainda que, quando o comprimento de uma camada é reduzido, o comprimento da

outra camada aumenta. Portanto, as mudanças de comprimento de ambas as camadas dobram o elemento na mesma direção, como deve ser. Quando a polaridade da tensão de controle muda, também muda a direção de dobra do elemento de sintonia.

5 O número de camadas no elemento piezelétrico de sintonia pode ser maior que três, para tornar o elemento o mais ideal possível.

Quando forem usados os tipos de elementos piezelétricos de sintonia supramencionados, são evitados seus
10 controles mecânicos, porque a transformação ocorre por meio de um controle elétrico. Entretanto, a desvantagem são as perdas dielétricas quando campo eletromagnético de alta frequência se propaga dentro do elemento de sintonia pelo menos por meio de suas superfícies laterais. A parte imaginária da complexa
15 permissividade dos materiais piezelétrico é maior relativamente à parte real, isto é, o ângulo de perda δ e sua tangente são relativamente grandes. Por essa razão, as referidas perdas dielétricas são consideravelmente grandes. Além disso, o material piezelétrico não é linear com relação às suas
20 características elétricas, o que resulta na intermodulação para a propagação do sinal por meio do ressonador.

O objetivo da invenção é minimizar as desvantagens mencionadas relativas à técnica anterior. O elemento de sintonia de acordo com a invenção é caracterizado
25 pelo que é apresentado na reivindicação independente 1. O ressonador de acordo com a invenção é caracterizado pelo que é apresentado na reivindicação independente 6. Algumas configurações vantajosas da invenção estão descritas nas demais

reivindicações.

A idéia básica da invenção é a seguinte: Ao elemento piezelétrico básico pertence pelo menos uma camada piezelétrica e uma camada metálica. Esse elemento básico é
5 primeiro revestido com uma fina camada isolante e depois com um bom condutor. A espessura do revestimento condutor é maior que a profundidade de pele do campo correspondente à frequência de operação da estrutura no condutor. O elemento de sintonia assim formado é fixado em, por exemplo, uma superfície interna da
10 cavidade do ressonador de maneira a mudar a frequência natural do ressonador por meio de um controle elétrico.

Uma vantagem da invenção é que, ao usar um elemento de sintonia de acordo com ela, não é necessário um arranjo mecânico para a movimentação do elemento de sintonia, o
15 que reduz os custos de fabricação do produto como um todo e aumenta sua confiabilidade. Outra vantagem da invenção é que o elemento de sintonia não provoca perdas dielétricas consideráveis quando está em um campo eletromagnético de radiofrequência. Isto é causado pelo fato que o campo não pode
20 penetrar de forma considerável pelo referido revestimento condutor dentro do material piezelétrico. A partir disso, segue-se uma vantagem adicional que o material piezelétrico nem provoca a intermodulação no sinal no campo em que está o elemento de sintonia.

25 A invenção será agora descrita em detalhes. A descrição se refere aos desenhos de acompanhamento onde

A Fig. 1 mostra um exemplo de um elemento de sintonia de acordo com a técnica anterior em um ressonador,

A Fig. 2 mostra um segundo exemplo de um elemento de sintonia de acordo com a técnica anterior,

As Figs. 3a,b mostram um exemplo de um elemento de sintonia de acordo com a invenção,

5 A Fig. 4 mostra um exemplo de um ressonador coaxial de acordo com a invenção,

As Figs. 5a,b mostram um segundo exemplo de um ressonador coaxial de acordo com a invenção,

10 A Fig. 6 mostra um terceiro exemplo de um ressonador coaxial de acordo com a invenção,

As Figs. 7a,b mostram um exemplo de um elemento de sintonia e um ressonador de acordo com a invenção, e

15 A Fig. 8 mostra outro exemplo de um ressonador de acordo com a invenção.

As Figs. 1 e 2 já foram descritas com relação à descrição da técnica anterior.

