



República Federativa do Brasil

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) BR 112018013958-0 B1

(22) Data do Depósito: 29/11/2016

(45) Data de Concessão: 28/02/2023

(54) Título: INTEGRAÇÃO MONOLÍTICA DE COMUTADOR DE ANTENA E DUPLEXADOR

(51) Int.Cl.: H01L 23/66; H01L 21/768; H01L 23/522; H01L 49/02.

(30) Prioridade Unionista: 10/05/2016 US 15/151,285; 11/01/2016 US 62/277,451.

(73) Titular(es): QUALCOMM INCORPORATED.

(72) Inventor(es): SHIQUN GU; CHENGJIE ZUO; STEVE FANELLI; THOMAS GEE; YOUNG KYU SONG.

(86) Pedido PCT: PCT US2016063973 de 29/11/2016

(87) Publicação PCT: WO 2017/123332 de 20/07/2017

(85) Data do Início da Fase Nacional: 09/07/2018

(57) Resumo: Uma estrutura de circuito de radiofrequência (RF) integrada pode incluir um material de substrato resistivo e um comutador. O comutador pode estar disposto em uma camada em silício de isolamento (SOI) suportada pelo material de substrato resistivo. A estrutura de circuito de RF integrada pode ainda incluir uma camada de isolamento acoplada à camada SOI. A estrutura de circuito de RF integrada pode ainda incluir um filtro, composto de indutores e capacitores. O filtro pode estar disposto em uma superfície da estrutura de circuito de RF integrada, oposta ao material de substrato resistivo. Adicionalmente, o comutador pode estar disposto em uma primeira superfície da camada de isolamento.

"INTEGRAÇÃO MONOLÍTICA DE COMUTADOR DE ANTENA E DUPLEXADOR"
REFERÊNCIA CRUZADA A PEDIDOS RELACIONADOS

[0001] Este pedido de invenção reivindica benefício mediante o artigo 35 do código americano U.S.C., parágrafo 119(e) referente ao pedido de patente provisório americano, cujo número de referência é 62/277.451, intitulado "INTEGRAÇÃO MONOLÍTICA DE COMUTADOR DE ANTENA E duplexador", depositado em 11 de Janeiro de 2016, a descrição deste documento é expressamente incorporada a este documento por meio de referência em sua totalidade.

CAMPO TÉCNICO

[0002] A presente invenção se refere, de maneira genérica, a circuitos integrados (ICs). Mais especificamente, a presente invenção se refere a integração monolítica de um comutador de antena e um duplexador.

ANTECEDENTES

[0003] Para comunicação sem fio, um duplexador pode auxiliar no processamento de sinais transmitidos em um sistema de agregação de portador. Em sistemas de agregação de portador, sinais são comunicados tanto com sinais de banda de alta frequência quanto com sinais de banda de baixa frequência. Em uma configuração de chip, o duplexador é geralmente inserido entre uma antena e um sintonizador (ou um comutador de radiofrequência (RF)) para garantir uma alta performance. Normalmente, um projeto de duplexador inclui indutores e capacitores. Duplexadores podem obter alta performance ao utilizar indutores e capacitores que possuem um fator de alta qualidade (Q). Os duplexadores de alta qualidade podem ainda ser obtidos ao reduzir o acoplamento eletromagnético entre os componentes, o qual

pode ser alcançado através de um arranjo da geometria e da direção dos componentes. A performance do duplexador pode ser quantificada pela medição da perda de inserção e rejeição (por exemplo, quantidades expressas em decibéis (dB)) em determinadas frequências.

[0004] O processo de fabricação do duplexador pode ser compatível com processos de semicondutores padronizados, tais como processos para fabricação de capacitores de tensão controlada (varactor), capacitores de arranjo alternado, ou outros tipos de capacitores. Pode ser benéfico fabricar os componentes do projeto do duplexador em um único substrato. A fabricação em um único substrato pode permitir que duplexadores sintonizáveis sejam sintonizados através de uma variedade de parâmetros diferentes.

[0005] A fabricação de duplexadores de alta performance de uma maneira eficiente e com custo efetivo é problemática. Aumentar o fator de qualidade Q dos indutores e capacitores no duplexador também é uma questão a ser resolvida. Reduzir o acoplamento eletromagnético entre os diversos componentes no duplexador, enquanto reduz o tamanho do duplexador e gera uma maior economia na utilização de recursos, seria benéfico.

SUMÁRIO

[0006] Uma estrutura de circuito de radiofrequência (RF) integrada pode incluir um material de substrato resistivo e um comutador. O comutador pode estar disposto em uma camada em silício de isolamento (SOI) suportada pelo material de substrato resistivo. A estrutura de circuito de RF integrada pode ainda incluir uma camada

de isolamento acoplada à camada SOI. A estrutura de circuito de RF integrada pode ainda incluir um filtro, composto de indutores e capacitores. O filtro pode estar disposto em uma superfície da estrutura de circuito de RF integrada, oposta ao material de substrato resistivo. Adicionalmente, o comutador pode estar disposto em uma primeira superfície da camada de isolamento.

[0007] Um método de construção de uma estrutura de circuito de radiofrequência (RF) integrada pode incluir fabricar um comutador em uma camada de silício sobre isolador (SOI) suportada por um material de substrato resistivo. O método ainda pode incluir fabricar um filtro composto de indutores e capacitores, suportados pelo comutador. O método ainda pode incluir a fabricação de uma passagem acoplando o filtro e o comutador através de um material dielétrico.

[0008] Uma estrutura de circuito de radiofrequência (RF) integrada pode incluir um material de substrato resistivo e um meio para comutação. O meio para comutação pode estar disposto em uma camada de silício sobre isolador (SOI) suportada pelo material de substrato resistivo. A estrutura de circuito de RF integrada pode ainda incluir uma camada de isolamento acoplada à camada de SOI. A estrutura de circuito de RF integrada pode ainda incluir um filtro, composto de indutores e capacitores. O filtro ainda pode estar disposto em uma superfície da estrutura de circuito integrado de RF, oposta ao material de substrato resistivo. Adicionalmente, o meio de comutação pode estar disposto em uma primeira superfície da camada de isolamento.

[0009] Um módulo frontal de radiofrequência (RF) pode incluir uma estrutura de circuito de radiofrequência (RF) integrada. A estrutura de circuito de RF integrada pode incluir um material resistivo e um comutador. O comutador pode estar disposto em uma camada de silício sobre isolador (SOI) suportada pelo material de substrato resistivo. A estrutura de circuito de RF integrada pode ainda incluir uma camada de isolamento acoplada à camada SOI. A estrutura de circuito de RF integrada pode ainda incluir um filtro, composto de indutores e capacitores. O filtro ainda pode estar disposto em uma superfície da estrutura de circuito integrado de RF, oposta ao material de substrato resistivo. O módulo frontal de RF pode ainda incluir uma antena acoplada a uma saída do comutador.

[0010] Isto define, embora de maneira ampla, as características e vantagens técnicas da presente invenção com intuito de que a descrição detalhada a seguir possa ser melhor compreendida. Características e vantagens adicionais da invenção serão descritas abaixo. Deve ser verificado por aqueles versados no estado da técnica que esta invenção pode ser prontamente utilizada como base para modificar ou projetar outras estruturas para empregar as mesmas propostas da presente invenção. Deve ser compreendido ainda por aqueles versados no estado da técnica que tais construções equivalentes não se afastam dos ensinamentos, conforme será discutido mais adiante nas reivindicações em anexo deste documento. As características novas, as quais são acreditadas como sendo caracterizantes da invenção, tanto sob o ponto de vista de organização

quanto sob o método de operação, juntamente com os objetivos adicionais e vantagens, serão melhor compreendidas a partir da descrição a seguir quando considerados em conexão com as figuras em anexo. Deve ser expressamente compreendido, entretanto, que cada uma das figuras é provida com intuito de ilustração e descrição somente e que não pretende-se utilizá-las como uma definição dos limites da presente invenção.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

[0011] Para uma compreensão mais completa da presente invenção, uma referência é feita à descrição a seguir em conjunto com as figuras em anexo.

[0012] A Figura 1A é um diagrama esquemático de um módulo frontal de radiofrequência (RF) (RFFE) empregando um duplexador, de acordo com um aspecto da presente invenção.

[0013] A Figura 1B é um diagrama esquemático de um módulo frontal de radiofrequência (RF) (RFFE) empregando duplexadores para uma configuração de chip para prover agregação de portador, de acordo com aspectos da presente invenção.

[0014] A Figura 2A é um diagrama de um projeto de duplexador, de acordo com um aspecto da presente invenção.

[0015] A Figura 2B é um diagrama de um módulo frontal de radiofrequência (RF), de acordo com um aspecto da presente invenção.

[0016] A Figura 3 ilustra uma estrutura de circuito de radiofrequência (RF) integrada, de acordo com um aspecto da presente invenção.

[0017] A Figura 4A a Figura 4F ilustram a fabricação da estrutura de circuito de radiofrequência (RF) integrada da Figura 3, de acordo com aspectos da presente invenção.

[0018] A Figura 5 ilustra uma estrutura de circuito de radiofrequência (RF) integrada, de acordo com aspectos adicionais da presente invenção.

[0019] A Figura 6A a 6D ilustram a fabricação da estrutura de circuito de radiofrequência (RF) integrada da Figura 5 de acordo com aspectos da presente invenção.

[0020] A Figura 7 é um diagrama de fluxo de processo ilustrando um método de construção de uma estrutura de circuito de radiofrequência (RF) integrado, de acordo com aspectos da presente invenção.

[0021] A Figura 8 é um diagrama de bloco ilustrando um sistema de comunicação sem fio exemplar no qual uma configuração da invenção pode ser empregada de forma vantajosa.

[0022] A Figura 9 é um diagrama de blocos ilustrando um projeto de estação de trabalho utilizada para circuito, layout, e projeto lógico de um componente de semicondutor, de acordo com uma configuração.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[0023] A descrição detalhada apresentada abaixo, em ligação com as figuras em anexo, pretende ser uma descrição de várias configurações e não pretende representar as únicas configurações em que os conceitos aqui descritos podem ser praticados. A descrição detalhada inclui detalhes específicos com o propósito de fornecer uma compreensão completa dos diversos conceitos. Será evidente

para os especialistas na técnica, no entanto, que estes conceitos podem ser praticados sem estes detalhes específicos. Em alguns casos, estruturas e componentes bem conhecidos são mostrados em forma de diagrama de blocos para evitar obscurecer tais conceitos. Conforme descrito neste documento, o uso do termo "e/ou" pretende representar um "OU inclusivo", e o uso do termo "ou" pretende representar um "OU exclusivo".

[0024] Os projetos de chip de radiofrequência (RF) móvel (por exemplo, transceptores de RF móveis) migraram para um nó de processo sub-micrométrico profundo devido a considerações de custo e consumo de energia. A complexidade do projeto dos transceptores RF móveis é ainda mais complicada pelas funções adicionais do circuito para suportar aprimoramentos de comunicação, tais como a agregação de portador. Outros desafios de projeto para transceptores de RF móveis incluem considerações de desempenho de analógico/RF, incluindo incompatibilidade, ruído e outras considerações de performance. O projeto desses transceptores RF móveis inclui o uso de dispositivos passivos, por exemplo, para suprimir ressonância, e/ou para realizar filtragem, contorno e acoplamento.

[0025] A fabricação bem-sucedida de produtos modernos de chips semicondutores envolve interação entre os materiais e os processos empregados. Em particular, a formação de material condutor para a fabricação de semicondutores em processos arremate de linha (BEOL) é uma parte cada vez mais desafiadora do fluxo do processo. Isso é particularmente verdadeiro em termos de manter um tamanho de elemento pequeno. O mesmo desafio de manter um pequeno

tamanho de elemento também se aplica à tecnologia de vidro passivo (POG), em que componentes de alto desempenho, tais como indutores e capacitores são construídos sobre um substrato altamente isolante que também pode ter uma perda muito baixa.

[0026] Passivos em dispositivos de vidro envolvem componentes de capacitores e indutores de alto desempenho que possuem uma variedade de vantagens em relação a outras tecnologias, como tecnologia de montagem em superfície ou chips de cerâmica de multicamadas. Essas vantagens incluem ser mais compacto em tamanho e ter menores variações de fabricação. Passivo em dispositivos de vidro também envolve um valor de fator de qualidade (Q) mais alto que atende às rigorosas especificações de baixa perda de inserção e baixo consumo de energia. Dispositivos, tais como indutores podem ser implementados como estruturas 3D com tecnologias passivas em vidro. 3D através de indutores de substrato ou outros dispositivos 3D também podem experimentar uma série de restrições de projeto devido à sua implementação 3D.

[0027] Um indutor é um exemplo de um dispositivo elétrico utilizado para armazenar temporariamente energia em um campo magnético dentro de uma bobina de fio de acordo com um valor de indutância. Este valor de indutância fornece uma medida da relação de tensão para a taxa de mudança de corrente que passa pelo indutor. Quando a corrente que flui através de um indutor muda, a energia é temporariamente armazenada em um campo magnético na bobina. Além da sua capacidade de armazenamento de campo magnético, os indutores são frequentemente usados em

equipamentos eletrônicos de corrente alternada (AC), tais como equipamentos de rádio. Por exemplo, o projeto de transceptores de RF móveis inclui o uso de indutores com densidade de indutância aprimorada, reduzindo a perda magnética em alta frequência.

[0028] Vários aspectos da presente invenção fornecem técnicas para integração monolítica de um comutador de antena e duplexadores/filtros em estruturas de circuito de RF integradas. O fluxo do processo para a fabricação de semicondutores da estrutura do circuito RF integrado pode incluir processos de início de linha (FEOL), processos de meio de linha (MOL) e arremate de linha (BEOL). Será compreendido que o termo "camada" inclui filme e não deve ser considerado como indicador de uma espessura vertical ou horizontal, a menos que indicado de outra forma. Conforme descrito nesta seção, o termo "substrato" pode se referir a um substrato de uma lâmina moldada ou pode referir-se a um substrato de uma lâmina que não é moldada. Da mesma forma, os termos chip e molde podem ser usados de maneira intercambiável, a menos que tal intercâmbio comprometa a credulidade.

