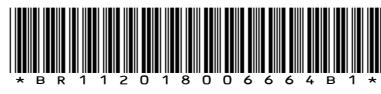




República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) BR 112018006664-8 B1



(22) Data do Depósito: 27/09/2016

(45) Data de Concessão: 16/08/2022

(54) Título: DISPOSITIVO INTEGRADO QUE COMPREENDE DISPOSITIVO DE PACOTE EM PACOTE (POP) EMBUTIDO

(51) Int.Cl.: H01L 25/065; H01L 23/66; H01L 23/552; H01L 25/16.

(30) Prioridade Unionista: 02/10/2015 US 62/236,766; 13/04/2016 US 15/097,719.

(73) Titular(es): QUALCOMM INCORPORATED.

(72) Inventor(es): RAJNEESH KUMAR; CHIN-KWAN KIM; MILIND SHAH.

(86) Pedido PCT: PCT US2016054021 de 27/09/2016

(87) Publicação PCT: WO 2017/058825 de 06/04/2017

(85) Data do Início da Fase Nacional: 02/04/2018

(57) Resumo: DISPOSITIVO INTEGRADO QUE COMPREENDE DISPOSITIVO DE PACOTE EM PACOTE (PoP) EMBUTIDO. Trata-se de um dispositivo integrado que inclui uma placa de circuito impresso (PCB) e um dispositivo de pacote em pacote (PoP) acoplado à placa de circuito impresso (PCB). O dispositivo de pacote em pacote (PoP) inclui um primeiro pacote que inclui um primeiro componente de pacote eletrônico (por exemplo, primeira matriz) e um segundo pacote acoplado ao primeiro pacote. O dispositivo integrado inclui uma primeira camada de encapsulação formada entre o primeiro pacote e o segundo pacote. O dispositivo integrado inclui uma segunda camada de encapsulação que encapsula pelo menos parcialmente o dispositivo de pacote em pacote (PoP). O dispositivo integrado é configurado para fornecer funcionalidade de celular, funcionalidade de wireless fidelity e funcionalidade Bluetooth. Em algumas implantações, a primeira camada de encapsulação é separada da segunda camada de encapsulação. Em algumas implantações, a segunda camada de encapsulação inclui a primeira camada de encapsulação. O dispositivo de pacote em pacote (PoP) inclui um controlador de lacuna localizado entre o primeiro pacote e o segundo pacote.

“DISPOSITIVO INTEGRADO QUE COMPREENDE DISPOSITIVO DE PACOTE
EM PACOTE (PoP) EMBUTIDO”

ANTECEDENTES

REIVINDICAÇÃO DE PRIORIDADE/REIVINDICAÇÃO DE BENEFÍCIO

[01] Este pedido reivindica prioridade e benefício ao Pedido Provisório nº US 62/236.766, depositado no Departamento de Marcas e Patentes dos Estados Unidos em 02 de outubro de 2015, e Pedido Não Provisório nº US 15/097.719 depositado no Departamento de Marcas e Patentes dos Estados Unidos em 13 de abril de 2016, ambos os quais são incorporados expressamente à título de referência ao presente documento.

CAMPO DA REVELAÇÃO

[02] Vários recursos podem se referir a um dispositivo integrado e, mais especificamente, a um dispositivo integrado que inclui um dispositivo de pacote em pacote (PoP) embutido.

ANTECEDENTES

[03] Os dispositivos móveis, como telefones inteligentes, computadores do tipo tablet, Internet das Coisas (IoT), etc., exigem uma multiplicidade de componentes, conjuntos de chip, e semelhantes. Tipicamente, esses componentes são fornecidos em uma placa de circuito impresso com um ou mais circuitos integrados. O empacotamento desses componentes juntos em um produto está se tornando crescentemente desafiador. A Figura 1 ilustra um dispositivo integrado 100 que inclui uma placa de circuito impresso (PCB) 102, um primeiro pacote de circuito integrado (IC) 104, um segundo pacote de circuito integrado (IC) 106, um componente passivo 108 (por exemplo,

capacitor), e uma cobertura 130. O primeiro pacote de circuito integrado (IC) 104, o segundo pacote de circuito integrado (IC) 106 e o componente passivo 108 são acoplados à placa de circuito impresso (PCB) 102.

[04] A cobertura 130 é acoplada à placa de circuito impresso (PCB) 102. A cobertura 130 pode ser um material metálico que cobre e protege o primeiro pacote de circuito integrado (IC) 104, o segundo pacote de circuito integrado (IC) 106 e o componente passivo 108, contra um ambiente externo. O uso da cobertura 130 resulta em um vão no dispositivo integrado 100. Desse modo, há um espaço desperdiçado no dispositivo integrado 100. Esse espaço desperdiçado no dispositivo integrado 100 limita o quanto pequeno o dispositivo integrado 100 pode ser, que, por sua vez, limita o tipo de dispositivos em que o dispositivo integrado pode ser implantado.

[05] A redução do tamanho de um dispositivo integrado representa diversos obstáculos e desafios técnicos. Primeiro, à medida que os circuitos integrados (ICs) são empacotados mais próximos entre si, os mesmos começam a interferir substancialmente um com o outro, o que pode resultar em um ou mais ICs sem funcionamento. Segundo, o empacotamento dos ICs mais próximos em um dispositivo integrado pode causar defeitos estruturais, o que pode resultar em um dispositivo integrado defeituoso ou sem funcionamento.

[06] A Figura 2 ilustra um exemplo de tal defeito quando ICs são empacotados juntos. Conforme mostrado, a Figura 2 ilustra um dispositivo de pacote em pacote (PoP) 200 que inclui um primeiro pacote 202, um segundo pacote

204 e um vão 290. O primeiro pacote 202 inclui uma primeira matriz 220, um primeiro substrato de pacote 222 e uma primeira camada de encapsulação 250. O primeiro substrato de pacote 222 inclui uma primeira pluralidade de coxins 224 e um primeiro coxim 226. A primeira matriz 220 é acoplada ao primeiro substrato de pacote 222 através de uma primeira pluralidade de soldas em esfera 228. Especificamente, a primeira matriz 220 é acoplada à primeira pluralidade de coxins 224 através da primeira pluralidade de soldas em esfera 228. Uma segunda pluralidade de soldas em esfera 236 é acoplado ao primeiro substrato de pacote 222.

[07] O segundo pacote 204 inclui uma segunda matriz 240, um segundo substrato de pacote 242, um segundo coxim 246, uma terceira pluralidade de soldas em esfera 256 e uma segunda camada de encapsulação 260. A segunda matriz 240 é acoplada ao segundo substrato de pacote 242. O segundo pacote 204 é acoplado ao primeiro pacote 202 através da terceira pluralidade de soldas em esfera 256. Por exemplo, a terceira pluralidade de soldas em esfera 256 é acoplada ao primeiro coxim 226 do primeiro substrato de pacote 222 e ao segundo coxim 246 do segundo pacote 204.

[08] A Figura 2 ilustra um vão 290 entre a primeira matriz 220 e o segundo substrato de pacote 242 do segundo pacote 204. O vão 290 é um espaço na primeira camada de encapsulação 250. O vão 290 pode ocorrer quando a lacuna ou o espaço entre a primeira matriz 220 e o segundo substrato de pacote 242 for muito pequeno ou estreito para permitir que a primeira camada de encapsulação 250 flua completamente entre a primeira matriz 220 e o segundo substrato de pacote 242.

[09] A presença do vão 290 pode causar distorção e/ou deformação (conforme ilustrado pela seta) no dispositivo de pacote em pacote (PoP) 200 devido à falta de suporte estrutural ao redor desse espaço. Um efeito lateral indesejável da distorção e/ou deformação são as junções fracas e/ou junções abertas que podem ocorrer entre a terceira pluralidade de soldas em esfera 256 e o primeiro coxim 226 e o segundo coxim 246. Por exemplo, conforme mostrado na Figura 2, a distorção e/ou deformação do dispositivo de pacote em pacote (PoP) 200 causa separação aumentada entre o primeiro coxim 226 e o segundo coxim 246, que alonga efetivamente a terceira pluralidade de soldas em esfera 256 (conforme ilustrado pela seta), e resulta em uma junção mais fraca e/ou junção aberta no dispositivo de pacote em pacote (PoP) 200. Uma junção fraca e/ou uma junção aberta pode impedir que sinais atravessem adequadamente um dispositivo de pacote em pacote (PoP), resultando em um dispositivo de pacote em pacote (PoP) defeituoso. Desse modo, para evitar esse efeito negativo, a lacuna ou o espaço entre a primeira matriz 220 e o segundo substrato de pacote 242 tem que aumentar, o que aumenta efetivamente o tamanho do dispositivo de pacote em pacote (PoP) 200, o que não é desejável.

[010] É desejável reduzir o tamanho, a altura e/ou espaços de dispositivos e pacotes, para que esses dispositivos e pacotes sejam colocados em dispositivos menores. Idealmente, tal dispositivo ou pacote terá um fator de forma melhor, será mais barato de fabricar, enquanto ao mesmo tempo satisfaz as necessidades e/ou os requisitos dos dispositivos móveis, dispositivos de

Internet das Coisas (IoT) e/ou dispositivos que podem ser usados junto ao corpo.

SUMÁRIO

[011] Vários recursos se referem, em geral, a um dispositivo integrado e, mais especificamente, a um dispositivo integrado que inclui um dispositivo de pacote em pacote (PoP) embutido. Em algumas modalidades, os vários componentes para um dispositivo são combinados em um único pacote que resulta em um sistema em pacote (SiP). O SiP pode incluir uma pluralidade de componentes, como um processador de aplicação, modem, WiFi, sistema de posicionamento global, Bluetooth, componentes de radiofrequência, para fornecer um dispositivo de comunicação móvel em funcionamento, como um telefone móvel, dispositivo de IoT, etc. Em algumas modalidades, o SiP pode ser fornecido como um pacote hermeticamente vedado. Dentro do SiP, os componentes podem ser cobertos ou encapsulados, por exemplo, com um material de moldagem, e isolados entre si com o uso de uma ou mais camadas de material condutor na moldagem. As camadas condutoras podem fornecer isolamento de sinal, redução de ruído, hermeticidade aprimorada e confiabilidade e durabilidade do SiP.

