



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

**(11) MU 7903455-1 Y1**



**(22) Data do Depósito:** 18/02/1999

**(45) Data de Concessão:** 14/03/2017

**(54) Título:** ANTENA DE SUBSTRATO PARA USO EM DISPOSITIVOS DE COMUNICAÇÃO SEM FIO

**(51) Int.Cl.:** H01Q 1/24; H01Q 1/38; H01Q 9/40; H01Q 9/42

**(30) Prioridade Unionista:** 20/02/1998 US 60/075,615, 23/02/1998 US 09/028,510

**(73) Titular(es):** QUALCOMM INCORPORATED

**(72) Inventor(es):** DANIEL F. FILIPOVIC; JAMES L. NYBECK; TY ABERLE; RODNEY H. MONSON

Relatório Descritivo da Patente de Invenção:  
ANTENA DE SUBSTRATO PARA USO EM DISPOSITIVOS DE COMUNICAÇÃO  
SEM FIO.

HISTÓRICO DA INVENÇÃO

5   **I. Campo da Invenção**

A presente invenção está de um modo geral relacionada a antenas para dispositivos sem fio e, mais especificamente, a uma antena montada em substrato. A invenção está também relacionada a antenas internas para 10 dispositivos sem fio, especialmente possuindo melhores características dimensionais, de acoplamento, de largura de banda e de irradiação.

**II. Descrição da Técnica Correlacionada**

As antenas constituem um importante componente de 15 dispositivos e sistemas de comunicação sem fio. Apesar das antenas estarem disponíveis em numerosos formatos e tamanhos diferentes, elas operam, cada uma, de acordo com os mesmos princípios eletromagnéticos básicos. Uma antena é uma estrutura associada com uma região de transição entre 20 uma onda guiada e uma onda no espaço livre, ou vice versa. Como um princípio geral, uma onda guiada que percorre uma linha de transmissão que se abre irá se irradiar na forma de uma onda no espaço livre, também conhecida como uma onda eletromagnética.

25         Nos últimos anos, com um aumento no uso de dispositivos pessoais de comunicação sem fio, tais como telefones celulares portáteis e móveis e de serviços de comunicação pessoal (PCS), aumentou a necessidade de pequenas antenas adequadas para tais dispositivos de comunicação. Desenvolvimentos recentes em circuitos 30 integrados e na tecnologia de baterias permitiram que o tamanho e o peso de tais dispositivos de comunicação fossem reduzidos drasticamente nos últimos anos. Uma área em que uma redução no tamanho é ainda desejada é a das antenas para dispositivos de comunicação. Isto se deve ao fato de que o tamanho da antena 35 pode exercer importante papel na e seus equivalentes.

redução do tamanho do dispositivo. Além disso, o tamanho e formato da antena influencia a estética e os custos de fabricação do dispositivo.

Um importante fator a ser considerado quando do projeto de antenas para dispositivos de comunicação sem fio é o diagrama de irradiação da antena. Em uma aplicação típica, o dispositivo de comunicação deve ser capaz de se comunicar com outro dispositivo ou com uma estação base, central, ou satélite, os quais podem estar localizados em várias direções em relação ao dispositivo. Em consequência, é essencial que as antenas para tais dispositivos de comunicação sem fio possuam um diagrama de irradiação aproximadamente omnidirecional, ou um diagrama que se estenda para cima a partir de um horizonte local.

Outro importante fator a ser considerado no projeto de antenas para dispositivos de comunicação sem fio é o da largura de banda da antena. Como exemplo, dispositivos sem fio tais como os telefones usados com sistemas de comunicação PCS operam dentro de uma banda de freqüência de 1,85 a 1,99 GHz, requerendo dessa forma uma largura de banda útil de 7,29 porcento. Um telefone para uso com os típicos sistemas de comunicação celular opera dentro uma banda de freqüência de 824 a 894 MHz, o que requer uma largura de banda de 8,14 porcento. Assim, as antenas para uso com tais tipos de dispositivos de comunicação sem fio devem ser projetadas para atender às exigências de largura de banda apropriadas, ou os sinais de comunicação serão severamente atenuados.

Um tipo de antena comumente usado nos dispositivos de comunicação sem fio é a antena "chicote", que pode ser facilmente retraída para o interior do dispositivo quando não estiver sendo usada. No entanto, existem várias desvantagens associadas à antena chicote. Amiúde, a antena chicote fica sujeita a danos por prender-se a objetos, pessoas, ou superfícies quando estendida para

uso, ou mesmo quando retraída. Mesmo quando a antena chicote é projetada para ser retrátil de modo a minimizar tais danos, ela pode se estender por toda uma dimensão do dispositivo e interferir com o posicionamento de 5 características e circuitos avançados no interior de algumas porções do dispositivo. Ela pode ainda requerer uma dimensão mínima do estojo do dispositivo quando retraída que é maior do que o desejado.

As antenas chicote são amiúde usadas em conjunto 10 com antenas helicoidais curtas que são ativadas quando o chicote é retraído para o interior do telefone. A antena helicoidal propicia o mesmo comprimento de irradiação em um espaço mais compacto de modo a manter características apropriadas de acoplamento de irradiação. Apesar da antena 15 helicoidal ser muito mais curta, ela ainda se projeta a uma distância substancial a partir da superfície do dispositivo sem fio comprometendo a aparência e se prendendo a outros objetos. Para posicionar tal antena internamente no dispositivo sem fio seria necessário um volume substancial, 20 o que é indesejável.

Outro tipo de antena que poderia ser adequado para uso em dispositivos de comunicação sem fio é uma 25 antena de conformação ou conformacional. De um modo geral, as antenas de conformação seguem o formato da superfície sobre a qual elas estão montadas e de um modo geral apresentam um perfil muito baixo. Existem vários tipos de 30 antenas de conformação, tais como de malha ou tela (patch), microfita (microstrip) e linha de fita (stripline). As antenas de microfita, em particular, foram recentemente utilizadas em dispositivos pessoais de comunicação.

Como exemplo, um tipo de antena que poderia parecer adequada para uso em dispositivos de comunicação sem fio é uma antena do tipo "F invertido". No entanto, tais 35 antenas apresentam várias desvantagens. Elas tendem a ser muito maiores que o desejado, padecem de uma menor

largura de banda e não possuem diagramas de irradiação omnidirecionais desejáveis.

Como sugere o termo, uma antena de microfita inclui uma teia ou elemento de microfita, o qual é também comumente designado como teia ou malha de irradiação. O comprimento do elemento de microfita é determinado com relação ao comprimento de onda  $\lambda_0$  associado com uma freqüência de ressonância  $f_0$ , que é selecionada de modo a se adequar à freqüência de interesse, tal como 800 MHz ou 1900 MHz. Os comprimentos comumente usados para os elementos de microfita são o de meio comprimento de onda ( $\lambda_0/2$ ) e um quarto de comprimento de onda ( $\lambda_0/4$ ). Apesar de alguns tipos de antenas de microfita terem sido recentemente usados em dispositivos de comunicação sem fio, é desejado um aperfeiçoamento adicional em várias áreas. Uma dessas áreas em que aperfeiçoamentos adicionais são desejados é uma redução no tamanho total. Outra área em que são necessários aperfeiçoamentos significativos é na de largura de banda. Os projetos atuais de antenas de teia ou microfita não parecem obter as características desejadas de 7,29 a 8,14 porcento ou mais de largura de banda desejadas para uso na maioria dos sistemas de comunicações, dentro de dimensões práticas.

As antenas de tela e fita convencionais apresentam outros problemas quando posicionadas próximo aos extensos planos de terra encontrados no interior da maioria dos dispositivos sem fio. Os planos de terra podem alterar a freqüência de ressonância, criando uma estrutura de fabricação não reproduzível. Além disso, a "carga manual", isto é, o posicionamento da mão de um usuário próximo à antena desloca sobremaneira a freqüência de ressonância e o desempenho da antena.

Os diagramas de irradiação são extremamente importantes não só para estabelecer um link de comunicação tal como foi acima descrito, mas também em relação às

normas governamentais de irradiação para os usuários de dispositivos sem fio. Os diagramas de irradiação devem ser controlados ou ajustados de forma a que uma quantidade mínima de irradiação venha a ser absorvida pelos usuários

5 do dispositivo. Existem normas governamentais estabelecidas para a quantidade de irradiação que pode ser permitida próximo ao usuário do dispositivo sem fio. Um impacto de tais regulamentos é o de que as antenas internas não podem ser posicionadas em vários locais no interior de um

10 dispositivo sem fio devido à exposição teórica à irradiação para o usuário. No entanto, como foi acima mencionado, ao utilizar as antenas atuais em outros locais, os planos terra e outras estruturas amiúde interferem com seu uso eficaz.

15 Portanto, são necessárias novas estruturas de antena e técnica para a fabricação de antenas para se conseguir estruturas de antena internas ao dispositivo sem fio que possuam diagrama de irradiação mais de acordo com as exigências avançadas de irradiação para os usuários

20 finais. Concomitantemente, as antenas devem atender às demandas dos sistemas de comunicação avançados quanto a largura de banda e eficiência de acoplamento, sendo mais apropriadas à montagem interna para propiciar posicionamento dos componentes mais flexível no interior do

25 dispositivo sem fio, estética muito melhor e menores danos à antena.

#### **RESUMO DA INVENÇÃO**

Em vista destes e de outros problemas encontrados na área relativa à fabricação de antenas internas para

30 dispositivos sem fio, um propósito da presente invenção é propiciar uma antena com menor tamanho e maior flexibilidade para montagem no interior de um dispositivo sem fio.

Um segundo propósito da invenção é reduzir a interação entre os usuários de dispositivos sem fio e a antena, a qual de outra forma degrada o desempenho.

5 Uma vantagem da invenção é a de que ela propicia um substrato de suporte fisicamente deformável que permite a montagem com conformação no interior do dispositivo sem fio.

Outras vantagens incluem uma redução de mão de obra e tempo para conectar e instalar as antenas no  
10 interior de um dispositivo sem fio e uma redução no número de cabos e conectores necessários para tal finalidade.

Estes e outros propósitos, objetivos e vantagens são obtidos por meio de uma antena de substrato para uso em dispositivos sem fio que inclui um ou mais trilhas (traços) 15 condutoras suportadas sobre um substrato dielétrico possuindo uma espessura predeterminada. São selecionadas dimensões apropriadas para o comprimento e largura da trilha, com base nos comprimentos de onda de interesse para o dispositivo sem fio e no espaço alocado. O substrato de 20 suporte é montado deslocado e de um modo geral perpendicular em relação a um plano de terra associado com circuitos e componentes no interior do dispositivo com o qual a antena está sendo usada. Isto é, o substrato é montado adjacente a uma borda do plano de terra e possui um 25 plano que está deslocado em relação ao plano do plano de terra em menos de 90 graus. O substrato não é posicionado diretamente acima ou abaixo do plano de terra.

A trilha é eletricamente conectada a uma base condutora sobre uma extremidade que faz interface com uma 30 alimentação de sinal para a antena. Uma vez que é usada uma base condutora, a alimentação de sinal compreende um dispositivo condutor pressionado por mola, do tipo mola ou clipe, que efetua o contato elétrico através de pressão contra a base condutora. Isto permite a conexão automática 35 à antena, sem cabos ou instalação manual de conectores e

similares quando a placa é instalada no interior do dispositivo sem fio.