As **Figs. 3a e 3b** mostram um exemplo de um elemento de sintonia de acordo com a invenção. A Fig. 3a é uma
20 vista lateral do elemento de sintonia 340 como uma seção longitudinal e com a maior parte do meio cortada, e a Fig. 3b o mostra como um desenho em perspectiva. O elemento de sintonia 340 compreende um elemento básico similar ao mostrado na Fig. 2 e suas camadas de revestimento de acordo com a invenção. Assim,
25 o elemento básico tem uma camada metálica 343 na metade e uma primeira 341 e uma segunda 342 camada piezelétrica com seus revestimentos condutores imediatos. Existem duas camadas de revestimento: o elemento básico tem primeiro um revestimento

isolante 346 e este tem ainda um revestimento condutor 347. Como o nome sugere, a função do revestimento isolante é isolar galvanicamente o revestimento condutor do elemento básico. O revestimento isolante é relativamente fino e feito com material flexível, de maneira que não resiste muito à dobradura do elemento de sintonia. A função do revestimento condutor é, de acordo com a invenção, evitar a penetração do campo eletromagnético no material piezelétrico. Por esse motivo, a espessura do revestimento condutor é maior que a profundidade de pele do campo correspondente à frequência de operação da estrutura no condutor. Se a espessura do revestimento condutor for, por exemplo, três vezes maior que a profundidade de pele, a resistência de campo dentro do "alojamento" formado pelo revestimento condutor é somente cerca de 5% da resistência de campo fora deste. Ao usar cobre, a profundidade de pele na frequência gigahertz é 2,7 μm , e assim cerca de 10 μm é uma espessura adequada para o revestimento condutor.

Quando o acesso do campo eletromagnético ao material piezelétrico é evitado, as perdas dielétricas do elemento de sintonia permanecem baixas, e o material piezelétrico não causa intermodulação no sinal do campo em que está o elemento de sintonia.

O elemento de sintonia 340 é uma placa em formato de fita: é um retângulo relativamente fino e alongado, visto de cima. A linha de controle 350 do elemento de sintonia une o elemento à sua única extremidade, sendo conectada da mesma forma que na Fig. 2: o primeiro condutor 351 está conectado à camada metálica 343, e o segundo condutor 352 está

ligado ao revestimento condutor imediato tanto da primeira como da segunda camada piezelétrica.

A **Fig. 4** mostra um exemplo de um ressonador coaxial que compreende um elemento de sintonia de acordo com a invenção. O ressonador 400 mostrado como uma seção longitudinal é um ressonador similar de quarto de onda de sua estrutura básica como na Fig. 1. Assim, compreende um alojamento do ressonador formado por um condutor externo 410, um fundo 415 e uma tampa 430 e um condutor interno 420, cuja extremidade inferior se liga galvanicamente ao fundo e a extremidade superior se situa no espaço livre na cavidade do ressonador. O elemento de sintonia 440 é similar ao das Figs. 3a e 3b, a fita piezelétrica isolada eletromagneticamente do revestimento condutor. Neste exemplo, se localiza na parte superior da cavidade do ressonador acima do nível da superfície superior do condutor interno, isto é, em um espaço em que o campo elétrico é mais forte quando a estrutura ressona. O elemento de sintonia é fixado em suas extremidades à tampa 430 por intermédio de projeções 461, 462 na superfície inferior da tampa. As projeções separam o elemento de sintonia da tampa o suficiente para esta poder dobrar a partir do meio também na direção da tampa. As projeções podem ser o mesmo objeto com a tampa ou com as peças condutoras intermediárias fixadas à ela. Ocorre a fixação do elemento de sintonia às projeções 461, 462, por exemplo, por soldagem ou por parafusos que penetram no elemento de sintonia.

O final da linha de controle 450 do elemento de sintonia 440 é levado à cavidade do ressonador por um

pequeno furo na tampa 430. O elemento de sintonia pode ser controlado de maneira a dobrar seja para cima ou para baixo, como na descrição da Fig. 2. A amplitude do movimento, isto é, a alteração máxima da distância d entre a superfície superior do condutor interno e o elemento de sintonia é, por exemplo, $\pm 0,25$ mm. Com esse tipo de movimento é obtida tal alteração de capacitância, que a frequência natural de um ressonador projetado para a faixa de 1,8-1,9 GHz muda, por exemplo, ± 60 MHz.