[0029] Aspectos da presente invenção descrevem a integração monolítica de um comutador de antena e duplexadores/filtros em estruturas de circuito de RF integradas para aplicações de RF de fator de alta qualidade (Q). Em uma modalidade, uma estrutura de circuito RF integrada inclui um comutador disposto em uma camada de silício sobre isolador (SOI) suportada por um material de substrato resistivo. A estrutura de circuito de RF integrada inclui ainda um filtro composto de indutores e

capacitores, suportado pelo comutador. Em um aspecto da presente invenção, o material resistivo é um substrato de manuseio incluindo uma camada de isolamento (por exemplo, uma camada de óxido enterrado (BOX)) diretamente no substrato de manuseio e suportando a camada SOI. Neste arranjo, o filtro é empilhado diretamente sobre uma camada dielétrica suportada pela camada SOI e acoplada ao comutador através da camada dielétrica. Em outro aspecto da presente invenção, o comutador e o filtro estão dispostos em superfícies opostas da camada de isolamento. Nesta disposição, a camada SOI é suportada por uma lâmina de suporte de alta resistência composta por vidro, safira, silício de alta resistência rico em armadilhas ou outro material semelhante.

[0030] A FIGURA 1A é um diagrama esquemático de um módulo frontal de radiofrequência (RF) (RFFE) 100 que emprega um duplexador 200 de acordo com um aspecto da presente invenção. O módulo frontal de RF 100 inclui amplificadores de potência 102, duplexador/filtros 104, e um módulo de comutação de frequência de rádio (RF) 106. Os amplificadores de potência 102 amplificam o(s) sinal(is) para um determinado nível de potência para transmissão. O duplexador/filtros 104 filtra os sinais de entrada/saída de acordo com uma variedade de parâmetros diferentes, incluindo frequência, perda de inserção, rejeição ou outros parâmetros semelhantes. Além disso, o módulo de comutação RF 106 pode selecionar determinadas porções dos sinais de entrada para passar para o resto do módulo de extremidade frontal de RF 100.

[0031] O módulo frontal de RF 100 inclui ainda o circuito de sintonizador 112 (por exemplo, primeiro circuito de sintonizador 112A e segundo circuito de sintonizador 112B), o duplexador 200, um capacitor 116, um indutor 118, um terminal de aterramento 115 e uma antena 114. O circuito de sintonizador 112 (por exemplo, o primeiro circuito de sintonizador 112A e o segundo circuito de sintonizador 112B) inclui componentes tais como um sintonizador, um terminal portátil de entrada de dados (PDET), e um conversor analógico para digital de uso doméstico (UKADC). O circuito 112 sintonizador pode realizar a sintonização de impedância (por exemplo, uma otimização da relação de onda estacionária de tensão (VSWR)) para a antena 114. O módulo frontal de RF 100 também inclui um combinador passivo 108 acoplado a um transceptor sem fio (WTR) 120. O combinador passivo 108 combina a energia detectada do primeiro circuito de sintonizador 112A e do segundo circuito de sintonizador 112B. O transceptor sem fios 120 processa a informação do combinador passivo 108 e fornece esta informação a um modem 130 (por exemplo, um modem de estação móvel (MSM)). O modem 130 fornece um sinal digital a um processador de aplicativos (AP) 140.

[0032] Conforme mostrado na FIGURA 1A, o duplexador 200 está entre o componente de sintonizador do circuito de sintonizador 112 e o capacitor 116, o indutor 118 e a antena 114. O duplexador 200 pode ser colocado entre a antena 114 e o circuito sintonizador 112 para proporcionar um elevado desempenho do sistema desde o módulo frontal RF 100 até uma configuração de chip

incluindo o transceptor sem fios 120, o modem 130 e o processador de aplicação 140. O duplexador 200 também realiza multiplexação no domínio da frequência tanto em frequências de banda alta como em frequências de banda baixa. Após o duplexador 200 executar as suas funções de multiplexagem de frequência nos sinais de entrada, a saída do duplexador 200 é alimentada para uma rede LC (indutor/capacitor) opcional incluindo o capacitor 116 e o indutor 118. A rede LC pode fornecer componentes de correspondência de impedância extra para a antena 114, quando desejado. Em seguida, um sinal com a frequência particular é transmitido ou recebido pela antena 114. Embora um único capacitor e um único indutor sejam mostrados, múltiplos componentes também são contemplados.

[0033] A FIGURA 1B é um diagrama esquemático de um módulo de WiFi 170 incluindo um primeiro duplexador 200-1 e um módulo de extremidade frontal RF 150 incluindo um segundo duplexador 200-2 para uma configuração de chip 160 para prover agregação de portador de acordo com um aspecto da presente invenção. O módulo de WiFi 170 inclui o primeiro duplexador 200-1 acoplando de forma comunicável uma antena 192 a um módulo de rede de área local sem fio (por exemplo, módulo WLAN 172). O módulo frontal de RF 150 inclui o segundo duplexador 200-2 acoplando de forma comunicativa uma antena 194 ao transceptor sem fio (WTR) 120 através de um duplexador 180. O transceptor sem fio 120 e o módulo WLAN 172 do módulo WiFi 170 são acoplados a um modem (MSM, por exemplo, modem de banda base) 130 que é alimentado por uma fonte de alimentação 152 através de um circuito integrado de gerenciamento de energia (PMIC) 156.

A configuração de chip 160 também inclui os capacitores 162 e 164, bem como um ou mais indutores 166 para proporcionar integridade de sinal. O PMIC 156, o modem 130, o transceptor sem fio 120 e o módulo WLAN 172 incluem, cada um deles, capacitores (por exemplo, 158, 132, 122 e 174) e operam de acordo com um relógio 154. A geometria e o arranjo dos vários componentes de indutor e capacitor na configuração de chip 160 podem reduzir o acoplamento eletromagnético entre os componentes.

[0034] A FIGURA 2A é um diagrama de um duplexador 200, de acordo com um aspecto da presente invenção. O duplexador 200 inclui uma porta de entrada de banda alta (HB) 212, uma porta de entrada de banda baixa (LB) 214 e uma antena 216. Um trajeto de banda alta do duplexador 200 inclui um comutador de antena de banda alta 210-1. Um trajeto de banda baixa do duplexador 200 inclui um comutador de antena de banda baixa 210-2. Um dispositivo sem fios incluindo um módulo frontal de RF pode usar os comutadores de antena 210 e o duplexador 200 para permitir uma banda de faixa ampla para uma entrada de RF e uma saída de RF do dispositivo sem fios. Além disso, a antena 216 pode ser uma antena de múltiplas entradas, múltiplas saídas (MIMO). A Antena de Múltiplas entradas e múltiplas saídas será amplamente utilizada para a extremidade frontal de RF de dispositivos sem fio para suportar recursos, tais como agregação de portadora.

[0035] A FIGURA 2B é um diagrama de um módulo de extremidade frontal de RF 250 de acordo com um aspecto da presente invenção. O módulo de extremidade frontal de RF 250 inclui o comutador de antena (ASW) 210 e o duplexador

200 (ou triplexador) para permitir a faixa de amplo alcance observada na FIGURA 2A. Além disso, o módulo de extremidade frontal de RF 250 inclui filtros 230, um comutador de RF 220 e amplificadores de potência 218 suportados por um substrato 202. Os filtros 230 podem incluir vários filtros de LC, tendo indutores (L) e capacitores (C) dispostos ao longo do substrato 202 para formar um duplexador, um triplexador, filtros de baixa passagem, filtros Balun e/ou filtros entalhados para evitar harmônicos de alta ordem no módulo frontal de RF 250.

[0036] Nesta disposição, o duplexador 200 é implementado como um dispositivo de montagem em superfície (SMD) em uma placa de sistema 201 (por exemplo, placa de circuito impresso (PCB) ou substrato de pacote). Em contraste a isso, o comutador de antena 210 é implementado no substrato 202 suportado pela placa de sistema 201 do módulo de extremidade frontal de RF 250. Além disso, os vários filtros de LC dos filtros 230 são também implementados como dispositivos de montagem de superfície no substrato 202 do módulo de extremidade frontal de RF 250. Embora mostrados como filtros 230, os filtros LC incluindo um ou mais filtros de baixa passagem e/ou um ou mais filtros entalhados dispostos ao longo do substrato usando tecnologia "pegue e posicione" para evitar harmônicas de ordem elevada no módulo frontal de RF 250.

[0037] Infelizmente, a disposição dos vários filtros de LC na placa de sistema 201 (por exemplo, utilizando um acessório SMD) consome um valioso espaço de extremidade frontal de RF. Além disso, a implementação dos filtros de LC dos filtros 230 usando o acessório SMD

envolve um custo adicional para fornecer a conexão de montagem de superfície separada dos vários filtros de LC. Além disso, é necessário um projeto de substrato complexo para garantir a conexão elétrica entre o duplexador 200 na placa de sistema 201 e o comutador de antena 210 no substrato 202. Isto é, a implementação do duplexador 200 na placa de sistema 201 usando o acessório SMD envolve um custo adicional para fornecer a conexão separada ao comutador de antena 210 no substrato 202.

[0038] Vários aspectos da invenção fornecem técnicas para integrar um duplexador/filtro e um comutador de antena em um pacote de extremidade frontal de RF através de um processo de nível de lâmina. Aspectos da presente invenção envolvem a integração de filtros 3D/duplexadores e um comutador de antena para aplicações de RF de alto fator Q. Em um arranjo, uma implementação de silício sobre isolador (SOI) é descrita na qual um comutador de antena é fabricado em uma camada SOI. Este arranjo inclui a construção monolítica de um duplexador em um comutador de antena para economizar custos na fabricação de um pacote duplexador. Nesta disposição, os filtros LC e/ou o duplexador são fabricados numa camada de isolamento na camada SOI, com a camada SOI suportada por camada dielétrica sobre um substrato de vidro, conforme mostrado na FIGURA 3.

[0039] O comutador de antena pode estar circundado por uma estrutura de gaiola (por exemplo, uma gaiola de Faraday), que proporciona isolamento entre o comutador de antena e o duplexador. A gaiola pode estar disposta dentro de uma camada dielétrica 303 para

proporcionar uma conexão entre os componentes com pouca ou nenhuma incompatibilidade. Alternativamente, uma implementação de performance baixa da estrutura de circuito RF integrada inclui uma embalagem semicondutora de preenchimento que suporta uma camada de isolamento (por exemplo, um óxido enterrado (BOX)), uma camada SOI e uma camada dielétrica. Neste arranjo, o comutador é fabricado diretamente sobre uma superfície da camada de isolamento, e a camada SOI é diretamente suportada por uma camada dielétrica. Além disso, o duplexador/filtro é formado na camada dielétrica suportada pela camada SOI, conforme mostrado na FIGURA 5.

[0040] A FIGURA 3 ilustra uma estrutura de circuito integrado de radiofrequência (RF) 300 de acordo com um aspecto da presente invenção. A estrutura de circuito de RF integrada 300 integra um duplexador/filtros 330 e um comutador de antena (ASW) 310 em um pacote de extremidade frontal de RF através de um processo de nível de lâmina. Em particular, os componentes são implementados em (ou sobre) um substrato passivo 302. Conforme descrito neste documento, o termo "substrato passivo" pode referir-se a um substrato de uma bolacha ou painel moldado, ou pode referir-se ao substrato de uma lâmina/ painel que não é moldado. Em um arranjo, o substrato passivo é composto de vidro, ar, quartzo, safira, silício de alta resistência, ou outro material passivo semelhante. O substrato passivo pode ser um substrato sem núcleo.

[0041] A estrutura de circuito de RF integrada 300 envolve uma integração 3D de duplexador/filtros 330 e um comutador de antena 310 para aplicações de RF de elevado

fator Q. Em uma disposição, é descrita uma implementação de silício sobre isolador (SOI), na qual o comutador de antena 310 é fabricado na camada SOI 304. Este arranjo inclui a construção monolítica de um duplexador/filtros 330, incluindo capacitores 332 e indutores 334, em um comutador de antena 310 para economizar em custos na fabricação de um pacote duplexador.

[0042] Nesta disposição, o duplexador/filtros 330 são fabricados em uma camada de isolamento 306 (por exemplo, uma camada de óxido enterrado (BOX)) na camada de SOI 304, com o SOI suportado por uma camada dielétrica 303 no substrato passivo 302. O comutador de antena 310 pode estar circundado por uma estrutura de caixa 322 que proporciona isolamento entre o comutador de antena 310 e o duplexador/filtros 330, enquanto proporciona uma ligação entre os componentes com pouca ou nenhuma incompatibilidade. Um bloco pode entrar em contato com o comutador (por exemplo, o comutador de antena), e uma interligação (por exemplo, da estrutura de caixa 322) pode ser conectada ao filtro (por exemplo, o duplexador/filtros 330) através do bloco. Um capacitor metálico isolador de metal (MFM) 320 pode ser acoplado ao comutador de antena 310. Além disso, as protuberâncias condutoras 350 e as passagens 340 permitem a integração da estrutura de circuito de RF integrada 300 em um módulo frontal RF, por exemplo, conforme mostrado nas FIGURAS 1A ou 1B. A estrutura de circuito RF integrada 300 pode ser fabricada conforme mostrado nas FIGURAS 4A a 4F.