A antena de substrato emprega uma estrutura muito delgada e compacta que propicia largura de banda 5 apropriada. As dimensões compactas da antena e uma maior variedade de formatos úteis permitem que a antena de substrato seja usada de forma muito eficiente como uma antena interna para dispositivos sem fio. Ela pode ser posicionada vantajosamente no interior de um estojo do 10 dispositivo para aproveitar espaços disponíveis, apesar de várias características ou estruturas interferentes possíveis no interior do estojo.

#### **BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS**

A presente invenção será descrita com referência 15 aos desenhos anexos, nos quais referências numéricas similares indicam de um modo geral elementos idênticos, funcionalmente similares e/ou estruturalmente similares, o desenho em que um elemento aparece pela primeira vez é indicado pelos algarismos mais à esquerda na referência 20 numérica, e nos quais:

As Figuras 1a e 1b ilustram vistas em perspectiva e lateral de um telefone sem fio portátil possuindo uma antena chicote e uma externa helicoidal;

As Figuras 2a e 2b ilustram vistas em perspectiva 25 e lateral de outro telefone sem fio portátil possuindo uma antena chicote e uma externa helicoidal;

As Figuras 3a e 3b ilustram vistas em corte lateral e posterior do telefone da Figura 1b, com um exemplo de circuitos internos;

30 A Figura 3c ilustra uma vista lateral em corte do telefone da Figura 2b com um exemplo de circuitos internos;

As Figuras 4a a 4c ilustram uma antena de substrato de acordo com uma modalidade da presente invenção;

As Figuras 5a e 5b ilustram vistas lateral em corte e posterior do telefone da Figura 1b utilizando a presente invenção;

A Figura 5c ilustra uma vista lateral em projeção 5 do telefone da Figura 1b utilizando a presente invenção;

A Figura 6 ilustra uma vista lateral em corte do telefone da Figura 5a, com uma modalidade alternativa da presente invenção; e

As Figuras 7a a 7h ilustram várias modalidades 10 alternativas da presente invenção.

#### **DESCRÍÇÃO DETALHADA DAS MODALIDADES PREFERIDAS**

Apesar de uma antena de microfita convencional, tal como a antena de F invertido, possuir algumas características que a tornam potencialmente utilizável em 15 dispositivos pessoais de comunicação, aperfeiçoamentos adicionais em outras áreas são ainda necessários de modo a tornar tal tipo de antena útil para dispositivos de comunicação, tais como telefones celular e PCS. Uma destas áreas em que são desejados aperfeiçoamentos adicionais é a 20 de largura de banda. De um modo geral, os telefones celular e PCS requerem uma largura de banda maior que a atualmente disponível com antenas de microfita, de tamanho prático, de modo a operar de forma satisfatória.

Outra área em que são desejados aperfeiçoamentos 25 adicionais é no tamanho de uma antena de microfita. Como exemplo, uma redução de tamanho de uma antena de microfita iria tornar um dispositivo de comunicação sem fio no qual ela é usada mais compacto e estético. Na realidade, isto poderia mesmo determinar se tal antena poderia ou não 30 sequer ser utilizada em um dispositivo de comunicação sem fio. Uma redução no tamanho de uma antena de microfita convencional é tornada possível pela redução da espessura do substrato dielétrico empregado, ou pelo aumento do valor da constante dielétrica, desse modo encurtando o 35 comprimento necessário. No entanto, isto apresenta o efeito

indesejável de reduzir a largura de banda da antena, desse modo tornando-a menos adequada para dispositivos de comunicação sem fio.

Além disso, o diagrama de campo de antenas de microfita convencionais, tais como irradiadores de malha, é tipicamente direcional. A maioria dos irradiadores de malha irradia somente para um hemisfério superior em relação a um horizonte local para a antena. Tal diagrama se movimenta ou gira com o movimento do dispositivo e pode criar sombras indesejáveis na cobertura. Portanto, as antenas de microfita não eram muito desejáveis para uso em muitos dispositivos de comunicação sem fio.

A presente invenção propicia uma solução para estes e outros problemas. A presente invenção está direcionada a uma antena de substrato que propicia largura de banda apropriada e uma redução de tamanho em relação a outros projetos de antena, retendo todavia outras características que são desejáveis para uso em dispositivos de comunicação sem fio. A antena de substrato da presente invenção pode ser montada próximo à superfície superior de um dispositivo de comunicação pessoal ou sem fio, tal como um telefone portátil, ou pode ser montada adjacente ou por trás de outros elementos tais como hastas de suporte, circuitos I/O, teclados e assim por diante, no dispositivo sem fio. A antena de substrato pode também ser montada diretamente no interior, tal como embutida dentro do plástico que forma um estojo, ou sobre uma superfície do dispositivo sem fio.

Ao contrário de uma antena chicote ou helicoidal externa, a antena de substrato da presente invenção não é suscetível a danos por se prender a objetos ou superfícies. Tal antena também não utiliza o espaço interno necessário para características e circuitos avançados, nem requer grandes dimensões do estojo para ser acomodada quando retraída. A antena de substrato da presente invenção pode

ser fabricada utilizando-se automatização e um mínimo de trabalho manual, o que reduz os custos e aumenta a confiabilidade. Ademais, a antena de substrato irradia em uma configuração quase omnidirecional, o que a torna 5 adequada em muitos dispositivos de comunicação sem fio.

De um modo geral, a invenção pode ser implementada em qualquer dispositivo sem fio, tal como um dispositivo pessoal de comunicação, telefones sem fio, modems sem fio, dispositivos de fac-símile, computadores 10 portáteis, pagers, receptores de mensagens por difusão e assim por diante. Um de tais meios consiste de um telefone sem fio portátil, tal como aqueles usados para serviços de comunicação celular, PCS, ou outros serviços comerciais. Uma variedade de tais telefones sem fio, com os 15 correspondentes formatos e estilos diferentes de estojos, é conhecida pelos técnicos na área.

As Figuras 1 e 2 ilustram típicos telefones sem fio que são usados em sistemas de comunicação sem fio, tais como os sistemas celular e PCS acima mencionados. O 20 telefone ilustrado na Figura 1 (1a e 1b) é um telefone do tipo "concha" ou do tipo de corpo dobrável, enquanto que o telefone ilustrado na Figura 2 (2a e 2b) é um típico telefone retangular ou em forma de "barra". Tais telefones são exemplos típicos de telefones sem fio que são usados em 25 sistemas de comunicação sem fio, tais como os sistemas celular e PCS acima mencionados. Tais telefones são usados apenas com o propósito de ilustração, uma vez que existe uma diversidade de dispositivos e telefones sem fio, e configurações físicas associadas, incluindo estes e outros 30 tipos ou estilos, nos quais a presente invenção pode ser empregada, como ficará claro pela descrição que se segue.

Nas Figuras 1a e 1b, é apresentado um telefone 100 possuindo um estojo ou corpo principal 102 que suporta uma antena chicote 104 e uma antena helicoidal 106. A 35 antena 104 é em geral montada de modo a compartilhar um

eixo central em comum com a antena 106, de forma a que ela se estenda ou projete através do centro da antena helicoidal 106 quando esticada, apesar de tal não ser necessário para a operação apropriada. Tais antenas são 5 fabricadas com comprimentos apropriados para a freqüência de interesse ou de uso para o dispositivo sem fio específico no qual elas são utilizadas. Seu projeto específico é bem conhecido e compreendido pelos técnicos na área relevante.

10 A frente do estojo 102 é também apresentada como incluindo um alto falante 110, um painel mostrador ou tela 112, um teclado 114 e um microfone ou abertura para microfone 116 e um conector 118. Na Figura 1b, a antena 104 está em uma posição estendida tipicamente encontrada 15 durante o uso do dispositivo sem fio, enquanto que na Figura 1a a antena 104 é apresentada retraída no interior do estojo 102.

Nas Figuras 2a e 2b é apresentado um telefone 200 possuindo um estojo ou corpo principal 202 que suporta uma 20 antena chicote 204 e uma antena helicoidal 206, da mesma forma apresentada para o telefone 100. A frente do estojo 200 é também apresentada como incluindo um alto falante 210, um painel mostrador ou tela 212, um teclado 214 e um microfone ou abertura para microfone 216. Na Figura 2a, a 25 antena 204 está em uma posição estendida, enquanto que na Figura 2b a antena 204 é mostrada retraída no interior do estojo 202.

Como foi acima mencionado, as antenas chicote 104 e 204 apresentam várias desvantagens. Uma delas é a de que 30 elas estão sujeitas a danos por se prenderem em outros itens ou superfícies quando estendidas durante o uso. As antenas 104 e 204 também consomem espaço interno do telefone de tal forma a tornar o posicionamento de componentes para características e circuitos avançados, 35 incluindo fontes de energia tais como baterias, mais

restrito e menos flexível. Além disso, as antenas 104 e 204 podem requerer dimensões mínimas de alojamento quando retraiadas que são inaceitavelmente grandes. Alternativamente, as antenas 104 e 204 poderiam ser 5 configuradas com seções telescópicas adicionais para reduzir seu tamanho quando contraídas, porém seriam de um modo geral percebidas como menos estéticas, mais frágeis ou instáveis, ou menos operacionais pelos consumidores. As antenas 106 e 206 também padecem do fato de se prenderem a 10 outros itens e superfícies durante o uso e não poderem ser retraiadas para o interior dos estojos de telefone 102 e 202, respectivamente.

O uso da presente invenção é descrito em termos de tais exemplos de telefones sem fio, apenas com o 15 propósito de clareza e conveniência. Não se tenciona que a invenção fique limitada à aplicação em tal exemplo de ambiente ou meio. Após a leitura da descrição que se segue, ficará claro para os técnicos na área relevante como implementar a invenção em ambientes alternativos. Na 20 realidade, ficará claro que a presente invenção pode ser utilizada em outros dispositivos de comunicação sem fio, tais como, porém não limitados a, pagers, equipamentos de fac-símile portáteis, computadores portáteis com capacidade de comunicação sem fio e assim por diante.

25 Cada um desses telefones possui vários componentes internos, em geral suportados sobre uma ou mais placas de circuito para efetuar as diversas funções necessárias. As Figuras 3a, 3b e 3c são usadas para ilustrar a estrutura interna geral de um típico telefone 30 sem fio. A Figura 3a ilustra um corte do telefone apresentado na Figura 1b, quando visto por uma lateral, para mostrar como os circuitos ou componentes são suportados no interior do estojo 102. A Figura 3b ilustra um corte do mesmo telefone visto por trás, no lado oposto 35 ao do teclado, para mostrar a relação dos circuitos ou

componentes tipicamente encontrados no interior do estojo 102. A Figura 3c ilustra um corte do telefone apresentado na Figura 2b, visto por uma lateral.

Nas Figuras 3a e 3b é apresentada uma placa de circuito 302 no interior do estojo 102 suportando diversos componentes, tais como os circuitos integrados ou chips 304, componentes individuais 306, tais como resistores e capacitores, e diversos conectores 308. O painel mostrador e teclado são tipicamente montados sobre o lado inverso da placa 302, cujos fios e conectores (não são mostrados) efetuam a interface do alto falante, microfone, ou outros elementos similares, com os circuitos na placa 302. As antenas 104 e 106 são posicionadas em uma lateral e estão conectadas à placa de circuito 302 pelo uso de conectores de fio especiais e cliques destinados a tal propósito.