[012] Por exemplo, um dispositivo integrado pode compreender uma placa de circuito impresso (PCB) e um dispositivo de pacote em pacote (PoP) acoplado à placa de circuito impresso (PCB). O dispositivo de pacote em pacote (PoP) inclui um primeiro pacote que inclui uma primeira matriz, um segundo pacote acoplado ao primeiro pacote e uma primeira camada de encapsulação formada entre a primeira matriz e o segundo pacote. O dispositivo integrado inclui

uma segunda camada de encapsulação que encapsula pelo menos parcialmente o dispositivo de pacote em pacote (PoP). O dispositivo integrado é configurado para fornecer funcionalidade de celular, funcionalidade de wireless fidelity (WiFi) e funcionalidade Bluetooth.

[013] Um outro exemplo fornece um aparelho que inclui uma placa de circuito impresso (PCB) e um dispositivo de pacote em pacote (PoP) acoplado à placa de circuito impresso (PCB). O dispositivo de pacote em pacote (PoP) inclui um primeiro pacote que compreende um primeiro componente de pacote eletrônico e um segundo pacote acoplado ao primeiro pacote. O aparelho inclui uma primeira camada de encapsulação formada entre o primeiro pacote e o segundo pacote, e uma segunda camada de encapsulação que encapsula pelo menos parcialmente o dispositivo de pacote em pacote (PoP). O aparelho é configurado para fornecer meios de funcionalidade de celular, meios de funcionalidade de wireless fidelity (WiFi) e meios de funcionalidade Bluetooth.

[014] Um outro exemplo fornece um método para fabricar um dispositivo integrado. O método fornece uma placa de circuito impresso (PCB). O método acopla um dispositivo de pacote em pacote (PoP) à placa de circuito impresso (PCB). O acoplamento do dispositivo de pacote em pacote (PoP) inclui fornecer um primeiro pacote que compreende um primeiro componente de pacote eletrônico e acopla um segundo pacote ao primeiro pacote. O método forma uma primeira camada de encapsulação entre o primeiro pacote e o segundo pacote. O método forma uma segunda camada de encapsulação que encapsula pelo menos parcialmente o

dispositivo de pacote em pacote (PoP). O dispositivo integrado é configurado para fornecer funcionalidade de celular, funcionalidade de wireless fidelity (WiFi) e funcionalidade Bluetooth.

DESENHOS

[015] Vários recursos, natureza e vantagens podem se tornar evidentes a partir da descrição detalhada estabelecida abaixo quando tomada em conjunto com os desenhos em que os caracteres de referência iguais se identificam de modo correspondente ao longo do documento.

[016] A Figura 1 ilustra uma vista de um dispositivo integrado que inclui diversos pacotes.

[017] A Figura 2 ilustra uma vista em seção transversal de um dispositivo de pacote em pacote (PoP).

[018] A Figura 3 ilustra uma vista de um dispositivo integrado que inclui um dispositivo de pacote em pacote (PoP) embutido.

[019] A Figura 4 ilustra uma vista de perfil de um dispositivo integrado que inclui um dispositivo de pacote em pacote (PoP) embutido.

[020] A Figura 5 ilustra uma vista de perfil de um outro dispositivo integrado que inclui um dispositivo de pacote em pacote (PoP) embutido.

[021] A Figura 6 ilustra uma vista de perfil de um outro dispositivo integrado que inclui um dispositivo de pacote em pacote (PoP) embutido.

[022] A Figura 7 ilustra uma vista de perfil de um outro dispositivo integrado que inclui um dispositivo de pacote em pacote (PoP) embutido.

[023] A Figura 8 ilustra um exemplo de uma

sequência para fabricar um dispositivo integrado que inclui um dispositivo de pacote em pacote (PoP) embutido.

[024] A Figura 9 ilustra um exemplo de uma sequência para fabricar um outro dispositivo integrado que inclui um dispositivo de pacote em pacote (PoP) embutido.

[025] A Figura 10 ilustra um diagrama de fluxo de um método exemplificativo para fabricar um dispositivo integrado que inclui um dispositivo de pacote em pacote (PoP) embutido.

[026] A Figura 11 ilustra pacotes, circuitos e aplicações de um dispositivo integrado que inclui um dispositivo de pacote em pacote (PoP) embutido.

[027] A Figura 12 ilustra uma vista em seção transversal de um dispositivo de pacote em pacote (PoP) que inclui um controlador de lacuna.

[028] A Figura 13 ilustra um exemplo de um controlador de lacuna.

[029] A Figura 14 ilustra um outro exemplo de um controlador de lacuna.

[030] A Figura 15 ilustra um outro exemplo de um controlador de lacuna.

[031] A Figura 16 ilustra uma vista em seção transversal de um outro dispositivo de pacote em pacote (PoP) que inclui um controlador de lacuna.

[032] A Figura 17 ilustra uma vista em seção transversal de um outro dispositivo de pacote em pacote (PoP) que inclui um controlador de lacuna.

[033] A Figura 18 ilustra uma vista em seção transversal de um outro dispositivo de pacote em pacote (PoP) que inclui um controlador de lacuna.

[034] A Figura 19 ilustra uma vista em seção transversal de um outro dispositivo de pacote em pacote (PoP) que inclui um controlador de lacuna.

[035] A Figura 20 ilustra uma vista em seção transversal de um outro dispositivo de pacote em pacote (PoP) que inclui um controlador de lacuna.

[036] A Figura 21 (que compreende as Figuras 21A a 21C) ilustra um exemplo de uma sequência para fabricar um pacote que inclui um controlador de lacuna.

[037] A Figura 22 ilustra um exemplo de uma sequência para fabricar um dispositivo de pacote em pacote (PoP) que inclui um controlador de lacuna.

[038] A Figura 23 (que compreende as Figuras 23A a 23C) ilustra um exemplo de uma sequência para fabricar um pacote que inclui um controlador de lacuna.

[039] A Figura 24 ilustra um exemplo de uma sequência para fabricar um dispositivo de pacote em pacote (PoP) que inclui um controlador de lacuna.

[040] A Figura 25 ilustra um diagrama de fluxo de um método exemplificativo para fabricar um dispositivo de pacote em pacote (PoP) que inclui um controlador de lacuna.

[041] A Figura 26 ilustra vários dispositivos eletrônicos que podem incluir os vários dispositivos integrados, pacotes de dispositivo integrado, dispositivos semicondutores, matriz, circuitos integrados e/ou pacotes descritos no presente documento.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[042] Na descrição a seguir, os detalhes específicos são dados para fornecer uma compreensão mais

completa dos vários aspectos da revelação. No entanto, será compreendido por um dos indivíduos com habilidade comum na técnica que os aspectos podem ser praticados sem esses detalhes específicos. Por exemplo, os circuitos podem ser mostrados em diagramas de coxim a fim de evitar obscurecer os aspectos em detalhes desnecessários. Em outras ocorrências, os circuitos, as estruturas e as técnicas bem-conhecidas podem não ser mostradas em detalhes a fim de não obscurecer os aspectos da revelação.

[043] Alguns recursos se referem a um dispositivo integrado que inclui uma placa de circuito impresso (PCB) e um dispositivo de pacote em pacote (PoP) acoplado à placa de circuito impresso (PCB). O dispositivo de pacote em pacote (PoP) inclui um primeiro pacote que inclui um primeiro componente de pacote eletrônico (por exemplo, primeira matriz) e um segundo pacote acoplado ao primeiro pacote. O dispositivo integrado inclui uma primeira camada de encapsulação formada entre o primeiro pacote e o segundo pacote. O dispositivo integrado inclui uma segunda camada de encapsulação que encapsula pelo menos parcialmente o dispositivo de pacote em pacote (PoP). O dispositivo integrado é configurado para fornecer funcionalidade de celular, funcionalidade de wireless fidelity (WiFi) e funcionalidade Bluetooth. Em algumas implantações, a primeira camada de encapsulação é separada da segunda camada de encapsulação. Em algumas implantações, a segunda camada de encapsulação inclui a primeira camada de encapsulação. O dispositivo de pacote em pacote (PoP) inclui pelo menos um controlador de lacuna localizado entre o primeiro pacote e o segundo pacote. O dispositivo

integrado inclui um dispositivo integrado e/ou um Sistema em Pacote (SiP).

[044] Em algumas implantações, a altura do dispositivo e/ou pacote pode ser definida ao longo da direção Z do pacote, que é mostrada nas Figuras da presente revelação. Em algumas implantações, a direção Z do dispositivo e/ou pacote pode ser definida ao longo de um eixo geométrico entre uma porção de topo e uma porção de fundo do dispositivo e/ou pacote. Os termos topo e fundo podem ser arbitrariamente atribuídos, no entanto, como um exemplo, a porção de topo do dispositivo e/ou pacote pode ser uma porção que compreende uma camada de encapsulação, enquanto uma porção de fundo do pacote pode ser uma porção que compreende uma porção de redistribuição ou uma pluralidade de soldas em esfera. Em algumas implantações, a porção de topo do pacote pode ser um lado traseiro do pacote, e a porção de fundo do pacote pode ser um lado frontal do pacote. O lado frontal do pacote pode ser um lado ativo do pacote. Uma porção de topo pode ser uma porção superior em relação a uma porção inferior. Uma porção de fundo pode ser uma porção inferior em relação a uma porção superior. Mais exemplos de porções de topo e porções de fundo serão adicionalmente descritos abaixo.

[045] As direções X-Y do pacote podem se referir à direção lateral e/ou à área de projeção do pacote. Exemplos das direções X-Y são mostrados nas Figuras da presente revelação e/ou adicionalmente descritas abaixo. Em muitas das Figuras da presente revelação, os dispositivos e/ou pacotes e seus respectivos componentes são mostrados através de uma seção transversal X-Z ou plano

X-Z. No entanto, em algumas implantações, os pacotes e seus componentes representativos podem ser representados através de uma seção transversal Y-Z ou plano Y-Z.