10 As **Figs. 5a e 5b** mostram um segundo exemplo de um ressonador coaxial que tem um elemento de sintonia de acordo com a invenção. A Fig. 5a é uma vista lateral do ressonador 500 como uma seção longitudinal e a Fig. 5b é uma vista superior com a tampa retirada. Nesse exemplo, o ressonador é um
15 ressonador de meia onda, que aparece do fato que o condutor interno 520 do ressonador se prolonga a partir do fundo 515 para a tampa 530. A linha de transmissão formada pelo condutor interno e o condutor externo 510 está, portanto, em curto-circuito em ambas as suas extremidades. O condutor externo
20 consiste de quatro paredes laterais tendo uma seção transversal retangular. Quando o ressonador de meia onda oscila em sua frequência natural, o campo magnético está mais forte nas extremidades da linha de transmissão e o campo elétrico está mais forte na metade da linha de transmissão. Por isso, o
25 elemento de sintonia 540 está, neste exemplo, colocado perto da metade do caminho do ressonador em elevação, de maneira que sua direção longitudinal seja horizontal e sua direção lateral seja vertical. O elemento de sintonia se fixa à estrutura, de

maneira que suas extremidades se prolongam nos recessos nas duas paredes laterais opostas. Naturalmente, seria também possível fixar o elemento de sintonia às projeções dispostas na parede lateral mais próxima do ressonador de forma correspondente como na Fig. 4 ou diagonalmente nas duas paredes laterais adjacentes.

A linha de controle 550 do elemento de sintonia se estende ao elemento de sintonia por meio de um pequeno furo na parede lateral do ressonador em um dos referidos recessos. Quando o elemento de sintonia é controlado, dobra-se na direção do condutor interno 520 ou na direção contrária, dependendo da polaridade da tensão de controle. No primeiro caso, a frequência natural do ressonador aumenta e no último, reduz.

A Fig. 6 mostra um terceiro exemplo do uso de um elemento de sintonia de acordo com a invenção no ressonador coaxial. O ressonador 600 mostrado como uma seção longitudinal é um ressonador similar de quarto de onda de sua estrutura básica como o das Figs. 1 e 4. O elemento de sintonia 640 se localiza na parte superior da cavidade do ressonador, acima do nível da superfície superior do condutor interno 620, como na Fig. 4. A diferença comparada com a Fig. 4 é que o elemento de sintonia 640 é somente fixado à tampa 630 em sua única extremidade. Aqui, a fixação é feita por um parafuso 660. Visto de cima, o ponto de fixação está fora do condutor interno 620, e a extremidade livre do elemento de sintonia se prolonga acima do condutor interno. O elemento de sintonia é feito de maneira que, em seu estado inativo é, de certa forma arqueado na

direção do condutor interno. Então, ao controlar o elemento de sintonia, sua extremidade livre gira tanto na direção da extremidade superior do condutor interno como em sua direção contrária, dependendo da polaridade da tensão de controle.

5 Naturalmente, o elemento de sintonia pode estar em estado inativo também reto e fixado por meio de uma projeção condutora da tampa.

As Figs. 7a e 7b mostram um exemplo de um elemento de sintonia e de um ressonador de acordo com a invenção. A Fig. 7a é somente uma vista superior do elemento de sintonia 740. Trata-se de uma placa piezelétrica de forma circular, completamente revestida com material condutor de acordo com a invenção. A tensão de controle é conduzida ao elemento de sintonia por uma linha 750. O elemento de sintonia 740 é fixado a partir de suas bordas, de maneira que sua superfície lateral com formato de um anel cilíndrico não possa se mover em nenhuma direção no nível do elemento de sintonia. A linha tracejada da Fig. 7a delimita uma área de borda relativamente estreita 748 da superfície superior do elemento de sintonia, área que apresenta um exemplo de área de fixação. A Fig. 7b é uma seção longitudinal do ressonador 700 provido do elemento de sintonia 740. Este é um ressonador similar de quarto de onda de sua estrutura básica como o apresentado nas Figs. 1, 4 e 6. O elemento de sintonia 740 se localiza na parte superior da cavidade do ressonador, acima do nível da superfície superior do condutor interno 720, como na Fig. 4. O elemento de sintonia 740 é assim fixado em suas extremidades na tampa 730. A fixação pode ser feita, por exemplo, de maneira

que a área de borda 748 da superfície superior visível na Fig. 7a esteja soldada à uma projeção em forma de anel, formada na superfície inferior da tampa. O diâmetro interno da projeção da tampa também pode ser o mesmo que o diâmetro do elemento de sintonia, caso em que o elemento de sintonia pode ser fixado à sua superfície lateral. Naturalmente, a projeção da tampa também pode se prolongar até a lateral da superfície inferior do elemento de sintonia. Ao controlar o elemento de sintonia, este se dobra em uma depressão seja na direção da extremidade superior do condutor interno ou em sua direção contrária, dependendo da polaridade da tensão de controle.