Tipicamente, um número predeterminado de postes ou hastes de suporte 310 é usado no estojo 102 para a montagem de placas de circuito ou outros componentes no interior do estojo. Uma ou mais bordas ou ressaltos de suporte 311 podem também ser usados para dar suporte às placas de circuito. Tais hastes podem ser conformadas como parte do estojo, por exemplo quando ele é formado por moldagem por injeção de plásticos, ou de outra forma fixados em posição, por exemplo pelo uso de adesivos ou outros mecanismos bem conhecidos. Além disso, existem tipicamente uma ou mais hastes de retenção 312 que são usadas para receber parafusos, pinos, ou fixadores 313 similares para fixar porções do estojo 102umas às outras. Isto é, o estojo 102 é fabricado usando-se múltiplas peças ou uma porção de corpo principal e uma cobertura sobre os componentes eletrônicos. Hastes de fixação 312 são a seguir usadas para receber os elementos 313 para fixar as porções de estojo uma à outra. A presente invenção acomoda ou pode se adaptar facilmente a uma variedade de hastes 310 ou 312,

propiciando ainda um desenho interno de antena muito eficiente.

Como pode ser visto na vista ampliada da Figura 3b, a placa de circuito 302 é de um modo geral produzida na forma de uma placa de circuito de múltiplas camadas possuindo várias camadas que se alternam de condutores e substratos dielétricos ligada entre si para formar uma estrutura de interconexão de circuitos razoavelmente complexa. Tais placas são bem conhecidas e compreendidas pelos técnicos na área. Como parte da estrutura total, a placa 302 possui pelo menos uma, e algumas vezes mais, camadas de aterramento ou planos de terra, seja em uma superfície mais inferior ou embutida no interior da placa em uma posição intermediária.

A Requerente constatou que é a interação da antena, seja 104, 106, 204, ou 206 com tal plano de terra que forma a configuração de irradiação para o dispositivo sem fio. A antena efetivamente excita o plano de terra. Isto é, existem correntes direcionadas entre o material condutor nas antenas chicote ou helicoidal e o plano de terra que criam as ondas eletromagnéticas que são lançadas ao ar para a formação de sinais de comunicação. É também tal combinação que recebe os sinais de recepção sendo recebidos pelo dispositivo sem fio. Por essas e outras razões, a Requerente constatou que as antenas maiores e menos úteis podem ser substituídas por um elemento de antena menor, mais compacto, contanto que ele seja apropriadamente posicionado em relação ao plano de terra do dispositivo sem fio.

Deve também ser notado que outras tentativas de criar antenas internas posicionam os elementos irradiadores da antena sobre o plano de terra, especialmente quando é desejado um certo grau de proteção contra irradiação. Infelizmente isto em consequência torna impossível criar um casamento de baixa perda para a antena com largura de banda

operacional suficiente para o uso celular e PCS normal. Como resultado, tais antenas são muito menos eficientes e possuem ganho mais baixo, amiúde tendo seu ganho reduzido em cerca de 6 dB.

5       Uma antena de substrato 400 que é construída e opera de acordo com uma modalidade da presente invenção é inicialmente apresentada nas Figuras 4a a 4c. Nas Figuras 4a e 4b, a antena de substrato 400 inclui uma trilha condutora 402, também designada como um condutor de fita ou  
10 alongado, um substrato de suporte dielétrico 404 e uma região de alimentação de sinal 406. A trilha condutora 402 pode ser fabricada, ou vista, como mais de uma trilha eletricamente conectadas em série para formar a estrutura de irradiador de antena desejada. A trilha 402 está  
15 eletricamente conectada a uma base condutora 408 na região de alimentação de sinal 406 na, ou adjacente a, uma extremidade do substrato 404.

0       O substrato 404 é fabricado a partir de um material ou substrato dielétrico, tal como uma placa de  
20 circuito ou material flexível conhecido para tais usos. Como exemplo, poderia ser usada uma pequena placa de circuito impresso (PCB) à base de fibra de vidro. Uma diversidade de materiais está disponível para a fabricação do substrato. Podem ser usados materiais de substrato ou  
25 placa de circuito impresso típicos comercialmente disponíveis tais como fibra de vidro, resinas fenólicas, plásticos ou outros. O uso de um substrato delgado não é necessário, porém propicia a vantagem de ser deformável e facilmente montado em posição. Uma folha muito delgada de  
30 Teflon reforçado por fibra de vidro poderia ser usada para substratos muito delgados que se deseja torcer ou flexionar de forma significativa. No entanto, tal material delgado poderá não propiciar um suporte rígido o suficiente para impedir que a forma característica da antena se modifique  
35 com o movimento do telefone. Os técnicos na área de

eletrônica e projeto de antenas estão bem familiarizados com os diversos produtos disponíveis a partir dos quais pode-se produzir um substrato de antena apropriado, com base em propriedades dielétricas ou características de largura de banda da antena desejadas.

O substrato atua como um meio de suporte e espaçamento para o elemento irradiador da antena, no caso a trilha, em relação a outras superfícies condutoras, ou para prover um espaçamento mínimo em relação a mãos ou outros materiais absorventes da, ou que interagem com a, irradiação (tal como tecido).

A trilha é fabricada a partir de uma material condutor tal como, por exemplo, cobre, latão, alumínio, prata, ou ouro, ou outros materiais ou compostos condutores conhecidos por serem úteis para a produção de elementos de antena. Isto poderia incluir materiais condutores embutidos no interior de epóxis plásticos ou condutores, que podem também atuar como o substrato.

A trilha, ou trilhas, podem ser depositadas usando-se uma dentre várias técnicas conhecidas, tais como, porém não limitadas a, foto gravação padrão de um material condutor sobre um substrato dielétrico ou isolante; revestindo ou depositando um material condutor sobre um substrato; ou posicionando um material condutor, tal como uma placa delgada de metal, sobre um substrato de suporte usando-se adesivos ou similares. Além disso, podem ser usadas técnicas conhecidas de revestimento ou deposição para depositar um material metálico ou condutor sobre um substrato de suporte plástico, o qual pode ser conformado.

O comprimento da trilha 402 principalmente determina a freqüência de ressonância da antena de substrato 400. A trilha 402, ou um conjunto ou série de trilhas conectadas, são dimensionadas apropriadamente para uma freqüência de operação específica. As trilhas usadas para constituir a antena são depositadas para prover um

elemento condutor que possui aproximadamente um quarto de um comprimento de onda ( $\lambda$ ) efetivo para a freqüência de interesse. Os técnicos na área notarão prontamente os benefícios de se fazer o comprimento ligeiramente maior ou

5 menor que  $\lambda/4$ , com o propósito de ser casada a impedância aos correspondentes circuitos de transmissão ou recepção. Além disso, como se sabe, elementos de conexão, tais como cabos expostos, fios, ou cliques descritos a seguir contribuem para o comprimento total da antena e são

10 considerados quando se escolhe as dimensões das trilhas.

Quando a antena de substrato 400 é usada com um dispositivo sem fio capaz de se comunicar em mais de uma freqüência, o comprimento da trilha 402 se baseia na relação das freqüências. Isto é, múltiplas freqüências

15 podem ser acomodadas contanto que elas estejam relacionadas por frações de um comprimento de onda. Como exemplo, o comprimento de  $\lambda/4$  para uma freqüência corresponde a  $3\lambda/4$  ou  $\lambda/2$  para a segunda freqüência. Tais relações para o uso de irradiadores únicos para múltiplas freqüências são bem

20 compreendidas pelos técnicos na área.

A espessura da trilha, ou trilhas, 402 é usualmente da ordem de uma pequena fração do comprimento de onda, de modo a minimizar ou impedir correntes ou modos transversais e para manter um tamanho (espessura) de antena

25 mínimo. O valor selecionado se baseia na largura de banda dentro da qual a antena deve operar, tal como é do conhecimento dos técnicos na área de projeto de antenas. A largura da trilha, ou trilhas, 402 é também menor que um comprimento de onda no material de substrato dielétrico, de

30 forma a que modos de ordens superiores não sejam excitados.

O comprimento total da trilha 402 é de aproximadamente  $\lambda/4$ , porém deve ser notado que a trilha pode ser dobrada, torcida, ou de outra forma redirecionada, para se estender sobre si mesma de forma a que a estrutura

completa da antena possua comprimento muito menor que  $\lambda/4$ . As dimensões do condutor delgado combinadas com um substrato de suporte relativamente delgado e menos que  $\lambda/4$  de comprimento total permitem uma redução significativa no 5 tamanho total da antena, em comparação com antenas de fita ou malha convencionais, desse modo tornando-a mais desejável para uso em dispositivos pessoais de comunicação. Como exemplo, compare-se tais dimensões ao plano de terra de uma antena de microfita convencional que possui 10 tipicamente dimensão de pelo menos  $\lambda/4$  para um funcionamento apropriado.

Como mostrado nas Figuras 4a e 4c, uma base condutora 408 fica posicionada na região de alimentação de sinal 406 e está eletricamente acoplada ou conectada à 15 trilha 402. De um modo geral, a base 408 e a trilha 402 são formadas a partir do mesmo material, possivelmente na forma de um corpo ou estrutura única, usando-se a mesma técnica de fabricação, apesar de isto não ser necessário. A base 408 necessita simplesmente efetuar um bom contato elétrico 20 com a trilha 402 com o propósito de transferência de sinais sem influenciar adversamente a impedância ou desempenho da antena.

Em algumas configurações, a trilha fica voltada para uma placa de circuito e fontes ou receptores de sinais 25 e em outras ela irá se voltar para longe da placa. Neste último caso, o substrato fica posicionado entre a trilha e a placa. Em tal situação a base condutora 408 ficaria posicionada do lado errado do substrato para a pronta 30 recepção de um sinal diretamente a partir de uma placa de circuito, sem requerer que um fio ou outro condutor se estenda em torno do substrato. Em muitas aplicações isto é indesejável por requerer uma conexão e procedimento de instalação mais complexos. Portanto, como mostrado na Figura 4c, uma segunda base de contato 410 pode ser usada 35 no lado oposto do substrato (como pode também ser visto na

Figura 5a) e vias condutoras usadas para transferir sinais através do substrato.

Uma alimentação de transferência de sinal é acoplada à antena de substrato 400 usando-se a base 408 (e 5 410). O uso da base condutora 408 (e 410) permite que a antena seja instalada e operada de uma forma que permite conexão elétrica e transferência de sinal convenientes através de contatos ou cliques do tipo "mola", ou forçados por mola, que são conhecidos pelos técnicos na área. Isto 10 simplifica a montagem e fabricação do dispositivo sem fio pela eliminação da necessidade de instalação manual de conectores ou estruturas de contato especializados, ou de se ter que inserir manualmente a antena no interior de uma estrutura de contato. Tal tipo de conexão elétrica 15 significa também que a antena pode ser convenientemente substituída quando necessário, seja para reparos, atualização ou alteração do dispositivo sem fio para outra freqüência, sem requerer a remoção de soldas ou o trabalho com conectores especiais e assim por diante. Como foi acima 20 mencionado, o contato de mola contribui para o comprimento total da antena ou irradiação (trilha) da antena e deve ser levado em consideração ao se escolher as dimensões das trilhas.

A alimentação de sinal acopla um sinal 25 proveniente de uma unidade ou circuitos de processamento de sinais (não é especificamente mostrado) na placa de circuito 302 à antena de substrato 400. Note-se que o termo "circuitos" é usado para fazer referência de um modo geral às funções providas por circuitos de processamento de 30 sinais conhecidos, incluindo receptores, transmissores, amplificadores, filtros, transceptores e assim por diante, todos eles bem conhecidos pelos técnicos na área.