[046] Em algumas implantações, uma interconexão é um elemento ou componente de um dispositivo ou pacote que permite ou facilita uma conexão elétrica entre dois pontos, elementos e/ou componentes. Em algumas implantações, uma interconexão pode incluir um traço, uma via, um coxim, um pilar, uma camada de metal de redistribuição e/ou uma camada de metalização sob protuberância (UBM). Em algumas implantações, uma interconexão é um material eletricamente condutor que pode ser configurado para fornecer um percurso elétrico para um sinal (por exemplo, sinal de dados, sinal terrestre, sinal de potência). Uma interconexão pode ser parte de um circuito. Uma interconexão pode incluir mais de um elemento ou componente.

Dispositivo Integrado Exemplificativo que Compreende um Dispositivo de Pacote em Pacote (PoP) EMBUTIDO

[047] A Figura 3 ilustra um dispositivo integrado 301 que inclui um dispositivo de pacote em pacote (PoP) 300, os pacotes 302 a 311, um componente passivo 315, uma camada de encapsulação 316, uma blindagem interna 330, uma blindagem externa 340 e uma placa de circuito impresso (PCB) 350. O dispositivo integrado 301 pode incluir um Sistema em Pacote (SiP). Um ou mais dos pacotes 302 a 311 podem incluir um pacote de circuito integrado (IC). O um ou mais pacotes 302 a 311 podem ser exemplos de componentes de pacote eletrônico.

[048] O dispositivo de pacote em pacote (PoP) 300, os pacotes 302 a 311, o componente passivo 315 (por exemplo, capacitor), a blindagem interna 430 e a blindagem externa 440 são acoplados à placa de circuito impresso (PCB) 350. A camada de encapsulação 316 pode encapsular ou cobrir parcial ou completamente o dispositivo de pacote em pacote (PoP) 300, os pacotes 302 a 311, o componente passivo 315 e a blindagem interna 330 de vários modos. Embora fornecido como um único sistema em um pacote, esses componentes podem ser isolados entre si mecânica e/ou eletricamente.

[049] Por exemplo, conforme também mostrado, a Figura 3 ilustra que a blindagem interna 330 pode ser configurada para circundar um ou mais pacotes 302 a 311 e/ou o dispositivo de pacote em pacote (PoP) 300. Em algumas implantações, a blindagem interna 330 é configurada para isolar um ou mais pacotes 302 a 311 e/ou o dispositivo de pacote em pacote (PoP) 300 para que os mesmos não interfiram uns com os outros. Um pacote (por exemplo, pacote 302 a 311) pode incluir uma matriz ou pode ser uma matriz (por exemplo, dispositivo semicondutor). Um pacote (por exemplo, pacote 302 a 311) pode incluir um pacote de nível de pastilha (WLP).

[050] A camada de encapsulação 316 serve como uma cobertura ou estrutura de proteção para os componentes do dispositivo 300. A camada de encapsulação 316 pode ser um composto de moldagem que tem várias viscosidades e propriedades térmicas. Aqueles versados na técnica reconhecerão que outros tipos de materiais podem ser usados na camada de encapsulação 316.

[051] A blindagem externa 340 é configurada para circundar pelo menos parcialmente a camada de encapsulação 316. A blindagem externa 340 é acoplada à blindagem interna 330. A combinação da blindagem interna 330 e da blindagem externa 340 pode fornecer blindagem para o dispositivo integrado 301. A blindagem interna 330 e a blindagem externa 340 podem incluir um material condutor (por exemplo, metal, cobre). A blindagem interna 330 e a blindagem externa 340 podem ter o mesmo material ou ter diferentes materiais. A blindagem interna 330 pode incluir uma folha de metal em algumas implantações. Em algumas implantações, a blindagem interna 330 tem uma espessura de cerca de 250 microns (μm) ou menos. Em algumas implantações, a blindagem externa 340 tem uma espessura de cerca de 50 microns (μm) ou menos.

[052] O dispositivo integrado 301 pode incluir qualquer componente que é configurado para fornecer diversas funcionalidades e capacidades móveis, incluindo, mas sem limitação, funcionalidade de posicionamento, funcionalidade de conectividade sem fio (por exemplo, comunicação sem fio) e/ou funcionalidade de conectividade celular (por exemplo, comunicação celular). Exemplos de funcionalidade de posicionamento, funcionalidades de conectividade sem fio e/ou celular incluem funcionalidade de sistema de posicionamento global (GPS), funcionalidade de wireless fidelity (WiFi), funcionalidade Bluetooth e funcionalidade de radiofrequência (RF) (por exemplo, funcionalidade de Front-end de Radiofrequência (RFFE)). Exemplos de funcionalidades de RFFE incluem Sistema Global para Comunicações Móveis (GSM), Acesso Múltiplo por Divisão

de Código de Banda Larga (WCDMA), Evolução a Longo Prazo de Duplexação por Divisão de Frequência (FDD-LTE), Evolução a Longo Prazo de Duplexação por Divisão de Tempo (TDD-LTE). Essas funcionalidades podem ser implantadas em um ou mais pacotes 302 a 311 e/ou no dispositivo de pacote em pacote (PoP) 300. As funcionalidades móveis acima são adicionalmente descritas abaixo na Figura 11.

[053] A Figura 3 ilustra adicionalmente o dispositivo integrado 301 que pode incluir um dispositivo de pacote em pacote (PoP) embutido 300. Em algumas implantações, o embutimento do dispositivo de pacote em pacote (PoP) 300 com o dispositivo integrado 301, fornece um dispositivo integrado com um fator forma geral (por exemplo, tamanho, área, volume) que é menor que os outros dispositivos integrados convencionais, enquanto fornecem um dispositivo integrado que inclui uma faixa abrangente, total e/ou completa de funcionalidades móveis. Os tamanhos exemplificativos para dispositivos integrados com tais funcionalidades móveis são adicionalmente descritos abaixo na Figura 11.

[054] Em algumas implantações, o dispositivo integrado 301 que inclui pelo menos algumas das funcionalidades móveis acima (por exemplo, funcionalidade de celular, funcionalidade de wireless fidelity (WiFi) e funcionalidade Bluetooth) é tornado possível através das estruturas e/ou dos processos de fabricação descritos no presente pedido. Conforme será adicionalmente descrito abaixo, a fabricação de um dispositivo integrado (por exemplo, dispositivo integrado 301) com muitas funcionalidades móveis, um fator forma pequeno e que é

encapsulado em uma camada de encapsulação (por exemplo, totalmente encapsulado por uma camada de encapsulação) inclui quaisquer desafios de fabricação e manufatura que são tratados no presente pedido. Em particular, à medida que o tamanho e o espaçamento entre componentes em um dispositivo integrado se tornam menores, os defeitos aparecem, o que causa problemas de desempenho e confiabilidade no dispositivo integrado. Essas questões são de preocupação especialmente grande quanto aos dispositivos integrados que fornecem funcionalidades móveis (por exemplo, funcionalidade de celular, funcionalidade de wireless fidelity (WiFi), funcionalidade Bluetooth), como aqueles dispositivos integrados que estão sendo implantados em dispositivos eletrônicos menores. Os dispositivos integrados (por exemplo, dispositivo integrado 301) e processos de fabricação descritos no presente pedido fornecem uma solução que trata aquelas questões, preocupações, problemas e desafios.

[055] A Figura 3 ilustra adicionalmente um exemplo de um dispositivo integrado 301 que é hermeticamente vedado através do uso de uma ou mais camadas de encapsulação, o que ajuda a aprimorar a confiabilidade e a durabilidade do dispositivo integrado 301.

[056] As Figuras 4 a 7 ilustram várias vistas de perfil através de uma seção transversal BB do dispositivo integrado 301 que inclui um dispositivo de pacote em pacote (PoP). Embora não mostrado nas Figuras 4 a 7, em algumas implantações, um dispositivo de pacote em pacote (PoP) pode incluir um ou mais controladores de lacuna. Exemplos de alguns controladores de lacuna são

adicionalmente descritos abaixo com referência às Figuras 12 a 25.

[057] A Figura 4 ilustra uma vista de perfil do dispositivo integrado 301. Conforme mostrado na Figura 4, o dispositivo integrado 301 inclui a placa de circuito impresso (PCB) 350, o dispositivo de pacote em pacote (PoP) 300, o pacote 302, o componente passivo 315, a camada de encapsulação 316 (por exemplo, segunda camada de encapsulação), a blindagem interna 330 e a blindagem externa 340. A placa de circuito impresso (PCB) 350 inclui uma pluralidade de interconexões 360 (por exemplo, coxins). O dispositivo de pacote em pacote (PoP) 300, o pacote 302, o componente passivo 315, a blindagem interna 330 e a blindagem externa 340 são acoplados à placa de circuito impresso (PCB) 350. A camada de encapsulação 316 encapsula pelo menos parcialmente o dispositivo de pacote em pacote (PoP) 300, o pacote 302, o componente passivo 315 e a blindagem interna 330.

[058] O dispositivo de pacote em pacote (PoP) 300 inclui um primeiro pacote 401, um segundo pacote 402 e uma primeira camada de encapsulação 416. O segundo pacote 402 é acoplado ao primeiro pacote 401 através de uma pluralidade de interconexões de pacote 427. A pluralidade de interconexões de pacote 427 inclui uma interconexão de solda (por exemplo, solda em esfera).

[059] O primeiro pacote 401 inclui um primeiro substrato de pacote 410 e uma primeira matriz 411. O segundo pacote 402 inclui um segundo substrato de pacote 420 e uma segunda matriz 421. A primeira camada de encapsulação 416 é formada entre o primeiro pacote 401 e o

segundo pacote 402. Em particular, a primeira camada de encapsulação 416 é formada pelo menos entre a primeira matriz 411 (por exemplo, superfície do lado traseiro da primeira matriz 411) e o segundo substrato de pacote 420 (por exemplo, superfície de fundo do segundo substrato de pacote 420).

[060] A Figura 4 ilustra que a camada de encapsulação 316 e a primeira camada de encapsulação 416 são camadas de encapsulação separadas. Em algumas implantações, aqueles versados na técnica reconhecerão que a camada de encapsulação que encapsula o dispositivo de pacote em pacote (PoP) 300 pode ser a mesma camada de encapsulação que é formada no dispositivo de pacote em pacote (PoP) 300.