A Fig. 8 mostra outro exemplo de um ressonador de acordo com a invenção. O ressonador 800 é apresentado em seção longitudinal. Tem uma cavidade do ressonador confinada por um condutor externo 810, um fundo 815 e uma tampa 830. Na cavidade, existe um objeto dielétrico sólido e cilíndrico 820 para a redução do tamanho do ressonador. As extremidades do cilindro são paralelas ao fundo e à tampa do ressonador, e foram erguidas acima do fundo 815 do ressonador por uma peça suporte dielétrica SU. A peça suporte tem permissividade substancialmente menor que a do objeto dielétrico 820. Esta foi dimensionada de maneira que uma forma de onda TE_{01} seja excitada em suas frequências de operação do filtro. Assim, o tipo de ressonador é um ressonador de cavidade de meia onda.

O elemento de sintonia 840 é um membro piezelétrico, por exemplo, similar ao das Figs. 3a e 3b ou da Fig. 7a. Está localizado na parte superior da cavidade do ressonador, acima da superfície superior do objeto dielétrico

820 sendo, também nesse caso, fixado à tampa, de maneira que seu revestimento condutor esteja em contato galvânico com a tampa. Quando o elemento de sintonia 840 é controlado de maneira a dobrar-se na direção do objeto dielétrico 820, a
5 dimensão elétrica do objeto aumenta, caso em que a frequência natural tanto do objeto dielétrico como de todo o ressonador é reduzida. De forma correspondente, quando o elemento de sintonia é controlado de maneira a dobrar-se na direção da tampa 830, a frequência natural do ressonador aumenta. No
10 exemplo da Fig. 8, o elemento de sintonia tem o formato de fita sendo fixado em ambas as extremidades. Naturalmente, um elemento com formato de fita também pode ser somente fixado em uma de suas extremidades como na Fig. 6.

Nas Figs. 4-8, a estrutura é feita para
15 continuar na direita do ressonador descrito. Isto significa que o ressonador em questão pode ser parte de um filtro multi-ressonador. Nesse caso, cada ressonador do filtro tem um elemento de sintonia de acordo com a invenção. Podem ser controlados separadamente ou em conjunto.

20 Nesta descrição e reivindicações, os epítetos "inferior", "superior", "horizontal", "vertical", "uma vista lateral" e "por cima" se referem à posição do ressonador em que seu condutor externo é vertical e seu fundo o mais baixo. A posição de operação do ressonador pode ser, naturalmente,
25 qualquer uma.

Acima, foram descritos um elemento piezelétrico de sintonia e as estruturas do ressonador providas com esse elemento. A estrutura pode naturalmente diferir nos

detalhes com relação às descritas. A idéia da invenção pode ser aplicada de maneiras diferentes dentro das limitações estabelecidas pela reivindicação independente 1.

REIVINDICAÇÕES

1. Elemento de sintonia (340) com um elemento básico que compreende pelo menos uma camada piezelétrica (341, 342) e pelo menos uma camada metálica (343), à qual condutores
5 de controle do elemento básico (351, 352) estão conectados para levar um campo elétrico para a referida pelo menos uma camada piezelétrica, para assim dobrar o elemento de sintonia em uma aplicação, **caracterizado pelo fato de que** o referido elemento básico tem um revestimento isolante (346) que ainda tem um
10 revestimento condutor (347) para evitar a penetração de um campo eletromagnético na referida pelo menos uma camada piezelétrica (341, 342).

2. Elemento de sintonia, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** a espessura do
15 referido revestimento condutor (347) é pelo menos de três vezes a da profundidade de pele de um campo correspondente à frequência de operação do elemento de sintonia no condutor em questão.