Nas Figuras 5a e 5b, as antenas 104 e 106 foram 35 substituídas pela antena de substrato 400. A placa de circuito 302 é apresentada na Figura 5a como compreendendo

múltiplas camadas de materiais condutores e dielétricos, tais como cobre e fibra de vidro, formando o que se designa na área como uma placa de múltiplas camadas ou uma placa de circuito impresso (PCB). Tal é ilustrado na forma da camada 5 de material dielétrico 502 sobre ou adjacente à camada condutora metálica 504 adjacente à camada de material dielétrico 506, adjacente ou suportando a camada condutora metálica 508. Vias condutoras (não são mostradas) são usadas para interconectar vários condutores em diferentes 10 camadas ou níveis com componentes sobre as superfícies externas. Padrões ou desenhos gravados sobre qualquer das camadas determinam configurações de interconexão para tal camada. Em tal configuração, a camada 504 ou 508 poderiam formar uma camada ou plano de terra, tal como é usualmente 15 designada, para a placa 302, como é do conhecimento dos técnicos na área.

A antena 400 é montada adjacente à placa de circuito 302, porém fica deslocada em relação ao plano de terra e posicionada com o substrato 404 substancialmente 20 perpendicular ao plano de terra. Tal disposição propicia um perfil muito delgado para a antena 400, permitindo que ela seja posicionada em espaços bastante confinados e próximo à superfície do estojo 102. Como exemplo, a antena 400 pode ser posicionada entre hastas de fixação ou montagem e a 25 lateral (topo) do estojo 102, o que não seria possível pelo uso de antenas de microfita convencionais.

Como opção, tais hastas podem agora ser usadas para posicionar automaticamente e dar suporte à antena 400 sem requerer mecanismos ou ligações de suporte adicionais. 30 Algum meio de suporte é necessário para fixar o substrato em posição e isto propicia um mecanismo de montagem muito simples, reduzindo os custos de mão de obra para instalação da antena e potencialmente permitindo uma montagem automatizada. A natureza de como o substrato pode ser 35 montado em posição permite que ele simplesmente repouse

contra o estojo. A placa de circuito pode também simplesmente se apoiar contra o estojo utilizando o ajuste ou encaixe por pressão do painel mostrador ou o conector 118 que se adapta em orifícios ou passagens no estojo.

5       Como alternativa, o substrato 404 pode ser fixado em posição no interior do dispositivo sem fio usando-se pequenos suportes, hastas, ressaltos, bordas, fendas, canais, extrusões e protuberâncias de suporte, ou similares, conformados no material usado para a fabricação  
10 das paredes do estojo 102 podem ser usados para se apoiar a placa. Isto é, tais suportes são moldados, ou de outro modo conformados, na parede do estojo do dispositivo quando fabricado, por exemplo através de moldagem por injeção. Tais elementos de suporte podem então segurar o substrato  
15 404 em posição quando inseridos contra eles, ou no interior deles, ou usando-se prendedores a eles ligados, durante a montagem do telefone. Ressaltos ou aletas formados nas paredes do estojo (ou hastas de suporte) podem se "encaixar" em torno das bordas das placas para auxiliar em  
20 mante-los em posição.

Outros meios para montagem incluem o uso de adesivos ou fita para manter o substrato apoiado a uma parede lateral ou alguma outra porção ou elemento do dispositivo sem fio.

25       Como pode ser visto na Figura 5b, o substrato 404 pode ser curvado ou de outra forma dobrado para se adaptar de forma próxima ao formato do estojo, ou para acomodar outros elementos, características, ou componentes no interior do dispositivo sem fio. O substrato pode ser  
30 fabricado nesta forma ou deformado durante a instalação. O uso de um substrato delgado permite que o substrato seja flexionado ou dobrado quando instalado e isto pode exercer uma certa tensão ou pressão pelo substrato contra superfícies adjacentes. Tal pressão pode atuar para, de um

modo geral, fixar o substrato em posição sem a necessidade de parafusos ou outros tipos de fixadores.

No entanto, os técnicos na área prontamente notarão que não existe necessidade de deformar ou curvar o substrato seja durante a fabricação ou instalação para que a presente invenção opere apropriadamente. Um substrato reto plano funciona muito bem como a configuração base. Outros formatos apresentam a vantagem de acomodar várias condições de montagem, porém não modificam a operação da invenção.

Com tudo em posição, uma cobertura ou placa posterior para o estojo é aparafusada, rebitada, ou de outra forma fixada em posição. Isto possibilita uma forma de "aprisionar" a antena ou substrato no interior do estojo simplesmente pela instalação da placa de circuito adjacente e coberturas ou porções do estojo que são fixadas em posição. Fixadores ou elementos de fixação adicionais não são necessários para a antena neste enfoque. Um conjunto de aletas, ou projeções similares, pode ser usado para interfacear com a cobertura em algumas porções para reduzir o número de parafusos para mante-la em posição.

A base condutora 408 é posicionada adjacente e eletricamente acoplada ou conectada à placa 302 usando-se uma mola, contato de mola ou clipe 510. O contato de mola ou clipe 510 é montado na placa de circuito 302 usando-se técnicas bem conhecidas, tais como soldagem ou adesivos condutores. O clipe 510 é eletricamente conectado em uma extremidade a condutores apropriados ou vias condutoras para transferir sinais de e para um ou mais circuitos de transmissão e recepção usados no interior do dispositivo sem fio, os quais devam ser acoplados à antena 400. A outra extremidade do clipe 510 de um modo geral flutua livremente e se estende a partir da placa de circuito 302 em direção ao local onde a antena 400 deve ser posicionada. Mais especificamente, o clipe 510 é posicionado adjacente à

extremidade da trilha 402 onde a base de contato 408 está localizada. Como mostrado nas figuras, o clipe 510 é dobrado de uma forma circular afastando-se da antena e a seguir em um arco até estar voltado para trás em direção à 5 antena. Tal arco circular propicia uma estrutura mais flexível e simples para se trabalhar. No entanto, são conhecidos outros tipos de cliques úteis, tal como mostrado na Figura 6 e a invenção não fica limitada a este. O contato de mola ou clipe 510 é tipicamente fabricado a 10 partir de um material metálico, tal como cobre ou latão, porém qualquer material condutor que possa ser deformado conhecido para tal tipo de aplicação pode ser usado, dependendo da atenuação do sinal ou de outras características de contato desejadas, como é do 15 conhecimento dos técnicos na área.

Devido ao fato de que a antena 400 não é posicionada sobre ou paralela e imediatamente adjacente a um plano de terra, tal como a camada 504, a antena possui ou mantém uma resistência à irradiação suficientemente 20 grande. Isto significa que é possível propiciar um casamento apropriado para a antena 400 sem incorrer em perdas significativas, isto é, a antena possui uma boa impedância de casamento. Tal eficiência é mantida mesmo se a antena 400 for movimentada para várias posições 25 deslocadas para um lado da placa de circuito 302, isto é, movida lateralmente porém não para mais próximo à placa 302. Tal desenho de antena atua como um meio muito eficiente para excitar o plano de terra, sem comprometer o desempenho.

30 Não é necessário que o substrato seja perpendicular ao plano de terra, porém uma característica principal da invenção é o pequeno tamanho e uma capacidade de utilizar um mínimo de espaço. Caso o substrato seja posicionado no mesmo plano e paralelo ao plano de terra, 35 ele iria claramente ocupar mais espaço entre o estojo e o

plano de terra, sendo isto menos desejável. No entanto, tal orientação do substrato não impede que a antena seja operacional. Antenas de malha convencionais devem ser usadas em tal contexto e constitui uma razão pela qual elas 5 consomem um excesso de espaço. A presente invenção se diferencia pelo fato de que ela pode utilizar quantidade tão pequena de espaço lateral no dispositivo sem fio.

Ao posicionar a antena adjacente e acima ou para além da borda do plano de terra em relação ao estojo, a 10 antena propicia um diagrama assaz omnidirecional, acima daquela provida por uma antena chicote convencional. Tal posicionamento da antena significa também que o diagrama de irradiação resultante fica polarizado de forma substancialmente vertical tal como é desejado para a 15 maioria dos dispositivo de comunicação sem fio.

O substrato não é posicionado "sobre" ou "sob" o plano de terra para os componentes eletrônicos no dispositivo sem fio, pois, em tal posição, como foi acima mencionado, a impedância seria adversamente afetada 20 juntamente com o desempenho. É importante não se ter a antena sobre o plano de terra. Tal pode ser expressado de várias formas. Como exemplo, existe um volume ou espaço posicionado acima das superfícies do plano de terra que ocupa todo o plano de terra até suas bordas (limitado por 25 bordas). Tal volume é uma zona ou área de exclusão para o substrato. O posicionamento da trilha no interior de tal volume implica em posicionar-lo sobre o plano de terra. Visto de outra forma, qualquer elevação ou ângulo de deslocamento entre o plano do plano de terra e a posição da 30 antena de substrato em seu plano, não pode ser de 90 graus. Na realidade, ele deve ser substancialmente menor que 90 graus para assegurar separação apropriada ou suficiente do plano de terra.

Outra forma de se considerar o posicionamento da 35 antena, e portanto do substrato, é observar as vantagens

criadas por tal desenho. Tal antena pode ser montada entre o plano de terra e uma parede lateral (ou superior ou inferior, dependendo do ponto de vista) próximo a uma porção superior do dispositivo sem fio. No caso do telefone 5 dobrável, a antena pode ser montada próximo à dobradiça ou junção de rotação ou pivotante entre as duas porções. Isto propicia uma posição para a antena que está mais afastada do usuário, tal como da cabeça do usuário, durante o uso, devido à forma como o telefone é desdobrado e a junção fica 10 posicionada. Isto constitui uma distinta vantagem em termos de absorção pela cabeça e similares. Para um telefone ou dispositivo sem fio em forma de "barra", a antena de substrato pode ser montada próximo a uma superfície superior ou lateral, conforme desejado.

15 A presente invenção é a primeira a proporcionar uma configuração que permite a utilização de tais espaços ou regiões. A presente invenção constitui, neste sentido, um novo método para utilizar o espaço, volume ou regiões do dispositivo sem fio adjacentes à placa de circuito e 20 adjacente ao estojo, deslocado em relação ao plano de terra. Um novo tipo de antena interna que pode ser montada no interior de uma região adjacente de forma imediatamente lateral a um plano de terra.

Uma vantagem da invenção é a de que ela não 25 requer a remoção de parte do substrato para ser montada ou posicionada. As antenas ou elementos de malha maiores requerem tanta área que elas necessitam que parte da placa de circuito seja removida para ter um local para montagem. Outro aspecto de tais antenas é o de que elas são de um 30 modo geral montadas de modo a ficarem alinhadas no interior do plano do plano de terra. Isto é, os irradiadores da antena são conformados com uma configuração mais plana (mesmo que eles mudem de direção) e seu eixo planar fica alinhado àquele do plano de terra, o que leva ao uso 35 excessivo de espaço pela antena, indo contra parte do

objetivo da utilização de uma antena interna, isto é, perdendo espaço.

Deve ficar claro que uma porção da trilha 402 mostrada nas Figuras 4 e 5 é considerada como mais sensível 5 a mudanças no comprimento ressonante efetivo. Tal porção é a mais provável de exibir mudanças na ressonância da antena devido à presença da mão ou cabeça de um usuário do dispositivo sem fio. Ocorrem três perdas de energia principais que impactam a operação da antena 400 em um dispositivo sem fio. Elas incluem a perda por descasamento 10 de impedância causada pela carga dielétrica da mão do usuário, absorção pela cabeça do usuário e absorção pela mão do usuário. Tal absorção de energia ou perda por descasamento podem degradar o desempenho. Como exemplo, a 15 absorção pela mão ou cabeça podem atenuar de forma significativa os sinais sendo utilizados pelo dispositivo sem fio, dessa forma degradando o desempenho.