[061] A Figura 5 ilustra o dispositivo integrado 501 que inclui um dispositivo de pacote em pacote (PoP). O dispositivo integrado 501 da Figura 5 é semelhante ao dispositivo integrado 301 da Figura 4, exceto que o dispositivo de pacote em pacote (PoP) 500 é embutido diferentemente no dispositivo integrado 501.

[062] O dispositivo de pacote em pacote (PoP) 500 inclui um primeiro pacote 401 e um segundo pacote 402. O primeiro pacote 401 inclui o primeiro substrato de pacote 410 e a primeira matriz 411. O segundo pacote 402 é acoplado ao primeiro pacote 401 através da pluralidade de interconexões de pacote 427.

[063] Conforme mostrado na Figura 5, a camada de encapsulação 316 encapsula pelo menos parcialmente o dispositivo de pacote em pacote (PoP) 500, e é formada entre o primeiro pacote 401 e o segundo pacote 402. Em

particular, a camada de encapsulação 316 é formada pelo menos entre a primeira matriz 411 (por exemplo, superfície do lado traseiro da primeira matriz 411) e o segundo substrato de pacote 420 (por exemplo, superfície de fundo do segundo substrato de pacote 420). Em algumas implantações, o fornecimento de uma camada de encapsulação que tanto encapsula quanto embute o dispositivo de pacote em pacote (PoP) 500 pode possibilitar um dispositivo integrado 501 que tem baixo custo e tem um fator forma pequeno, conforme o mesmo pode reduzir o número de processos para fabricar o dispositivo integrado.

[064] A Figura 6 ilustra um dispositivo integrado 601 que inclui um dispositivo de pacote em pacote (PoP). O dispositivo integrado 601 da Figura 6 é semelhante ao dispositivo integrado 301 da Figura 4, exceto que o dispositivo integrado 601 pode compreender uma blindagem interna 630 que é diferente da blindagem interna 330 do dispositivo integrado 301. Em particular, a blindagem interna 630 pode ser mais fina do que a blindagem interna 330. Em algumas implantações, a blindagem interna 630 é formada com o uso de um processo diferente da blindagem interna 330. Conforme mencionado acima, a blindagem interna 330 pode incluir uma folha de metal que foi trabalhada para formar um formato desejado e, então, acoplada à placa de circuito impresso (PCB) 350 com solda ou outro mecanismo condutor. Em algumas implantações, a blindagem interna 630 pode ser uma camada de metal (por exemplo, camada de cobre) que é formada (por exemplo, depositada, colada) em uma cavidade da camada de encapsulação 316. A blindagem interna 630 é acoplada à blindagem externa 340 e à placa de

circuito impresso (PCB) 350.

[065] A Figura 7 ilustra um dispositivo integrado 701 que inclui um dispositivo de pacote em pacote (PoP). O dispositivo integrado 701 da Figura 7 é semelhante ao dispositivo integrado 601 da Figura 6, exceto que o dispositivo de pacote em pacote (PoP) 500 é embutido diferentemente no dispositivo integrado 701.

[066] O dispositivo de pacote em pacote (PoP) 500 inclui um primeiro pacote 401 e um segundo pacote 402. O primeiro pacote 401 inclui o primeiro substrato de pacote 410 e a primeira matriz 411. O segundo pacote 402 é acoplado ao primeiro pacote 401 através da pluralidade de interconexões de pacote 427.

[067] Conforme mostrado na Figura 7, a camada de encapsulação 316 encapsula pelo menos parcialmente o dispositivo de pacote em pacote (PoP) 500, e é formada entre o primeiro pacote 401 e o segundo pacote 402. Em particular, a camada de encapsulação 316 é formada pelo menos entre a primeira matriz 411 (por exemplo, superfície do lado traseiro da primeira matriz 411) e o segundo substrato de pacote 420 (por exemplo, superfície de fundo do segundo substrato de pacote 420). Em algumas implantações, o fornecimento de uma camada de encapsulação que tanto encapsula quanto embute o dispositivo de pacote em pacote (PoP) 500 pode possibilitar um dispositivo integrado 701 que tem baixo custo e tem um fator forma pequeno, conforme o mesmo pode reduzir o número de processos para fabricar o dispositivo integrado.

[068] Embora não mostrado nas Figuras 4 a 7, em algumas implantações, um dispositivo de pacote em pacote

(PoP) (por exemplo, 300, 500) pode incluir um ou mais controladores de lacuna. Um controlador de lacuna pode ser configurado para fornecer suporte mecânico e estabilidade no dispositivo de pacote em pacote (PoP). Um controlador de lacuna pode ser fornecido para garantir que haja espaço suficiente para uma camada de encapsulação (por exemplo, 316, 416) se formar entre a primeira matriz 411 e o segundo substrato de pacote 420. Em algumas implantações, um ou mais controladores de lacuna podem incluir um ou mais materiais que são eletricamente condutores. No entanto, o controlador de lacuna é configurado para não fornecer a um percurso elétrico um sinal elétrico. Exemplos de controladores de lacuna são adicionalmente descritos abaixo com referência às Figuras 12 a 25.

[069] Dessa maneira, as Figuras 3 a 7 descrevem vários dispositivos de pacote em pacote (PoP) em um dispositivo integrado (por exemplo, SiP). Diferentes implantações podem embutir diferentes dispositivos de pacote em pacote (PoP) em um dispositivo integrado. Exemplos detalhados de diferentes dispositivos de pacote em pacote (PoP) que podem ser implantados e/ou embutidos no dispositivo integrado 301 e/ou quaisquer outros dispositivos integrados descritos na presente revelação são adicionalmente descritos abaixo com referência pelo menos às Figuras 12 a 25.

[070] Tendo descrito vários exemplos de um dispositivo integrado que inclui um dispositivo de pacote em pacote (PoP) embutido, vários processos e métodos para fabricar um dispositivo integrado que inclui um dispositivo de pacote em pacote (PoP) embutido será descrito agora.

SEQUÊNCIA EXEMPLIFICATIVA PARA FABRICAR UM DISPOSITIVO INTEGRADO QUE COMPREENDE UM DISPOSITIVO DE PACOTE EM PACOTE (POP) EMBUTIDO

[071] Em algumas implantações, o fornecimento/a fabricação de um dispositivo integrado que inclui um dispositivo de pacote em pacote (PoP) embutido inclui diversos processos. A Figura 8 ilustra uma sequência exemplificativa para fornecer/fabricar o dispositivo integrado que inclui um dispositivo de pacote em pacote (PoP) embutido. Em algumas implantações, as sequências da Figura 8 podem ser usadas para fabricar o dispositivo integrado que inclui um dispositivo de pacote em pacote (PoP) embutido das Figuras 3 a 5 e/ou outros dispositivos integrados descritos na presente revelação. A Figura 8 será descrita, agora, no contexto de fornecer/fabricar o dispositivo integrado da Figura 5.

[072] Deve-se notar que a sequência da Figura 8 pode combinar um ou mais estágios a fim de simplificar e/ou esclarecer a sequência para fornecer o dispositivo integrado que inclui um dispositivo de pacote em pacote (PoP) embutido. Em algumas implantações, a ordem dos processos pode ser alterada ou modificada.

[073] O estágio 1 ilustra um estado após uma placa de circuito impresso (PCB) 350 que inclui uma pluralidade de interconexões 360 ser fornecida. Em algumas implantações, a placa de circuito impresso (PCB) 350 é fornecida por um fornecedor ou fabricante.

[074] O estágio 2 ilustra o dispositivo de pacote em pacote (PoP) 500, a blindagem interna 330 e o componente passivo 315 acoplado à placa de circuito

impresso (PCB) 350. Em algumas implantações, um processo de refluxo de solda é usado para acoplar o dispositivo de pacote em pacote (PoP) 500, a blindagem interna 330 e o componente passivo 315 (por exemplo, através do uso de interconexões de solda) à placa de circuito impresso (PCB) 350. Por exemplo, a blindagem interna 330 é acoplada à placa de circuito impresso (PCB) 350 através de uma interconexão de solda 332.

[075] O estágio 3 ilustra a camada de encapsulação 316 pelo menos parcialmente formada sobre o dispositivo de pacote em pacote (PoP) 500, a blindagem interna 330 e o componente passivo 315. Por exemplo, a camada de encapsulação 316 pode ser formada com o uso de um composto de moldagem e curado por temperatura com o uso de processos e ferramentas conhecidos.

[076] O estágio 4 ilustra um estado após uma cavidade 830 ser formada na camada de encapsulação 316 que expõe parte da blindagem interna 330. Diferentes implantações podem usar diferentes processos para formar a cavidade 830. Um processo a laser e/ou um processo de fotolitografia pode ser usado para formar a cavidade 830.

[077] O estágio 5 ilustra um estado após a blindagem externa 340 ser formada sobre a camada de encapsulação 316. A blindagem externa 340 pode ser formada com o uso de vários materiais, como uma pasta condutora, cobre ou outros materiais condutores, e semelhantes. Conforme mostrado no estágio 5, a blindagem externa 340 é acoplada à blindagem interna 330 e à placa de circuito impresso (PCB) 350. Em algumas implantações, o estágio 5 ilustra o dispositivo integrado 601 que inclui o

dispositivo de pacote em pacote (PoP) 500, o pacote 302, o componente passivo 315, a blindagem interna 330, a interconexão de solda 332, a camada de encapsulação 316, a placa de circuito impresso (PCB) 350 e a blindagem externa 340.

Sequência Exemplificativa para Fabricar um Dispositivo Integrado que Compreende um Dispositivo de Pacote em Pacote (PoP) Embutido

[078] Em algumas implantações, o fornecimento/a fabricação de um dispositivo integrado que inclui um dispositivo de pacote em pacote (PoP) embutido inclui diversos processos. A Figura 9 ilustra uma sequência exemplificativa para fornecer/fabricar o dispositivo integrado que inclui um dispositivo de pacote em pacote (PoP) embutido. Em algumas implantações, as sequências da Figura 9 podem ser usadas para fabricar o dispositivo integrado que inclui um dispositivo de pacote em pacote (PoP) embutido das Figuras 3 a 5 e/ou outros dispositivos integrados descritos na presente revelação. A Figura 9 será descrita, agora, no contexto de fornecer/fabricar o dispositivo integrado da Figura 6.