3. Elemento de sintonia, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** seu referido
20 elemento básico compreende uma camada metálica e duas camadas piezelétricas, cuja camada metálica (343) se situa entre as camadas piezelétricas, para melhorar a estabilidade térmica do elemento de sintonia (340).

25 4. Elemento de sintonia (340), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** é uma placa em formato de fita, um retângulo alongado visto em uma direção da normal do plano da placa.

5. Elemento de sintonia (740), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** se trata de uma placa planar, substancialmente de forma circular vista em uma direção da normal do plano.

5 6. Ressonador (400; 500; 600; 700; 800) **caracterizado pelo fato de que** compreende um elemento de sintonia, de acordo com a reivindicação 1.

7. Ressonador, de acordo com a reivindicação 6, compreendendo um alojamento do ressonador formado por um condutor externo (410; 610; 710), um fundo (415; 615) e uma tampa (430; 630; 730) e um condutor interno (420; 620; 720), cuja extremidade inferior se liga galvanicamente ao fundo e uma extremidade superior que se situa no espaço livre na cavidade do ressonador, caso em que prevalece uma determinada capacitância entre a extremidade superior do condutor interno e uma parte superior do alojamento do ressonador, **caracterizado pelo fato de que** o elemento de sintonia (440; 640; 740) se localiza em uma parte superior da cavidade do ressonador acima do nível de uma superfície superior do condutor interno fixado à tampa do ressonador.

8. Ressonador (400), de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado pelo fato de que** o elemento de sintonia (440) tem o formato de fita sendo fixado em ambas as extremidades à tampa (430) por meio de projeções condutoras (461, 462) na superfície inferior da tampa, de maneira que o elemento de sintonia tenha espaço para dobrar a partir da metade na direção do condutor interno (420) e da tampa.

9. Ressonador (600), de acordo com a

reivindicação 7, **caracterizado pelo fato de que** o elemento de sintonia (640) tem o formato de fita sendo somente fixado em uma de suas extremidades à tampa (630), de maneira que a extremidade livre do elemento de sintonia tenha espaço para
5 dobrar na direção tanto do condutor interno (620) como da tampa.

10. Ressonador (700), de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado pelo fato de que** o elemento de sintonia (740) é planar, substancialmente com a forma circular visto na direção de sua normal e fixado em suas bordas à tampa (730) por meio de uma projeção condutora do tipo anel na superfície inferior da tampa, de maneira que a área do meio do elemento de sintonia tenha espaço para dobrar na direção tanto do condutor interno (720) como da tampa.

15 11. Ressonador, de acordo com a reivindicação 6, compreendendo um alojamento do ressonador formado por um condutor externo (510), um fundo (515) e uma tampa (530) e em uma cavidade do ressonador confinada pelo alojamento de um condutor interno (520) cuja extremidade inferior se liga
20 galvanicamente ao fundo e cuja extremidade superior é ligada galvanicamente à tampa, **caracterizado pelo fato de que** o elemento de sintonia (540) tem o formato de fita sendo localizado na parte média da cavidade do ressonador, de maneira que sua direção longitudinal seja substancialmente horizontal e
25 sua direção lateral seja vertical, sendo fixado a pelo menos uma parede lateral do condutor externo (510), para que o elemento de sintonia tenha espaço para dobrar a partir do meio na direção do condutor interno (520) e da parede lateral mais

próxima.

12. Ressonador (800), de acordo com a reivindicação 6, compreendendo um alojamento do ressonador formado por um condutor externo (810), um fundo (815) e uma
5 tampa (830), na cavidade do ressonador confinado pelo alojamento onde se localiza um objeto dielétrico sólido (820) suportado pelo fundo (815) de maneira a reduzir o tamanho do ressonador, objeto dielétrico que é dimensionado de maneira que o ressonador seja um ressonador de cavidade de meia onda,
10 **caracterizado pelo fato de que** um elemento de sintonia (840) se localize em uma parte superior da cavidade do ressonador acima do nível de uma superfície superior do objeto dielétrico (820), sendo fixado à tampa do ressonador para que o elemento de sintonia tenha espaço para dobrar na direção tanto do objeto
15 dielétrico (820) como da tampa.