[0043] A FIGURA 4A mostra um primeiro estágio de fabricação 400 da estrutura de circuito de RF integrada

300 da FIGURA 3 de acordo com aspectos da presente invenção. Representativamente, a implementação de SOI inclui a formação de uma camada de isolamento 306 (BOX) em um substrato de manuseio 301 (por exemplo, uma lâmina de preenchimento). A camada de isolamento 306 suporta uma camada de silício sobre um isolador (SOI) 304 e uma camada dielétrica 303. Conforme mostrado na FIGURA 3, o silício na camada de isolamento 304 inclui o comutador de antena 310 (ASW) em uma primeira superfície da camada de isolamento 306 oposta ao substrato de manuseio 301. Além disso, o comutador de antena 310 é acoplado ao capacitor MTM 320 e rodeado pela estrutura de caixa 322 dentro da camada dielétrica 303.

[0044] A FIGURA 4B mostra um segundo estágio da fabricação 410 da estrutura do circuito RF integrado 300 da FIGURA 3 de acordo com aspectos da presente invenção. Representativamente, o substrato passivo 302 está ligado à camada dielétrica 303 na camada de silício sobre isolador 304. Uma vez unido, o substrato de manuseio 301 é removido da camada de isolamento 306 (BOX) para expor uma segunda superfície da camada de isolamento 306 para permitir a formação do duplexador/filtros 330, como mostrado nas FIGURAS 4C a 4E.

[0045] A FIGURA 4C mostra um terceiro estágio de fabricação 420 da estrutura de circuito de RF integrada 300 da FIGURA 3 de acordo com aspectos da presente invenção. Representativamente, as primeiras aberturas 308 (308-1, 308-2, 308-3, 308-4, 308-5 e 308-6) são formadas na camada de isolamento 306 e na camada de silício sobre isolador 304. As primeiras aberturas 308 expõem

interconexões da estrutura da gaiola 322, bem como placas dos capacitores MTM 320 dentro da camada dielétrica 303.

[0046] A FIGURA 4D mostra um quarto estágio de fabricação 430 da estrutura de circuito de RF integrada 300 da FIGURA 3 de acordo com aspectos da presente invenção. Representativamente, as primeiras aberturas 308 na camada de isolamento 306 e a camada de silício sobre isolador 304 são preenchidos com um primeiro material condutor para formar as passagens 340. Além disso, os capacitores MEVI 332 do duplexador/filtros 330 são formados na segunda superfície da camada de isolamento 306. Nesta disposição, as segundas aberturas 342 (342-1, 342-2, 342-3 e 342-4) em, por exemplo, uma camada dielétrica (por exemplo, políimida) do duplexador/ filtros 330 são formadas para expor uma placa dos capacitores MIM 332.

[0047] A FIGURA 4E mostra uma quinta etapa de fabricação 440 da estrutura do circuito RF integrado 300 da FIGURA 3 de acordo com aspectos da presente invenção. Representativamente, as segundas aberturas 342 na camada dielétrica são preenchidas com um segundo material condutor para formar indutores 334 acoplados aos capacitores MIM 332. Além disso, as terceiras aberturas 344 (344-1, 344-2, 344-3 e 344-4) na camada dielétrica do duplexador/filtros 330 são formadas para expor os indutores 334.

[0048] A FIGURA 4F mostra uma etapa final de fabricação 450 da estrutura do circuito RF integrado 300 da FIGURA 3 de acordo com aspectos da presente invenção. Representativamente, as terceiras aberturas 344 na camada dielétrica do duplexador /filtros 330 são preenchidas com um material condutor para formar protuberâncias condutoras

350 (por exemplo, um arranjo de malha esférica) acopladas aos indutores 334. Além disso, a estrutura de circuito RF 300 integrada é moldada para proporcionar uma matriz de circuito de RF integrada para permitir a integração dentro de um módulo frontal de RF, por exemplo, conforme mostrado nas FIGURAS 1A ou 1B.

[0049] A FIGURA 5 ilustra uma estrutura 500 de circuito RF integrado de acordo com outro aspecto da presente invenção. A estrutura de circuito RF integrada 500 também integra um duplexador/filtros 530 e um comutador de antena (ASW) 510 em um pacote de front end RF através de um processo de nível de lâmina. Este arranjo, no entanto, pode proporcionar uma implementação de menor performance que inclui um pacote semicondutor de manuseio (por exemplo, um substrato de preenchimento) suportando uma camada de isolamento 504 (por exemplo, um óxido enterrado (BOX)), uma camada dielétrica 503 e uma camada SOI 506 na camada dielétrica 503. Neste arranjo, o comutador de antena 510 é fabricado na camada de isolamento 504 e rodeado pela camada SOI 503. Além disso, o duplexador/ filtros 530 são formados na camada dielétrica 503 suportada pela camada SOI 506. Um capacitor metálico isolante de metal (MIM) 520 pode ser acoplado ao comutador de antena 510. Além disso, as protuberâncias condutivas 550 permitem a integração da estrutura de circuito de RF integrada 500 em um módulo frontal RF, por exemplo, conforme mostrado nas FIGURAS 1A ou 1B. A estrutura de circuito RF integrada 500 pode ser fabricada conforme mostrado nas FIGURAS 6A a 6D.

[0050] A FIGURA 6A mostra um primeiro estágio de fabricação 600 da estrutura do circuito de RF integrado

500 da FIGURA 5 de acordo com aspectos da presente invenção. Representativamente, o substrato de manuseio 502 suporta a camada de isolamento 504 (BOX). Além disso, o silício na camada de isolamento 506 está disposto em uma superfície da camada de isolamento 504 e suporta a camada dielétrica 503. A camada SOI 503 inclui o comutador de antena 510 na superfície da camada de isolamento 504 e acoplada ao capacitor MTM 520 na camada dielétrica 503. Nesta disposição, as primeiras aberturas 508 (508-1, 508-2, 508-3, 508-4, 508-4 e 508-6) são formadas na camada dielétrica 503. As primeiras aberturas 508 expõem uma interconexão ou interconexões do comutador de antena 510, bem como placas dos capacitores MIM 520.

[0051] A FIGURA 6B mostra um segundo estágio de fabricação 610 da estrutura do circuito RF integrada 500 da FIGURA 5 de acordo com aspectos da presente invenção. Representativamente, as primeiras aberturas 508 na camada dielétrica 503 são preenchidas com um material condutor para formar as passagens 540. Além disso, os capacitores MFM 532 do duplexador/filtros 530 são formados na superfície da camada dielétrica 503. Nesta disposição, as segundas aberturas 542 (542-1, 542-2, 542-3 e 542-4), por exemplo, em uma camada dielétrica (por exemplo, poliimida) do duplexador/filtros 530 são formadas para expor placas dos capacitores MFM 532.

[0052] A FIGURA 6C mostra um terceiro estágio de fabricação 620 da estrutura do circuito de RF integrado 500 da FIGURA 5 de acordo com aspectos da presente invenção. Representativamente, as segundas aberturas 542 na camada dielétrica são preenchidas com um material condutor

para formar os indutores 534 acoplados aos capacitores MIM 532. Além disso, as terceiras aberturas 544 (544-1, 544-2, 544-3 e 544-4) na camada dielétrica do duplexador/filtros 530 são formadas para expor os indutores 534.

[0053] A FIGURA 6D mostra um estágio final de fabricação 630 da estrutura do circuito RF integrado 500 da FIGURA 5 de acordo com aspectos da presente invenção. Representativamente, as terceiras aberturas 544 na camada dielétrica do duplexador /filtros 530 são preenchidas com um material condutor para formar protuberâncias 550 condutoras (por exemplo, um conjunto de malha de esferas) acopladas aos indutores 534. Além disso, a estrutura de circuito de RF integrada 500 é cortada para proporcionar uma matriz de circuito de RF integrada para permitir a integração dentro de um módulo de extremidade frontal de RF, por exemplo, como mostrado nas FIGURAS 1A ou 1B.

[0054] A FIGURA 7 é um fluxograma de processo que ilustra um método 700 de construção de uma estrutura de circuito de radiofrequência (RF) integrada de acordo com um aspecto da presente invenção. No bloco 702, um comutador é fabricado numa camada de silício sobre isolador (SOI) suportada por um material de substrato resistivo. Por exemplo, conforme mostrado na FIGURA 4A, um comutador de antena (ASW) 310 é fabricado numa camada 304 de silício sobre isolador (SOI). Neste arranjo, o comutador de antena 310 está disposto numa primeira superfície de uma camada de isolamento 306 (por exemplo, uma camada de óxido enterrado (BOX)). Além disso, um substrato de manuseio 301 suporta a camada de isolamento 306, a camada de silício sobre isolador 304 e uma camada dielétrica 303. Alternativamente,

conforme mostrado na FIGURA 6A, um comutador de antena é fabricado numa primeira superfície de uma camada de isolamento 504 (BOX), na qual uma superfície oposta da camada de isolamento é suportada por um substrato de manuseio 502.

[0055] Referindo-se novamente à FIGURA 7, no bloco 704, um filtro, incluindo indutores e capacitores, é fabricado no comutador. Por exemplo, conforme mostrado na FIGURA 4D, os capacitores 332 são formados em uma superfície oposta da camada de isolamento 306. Na FIGURA 4E, os indutores 334 são formados e acoplados aos capacitores 332 para formar o duplexador/filtros 330. Alternativamente, conforme mostrado na FIGURA 6C, os capacitores 532 são formados em uma superfície de um silício na camada isolante 506, oposta a uma superfície da camada dielétrica 503 na camada de isolamento 504. Na figura 6D, os indutores 534 são formados e acoplados aos capacitores 532 para formar o duplexador/filtros 530.

[0056] No bloco 706 da figura 7, é fabricada uma passagem para acoplar o filtro e o comutador através de um material dielétrico. Conforme mostrado na FIGURA 4C, interconexões na camada dielétrica 303 são expostas através das primeiras aberturas 308. Na FIGURA 4D, as primeiras aberturas 308 são preenchidas com um material condutor para formar as vias 340 que se estendem através da camada de isolamento 306, conectando o comutador de antena 310 e os capacitores 332. Alternativamente, na figura 6A, as interconexões da camada dielétrica 503 são expostas através das primeiras aberturas 508. Na FIGURA 6B, as primeiras aberturas 508 são preenchidas com um material condutor para

formar as passagens 540 que conectam o comutador de antena 510 e os capacitores 532.

[0057] De acordo com um aspecto adicional da presente invenção, são descritas estruturas de circuitos de RF integradas utilizando tecnologia de silício sobre isolador e tecnologia de lâmina de alta resistência. A estrutura de circuito RF integrada inclui meios para comutar uma antena disposta em uma camada de silício sobre isolador (SOI) e suportada por um material de substrato resistivo. A estrutura do circuito de RF integrada também inclui um filtro composto de indutores e capacitores e suportado pelos meios de comutação. Os meios de comutação podem ser o comutador de antena (ASW) 310/510, mostrado nas FIGURAS 3 e 5. Em outro aspecto, os meios acima mencionados podem ser qualquer módulo ou qualquer aparelho configurado para desempenhar as funções citadas pelos meios acima mencionados.

[0058] Antenas de múltiplas entradas e múltiplas saídas serão amplamente utilizadas para as extremidades frontais de radiofrequência (RF) de dispositivos sem fio. A extremidade frontal de RF geralmente usa um comutador de antena (ASW) e duplexador para habilitar uma faixa de amplo alcance para uma entrada e saída de RF. Além disso, os filtros de LC, incluindo indutores (L) e capacitores (C), também são usados na extremidade frontal de RF para a formação de filtros de baixa passagem e/ou filtros entalhados para evitar harmônicos de alta ordem na extremidade frontal de RF. Convencionalmente, os duplexadores são implementados como dispositivos de montagem de superfície (SMD) numa placa de

sistema (por exemplo, placa de circuito impresso (PCB) ou substrato de pacote). Por outro lado, os filtros LC são implementados como dispositivos de montagem de superfície em um substrato de extremidade frontal de RF suportado pela placa de sistema. O substrato de extremidade frontal de RF geralmente inclui amplificadores de potência, um comutador de RF, filtros (por exemplo, os filtros de LC) e um comutador de antena.

[0059] Infelizmente, a implementação dos vários filtros de LC ao longo do substrato de extremidade dianteira de RF (por exemplo, utilizando um acessório SMD) consome um valioso espaço de extremidade dianteira de RF. Além disso, a implementação dos filtros de LC e/ou duplexador usando o acessório SMD envolve custo adicional para fornecer a conexão de montagem em superfície separada para os filtros de LC e/ou duplexador. Além disso, é necessário um projeto complexo de substrato para garantir a conexão elétrica entre o duplexador na placa de sistema e o comutador de antena no substrato de extremidade frontal de RF. Ou seja, a implementação do duplexador na placa de sistema usando o acessório SMD envolve custo adicional para fornecer a conexão separada ao comutador de antena no substrato de extremidade frontal de RF.

[0060] Diversos aspectos da divulgação fornecem técnicas para integrar um duplexador/filtros e um comutador de antena em um pacote de extremidade frontal de RF através de um processo de nível de lâmina. Aspectos da presente invenção envolvem a integração 3D de filtros LC/duplexadores e um comutador de antena para aplicações de RF de alto fator Q. Em uma modalidade, uma implementação de

silício sobre isolador (SOI) é descrita, na qual um comutador de antena é fabricado na camada SOI. Esta modalidade inclui a construção monolítica de um duplexador em um comutador de antena para economizar custos na fabricação de um pacote duplexador. Neste arranjo, os filtros LC e/ou o duplexador são fabricados em uma camada de isolamento suportada pela camada SOI, com a SOI suportada por um substrato passivo. O comutador de antena pode estar circundado por uma estrutura de gaiola na camada dielétrica, que fornece isolamento entre o comutador da antena e o duplexador e fornece uma conexão entre os componentes com pouca ou nenhuma incompatibilidade. Alternativamente, uma implementação de performance inferior inclui um pacote de semicondutor em massa suportando uma camada de isolamento (por exemplo, um óxido enterrado (BOX)), uma camada SOI e uma camada dielétrica suportada pela camada SOI. Neste arranjo, o comutador é fabricado na camada de isolamento e cercado pela camada SOI. Além disso, o duplexador é formado na camada dielétrica suportada pela camada SOI.