A porção da antena 400 mais sensível a tais efeitos é a extremidade aberta, não alimentada, e seções 20 dobradas adjacentes da trilha 402. Tal porção da antena pode ser localizada ou posicionada no interior do estojo do telefone de tal forma que a mão de um usuário faça o menor contato ou mantenha um espaçamento significativo em relação à mão. Tal desenho de antena permite a flexibilidade no 25 posicionamento no dispositivo sem fio para minimizar a absorção pela mão e, mais importante, para reduzir a perda por descasamento que pode ser criada pela presença de uma mão ou outros itens adjacentes a uma antena (exceto quando tal deslocamento for desejado).

Outro aspecto do pequeno tamanho da antena e sua 30 flexibilidade no posicionamento é o impacto que eles podem exercer sobre os níveis de energia presentes próximo a um usuário do dispositivo. O menor tamanho e configuração flexível da antena afetam o posicionamento da antena no estojo, o que por sua vez pode influenciar muito os níveis 35

de irradiação experimentados em locais específicos externos ao dispositivo.

Para auxiliar a reduzir adicionalmente o tamanho da antena ou permitir o posicionamento flexível no interior 5 do estojo 102, a antena pode também ser formada pelo posicionamento ou deposição de material condutor sobre o estojo ou uma superfície no interior do dispositivo sem fio. Isto é, para as aplicações em que existe uma trajetória livre ao longo de uma parede lateral do estojo, 10 a trilha pode ser depositada ou formada exatamente sobre a parede. Isto é mostrado na vista lateral em corte da Figura 6. Na Figura 6, a trilha ou trilhas 402 são dispostas diretamente sobre o estojo, o qual atua como um substrato de suporte. Isto propicia o máximo na utilização de uma 15 quantidade mínima de espaço.

Quando a porção da parede do estojo a ser usada é revestida por metal ou é fabricada a partir de um material metálico ou outro eletricamente condutor, uma camada intermediária de material isolante pode ser usada entre o 20 estojo e a trilha 402. Em tal configuração uma camada metálica possuindo a configuração de trilha desejada poderia ser formada sobre uma camada delgada de material possuindo um fundo de suporte adesivo que permita o fácil posicionamento no dispositivo sem fio por simples pressão 25 contra a lateral do estojo. Tal etapa poderia mesmo ser automatizada utilizando-se equipamentos de "pega e posicionamento" ("pick and place") conhecidos na área. A trilha nesta ou em qualquer forma de apresentação pode usar outros revestimentos ou similares, tal como é do 30 conhecimento dos técnicos na área, para a proteção da superfície.

No entanto, ficará claro para os técnicos na área que o posicionamento relativo da antena ou material condutor em relação ao plano de terra deve ser o mesmo que

foi acima descrito, em termos de não estar sobre o plano de terra.

As Figuras 7a a 7h ilustram várias modalidades alternativas para as trilhas utilizadas na formação da antena da presente invenção. Na Figura 7a, uma trilha 402 é apresentada na forma de uma única fita condutora delgada que se estende ao longo do comprimento do substrato 404 (não é mostrado) e está conectado a, ou formado com, uma base de contato 408 arredondada em uma extremidade. Na Figura 7b, a trilha 402 é uma única fita condutora delgada conectada à base de contato 408 e possuindo uma porção ampliada ou arredondada formada na extremidade sem contato. Tal trilha possui a aparência de um "osso de cachorro". Na Figura 7c, a trilha 402 é uma fita condutora delgada mais longa conectada a, ou formada com, uma base de contato 408 mais quadrada. Neste caso, a fita se estende ao longo do comprimento do substrato 404 e é a seguir dobrada próximo à extremidade sem contato, de forma a ser redirecionada de volta à base de contato. Isto permite que a antena possua um comprimento total mais curto que aquele da trilha usada para formar um elemento com comprimento de  $\lambda/4$ . Como será mencionado a seguir, deve ficar claro que uma diversidade de padrões ou formatos podem ser usados para redirecionar ou dobrar a trilha ao longo de diferentes direções. Como exemplo, cantos quadrados, bandas circulares, ou outras formas podem ser usados para tal função, sem constituir variação em relação aos ensinamentos da invenção. A trilha é também mais larga na porção dobrada que na outra porção. A largura maior, como na Figura 4b, propicia a "carga superior" ou melhor largura de banda para a antena, a qual será útil para algumas aplicações. No entanto, tal largura extra não é necessária para a invenção.

Na Figura 7d, a trilha 402 é novamente apresentada na forma de uma fita condutora conectada à base de contato 408 que se estende ao longo do comprimento do

substrato 404. Nesta forma de apresentação, a trilha assume uma forma mais complexa, seguindo a borda do substrato que foi fabricado com uma aleta ou projeção ao longo de uma borda e um correspondente rebaixo ou depressão sobre a 5 borda oposta. A trilha passa por duas voltas em ângulo antes de alcançar a extremidade afastada do substrato onde ela se dobra de volta em direção à extremidade de contato. A última porção da trilha após ela ser dobrada é também ligeiramente maior que o comprimento inicial da trilha.

10           A aleta e outros ângulos e depressões ao longo do comprimento do substrato servem para fazer a interface com as laterais ou formas do estojo do dispositivo sem fio e vários elementos de suporte. Isto é, as bordas do substrato 404 podem ser conformadas, ou assumir uma diversidade de 15 formas, para se ajustar no interior de um estojo. As bordas podem ser conformadas para se acoplar com, ou ser posicionadas em torno de, correspondentes variações nas paredes do estojo e para circundar várias protuberâncias, extrusões, irregularidades, ou projeções conhecidas a 20 partir das superfícies das paredes do estojo, ou mesmo deixar frestas ou folgas para fios, condutores e cabos que devam ser posicionados no dispositivo sem fio. As laterais ou bordas do substrato podem usar uma diversidade de formas arredondadas, quadradas ou outras formas para tal 25 propósito. Tais bordas permitem que a antena seja montada em espaços até então inadequados para antenas de microfita.

Além disso, o formato das trilhas 402 ou da antena de substrato 400 pode também variar no sentido tridimensional. Isto é, apesar das trilhas serem 30 conformadas em geral como superfícies planas, o substrato, ou a superfície do substrato que suporta a trilha, pode ser curvo ou dobrado para acomodar várias configurações de moldagem. Isto é, o substrato pode ser produzido na forma de uma estrutura curva ou dobrada, uma superfície variável, 35 ou simplesmente por ser deformado durante a instalação

devido à sua natureza de um modo geral delgada porém resistente. Isto é mostrado na Figura 7e em que uma vista superior do substrato, transversal ao comprimento, apresenta o substrato 404 curvado. Os técnicos na área 5 notarão que várias curvas ou dobras podem ser usadas em tal dimensão. Como exemplo, a superfície do substrato poderia também formar um padrão "em meandros" de algum tipo.

Uma modalidade preferida da presente invenção que foi montada e testada é apresentada nas vistas lateral e 10 frontal em projeção das Figuras 7f a 7h. Neste caso, o substrato 402 foi feito com um comprimento total de aproximadamente 52 mm com uma largura de trilha de cerca de 1 mm. Onde a trilha se alarga próximo à extremidade da porção dobrada 702, a largura se aproxima de 1,5 mm. As 15 bases de contato 408 e 410 foram ambas feitas com cerca de 6,75 x 6,75 mm, com uma série de vias condutoras apropriadas que se estendem através do substrato para conectar as duas. Foi utilizado um substrato de fibra de vidro que possuía espessura de cerca de 1 mm e as trilhas e 20 bases possuíam espessura de cerca de 0,01 mm. Note-se o espaçamento 704 entre a extremidade da trilha onde ela é dobrada e a borda do substrato. Tal espaço ou fresta opcional coma borda serve para ajustar a trilha para trás e diminui mais o impacto de uma mão que se aproxime ou entre 25 em contato com a borda da antena.

Ficará claro para os técnicos na área que uma diversidade de formatos, tais como, porém não limitados a, dobras, junções e bordas circulares, elípticas, parabólicas, angulares e em forma de C, L ou V quadradas, 30 podem ser usadas para as trilhas e substrato. A largura dos condutores pode ser modificada ao longo do comprimento de tal forma que eles se afilem, curvem, ou se modifiquem gradualmente para uma largura mais estreita ou maior em direção à extremidade externa (porção não alimentada). Como 35 será claramente compreendido pelos técnicos na área, vários

de tais efeitos ou formas podem ser combinados em uma única estrutura de antena. Como exemplo, é possível uma fita em ângulo e em degraus que é a seguir curvada ao longo de outra dimensão.

5 O resultado da remoção da antena chicote 104 e da antena helicoidal 106 fica prontamente claro na vista lateral em projeção da Figura 5c que mostra o telefone da Figura 1b utilizando a presente invenção.

A descrição acima das modalidades preferidas é  
10 provida para capacitar os técnicos na área a efetivar ou fazer uso da presente invenção. As diferentes modificações dessas modalidades ficarão prontamente claras para os técnicos na área, tais como o tipo de dispositivo sem fio em que ela é usada, e os princípios genéricos aqui  
15 definidos podem ser aplicados a outras modalidades sem o uso das faculdades inventivas. Dessa forma, a presente invenção não deve ser limitada às modalidades aqui apresentadas, devendo receber o escopo mais amplo, consistente com os princípios e características novas aqui  
20 descritos.

REIVINDICAÇÕES

1. Antena de substrato (400) para uso em dispositivos de comunicação sem fio, possuindo um plano terra planar (502) para circuitos a ele incorporados,  
5 compreendendo:

um substrato de suporte não condutor (404) possuindo uma espessura e comprimento pré-selecionados sendo uma estrutura separada do plano terra, o substrato de suporte estando disposto no interior do dispositivo sem fio  
10 adjacente e atrás de uma borda do plano terra planar;

um elemento radiador da antena em forma de traço condutor (402) formado sobre o substrato de suporte (404),  
**CARACTERIZADA** pelo fato de que o elemento radiador em forma de traço condutor possui uma extremidade de alimentação e  
15 uma extremidade aberta; e

possuindo um comprimento selecionado de tal forma que ele atue como um irradiador ativo de energia eletromagnética em pelo menos uma freqüência pré-selecionada, o comprimento do traço condutor (402) sendo de  
20 aproximadamente um quarto do comprimento de onda da energia eletromagnética.

2. Antena de substrato, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato do traço (402) ser formado pela deposição de um material metálico sobre  
25 material dielétrico.

3. Antena de substrato, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de compreender também uma base condutora (408) acoplada à extremidade de alimentação do traço (402), configurada para transferir  
30 sinais entre o radiador e outros circuitos.

4. Antena de substrato, de acordo com a reivindicação 3, **CARACTERIZADA** pelo fato da base condutora (408) fazer interface com alimentações de sinal do tipo mola.

5. Antena de substrato, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato do comprimento e da largura do traço (402) serem dimensionados de forma a que a antena de substrato (400) seja capaz de receber e transmitir sinais possuindo uma faixa de freqüência de 824 a 894 MHz.

6. Antena de substrato, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato do comprimento e da largura do traço (402) serem dimensionados de forma a que a antena de substrato (400) seja capaz de receber e transmitir sinais possuindo uma faixa de freqüência de 1,85 a 1,99 GHz.

7. Antena de substrato, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato do substrato (404) estar posicionado adjacente a uma borda do plano terra e possuir um eixo planar central que está deslocado (offset) em relação ao plano em menos de 90 graus.

8. Antena de substrato, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato do substrato (404) possuir um eixo planar central que está posicionado paralelo a uma borda do plano terra.