13. Filtro do ressonador em que cada ressonador **caracterizado pelo fato de que** compreende um elemento de sintonia de acordo com a reivindicação 1.

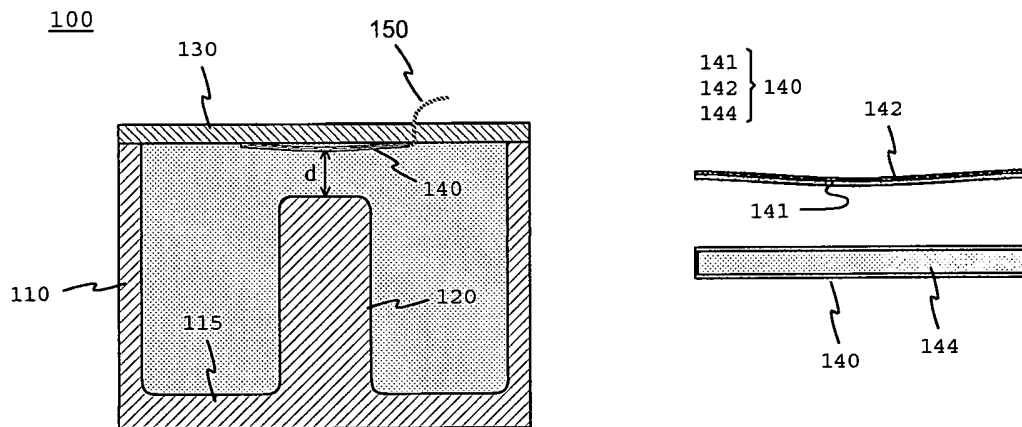


Fig. 1 ESTADO DA TÉCNICA

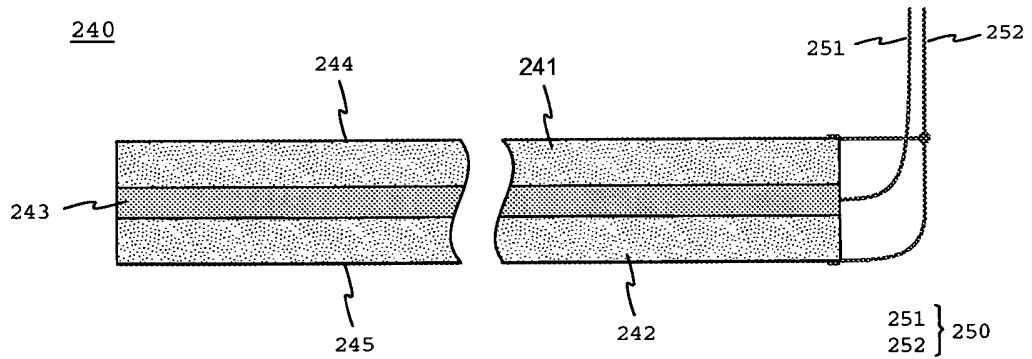


Fig. 2 ESTADO DA TÉCNICA

2/4

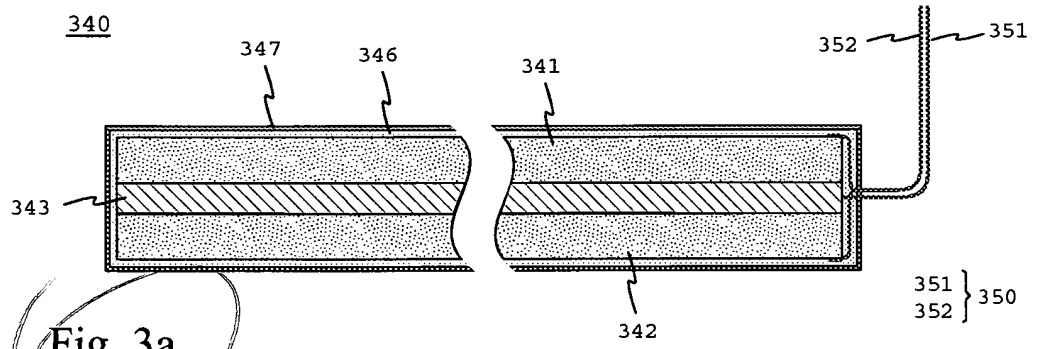


Fig. 3b

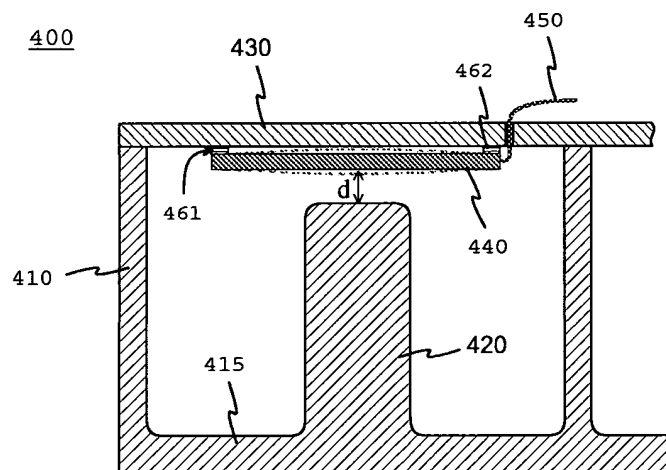
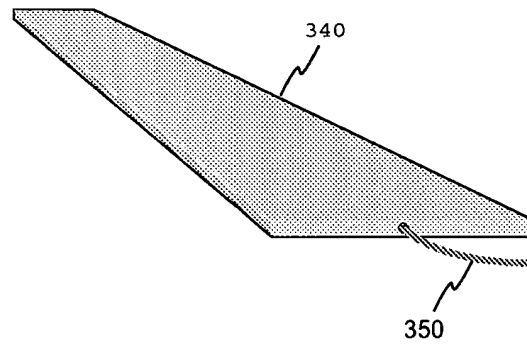