[0061] A FIGURA 8 é um diagrama de blocos mostrando um exemplo de sistema de comunicação 800, em que um aspecto da invenção pode ser vantajosamente utilizado. Para fins de ilustração, a FIGURA 8 mostra três unidades remotas 820, 830 e 850 e duas estações base 840. Será reconhecido que os sistemas de comunicação sem fio podem ter muito mais unidades remotas e estações base. As unidades remotas 820, 830 e 850 incluem dispositivos IC 825A, 825C e 825B que incluem os dispositivos RF divulgados. Será reconhecido que outros dispositivos também

podem incluir os dispositivos de RF divulgados, tais como as estações de base, dispositivos de comutação e equipamentos de rede. A FIGURA 8 mostra sinais de ligação direta 880 a partir da estação base 840 até às unidades remotas 820, 830 e 850, e sinais de ligação inversa 890 a partir das unidades remotas 820, 830 e 850 para as estações de base 840.

[0062] Na figura 8, a unidade remota 820 é mostrada como um telefone móvel, a unidade remota 830 é mostrada como um computador portátil, e a unidade remota 850 é mostrada como uma unidade remota de localização fixa num sistema de circuito local sem fios. Por exemplo, as unidades remotas podem ser um telefone celular, uma unidade portátil de sistemas de comunicação pessoal (PCS), uma unidade de dados portátil, tal como um assistente digital pessoal (PDA), um dispositivo habilitado para GPS, um dispositivo de navegação, caixa de topo de configuração, um reproduutor de música, um reproduutor de vídeo, uma unidade de entretenimento, uma unidade de dados de localização fixa, tal como um equipamento de leitura de contadores ou outro dispositivo de comunicações que armazene ou recupere dados ou instruções de computador ou combinações destes. Embora a FIGURA 8 ilustre unidades remotas de acordo com os aspectos da invenção, a mesma não está limitada a estas unidades exemplares ilustradas. Aspectos da invenção podem ser adequadamente empregados em diversos dispositivos, que incluem os dispositivos de RF divulgados.

[0063] A FIGURA 9 é um diagrama de blocos ilustrando uma estação de trabalho de projeto utilizada para circuito, layout e projeto lógico de um componente

semicondutor, tal como os dispositivos de RF divulgados acima. Uma estação de trabalho de projeto 900 inclui um disco rígido 901 contendo software de sistema operacional, arquivos de suporte e software de projeto, tal como Cadence ou OrCAD. A estação de trabalho de projeto 900 também inclui uma tela 902 para facilitar o desenho de um circuito 910 ou um componente semicondutor 912, como um dispositivo de RF. Um meio de armazenamento 904 é fornecido para armazenar, de maneira tangível, o projeto de circuito 910 ou o componente semicondutor 912. O projeto de circuito 910 ou o componente semicondutor 912 pode ser armazenado no meio de armazenamento 904 em um formato de arquivo tal como GDSII ou GERBER. O meio de armazenamento 904 pode ser um CD-ROM, DVD, disco rígido, memória flash ou outro dispositivo apropriado. Além disso, a estação de trabalho de projeto 900 inclui um aparelho de acionamento 903 para aceitar a entrada ou escrever a saída no meio de armazenamento 904.

[0064] Os dados gravados no meio de armazenamento 904 podem especificar configurações de circuitos lógicos, dados de padrões para máscaras de fotolitografia ou dados de padrões de máscaras para ferramentas de gravação em série, tais como litografia de feixe de elétrons. Os dados podem ainda incluir dados de verificação lógica, tais como diagramas de temporização ou circuitos de rede associados a simulações lógicas. O fornecimento de dados no meio de armazenamento 904 facilita a concepção do projeto de circuito 910 ou do componente semicondutor 912 diminuindo o número de processos para projetar as lâminas semicondutoras.

[0065] Para uma implementação de firmware e/ou software, as metodologias podem ser implementadas com módulos (por exemplo, procedimentos, funções e assim por diante) que executam as funções descritas neste documento. Um meio legível por máquina que compreende instruções tangíveis pode ser utilizado na implementação das metodologias descritas neste documento. Por exemplo, códigos de software podem ser armazenados em uma memória e executados por uma unidade de processador. A memória pode ser implementada dentro da unidade do processador ou externa à unidade do processador. Conforme utilizado neste documento, o termo "memória" refere-se a tipos de memória de longo prazo, curto prazo, voláteis, não voláteis ou outro tipo de memória e não deve ser limitado a um tipo particular de memória ou número de memórias, ou tipo de mídia sobre o qual memória está armazenado.

[0066] Se implementado em firmware e/ou software, as funções podem ser armazenadas como uma ou mais instruções ou código em um meio legível por computador. Os exemplos incluem mídia legível por computador codificada com uma estrutura de dados e mídia legível por computador codificada com um programa de computador. A mídia legível por computador inclui meio de armazenamento de computador físico. Um meio de armazenamento pode ser um meio disponível que pode ser acessado por um computador. A título de exemplo, e não limitativo, tais mídias legíveis por computador podem incluir RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM ou outro armazenamento em disco ótico, armazenamento em disco magnético ou outros dispositivos de armazenamento magnético, ou outro meio que possa ser usado para armazenar

as informações desejadas de código de programa na forma de instruções ou estruturas de dados e que pode ser acessado por um computador; disco e unidade de disco, conforme utilizado neste documento, incluindo disco compacto (CD), disco a laser, disco ótico, disco versátil digital (DVD), disquete e disco de Blu-ray em que os discos reproduzem dados magneticamente, enquanto as unidades de disco reproduzem dados óticamente com lasers. Combinações dos itens acima também devem ser incluídas no escopo de mídia legível por computador.

[0067] Para além do armazenamento em suporte legível por computador, podem ser fornecidas instruções e/ou dados como sinais nos meios de transmissão incluídos em um aparelho de comunicação. Por exemplo, um aparelho de comunicação pode incluir um transceptor com sinais indicativos de instruções e dados. As instruções e os dados são configurados para fazer com que um ou mais processadores implementem as funções descritas nas reivindicações.

[0068] Embora a presente invenção e as suas vantagens tenham sido descritas em detalhes, deve ser entendido que várias mudanças, substituições e alterações podem ser feitas neste documento sem se afastar da tecnologia divulgada conforme definido pelas reivindicações em anexo. Por exemplo, termos relacionais, como "acima" e "abaixo", são usados com relação a um substrato ou dispositivo eletrônico. É evidente que, se o substrato ou dispositivo eletrônico estiver invertido, o acima fica abaixo e vice-versa. Além disso, se orientada para os lados, acima e abaixo podem se referir aos lados de um

substrato ou dispositivo eletrônico. Além disso, o escopo do presente pedido de invenção não se destina a ser limitado às configurações particulares do processo, máquina, fabricação e composição da matéria, meios, métodos e etapas descritas na especificação. Como uma pessoa com habilidade ordinária na técnica verificará prontamente, a partir da divulgação, processos, máquinas, fabricação, composições de matéria, meios, métodos ou passos, presentemente existentes ou a serem desenvolvidos posteriormente, que desempenhem substancialmente a mesma função ou alcancem substancialmente o mesmo resultado, dado que as configurações correspondentes neste documento e descritas podem ser utilizadas de acordo com a presente invenção. Por conseguinte, as reivindicações em anexo destinam-se a incluir no seu âmbito tais processos, máquinas, fabricação, composições de matéria, meios, métodos ou etapas.

REIVINDICAÇÕES

1. Estrutura de circuito de radiofrequência, RF, integrada (300), **caracterizada** por compreender:

um material de substrato resistivo (302);

meios para comutar (310) uma antena RF disposta em uma camada de silício sobre isolador, SOI, (304), suportada pelo material de substrato resistivo (302), em que a camada SOI é diretamente suportada por uma camada dielétrica (303);

uma camada de isolamento (306) acoplada à camada SOI; e

um filtro (330), compreendendo indutores (334) e capacitores (332), dispostos em uma superfície da estrutura de circuito de RF integrada (300), em que os meios de comutação (310) de antena RF estão posicionados diretamente na primeira superfície da camada de isolamento (306) faceando o material de substrato resistivo (302), e o filtro (330) está posicionado diretamente na segunda superfície da camada de isolamento (306) oposta à camada SOI (304) suportando diretamente a primeira superfície da camada de isolamento.

2. Estrutura de circuito de RF integrada, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** pelo filtro compreender um duplexador, um triplexador, filtros de passagem baixa, filtros Balun, e/ou filtros entalhados em uma segunda superfície oposta à primeira superfície na camada de isolamento.

3. Estrutura de circuito de RF integrada, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** por compreender

ainda passagens conectando os meios de comutação de antena RF na primeira superfície da camada de isolamento junto ao filtro em uma segunda superfície oposta à primeira superfície e passante pela camada de isolamento.

4. Estrutura de circuito de RF integrada, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** por compreender ainda um bloco em contato com os meios de comutação de antena RF, e uma interconexão acoplada ao filtro através do bloco.

5. Estrutura de circuito de RF integrada, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** por compreender ainda uma gaiola de Faraday circundando o meio de comutação de antena RF em uma camada dielétrica.

6. Estrutura de circuito de RF integrada, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** por compreender ainda um capacitor metálico de isolamento de metal, MIM, conectado ao meio de comutação de antena RF, o capacitor MIM disposto em uma camada dielétrica suportando a camada SOI.

7. Estrutura de circuito de RF integrada, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** por compreender ainda integrar a estrutura de circuito de RF integrada em um módulo frontal de RF, o módulo frontal de RF incorporado em ao menos um reproduutor de música, um reproduutor de vídeo, uma unidade de entretenimento, um dispositivo de navegação, um dispositivo de comunicações, um assistente digital pessoal, PDA, unidade de dados de localização fixa, telefone móvel, e um computador portátil.

8. Método (700) de construção de uma estrutura

de circuito de radiofrequência, RF, integrada, **caracterizado** por compreender:

fabricar (702) uma camada de isolamento (306) sobre e suportada por substrato de manuseio (301), uma camada de silício sobre isolador, SOI, (304), suportada pela camada de isolamento (306), e uma camada dielétrica (303) suportada pela camada de isolamento (306), em que a camada SOI (304) inclui um comutador de antena (310) fabricado em uma primeira superfície da camada de isolamento (306) oposta ao substrato de manuseio (301);

anexar um material de substrato resistivo (302) à camada dielétrica (303);

remover o substrato de manuseio (301);

fabricar (704) um filtro (330) compreendendo indutores (334) e capacitores (332) diretamente na segunda superfície de um material dielétrico da camada de isolamento (306) oposta à camada SOI; e

fabricar (706) uma passagem (340) acoplando o filtro (330) e o comutador (310) através de um material dielétrico da camada de isolamento (306) oposta à camada SOI (304).

9. Método, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado** por compreender ainda:

depositar um primeiro material condutor como um bloco em contato com o comutador; e

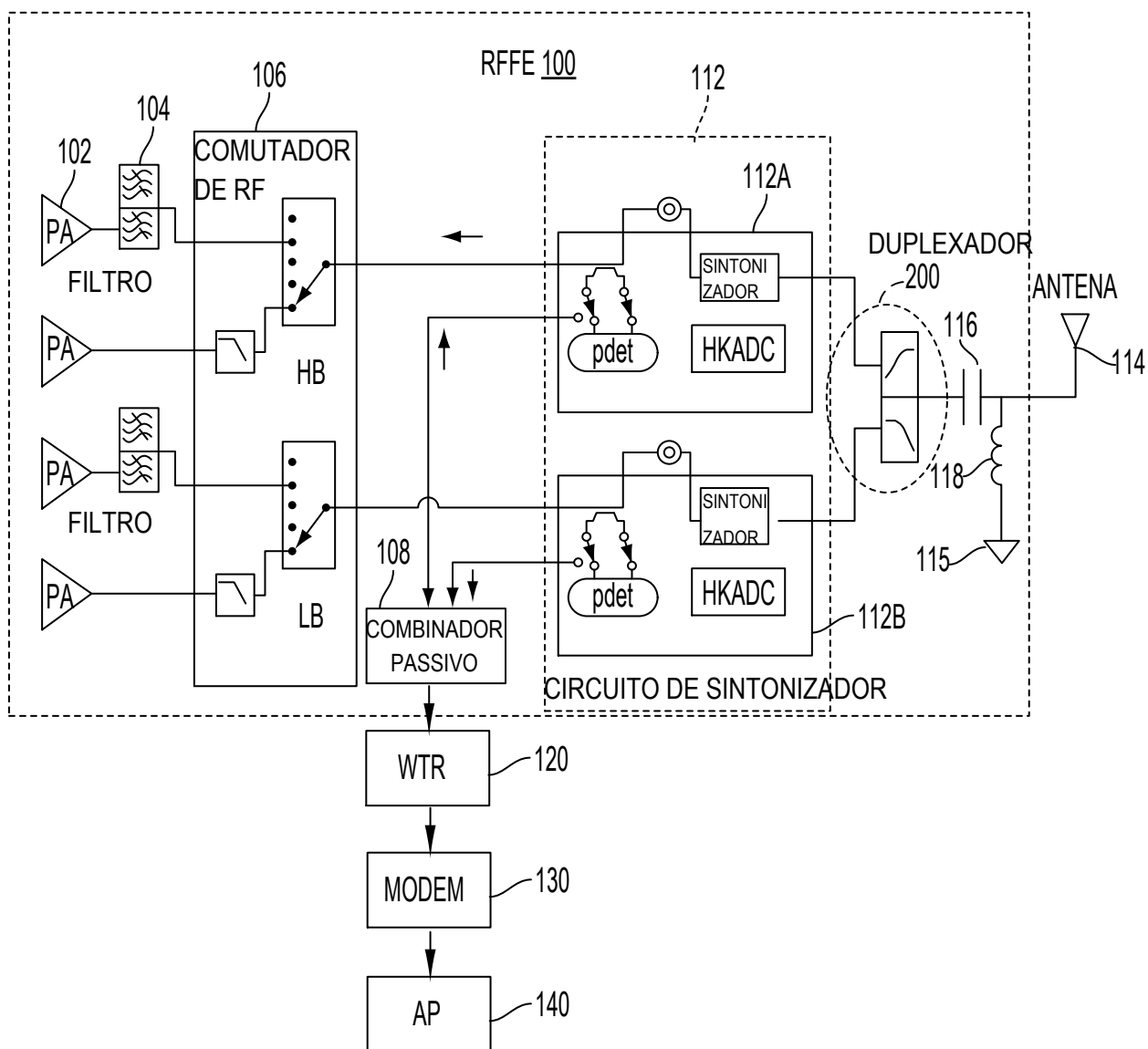
depositar um segundo material condutor como uma interconexão acoplada ao filtro através do bloco.