[079] Deve-se notar que a sequência da Figura 9 pode combinar um ou mais estágios a fim de simplificar e/ou esclarecer a sequência para fornecer o dispositivo integrado que inclui um dispositivo de pacote em pacote (PoP) embutido. Em algumas implantações, a ordem dos processos pode ser alterada ou modificada.

[080] O estágio 1 ilustra um estado após uma placa de circuito impresso (PCB) 350 que inclui uma pluralidade de interconexões 360 ser fornecida. Em algumas

implantações, a placa de circuito impresso (PCB) 350 é fornecida por um fornecedor ou fabricante.

[081] O estágio 2 ilustra o dispositivo de pacote em pacote (PoP) 300 e o componente passivo 315 acoplado à placa de circuito impresso (PCB) 350. Em algumas implantações, um processo de refluxo de solda é usado para acoplar o dispositivo de pacote em pacote (PoP) 300 e o componente passivo 315 (por exemplo, através do uso de interconexões de solda) à placa de circuito impresso (PCB) 350.

[082] O estágio 3 ilustra a camada de encapsulação 316 pelo menos parcialmente formada sobre o dispositivo de pacote em pacote (PoP) 300 e o componente passivo 315.

[083] O estágio 4 ilustra uma cavidade 930 formada na camada de encapsulação 316. Diferentes implantações podem usar diferentes processos para formar a cavidade 930. Um processo a laser e/ou um processo de fotolitografia pode ser usado para formar a cavidade 930.

[084] O estágio 5 ilustra a cavidade 930 cheia com um material condutor para formar a blindagem interna 630. Diferentes implantações podem usar diferentes processos para formar a blindagem interna 630. Em algumas implantações, um processo de empastamento, um processo de plaqueamento e/ou um processo de desintegração iônica pode ser usado para encher a cavidade 930 para formar a blindagem interna 630.

[085] O estágio 6 ilustra a blindagem externa 340 formada sobre a camada de encapsulação 316. Conforme mostrado no estágio 6, a blindagem externa 340 é acoplada à

blindagem interna 630 e à placa de circuito impresso (PCB) 350. Em algumas implantações, o estágio 6 ilustra o dispositivo integrado 501 que inclui o dispositivo de pacote em pacote (PoP) 300, o pacote 302, o componente passivo 315, a blindagem interna 630, a camada de encapsulação 316, a placa de circuito impresso (PCB) 350 e a blindagem externa 340.

Método Exemplificativo para Fabricar um Dispositivo Integrado que Inclui um Dispositivo de Pacote em Pacote (PoP) Embutido

[086] Em algumas implantações, o fornecimento/a fabricação de um dispositivo integrado que inclui um dispositivo de pacote em pacote (PoP) embutido inclui diversos processos. A Figura 10 ilustra um diagrama de fluxo exemplificativo de um método 1000 para fornecer/fabricar o dispositivo integrado que inclui um dispositivo de pacote em pacote (PoP) embutido. Em algumas implantações, os métodos da Figura 10 podem ser usados para fornecer/fabricar o dispositivo integrado que inclui um dispositivo de pacote em pacote (PoP) embutido das Figuras 3 a 7 e/ou outros dispositivos integrados descritos na presente revelação. A Figura 10 será descrita no contexto de fornecer/fabricar o dispositivo pacote da Figura 5.

[087] Deve-se notar que o diagrama de fluxo da Figura 10 pode combinar um ou mais processos a fim de simplificar e/ou esclarecer o método para fornecer um dispositivo integrado. Em algumas implantações, a ordem dos processos pode ser alterada ou modificada.

[088] No estágio 1005, um dispositivo de pacote em pacote (PoP) (por exemplo, 300), pelo menos um

pacote (por exemplo, 302) e uma blindagem interna (por exemplo, 330) são acoplados a uma placa de circuito impresso (PCB) (por exemplo, 350). Exemplos de acoplamento de um dispositivo de pacote em pacote (PoP), pelo menos um pacote e uma blindagem interna a uma placa de circuito impresso (PCB) são ilustrados e descritos na Figura 8 (por exemplo, estágio 2 da Figura 8). Um processo de refluxo de solda pode ser usado para acoplar um dispositivo de pacote em pacote (PoP), pelo menos um pacote e uma blindagem interna (por exemplo, através de uma pluralidade de interconexões de solda) a uma placa de circuito impresso (PCB).

[089] No estágio 1010, um processo de defluxo é realizado para remover resíduo que pode ter se acumulado durante o acoplamento do dispositivo de pacote em pacote (PoP), do pelo menos um pacote e da blindagem interna à placa de circuito impresso (PCB).

[090] No estágio 1015, uma camada de encapsulação (por exemplo, primeira camada de encapsulação 416) que encapsula pelo menos parcialmente o dispositivo de pacote em pacote (PoP) é fornecido. Em algumas implantações, a camada de encapsulação que é fornecida pode ser formada no dispositivo de pacote em pacote (PoP). Por exemplo, uma camada de encapsulação (por exemplo, camada de encapsulação 316) que encapsula pelo menos parcialmente o dispositivo de pacote em pacote (PoP) 500 é formado entre uma primeira matriz 411 do primeiro pacote 401 do dispositivo de pacote em pacote (PoP) 500 e um segundo substrato de pacote 420 do segundo pacote 402 do dispositivo de pacote em pacote (PoP) 500.

[091] Opcionalmente, no estágio 1020, o dispositivo de pacote em pacote (PoP) pode ser marcado, o que pode incluir o uso de um laser para marcar porções da camada de encapsulação.

[092] Em algumas implantações, diversos dispositivos de pacote em pacote (PoP) estão atualmente sendo fabricados em uma pastilha. Em tais casos, no estágio 1025, a pastilha pode ser singularizada de modo a formar dispositivos de pacote em pacote (PoP) individuais.

[093] No estágio 1030, uma blindagem externa sobre a camada de encapsulação é formada. Em algumas implantações, a formação da blindagem externa inclui formar uma cavidade na camada de encapsulação e formar uma camada de metal sobre a camada de encapsulação para formar a blindagem externa. A blindagem externa é formada de modo que a blindagem externa seja acoplada à blindagem interna. Em algumas implantações, a blindagem externa inclui uma blindagem conformal que segue o formato e/ou contornos da camada de encapsulação. Um processo de plaqueamento pode ser usado para formar a blindagem externa sobre a camada de encapsulação.

Funcionalidades Exemplificativas para Dispositivos Integrados QUE COMPREENDEM DISPOSITIVO DE PACOTE EM PACOTE (PoP) EMBUTIDOS

[094] Conforme mencionado acima, os dispositivos integrados descritos na presente revelação podem ser configurados para fornecer funcionalidades móveis abrangentes (por exemplo, funcionalidade de celular, funcionalidade de wireless fidelity (WiFi), funcionalidade Bluetooth, funcionalidade de Sistema de Posicionamento

Global (GPS)) em um espaço e/ou fator forma pequeno permitindo, desse modo, que os dispositivos integrados sejam implantados em dispositivos pequenos, como, mas sem limitação, dispositivos que podem ser usados junto ao corpo, relógios, vidros e dispositivos de Internet das Coisas (IoT) e, então, possibilitando que esses dispositivos pequenos tenham funcionalidades móveis abrangentes.

[095] Por exemplo, em algumas implantações, o tamanho do dispositivo integrado 301, ou qualquer um dos dispositivos integrados descritos na presente revelação, pode ser cerca de 30 mm (W) x 30 mm (L) x 2 mm (H) ou menos. Em algumas implantações, o tamanho do dispositivo integrado 301, ou qualquer um dos dispositivos integrados descritos na presente revelação, pode ser cerca de 26 mm (W) x 26 mm (L) x 1,8 mm (H) ou menos. Em algumas implantações, o tamanho do dispositivo integrado 301, ou qualquer um dos dispositivos integrados descritos na presente revelação, pode ser cerca de 52 mm (W) x 52 mm (L) x 2 mm (H) ou menos.

[096] A Figura 11 ilustra uma ilustração conceitual das funcionalidades que um dispositivo integrado com um pacote em pacote (PoP) embutido pode ter. Conforme mostrado na Figura 11, o dispositivo integrado 1101 inclui um processador, memória e/ou função de modem 1100 (por exemplo, meios para processador, memória e modem), uma função de posicionamento 1102 (por exemplo, meios para posicionamento, Sistema de Posicionamento Global (GPS)), uma primeira função de comunicação sem fio 1103 (por exemplo, meios para uma primeira comunicação sem fio,

WiFi), uma segunda função de comunicação sem fio 1104 (por exemplo, meios para uma segunda comunicação sem fio, Bluetooth), uma função de codec 1105 (por exemplo, meios para codificar e/ou decodificar), uma função de gerenciamento de potência 1106 (por exemplo, meios para gerenciamento de potência), pelo menos uma função de sensor 1107 (por exemplo, meios para sensor), uma função de primeiro front-end de radiofrequência (RFFE) 1108 (por exemplo, meios para um primeiro RFFE), uma função de segundo front-end de radiofrequência (RFFE) 1109 (por exemplo, meios para um segundo RFFE), uma função de terceiro front-end de radiofrequência (RFFE) 1110 (por exemplo, meios para um terceiro RFFE) e uma função de transceptor de radiofrequência (RF) 1111 (por exemplo, meios para uma transcepção de RF).

[097] Exemplos de funções de RFFE incluem Sistema Global para Comunicações Móveis (GSM), Acesso Múltiplo por Divisão de Código de Banda Larga (WCDMA), Evolução a Longo Prazo de Duplexação por Divisão de Frequência (FDD-LTE), Evolução a Longo Prazo de Duplexação por Divisão de Tempo (TDD-LTE). Cada um dos exemplos acima de uma função de RFFE pode incluir uma ou mais bandas diferentes.