Fig. 4

3/4

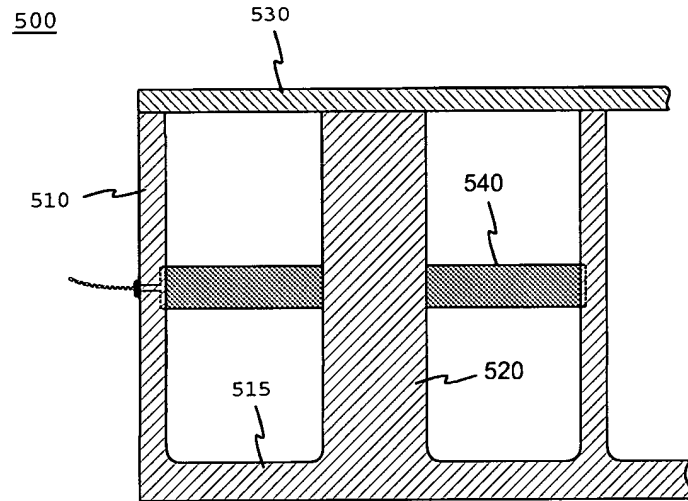


Fig. 5a

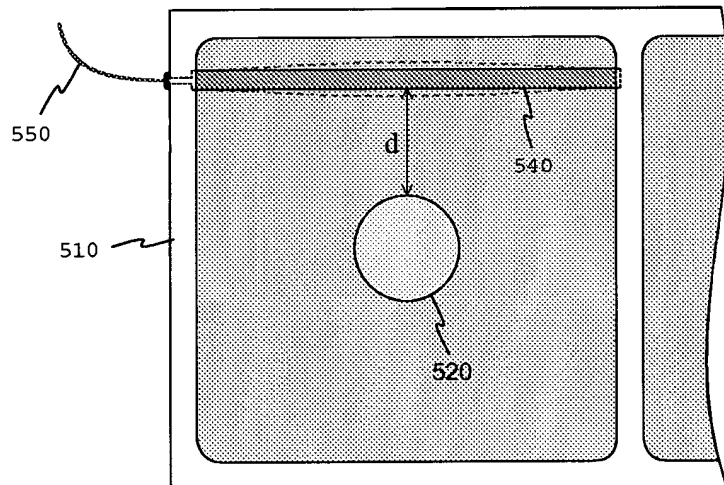


Fig. 5b

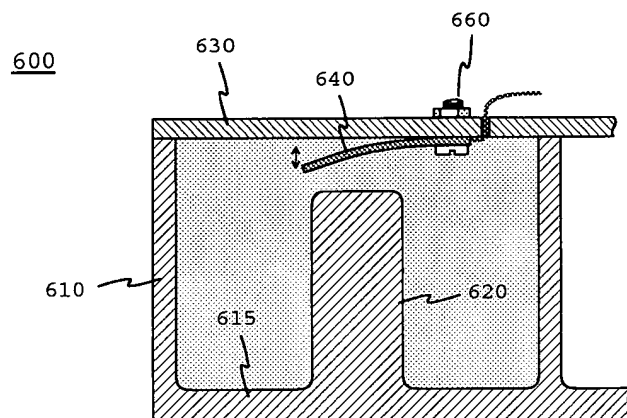


Fig. 6

4/4

Fig. 7a

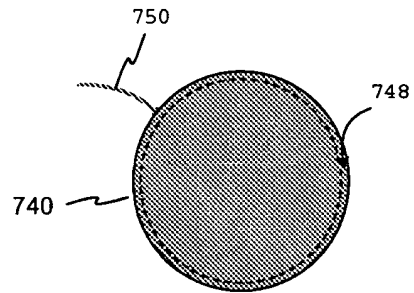
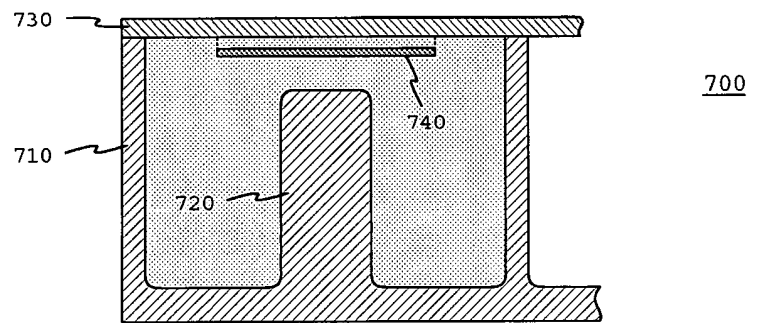
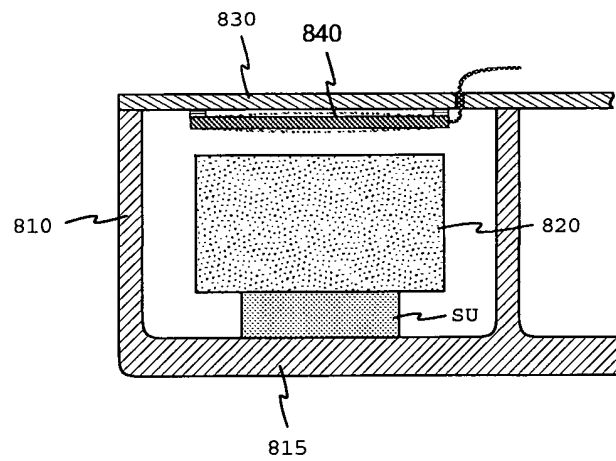


Fig. 7b



800

Fig. 8



RESUMO

"ELEMENTO DE SINTONIA E RESSONADOR
SINTONIZÁVEL"

Elemento de sintonia baseado em
5 piezeletricidade e um ressonador dotado deste membro. O
elemento básico piezelétrico inclui pelo menos uma camada
piezelétrica (341, 342) e uma camada metálica (343). Este
elemento básico é primeiramente revestido com uma fina camada
isolante (346) e então, com um bom condutor (347). A espessura
10 do revestimento condutor é maior que a profundidade de pele de
um campo que corresponde à frequência de operação da estrutura
no condutor. O elemento de sintonia (340) assim formado é
fixado, por exemplo, em alguma superfície interna da cavidade
do ressonador para mudar a frequência natural do ressonador por
15 controle elétrico. Ao usar o elemento de sintonia, não são
necessários arranjos mecânicos para a movimentação do elemento
de sintonia. Além disso, o elemento de sintonia não causa
perdas dielétricas consideráveis nem intermodulação quando
estiver em um campo eletromagnético de radiofrequência, porque
20 o campo não pode penetrar de maneira significativa no
revestimento condutor no interior do material piezelétrico.