9. Antena de substrato, de acordo com a reivindicação 8, **CARACTERIZADA** pelo fato do substrato (404) residir em um plano que está posicionado substancialmente perpendicular ao plano do plano terra.

10. Antena de substrato, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato do substrato (404) não ser posicionado seja diretamente acima ou abaixo de uma área planar ocupada pelo plano terra.

30 11. Antena de substrato, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato do substrato (404) ficar disposto entre uma borda do plano terra e uma parede de estojo (102) do dispositivo sem fio.

35 12. Antena de substrato, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato do radiador

estender-se ao longo de uma trajetória linear entre primeira e segunda extremidades do substrato (404).

13. Antena de substrato, de acordo com a reivindicação 12, **CARACTERIZADA** pelo fato do radiador 5 também se curvar adjacente à uma extremidade do substrato (404) e se estender de volta à extremidade oposta.

14. Antena de substrato, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato do substrato de suporte (404) compreender uma parte integral de um estojo 10 (102) para o dispositivo sem fio.

15. Antena de substrato, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato do substrato de suporte (404) compreender um elemento de suporte afixado a um local pré selecionado em um estojo (102) para o 15 dispositivo sem fio.

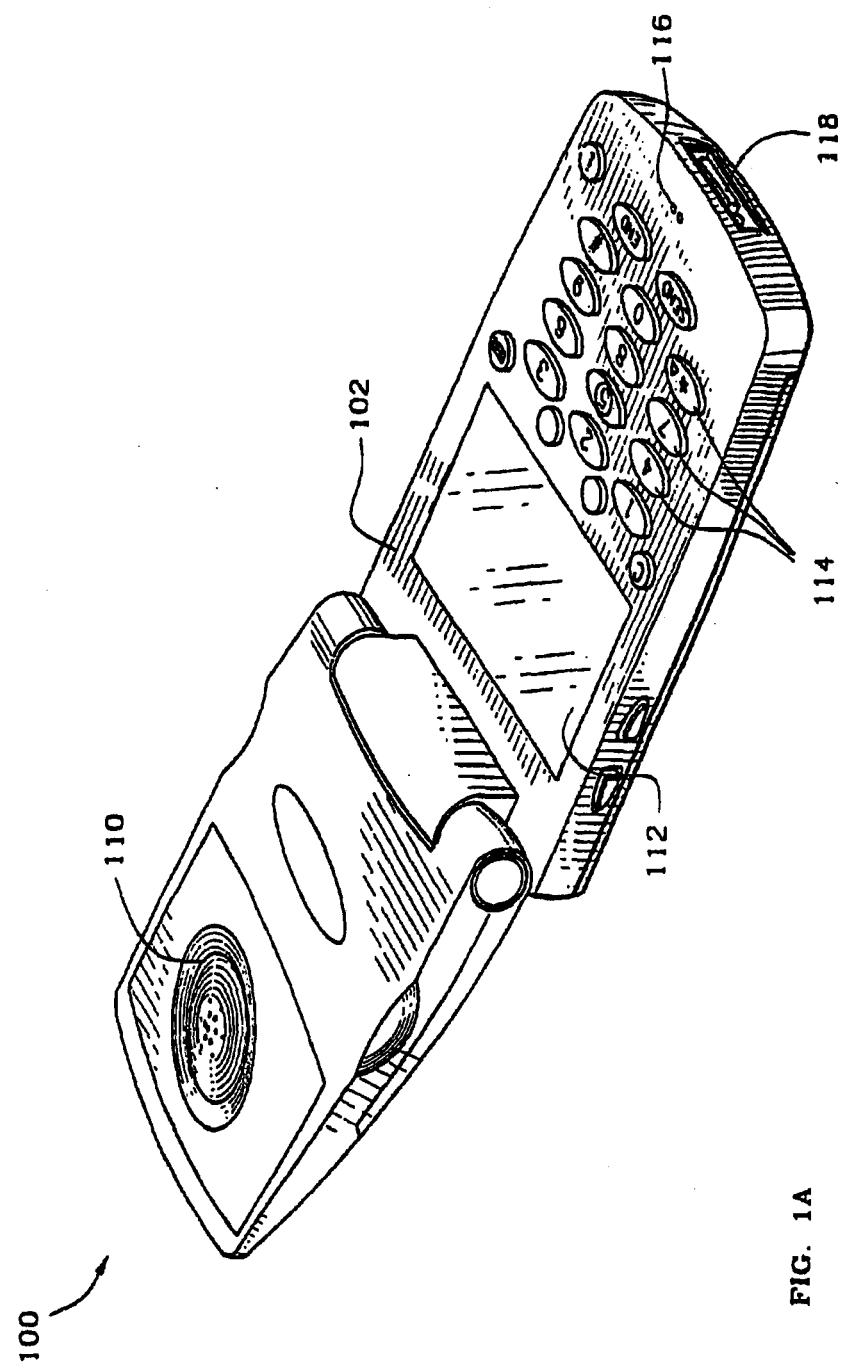
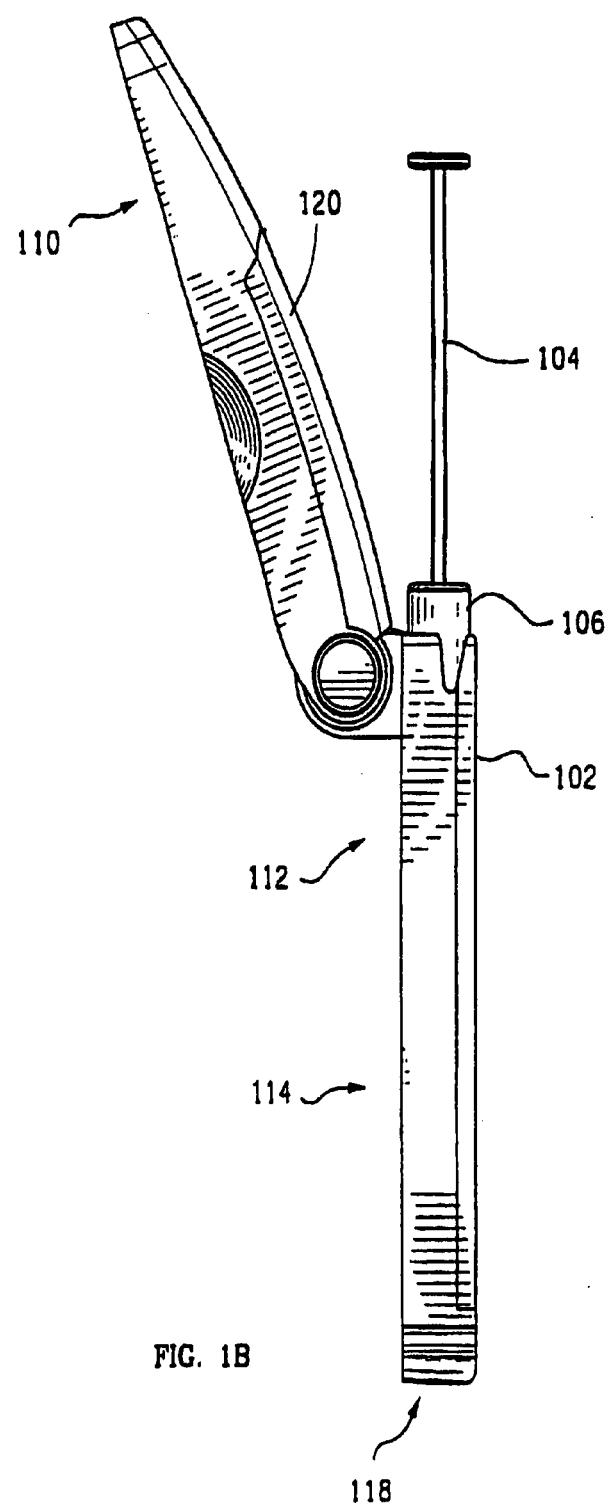