[098] Em algumas implantações, as funções acima podem ser implantadas em um ou mais pacotes 302 a 311 (por exemplo, componentes de pacote eletrônico) e/ou os dispositivo de pacote em pacote (PoP) 300. Desse modo, por exemplo, o processador, a memória e a função de modem 1100 podem ser um pacote de processador, memória e modem. Em algumas implantações, as funções acima podem ser

implantadas como um ou mais circuitos em um ou mais pacotes 302 a 311 e/ou no dispositivo de pacote em pacote (PoP) 300. Por exemplo, o processador, a memória e a função de modem 1100 podem ser implantados no dispositivo de pacote em pacote (PoP) 300 que inclui um primeiro pacote 401 e um segundo pacote 402. Em algumas implantações, a função de processador pode ser implantada na primeira matriz 411 do primeiro pacote 401, e a função de memória pode ser implantada na segunda matriz 421 do segundo pacote 402. Em algumas implantações, uma ou mais das funções acima (por exemplo, 1100 a 1111) podem ser combinadas em um único pacote, circuito e/ou múltiplos pacotes e/ou circuitos. Diferentes implantações podem combinar diferentes funções com diferentes pacotes e/ou circuitos (por exemplo, a função de Bluetooth pode ser combinada com a função de WiFi em um único pacote ou circuito). Outras implantações podem incluir outras funções. Por exemplo, uma função de modem (por exemplo, meios para modem) pode ser implantada como uma função ou parte de uma outra função separada. Em algumas implantações, a função de modem pode ser parte da função de processador e memória ou parte de outras funções.

[099] Tendo descrito um dispositivo integrado que inclui um dispositivo de pacote em pacote (PoP) embutido, em que o dispositivo integrado pode incluir diversas funcionalidades móveis (por exemplo, funcionalidade de celular, funcionalidade de WiFi, funcionalidade Bluetooth, funcionalidade de GPS), vários exemplos de dispositivos de pacote em pacote (PoP) serão descritos agora abaixo.

DISPOSITIVO DE PACOTE EM PACOTE (POP) EXEMPLIFICATIVO QUE

COMPREENDE UM CONTROLADOR DE LACUNA

[0100] A Figura 12 ilustra um dispositivo de pacote em pacote (PoP) 1200 que inclui um primeiro pacote 1201, um segundo pacote 1202 e um controlador de lacuna 1270. O segundo pacote 1202 é acoplado ao primeiro pacote 1201. O primeiro pacote 1201 pode ser um primeiro pacote de circuito integrado (IC), e o segundo pacote 1202 pode ser um segundo pacote de circuito integrado (IC). O dispositivo de pacote em pacote (PoP) 1200 é acoplado à placa de circuito impresso (PCB) 350 através de uma pluralidade de soldas em esfera 1251. O dispositivo de pacote em pacote (PoP) 1200 pode ser embutido em qualquer um dos dispositivos integrados descritos na presente revelação.

[0101] Em algumas implantações, o controlador de lacuna 1270 está localizado entre o primeiro pacote 1201 e o segundo pacote 1202. Em algumas implantações, o controlador de lacuna 1270 está localizado entre um componente de pacote eletrônico (por exemplo, primeira matriz 1211) do primeiro pacote 1201 e o segundo pacote 1202.

[0102] Conforme será descrito adicionalmente abaixo, em algumas implantações, o controlador de lacuna 1270 é configurado para fornecer suporte mecânico, estabilidade mecânica para o segundo pacote 1202 (por exemplo, segundo substrato de pacote 1220 do segundo pacote 1202). Desse modo, em algumas implantações, o controlador de lacuna 1270 pode ser configurado para operar como um batente traseiro que minimiza ou reduz qualquer distorção, deformação e/ou deflexão em um segundo pacote (por exemplo, segundo pacote 1202). Em algumas implantações, o

controlador de lacuna 1270 pode incluir um ou mais materiais que são eletricamente condutores. No entanto, o controlador de lacuna 1270 é configurado para não fornecer a um percurso elétrico um sinal elétrico.

[0103] Em algumas implantações, o controlador de lacuna 1270 é configurado para garantir que haja distância, espaço ou lacuna suficiente entre uma matriz do primeiro pacote 1201 e um substrato de pacote do segundo pacote 1202, para que uma camada de encapsulação possa ser fornecida (por exemplo, formada) no espaço ou na lacuna entre a matriz do primeiro pacote 1201 e o substrato de pacote do segundo pacote 1202. O controlador de lacuna 1270 pode ser opcional.

[0104] O primeiro pacote 1201 inclui um primeiro substrato de pacote 1210, uma primeira matriz 1211, um primeiro enchimento inferior 1214, uma pluralidade de primeiras soldas em esfera 1215, uma primeira camada de encapsulação 1216 e o controlador de lacuna 1270. Em algumas implantações, o primeiro pacote 1201 também pode incluir uma pluralidade de interconexões de pacote 1227.

[0105] O primeiro substrato de pacote 1210 inclui pelo menos uma camada dielétrica 1212, uma pluralidade de primeiras interconexões 1213 (por exemplo, pluralidade de primeiras interconexões de substrato), uma primeira camada de resistência à solda 1280 e uma segunda camada de resistência à solda 1282. A pluralidade de primeiras interconexões 1213 pode incluir traços, vias e/ou coxins. O primeiro substrato de pacote 1210 é acoplado à placa de circuito impresso (PCB) 350 através da pluralidade de soldas em esfera 1251. Mais especificamente, a

pluralidade de primeiras interconexões 1213 é acoplada à pluralidade de soldas em esfera 1251.

[0106] A primeira matriz 1211 pode ser um circuito integrado (IC) que inclui uma pluralidade de transistores e/ou outros componentes eletrônicos. A primeira matriz 1211 pode ser uma matriz lógica e/ou a matriz de memória. A primeira matriz 1211 pode ser uma matriz exposta. A primeira matriz 1211 é acoplada ao primeiro substrato de pacote 1210 através da pluralidade de primeiras soldas em esfera 1215. O primeiro enchimento inferior 1214 está localizado entre a primeira matriz 1211 e o primeiro substrato de pacote 1210. O primeiro enchimento inferior 1214 pode circundar pelo menos parcialmente pelo menos algumas dentre a pluralidade de primeiras soldas em esfera 1215.

[0107] A primeira camada de encapsulação 1216 encapsula pelo menos parcialmente a primeira matriz 1211, o controlador de lacuna 1270 e a pluralidade de interconexões de pacote 1227. Diferentes implantações podem usar diferentes materiais para a primeira camada de encapsulação 1216. Por exemplo, a primeira camada de encapsulação 1216 pode incluir um molde e/ou um enchimento de epóxi.

[0108] O segundo pacote 1202 inclui um segundo substrato de pacote 1220, uma segunda matriz 1221, um segundo enchimento inferior 1224, uma pluralidade de segundas soldas em esfera 1225 e uma segunda camada de encapsulação 1226. Em algumas implantações, o segundo pacote 1202 também pode incluir a pluralidade de interconexões de pacote 1227.

[0109] O segundo substrato de pacote 1220

inclui pelo menos uma camada dielétrica 1222, uma pluralidade de segundas interconexões 1223 (por exemplo, pluralidade de segundas interconexões de substrato), uma primeira camada de resistência à solda 1284 e uma segunda camada de resistência à solda 1286. A pluralidade de segundas interconexões 1223 pode incluir traços, vias e/ou coxins.

[0110] A segunda matriz 1221 pode ser um circuito integrado (IC) que inclui uma pluralidade de transistores e/ou outros componentes eletrônicos. A segunda matriz 1221 pode ser uma matriz lógica e/ou a matriz de memória. A segunda matriz 1221 pode ser uma matriz exposta. A segunda matriz 1221 é acoplada ao segundo substrato de pacote 1220 através da pluralidade de segundas soldas em esfera 1225. O segundo enchimento inferior 1224 está localizado entre a segunda matriz 1221 e o segundo substrato de pacote 1220. O segundo enchimento inferior 1224 pode circundar pelo menos parcialmente pelo menos algumas dentre a pluralidade de segundas soldas em esfera 1225.

[0111] A segunda camada de encapsulação 1226 encapsula pelo menos parcialmente a segunda matriz 1221. Diferentes implantações podem usar diferentes materiais para a segunda camada de encapsulação 1226. Por exemplo, a segunda camada de encapsulação 1226 pode incluir um molde e/ou um enchimento de epóxi.

[0112] O segundo pacote 1202 é acoplado ao primeiro pacote 1201 através da pluralidade de interconexões de pacote 1227. A pluralidade de interconexões de pacote 1227 pode incluir uma interconexão

de solda (por exemplo, solda em esfera). A pluralidade de interconexões de pacote 1227 é acoplada ao primeiro substrato de pacote 1210 e ao segundo substrato de pacote 1220. Mais especificamente, a pluralidade de interconexões de pacote 1227 é acoplada à pluralidade das primeiras interconexões 1213 (do primeiro substrato de pacote 1210) e à pluralidade de segundas interconexões 1223 (do segundo substrato de pacote 1220).

[0113] O controlador de lacuna 1270 pode ser um meio para controlador de lacuna configurado para fornecer uma lacuna mínima entre uma primeira matriz (por exemplo, primeira matriz 1211) e um segundo pacote (por exemplo, o segundo pacote 1202). O controlador de lacuna 1270 está localizado sobre a primeira matriz 1211 (por exemplo, sobre uma superfície do lado traseiro da primeira matriz 1211). Em particular, o controlador de lacuna 1270 está localizado entre a primeira matriz 1211 e o segundo substrato de pacote 1220 do segundo pacote 1202. Em algumas implantações, o controlador de lacuna 1270 é configurado para fornecer uma distância mínima, um espaço mínimo e/ou uma lacuna mínima entre a primeira matriz 1211 do primeiro pacote 1201 e o segundo substrato de pacote 1220 do segundo pacote 1202. Em algumas implantações, a distância mínima, o espaço mínimo e a lacuna mínima garantem que haja lugar suficiente para a primeira camada de encapsulação 1216 fluir (por exemplo, durante um processo de fabricação) entre a primeira matriz 1211 do primeiro pacote 1201 e o segundo substrato de pacote 1220 do segundo pacote 1202, mesmo quando houver distorção, deformação e/ou deflexão do segundo substrato de pacote 1220. Desse modo, em algumas

implantações, pelo menos um controlador de lacuna 1270 que está localizado sobre a primeira matriz 1211 (por exemplo, sobre uma superfície do lado traseiro da primeira matriz 1211) garante que uma quantidade suficiente da primeira camada de encapsulação 1216 seja formada entre a primeira matriz 1211 e o segundo substrato de pacote 1220 (do segundo pacote 1202).