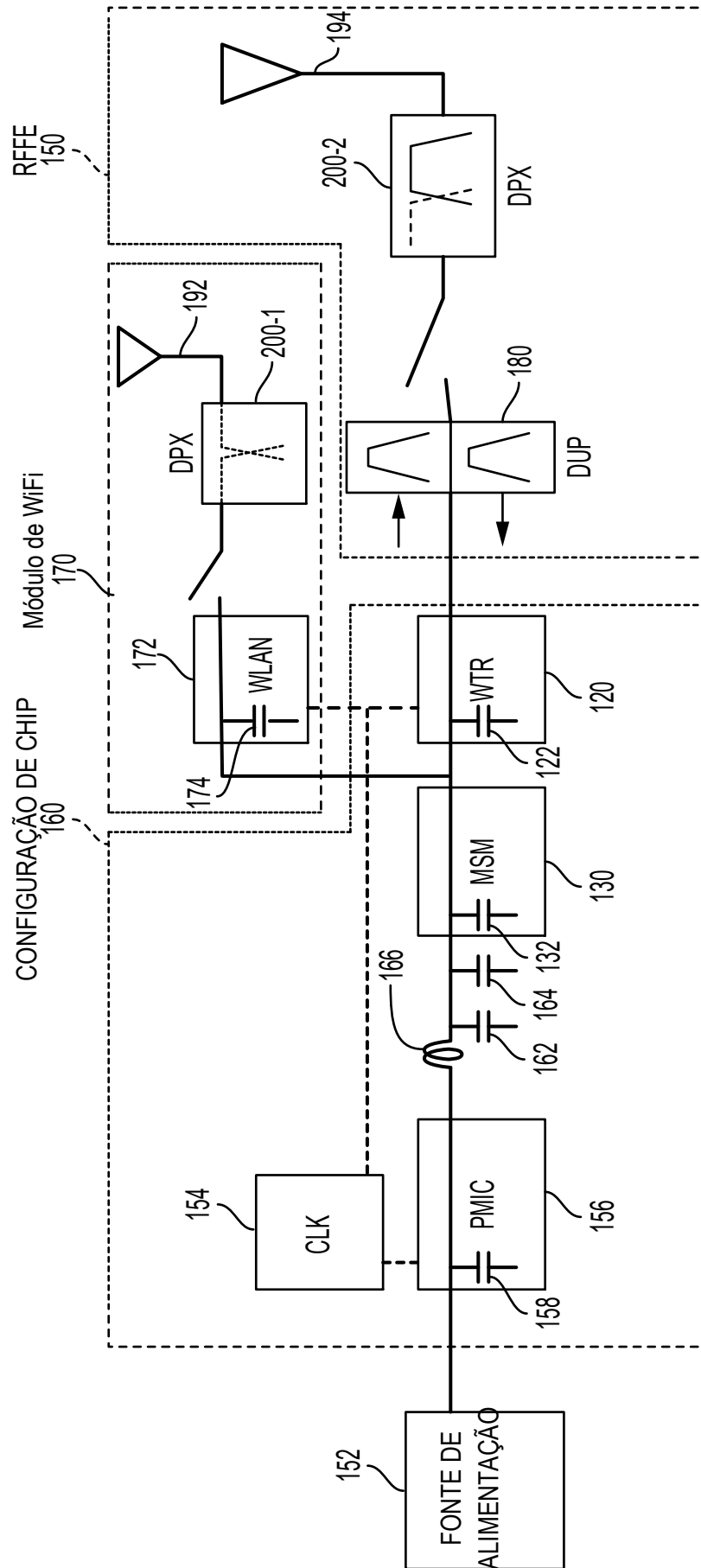
10. Método, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado** pelo comutador ser fabricado diretamente no

material dielétrico de uma camada de isolamento suportada pela camada SOI.

11. Método, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado** por compreender ainda fabricar uma estrutura de gaiola circundando o comutador em uma camada dielétrica suportando a camada SOI.

12. Método, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado** por compreender ainda integrar a estrutura de circuito de RF integrada em um módulo frontal de RF, o módulo frontal de RF incorporado em ao menos um reproduutor de música, um reproduutor de vídeo, uma unidade de entretenimento, um dispositivo de navegação, um dispositivo de comunicações, um assistente digital pessoal, PDA, unidade de dados de localização fixa, telefone móvel, e um computador portátil.

**FIG. 1A**

**FIG. 1B**

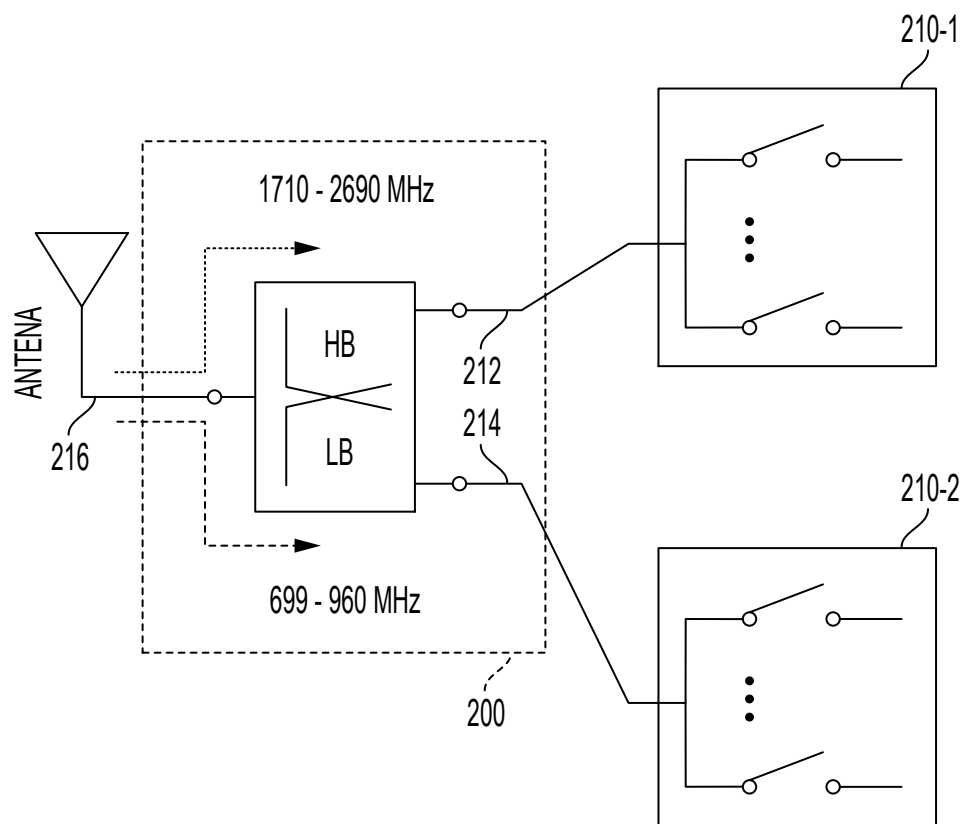


FIG. 2A

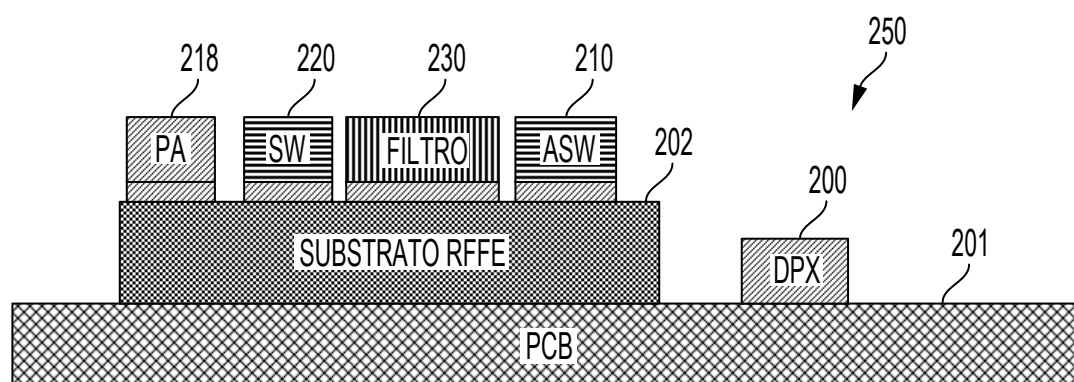
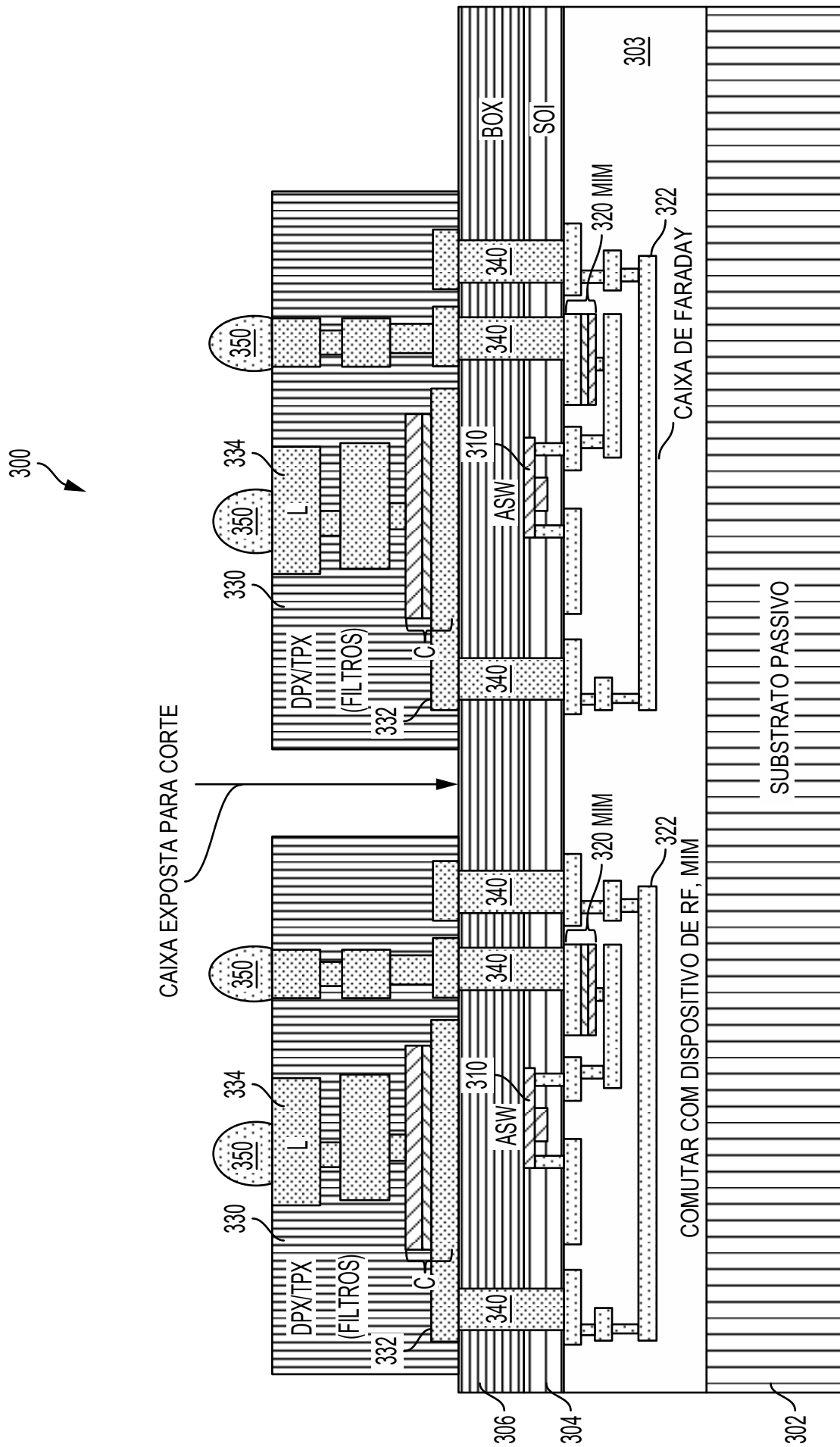