FIG. 1A



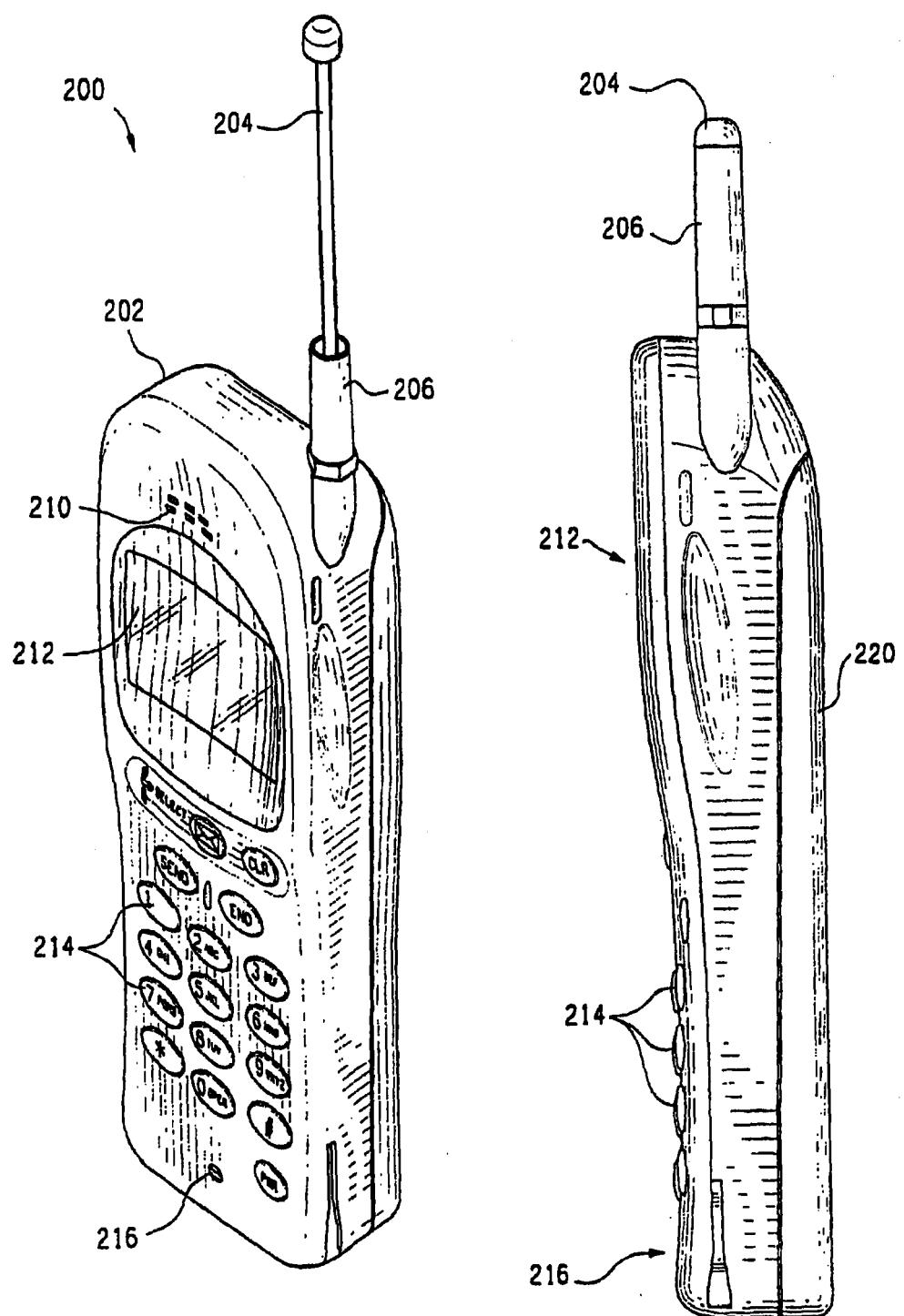


FIG. 2A

FIG. 2B

FIG. 3A

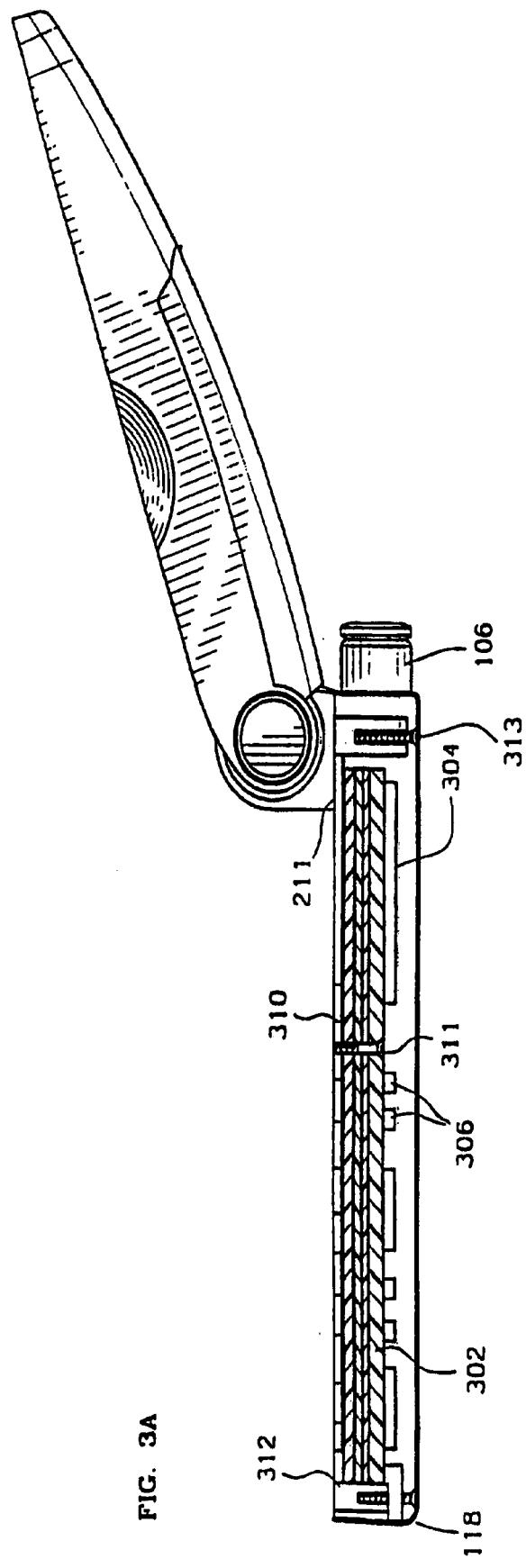
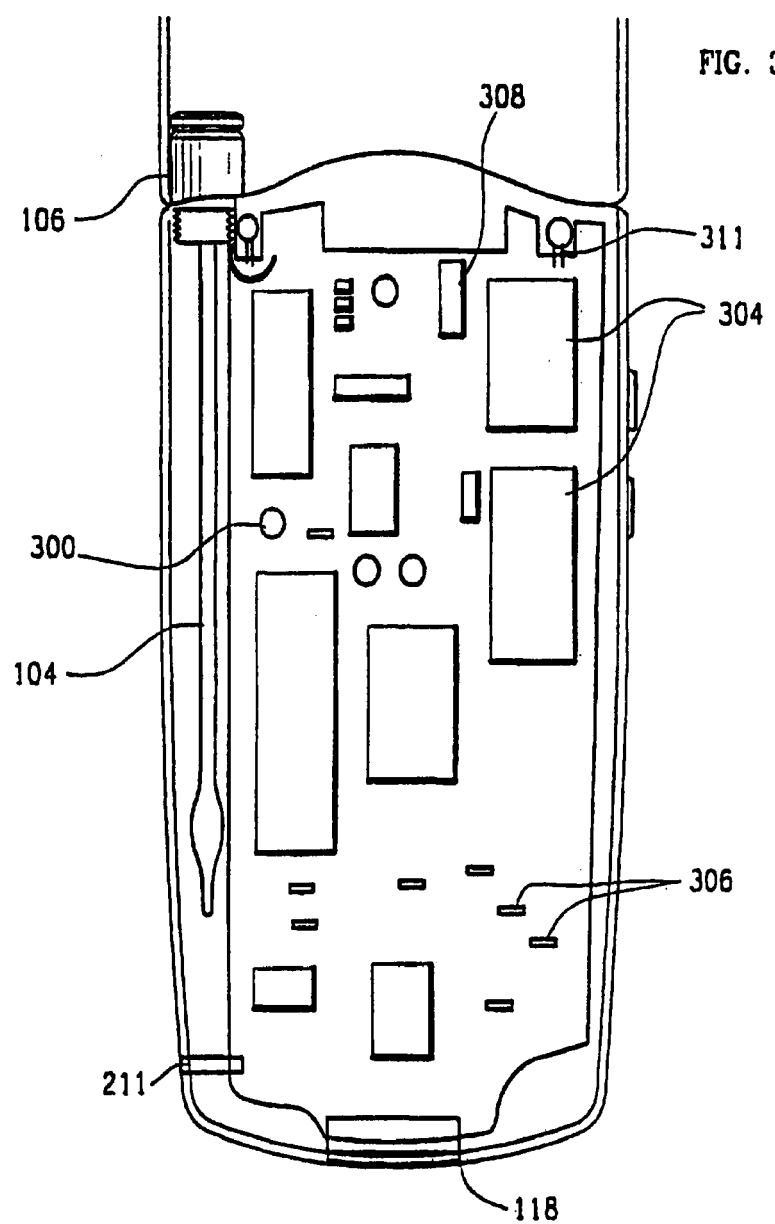