[0114] A Figura 12 ilustra que o dispositivo de pacote em pacote (PoP) 1200 é pelo menos parcialmente encapsulado pela camada de encapsulação 316. A camada de encapsulação 316 pode ser a segunda camada de encapsulação do dispositivo de pacote em pacote (PoP) 1200. A camada de encapsulação 316 pode ser distinta e separada da primeira camada de encapsulação 1216 em algumas implantações. Em algumas implantações, a camada de encapsulação 316 pode incluir a primeira camada de encapsulação 1216. Em algumas implantações, a camada de encapsulação 316 é a mesma que a primeira camada de encapsulação 1216. Desse modo, em algumas implantações, a camada de encapsulação 316 pode tanto encapsular o dispositivo de pacote em pacote (PoP) 1200 quanto estar localizada dentro do dispositivo de pacote em pacote (PoP) 1200. O conceito acima é ilustrado na Figura 12 por meio da delimitação tracejada (por exemplo, linha) entre a camada de encapsulação 316 e a primeira camada de encapsulação 1216. Nota-se que a delimitação (por exemplo, linhas tracejadas) entre a camada de encapsulação 316 (por exemplo, segunda camada de encapsulação) e a primeira camada de encapsulação 1216 é meramente exemplificativa. Diferentes implantações podem ter diferentes formatos e tamanhos de delimitação entre a

camada de encapsulação 316 (por exemplo, segunda camada de encapsulação) e a primeira camada de encapsulação 1216.

[0115] Em algumas implantações, um ou mais dos controladores de lacuna 1270, individual ou coletivamente, podem ocupar menos que substancialmente todo um espaço entre uma primeira matriz (por exemplo, primeira matriz 1211) e um segundo pacote (por exemplo, segundo pacote 1202). Em algumas implantações, um ou mais dos controladores de lacuna 1270, individual ou coletivamente, são acoplados a menos que substancialmente toda uma superfície do lado traseiro de uma primeira matriz (por exemplo, primeira matriz 1211). Em algumas implantações, um ou mais dos controladores de lacuna 1270, individual ou coletivamente, são acoplados a menos que uma maioria de uma superfície do lado traseiro de uma primeira matriz (por exemplo, primeira matriz 1211).

[0116] A distância, espaço ou lacuna entre a primeira matriz 1211 (por exemplo, superfície de topo da primeira matriz 1211) e o segundo pacote 1202 (por exemplo, superfície de fundo do segundo substrato de pacote 1220) pode variar com diferentes implantações. Em algumas implantações, a lacuna 1290 pode ser cerca de 10 microns (μm) ou mais. Em algumas implantações, o controlador de lacuna 1270 tem uma altura e/ou espessura de cerca de 10 a 100 microns (μm) ou menos.

[0117] Em algumas implantações, o controlador de lacuna 1270 garante que a lacuna mínima (por exemplo, lacuna 1290) entre a primeira matriz 1211 (por exemplo, superfície do lado traseiro da primeira matriz 1211) e o segundo pacote 202 (por exemplo, superfície de fundo do

segundo substrato de pacote 1220) seja cerca de 10 microns (μm) ou maior.

[0118] Em algumas implantações, o controlador de lacuna 1270 elimina, reduz e/ou minimiza um vão entre a primeira matriz 1211 e o segundo substrato de pacote 1220 fornecendo, desse modo um dispositivo de pacote em pacote (PoP) 1200 mais robusto e confiável. Desse modo, o controlador de lacuna 1270 é configurado para permitir que a primeira camada de encapsulação 1216 encha o espaço (por exemplo, pelo menos encha uma maioria ou uma parte substancial do espaço) entre a primeira matriz 1211 e o segundo substrato de pacote 1220. Além do mais, o controlador de lacuna 1270 é configurado para não impedir substancialmente o fluxo da primeira camada de encapsulação 1216 (por exemplo, durante um processo de fabricação), quando a primeira camada de encapsulação 1216 for formada. Um exemplo de como a primeira camada de encapsulação 1216 é formada é adicionalmente descrito abaixo na Figura 122. Desse modo, o uso de um ou mais dos controladores de lacuna 1270 fornece uma abordagem eficaz e contra intuitiva para garantir que a primeira camada de encapsulação 1216 pode fluir entre a primeira matriz 1211 e o segundo substrato de pacote 1220, durante um processo de fabricação do dispositivo de pacote em pacote (PoP) 1200.

[0119] Diferentes implantações podem posicionar o controlador de lacuna 1270 em diferentes porções da primeira matriz 1211. Em algumas implantações, a maior quantidade de distorção, deformação, e/ou deflexão do segundo substrato de pacote 1220 pode ocorrer em um espaço acima de um centro da primeira matriz 1211, um centro do

primeiro pacote 1201 e/ou um centro do segundo pacote 1202. Em algumas implantações, o controlador de lacuna 1270 pode ser posicionado em ou ao redor (por exemplo, perto) de um centro da primeira matriz 1211, para garantir que haja suporte em uma porção do segundo substrato de pacote 1220 que pode ter potencialmente a maior quantidade de distorção, deformação e/ou deflexão.

[0120] A Figura 12 ilustra que o controlador de lacuna 1270 inclui um espaçador 1272 e uma camada adesiva 1274. A camada adesiva 1274 circunda pelo menos parcialmente o espaçador 1272. Diferentes implantações podem usar diferentes materiais para o espaçador 1272 e a camada adesiva 1274. Em algumas implantações, o espaçador 1272 pode ser uma bola metálica (por exemplo, bola de cobre). A camada adesiva 1274 pode ser usada para acoplar o espaçador 1272 à primeira matriz 1211. Em algumas implantações, a camada adesiva 1274 pode ser configurado para impedir que o controlador de lacuna 1270 se move substancialmente quando a primeira camada de encapsulação 1216 for formada entre a primeira matriz 1211 e o segundo pacote 1202.

[0121] O espaçador 1272 pode incluir um espaçador sólido que inclui uma cerâmica, um metal e/ou um polímero (por exemplo, cobre, uma bola de núcleo de polímero e/ou coluna de polímero). A camada adesiva 1274 pode incluir um enchimento inferior e/ou um material de enchimento em canto de alta viscosidade (por exemplo, Cookson HEL-30, Namics G8345D) e silício RTV (por exemplo, ASE 600). A camada adesiva 1274 pode incluir uma pasta de sinterização (por exemplo, Ormet 406, CS650).

[0122] Conforme mostrado na Figura 12, a primeira camada de encapsulação 1216 circunda pelo menos parcialmente a camada adesiva 1274 e/ou o espaçador 1272. A Figura 12 também ilustra que o controlador de lacuna 1270 está em contato físico direto com a primeira matriz 1211, mas não em contato físico direto com o segundo pacote 1202 (por exemplo, segundo substrato de pacote 1220 do segundo pacote 1202). Em algumas implantações, o controlador de lacuna 1270 pode estar em contato físico direto tanto com a primeira matriz 1211 e a segundo pacote 1202 (por exemplo, segundo substrato de pacote 1220 do segundo pacote 1202). Em algumas implantações, o controlador de lacuna 1270 pode estar em contato físico direto com o segundo pacote 1202 (por exemplo, segundo substrato de pacote 1220 do segundo pacote 1202), mas não em contato direto com a primeira matriz 1211.

[0123] A presente revelação ilustra e descreve soldas em esfera (por exemplo, 1215, 1225) que são usadas para acoplar as matrizes (por exemplo, 1211, 1221) aos substratos de pacote (por exemplo, 1210, 1220). No entanto, em algumas implantações, outras interconexões podem ser usadas para acoplar as matrizes aos substratos de pacote. Por exemplo, algumas implantações podem usar ligação por fio e pilares (por exemplo, pilares de cobre) para acoplar matrizes a um substrato de pacote.

[0124] Conforme mencionado acima, diferentes implantações podem usar diferentes configurações do controlador de lacuna 1270. Por exemplo, diferentes implantações podem usar diferentes números do controlador de lacuna 1270. Além do mais, o controlador de lacuna 1270

pode estar localizado diferentemente sobre a primeira matriz 1211 (por exemplo, em ou ao redor do centro da primeira matriz 1211). Em algumas implantações, o controlador de lacuna 1270 pode incluir diferentes estruturas e/ou materiais.

[0125] A Figura 13 ilustra um controlador de lacuna 1370 que inclui a camada adesiva 1274. A camada adesiva 1274 é formada sobre a primeira matriz 1211, e é pelo menos parcialmente circundada pela primeira camada de encapsulação 1216.

[0126] A Figura 14 ilustra um controlador de lacuna 1470 que inclui o espaçador 1272. O espaçador 1272 é formado sobre a primeira matriz 1211, e é pelo menos parcialmente circundada pela primeira camada de encapsulação 1216.

[0127] A Figura 15 ilustra um controlador de lacuna 1570 que inclui uma pluralidade de espaçadores 1572 e a camada adesiva 1274. A pluralidade de espaçadores 1572 é circundada pelo menos parcialmente pela camada adesiva 1274. A pluralidade de espaçadores 1572 e a camada adesiva 1274 são formadas sobre a primeira matriz 1211, e são circundadas pelo menos parcialmente pela primeira camada de encapsulação 1216.

[0128] Conforme mostrado na presente revelação, os controladores de lacuna (por exemplo, 1270, 1370, 1470, 1570) são acoplados a um primeiro pacote (por exemplo, primeiro pacote 1201), mas livre do acoplamento a um segundo pacote (por exemplo, segundo pacote 1202). Em algumas implantações, os controladores de lacuna (por exemplo, 1270, 1370, 1470, 1570) podem tocar fisicamente um

segundo pacote, mas não são permanentemente ligados a um segundo pacote. Por exemplo, os controladores de lacuna podem ser ligados ao primeiro pacote, mas não ligados ao segundo pacote (por exemplo, livres de ligação com o mesmo).