FIG. 2B

**FIG. 3**

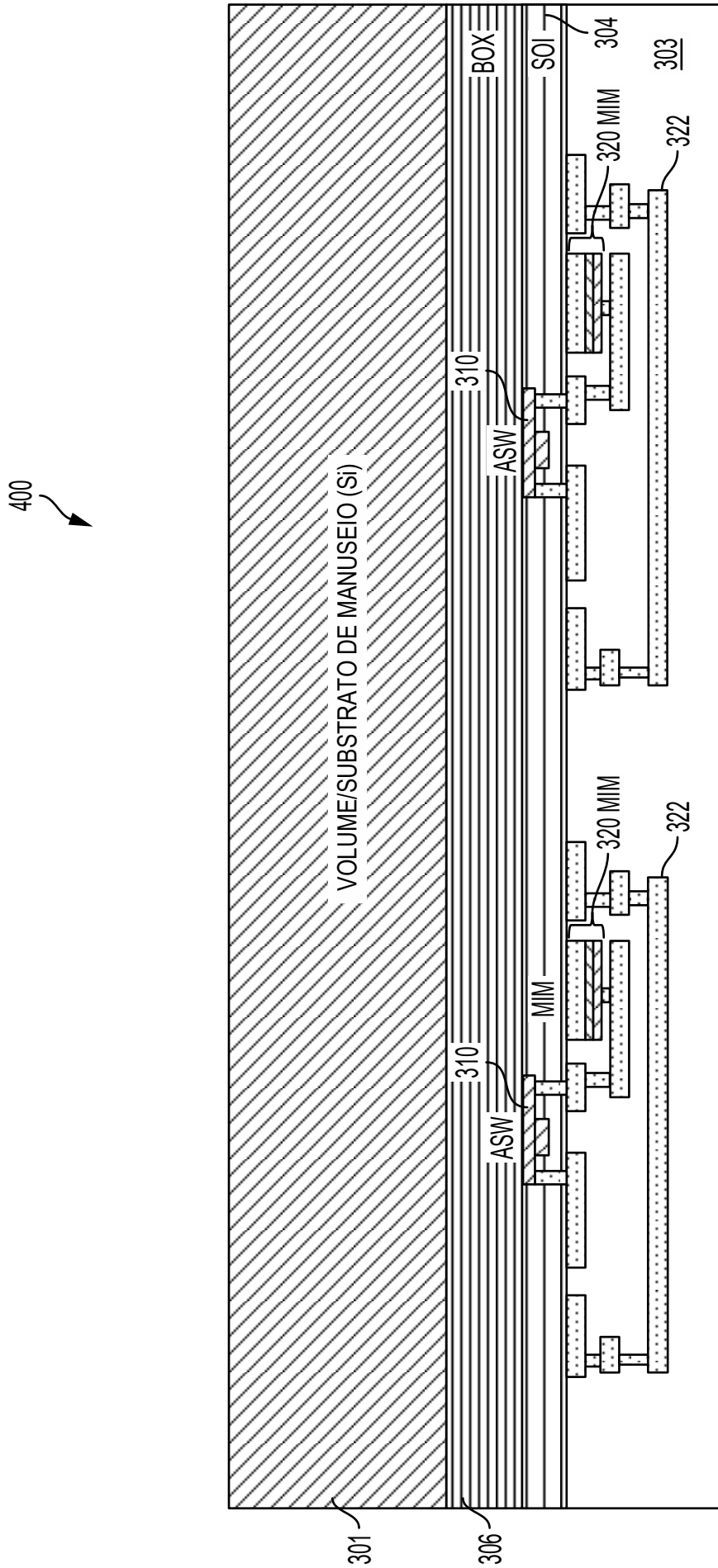


FIG. 4A

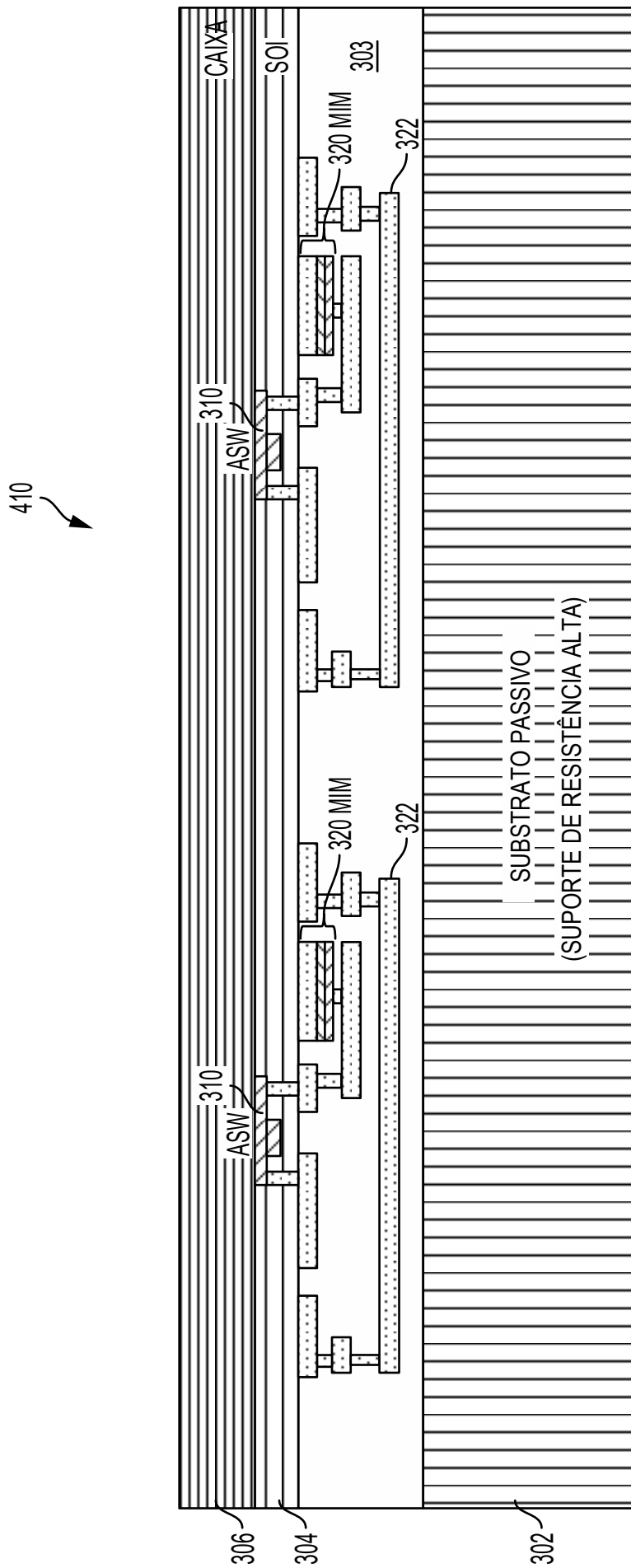


FIG. 4B

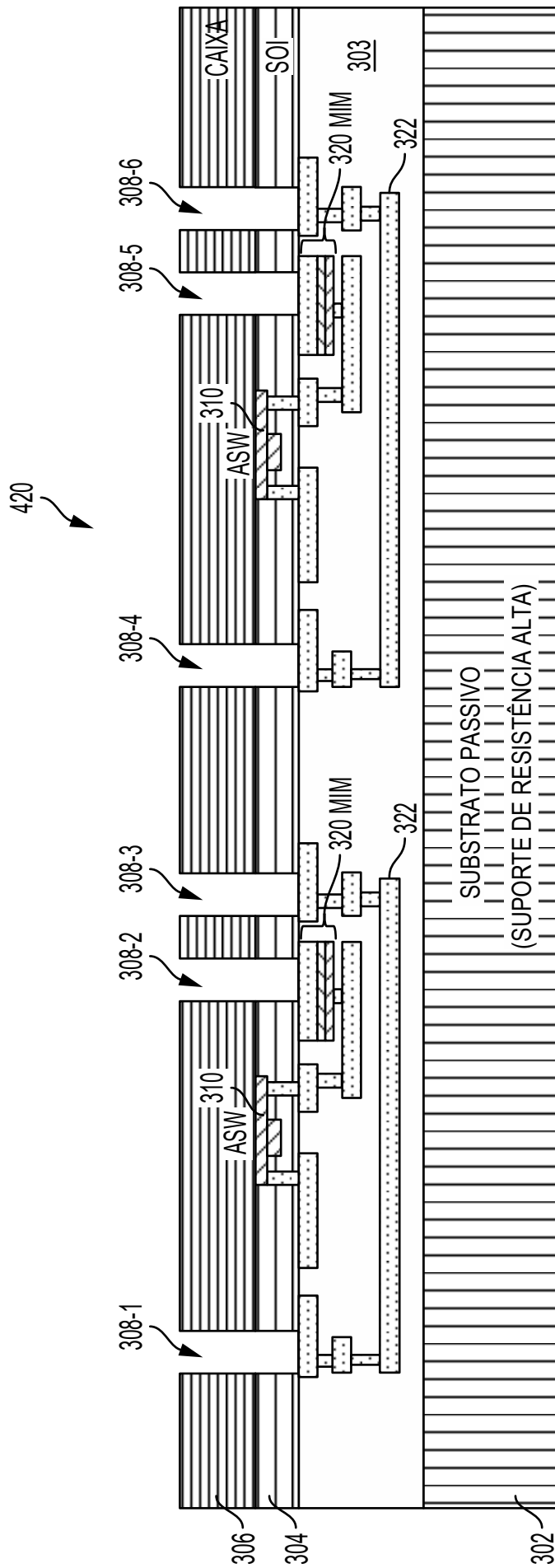
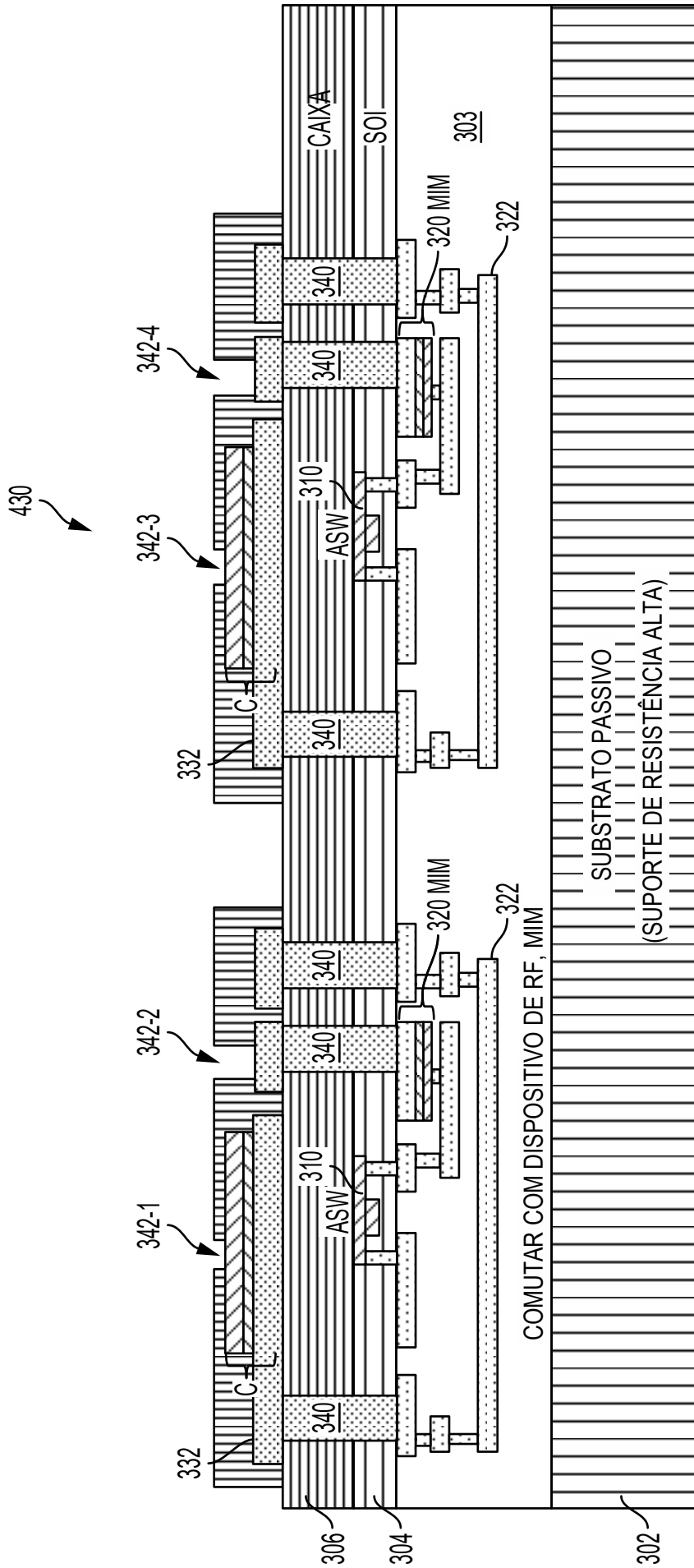