FIG. 3B



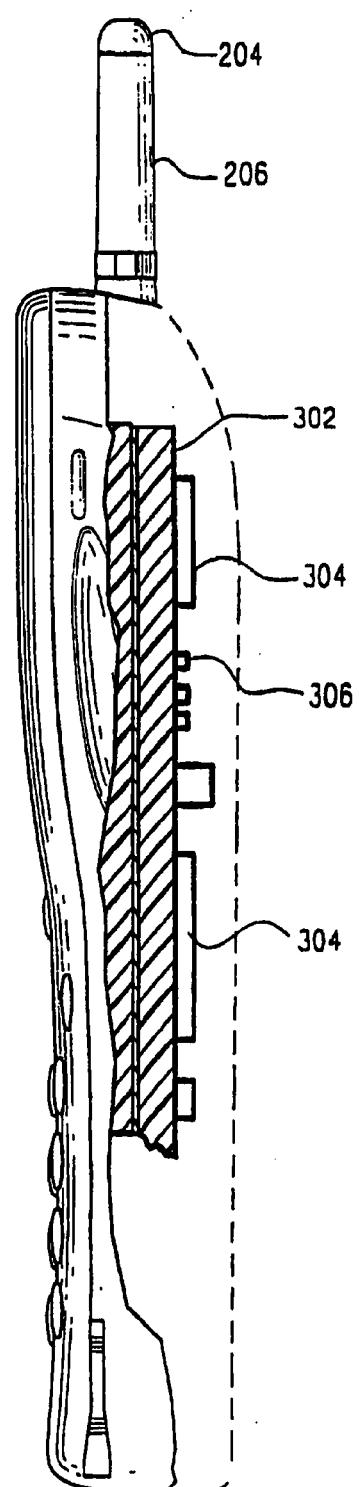


FIG. 3C

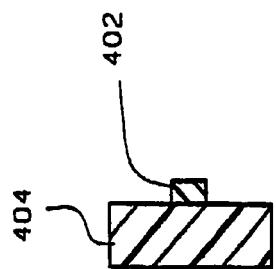


FIG. 4B

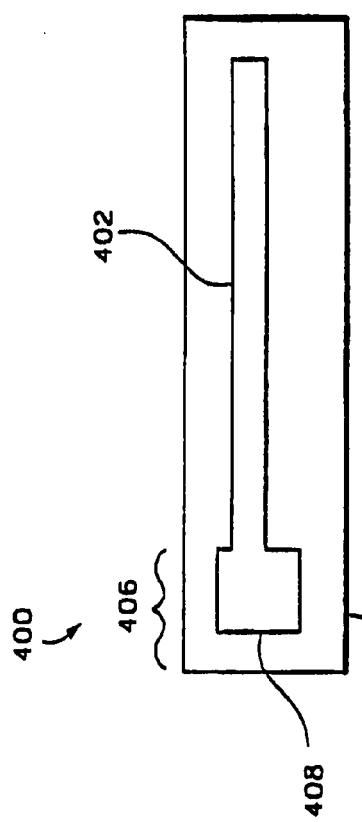


FIG. 4A

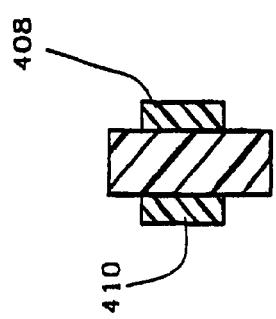


FIG. 4C

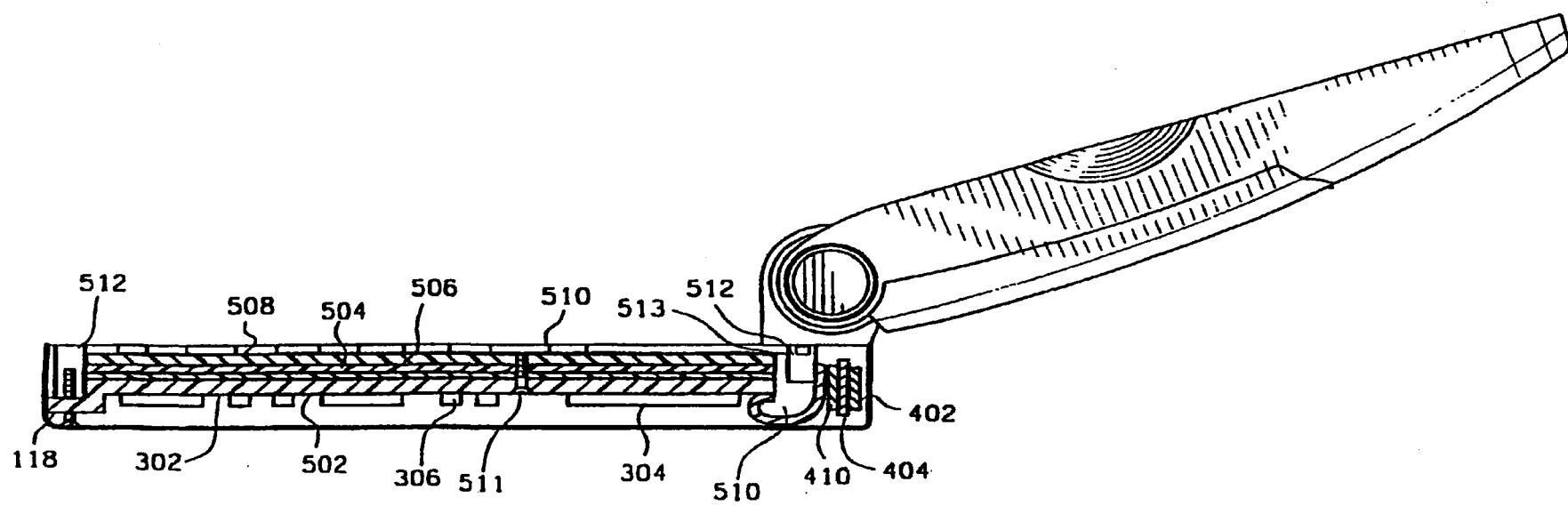
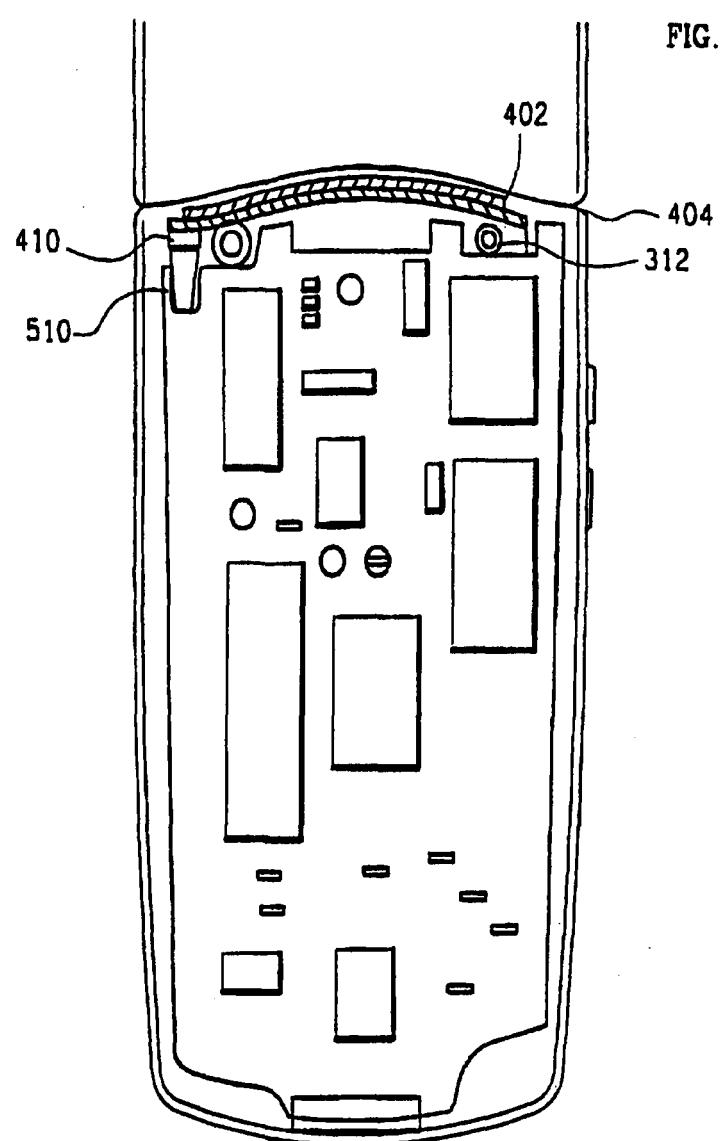


FIG. 5A

FIG. 5B



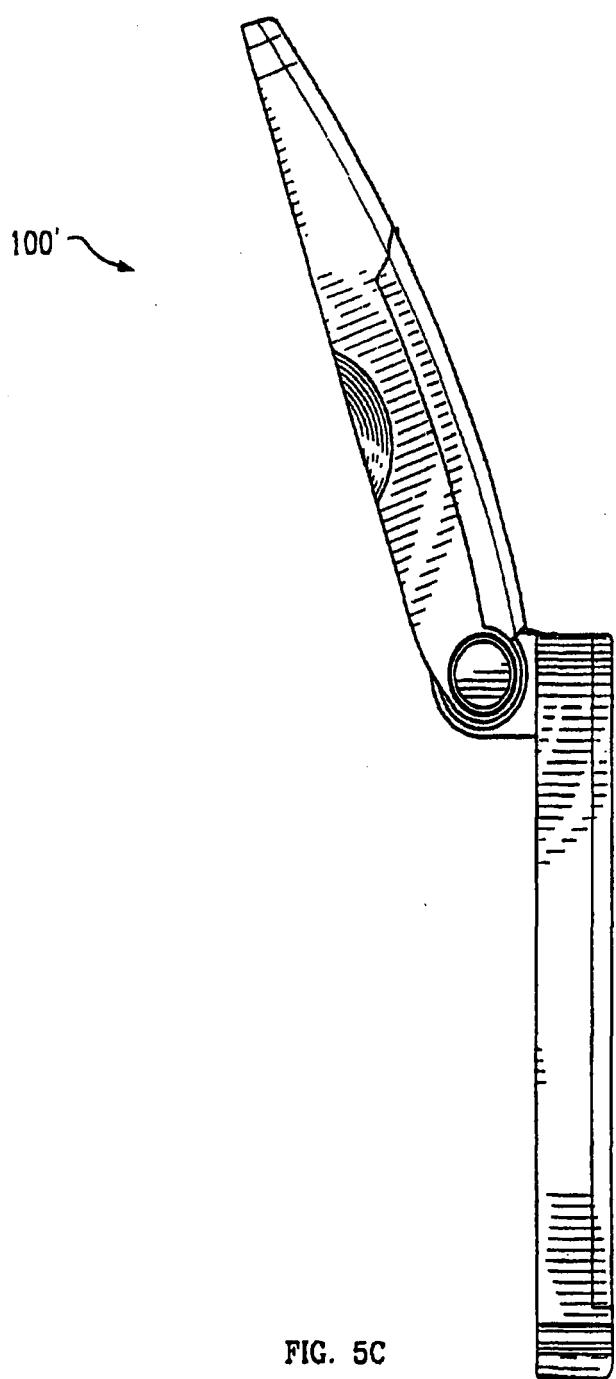


FIG. 5C

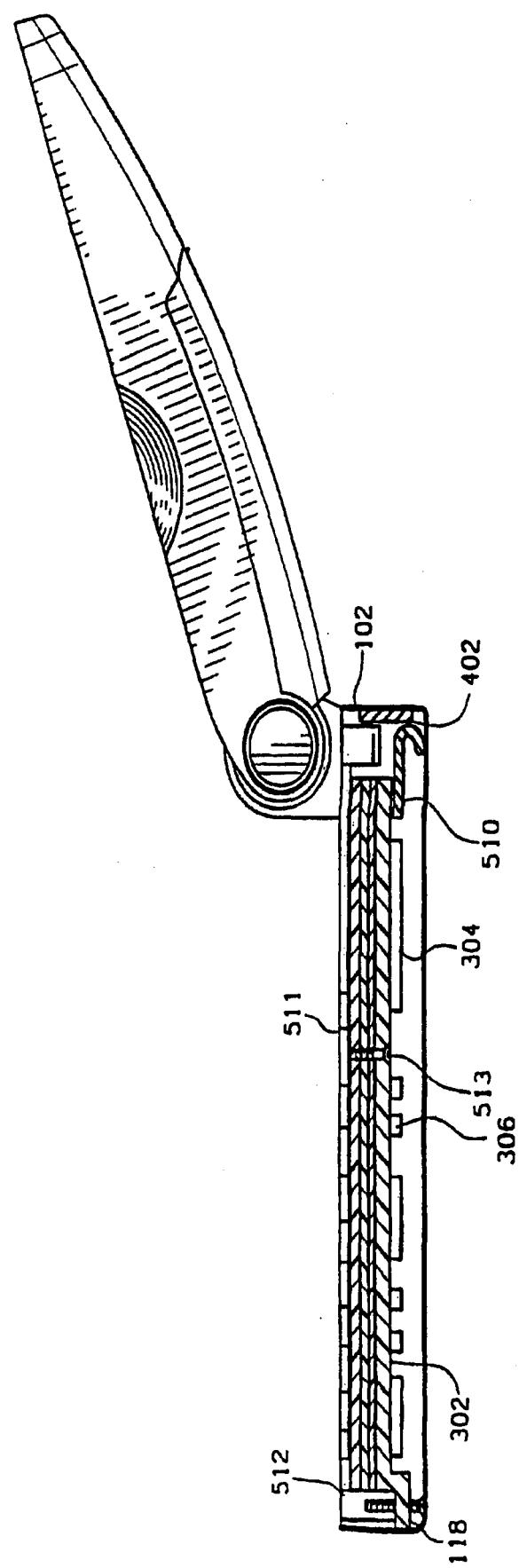


FIG. 6

402

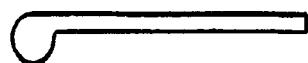


FIG. 7A

402

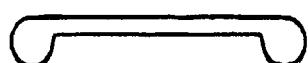


FIG. 7B

402

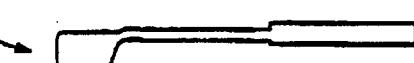


FIG. 7C

402

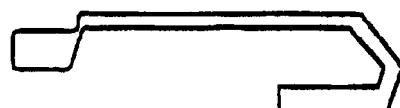


FIG. 7D

402

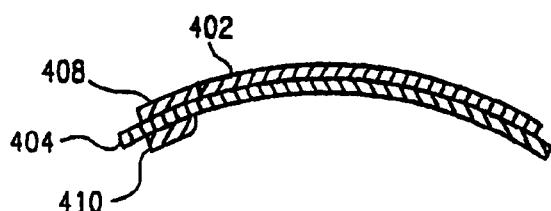


FIG. 7E

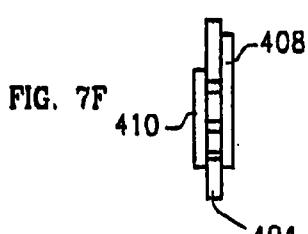


FIG. 7F

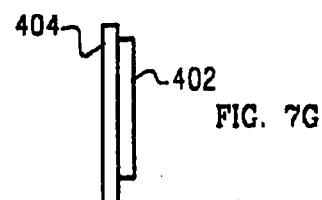


FIG. 7G

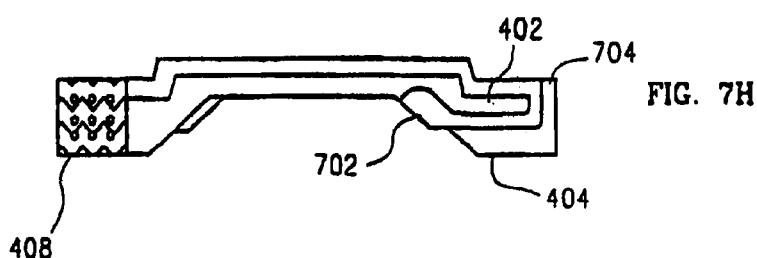


FIG. 7H

## RESUMO

### Patente de Invenção: ANTENA DE SUBSTRATO PARA USO EM DISPOSITIVOS DE COMUNICAÇÃO SEM FIO.

Uma antena de substrato (400) que inclui uma ou mais traços condutores (402) suportados sobre um substrato dielétrico (404) possuindo uma espessura predeterminada. Dimensões apropriadas são selecionadas para os comprimentos e larguras dos traços com base no comprimento de onda de interesse, elementos de conexão e espaço alocado. O substrato de suporte (404) é montado deslocado e de um modo geral perpendicular ao plano terra (502) associado com o dispositivo com o qual a antena está sendo usada. O traço está eletricamente conectada a uma base condutora (408) em uma extremidade. Uma alimentação de sinal (410) para a antena está acoplada à base condutora (408). A antena de substrato emprega uma estrutura muito delgada e compacta que propicia largura de banda apropriada. O pequeno tamanho da antena e uma grande variedade de formatos úteis permitem que a antena de substrato seja usada de forma muito eficiente como uma antena interna para dispositivos sem fio.