FIG. 4C

**FIG. 4D**

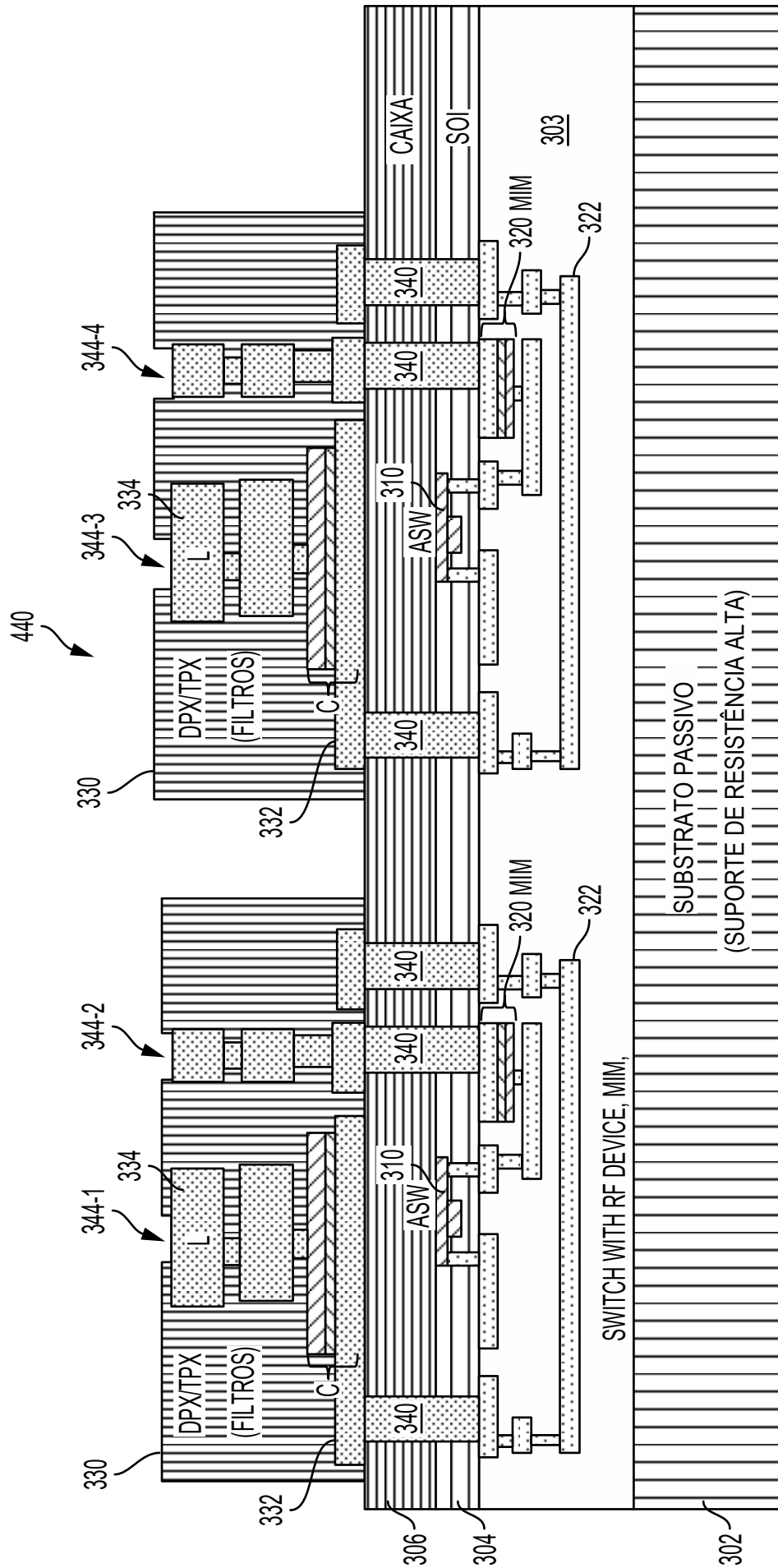
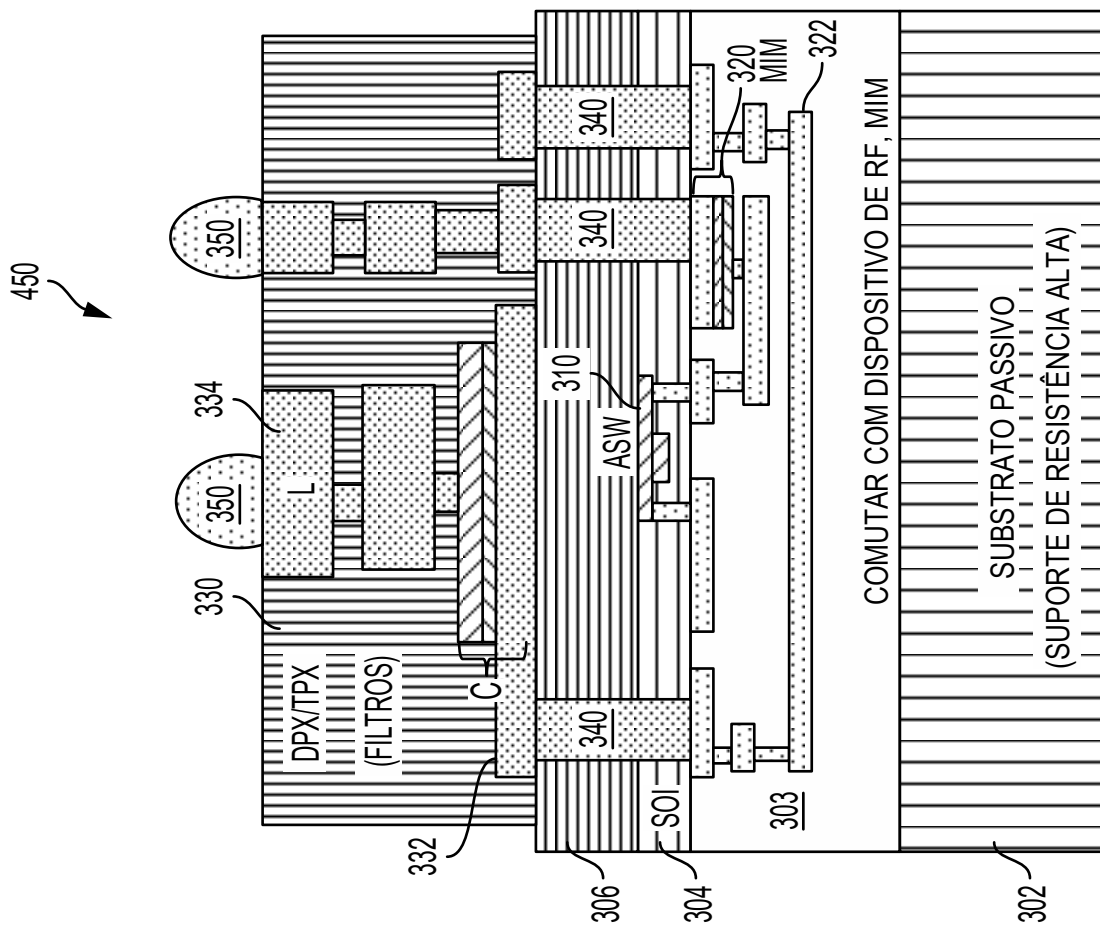


FIG. 4E

**FIG. 4F**

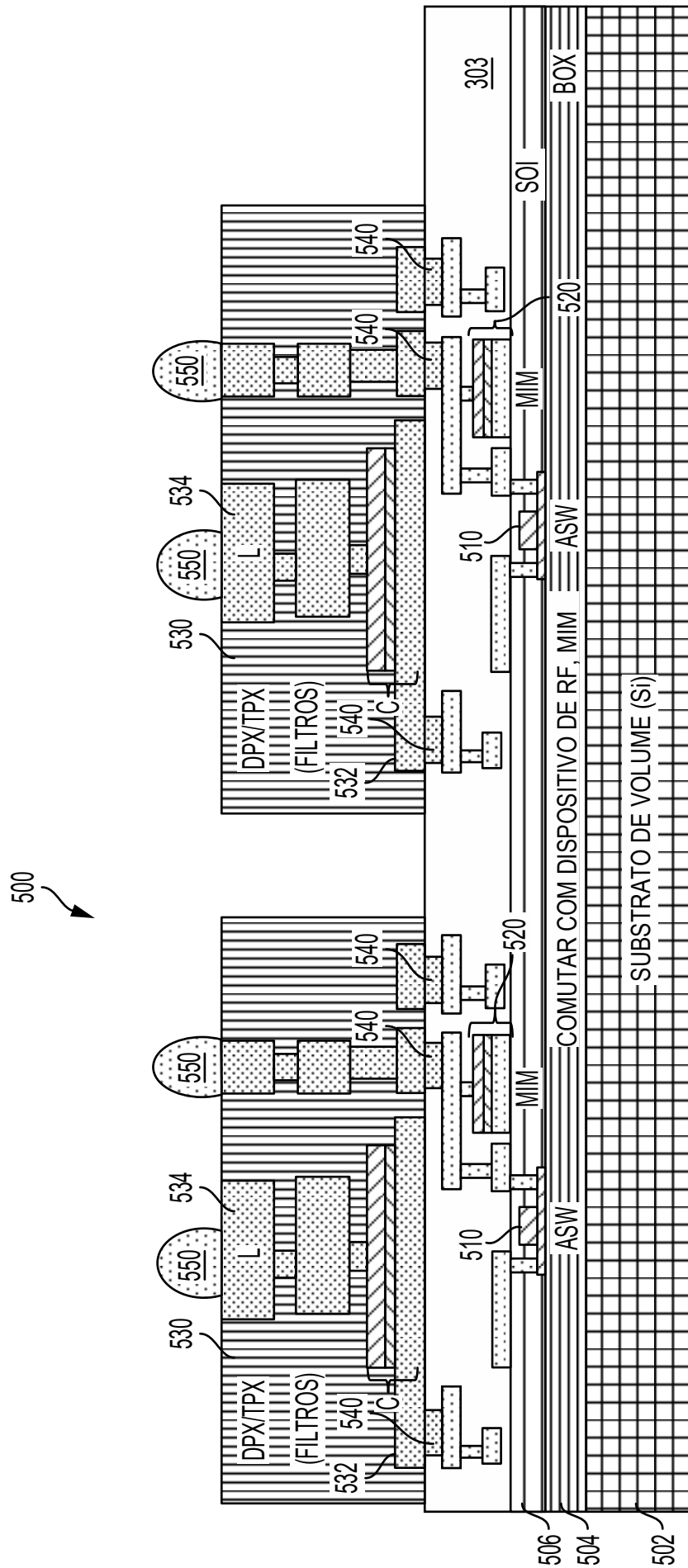
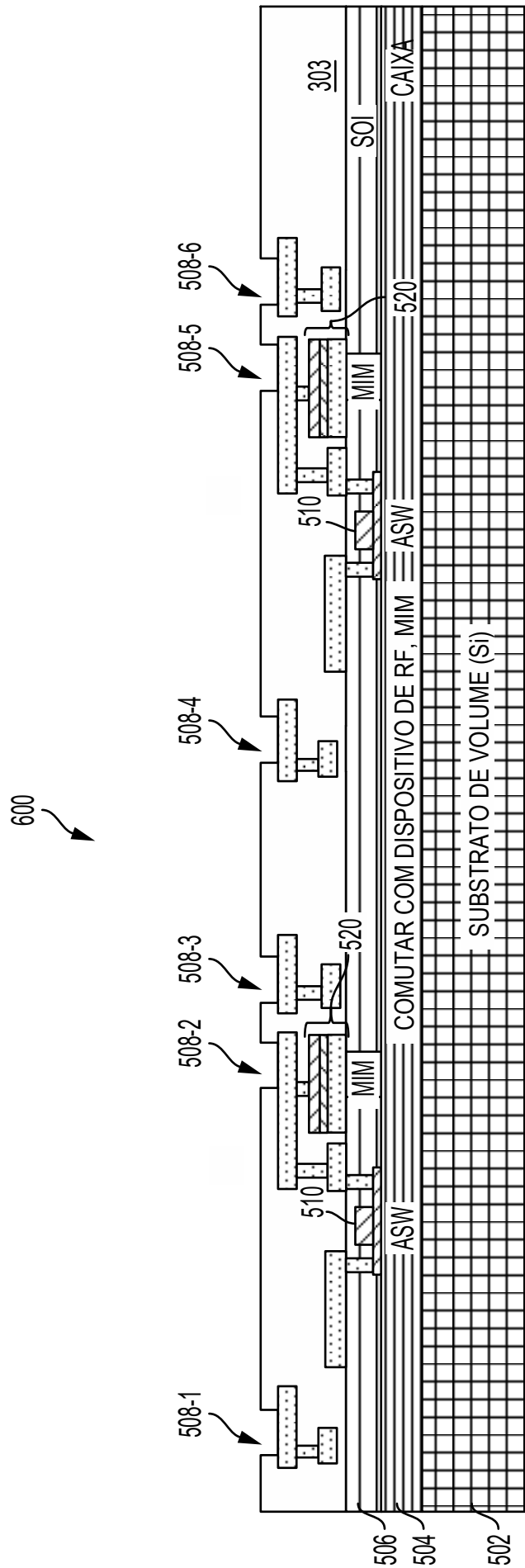


FIG. 5

**FIG. 6A**

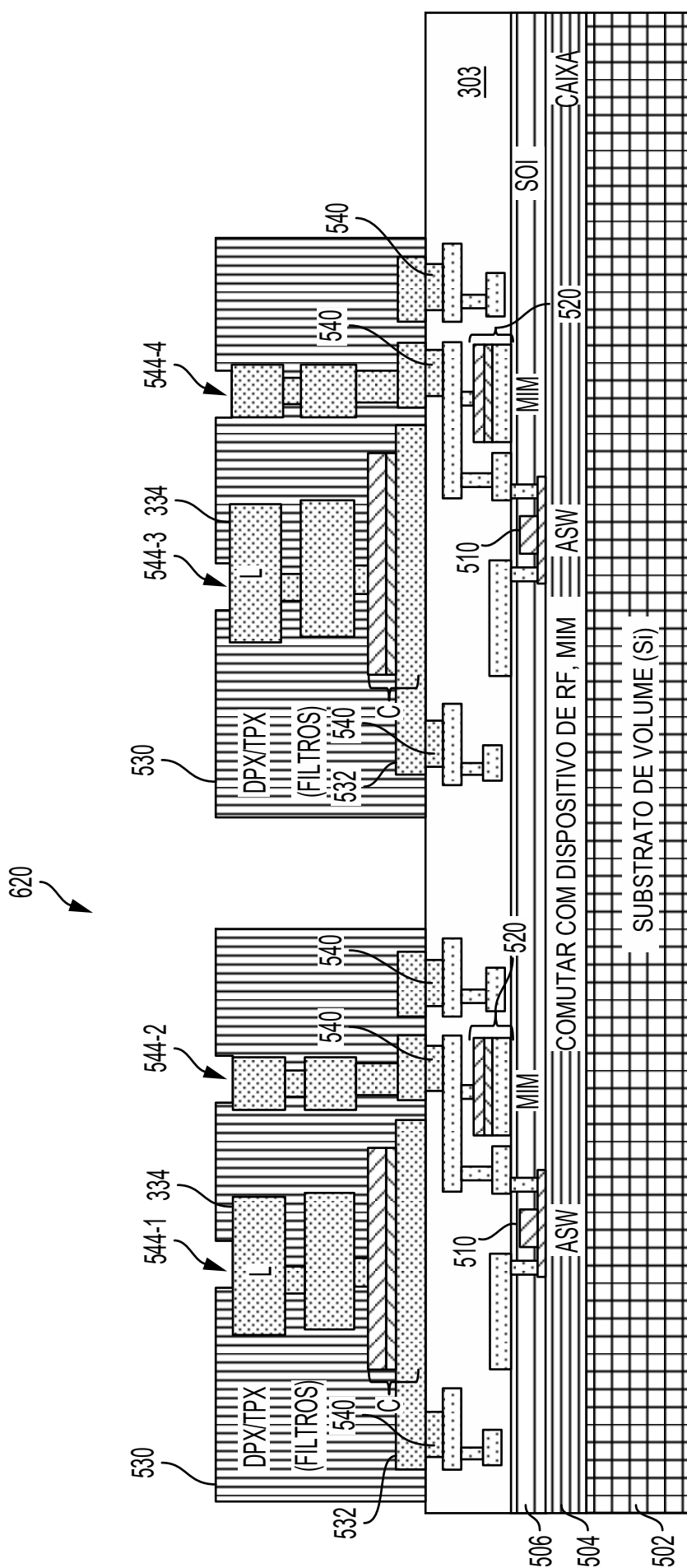


FIG. 6C

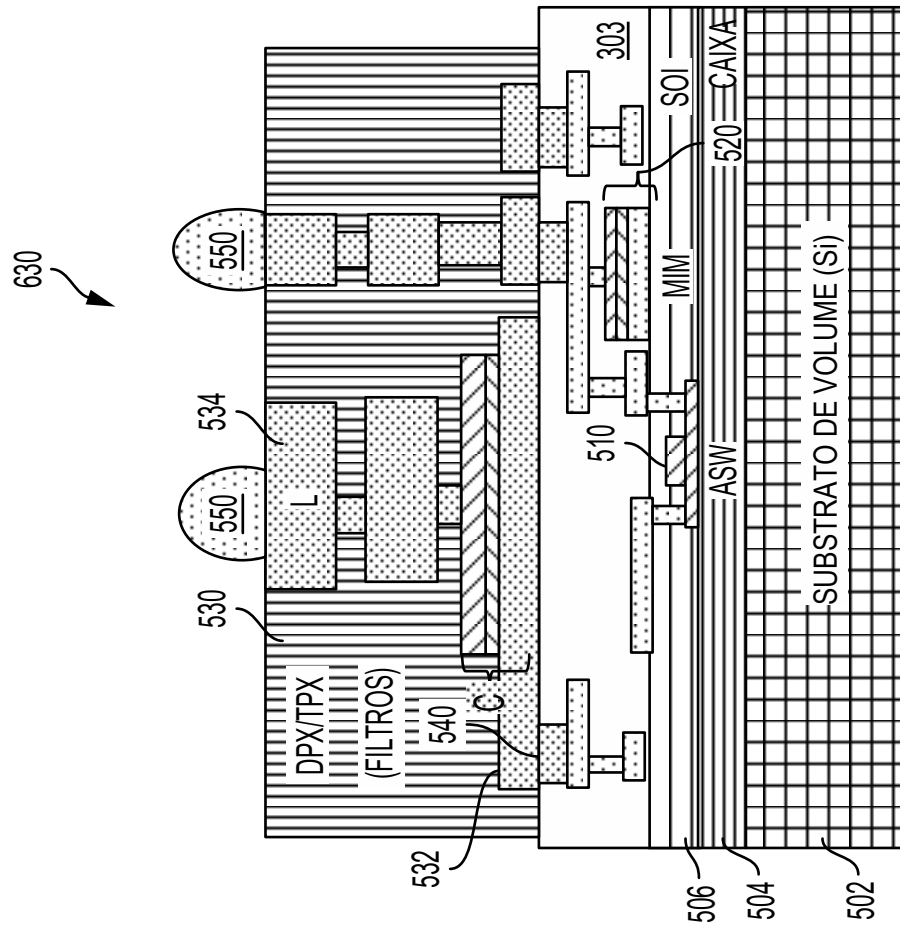
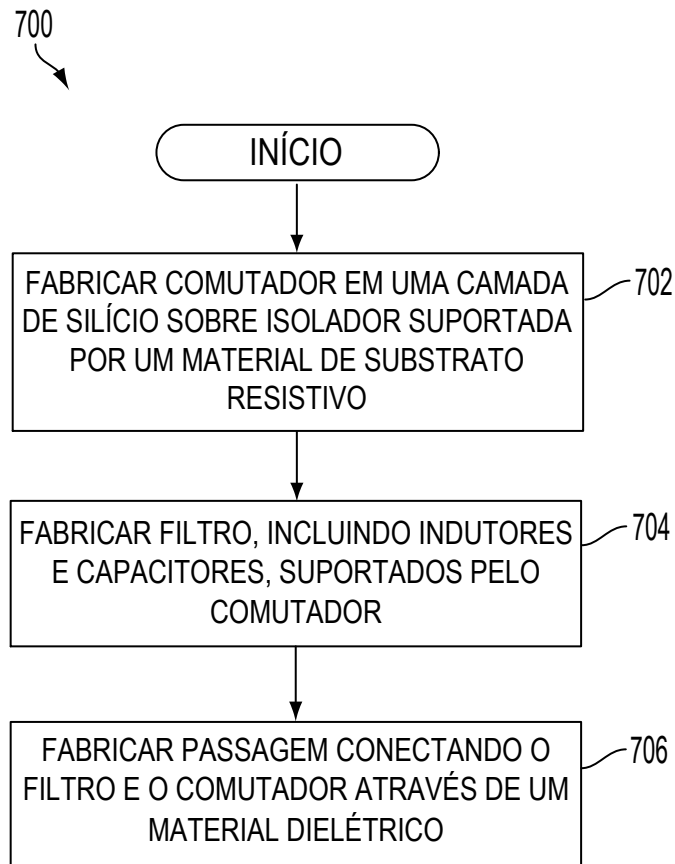
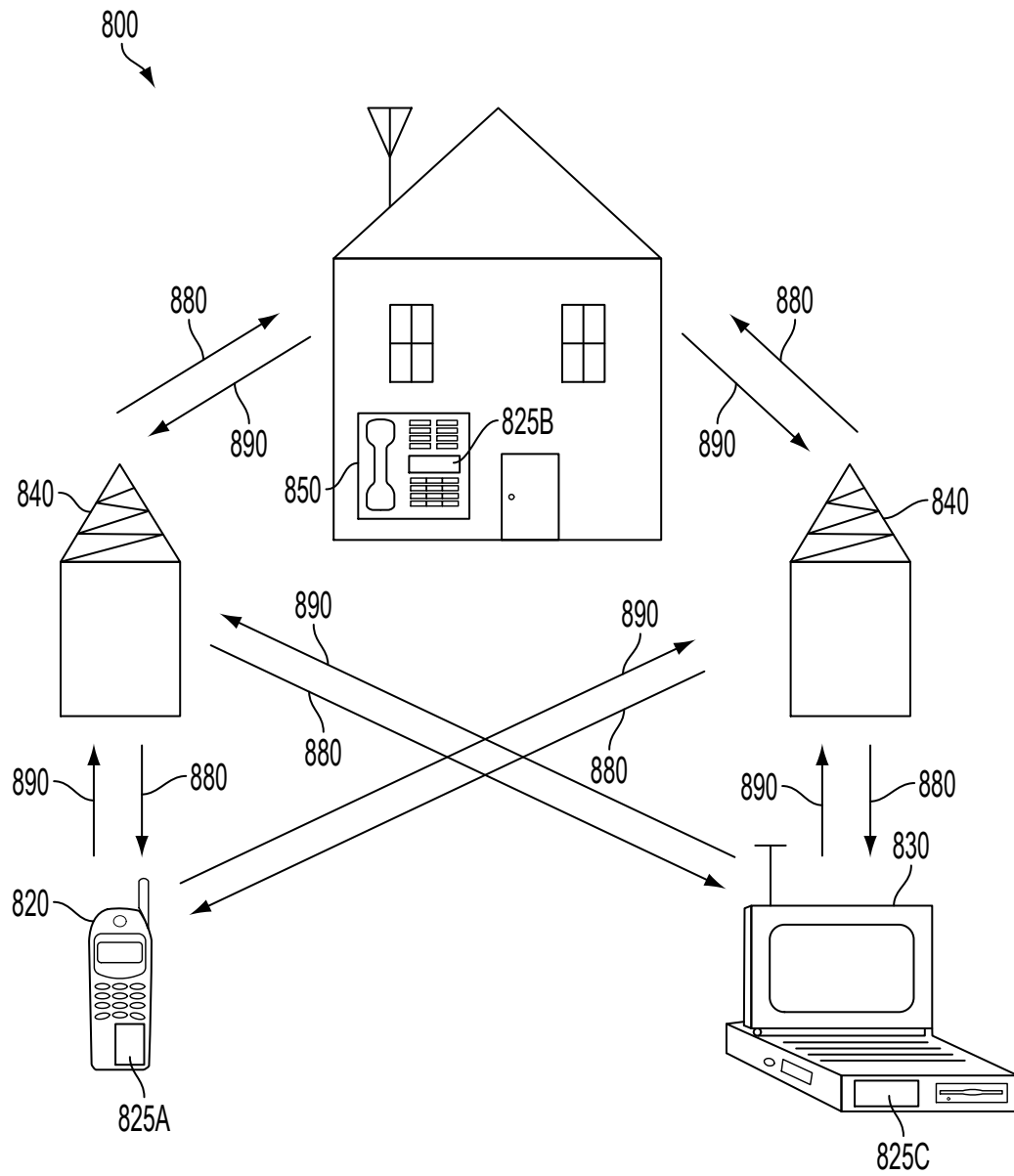
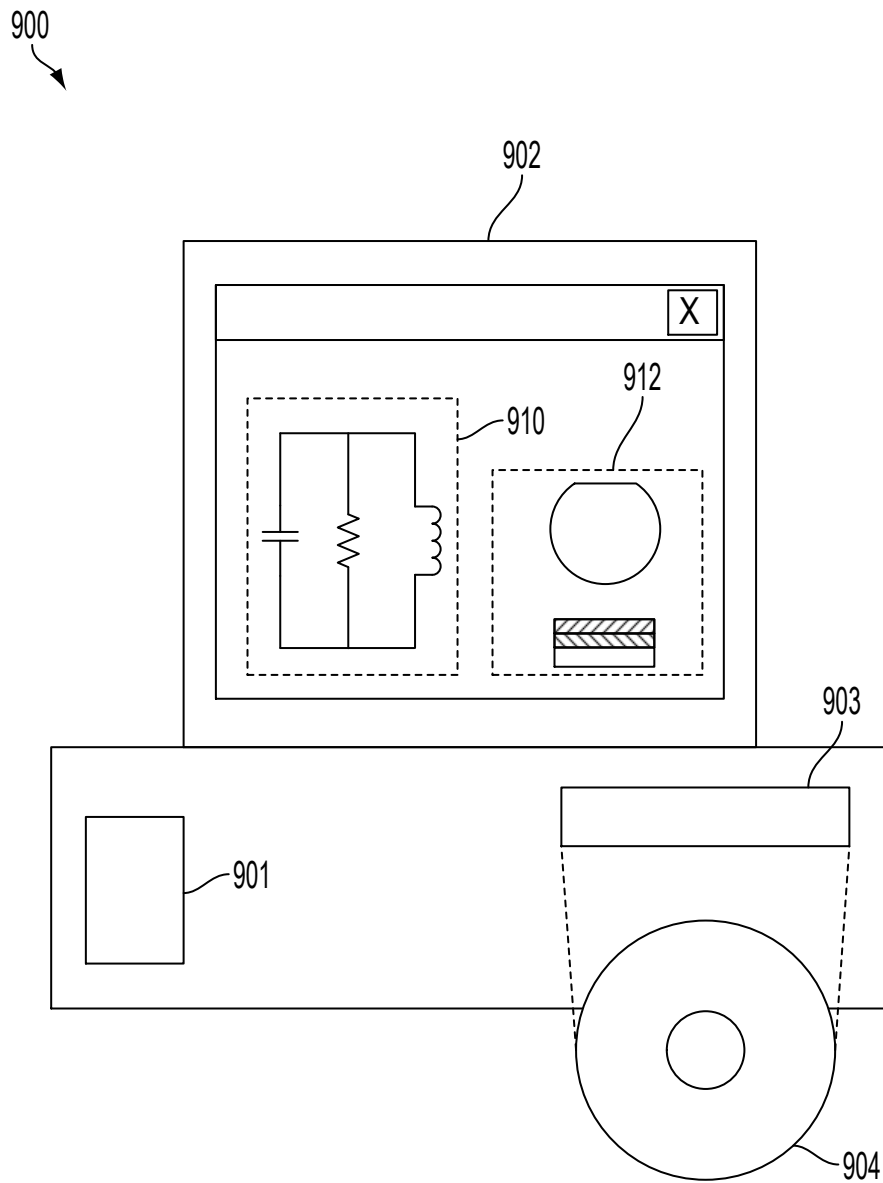


FIG. 6D

**FIG. 7**

**FIG. 8**

**FIG. 9**