[0129] Os controladores de lacuna 1370, 1470 e/ou 1570 podem ser meios para controle de lacuna para fornecer uma lacuna mínima entre uma primeira matriz (por exemplo, primeira matriz 1211) e um segundo pacote (por exemplo, o segundo pacote 1202). Em algumas implantações, um ou mais dos controladores de lacuna 1370, 1470, 1570 podem ocupar menos que substancialmente todo um espaço entre uma primeira matriz (por exemplo, primeira matriz 1211) e um segundo pacote (por exemplo, segundo pacote 1202). Em algumas implantações, um ou mais controladores de lacuna 1370, 1470, e/ou 1570, individual ou coletivamente, são acoplados a menos que substancialmente toda uma superfície do lado traseiro de uma primeira matriz (por exemplo, primeira matriz 1211). Em algumas implantações, um ou mais controladores de lacuna 1370, 1470, e/ou 1570, individual ou coletivamente, são acoplados a menos que uma maioria de uma superfície do lado traseiro de uma primeira matriz (por exemplo, primeira matriz 1211).

[0130] As dimensões, conforme descrito para o controlador de lacuna 1270, podem ser aplicáveis às dimensões para os controladores de lacuna 1370, 1470, e/ou 1570. Além do mais, os controladores de lacuna 1370, 1470 e/ou 1570 podem ser implantados em quaisquer dos dispositivos de pacote em pacote (PoP) descritos na presente revelação. Diferentes implantações podem incluir

diferentes configurações e/ou combinações dos dispositivos de pacote em pacote (PoP) que incluem um controlador de lacuna. Abaixo estão exemplos adicionais de diferentes dispositivos de pacote em pacote (PoP) que incluem um controlador de lacuna.

DISPOSITIVO DE PACOTE EM PACOTE (POP)
EXEMPLIFICATIVO QUE COMPREENDE UM CONTROLADOR DE LACUNA

[0131] A Figura 16 ilustra um outro dispositivo de pacote em pacote (PoP) 1600 que inclui um primeiro pacote 1601, o segundo pacote 1202 e o controlador de lacuna 1270. O segundo pacote 1202 é acoplado ao primeiro pacote 1601. O primeiro pacote 1601 pode ser um primeiro pacote de circuito integrado (IC). O dispositivo de pacote em pacote (PoP) 1600 é acoplado a uma placa de circuito impresso (PCB) 350 através da pluralidade de soldas em esfera 1251. O dispositivo de pacote em pacote (PoP) 1600 é semelhante ao dispositivo de pacote em pacote (PoP) 1200, exceto que o primeiro pacote 1601 tem uma configuração diferente. O dispositivo de pacote em pacote (PoP) 1600 pode ser embutido em qualquer um dos dispositivos integrados descritos na presente revelação.

[0132] Conforme descrito acima e descrito mais abaixo, em algumas implantações, o controlador de lacuna 1270 é configurado para garantir que haja distância, espaço ou lacuna suficiente entre uma matriz do primeiro pacote 1601 e um substrato de pacote do segundo pacote 1202, para que uma camada de encapsulação possa ser fornecida (por exemplo, formada) no espaço ou na lacuna entre a matriz do primeiro pacote 1601 e o substrato de pacote do segundo pacote 1202. O controlador de lacuna 1270 pode ser

opcional.

[0133] O primeiro pacote 1601 inclui o primeiro substrato de pacote 1210, a primeira matriz 1211, o primeiro enchimento inferior 1214, a pluralidade de primeiras soldas em esfera 1215, a primeira camada de encapsulação 1216, o controlador de lacuna 1270 e uma camada de encapsulação 1616. Desse modo, o primeiro pacote 1601 inclui duas camadas de encapsulação (por exemplo, 1216, 1616). Em algumas implantações, o primeiro pacote 1601 também pode incluir uma pluralidade de interconexões de pacote 1627. A pluralidade de interconexões de pacote 1627 pode incluir uma pluralidade de interconexões de pacote 1617 e a pluralidade de interconexões de pacote 1227.

[0134] A camada de encapsulação 1616 encapsula pelo menos parcialmente a primeira matriz 1211 e a pluralidade de interconexões de pacote 1627. Por exemplo, a camada de encapsulação 1616 pode encapsular pelo menos parcialmente a primeira matriz 1211 e a pluralidade de interconexões de pacote 1617. Em algumas implantações, uma superfície da camada de encapsulação 1616 pode ser substancialmente coplanar com uma superfície (por exemplo, superfície do lado traseiro) da primeira matriz 1211. A primeira camada de encapsulação 1216 é formada sobre a primeira matriz 1211 e a camada de encapsulação 1616. A camada de encapsulação 1616 pode ser o mesmo material ou um material diferente da primeira camada de encapsulação 1216. A camada de encapsulação 1216 encapsula pelo menos parcialmente o controlador de lacuna 1270 e a pluralidade de interconexões de pacote 1627.

[0135] O segundo pacote 1202 inclui o segundo substrato de pacote 1220, a segunda matriz 1221, o segundo enchimento inferior 1224, a pluralidade de segundas soldas em esfera 1225 e a segunda camada de encapsulação 1226. Em algumas implantações, o segundo pacote 1202 também pode incluir a pluralidade de interconexões de pacote 1627, que inclui a pluralidade de interconexões de pacote 1617 e a pluralidade de interconexões de pacote 1227.

[0136] O segundo pacote 1202 é acoplado ao primeiro pacote 1601 através da pluralidade de interconexões de pacote 1627, que inclui a pluralidade de interconexões de pacote 1227 e a pluralidade de interconexões de pacote 1617. A pluralidade de interconexões de pacote 1627 pode incluir uma interconexão de solda (por exemplo, solda em esfera). A pluralidade de interconexões de pacote 1627 é acoplada ao primeiro substrato de pacote 1210 e ao segundo substrato de pacote 1220. Em particular, a pluralidade de interconexões de pacote 1627 é acoplada à pluralidade das primeiras interconexões 1213 (do primeiro substrato de pacote 1210) e à pluralidade de segundas interconexões 1223 (do segundo substrato de pacote 1220). Em algumas implantações, a pluralidade de interconexões de pacote 1227 é acoplada à pluralidade de segundas interconexões 1223 e à pluralidade de interconexões de pacote 1617. A pluralidade de interconexões de pacote 1617 é acoplada à pluralidade de primeiras interconexões 1213.

[0137] A Figura 16 ilustra que o dispositivo de pacote em pacote (PoP) 1600 é pelo menos parcialmente encapsulado pela camada de encapsulação 316. A camada de

encapsulação 316 pode ser distinta e separada da primeira camada de encapsulação 1216 em algumas implantações. Em algumas implantações, a camada de encapsulação 316 pode incluir a primeira camada de encapsulação 1216. Em algumas implantações, a camada de encapsulação 316 é a mesma que a primeira camada de encapsulação 1216. Desse modo, em algumas implantações, a camada de encapsulação 316 pode tanto encapsular o dispositivo de pacote em pacote (PoP) 1600 quanto estar localizada dentro do dispositivo de pacote em pacote (PoP) 1600. O conceito acima é ilustrado na Figura 16 por meio da delimitação tracejada (por exemplo, linha) entre a camada de encapsulação 316 e a primeira camada de encapsulação 1216.

[0138] O controlador de lacuna 1270 está localizado sobre a primeira matriz 1211 (por exemplo, sobre uma superfície de topo da primeira matriz 1211). Em particular, o controlador de lacuna 1270 está localizado entre a primeira matriz 1211 do primeiro pacote 1601 e o segundo substrato de pacote 1220 do segundo pacote 1202. Em algumas implantações, o controlador de lacuna 1270 é configurado para fornecer uma distância mínima, um espaço mínimo e/ou uma lacuna mínima entre a primeira matriz 1211 do primeiro pacote 1601 e o segundo substrato de pacote 1220 do segundo pacote 1202. Em algumas implantações, a distância mínima, o espaço mínimo, a lacuna mínima garantem que haja lugar suficiente para a primeira camada de encapsulação 1216 fluir (por exemplo, durante um processo de fabricação) entre a primeira matriz 1211 do primeiro pacote 1601 e o segundo substrato de pacote 1220 do segundo pacote 1202, mesmo quando houver distorção, deformação e/ou

deflexão do segundo substrato de pacote 1220. Desse modo, em algumas implantações, pelo menos um controlador de lacuna 1270 que está localizado sobre a primeira matriz 1211 (por exemplo, sobre uma superfície de topo da primeira matriz 1211) garante que uma quantidade suficiente da primeira camada de encapsulação 1216 seja formada entre a primeira matriz 1211 e o segundo substrato de pacote 1220 (do segundo pacote 1202).

DISPOSITIVO DE PACOTE EM PACOTE (POP) EXEMPLIFICATIVO QUE
COMPREENDE UM CONTROLADOR DE LACUNA

[0139] A Figura 17 ilustra um outro dispositivo de pacote em pacote (PoP) 1700 que inclui um primeiro pacote 1701, o segundo pacote 1202 e o controlador de lacuna 1270. O segundo pacote 1202 é acoplado ao primeiro pacote 1701. O primeiro pacote 1701 pode ser um primeiro pacote de circuito integrado (IC). O dispositivo de pacote em pacote (PoP) 1700 é acoplado a uma placa de circuito impresso (PCB) 350 através da pluralidade de soldas em esfera 1251. O dispositivo de pacote em pacote (PoP) 1700 é semelhante ao dispositivo de pacote em pacote (PoP) 1600, exceto que o primeiro pacote 1701 tem uma configuração diferente. Em particular, o primeiro pacote 1701 inclui duas camadas de encapsulação em que uma camada de encapsulação é sobremoldada sobre a primeira matriz 1211 do primeiro pacote 1701. O dispositivo de pacote em pacote (PoP) 1700 pode ser embutido em qualquer um dos dispositivos integrados descritos na presente revelação.

[0140] Conforme descrito acima e descrito mais abaixo, em algumas implantações, o controlador de lacuna 1270 é configurado para garantir que haja distância, espaço

ou lacuna suficiente entre uma matriz do primeiro pacote 1701 e um substrato de pacote do segundo pacote 1202, para que uma camada de encapsulação possa ser fornecida (por exemplo, formada) no espaço ou na lacuna entre a matriz do primeiro pacote 1701 e o substrato de pacote do segundo pacote 1202. O controlador de lacuna 1270 pode ser opcional.

[0141] O primeiro pacote 1701 inclui o primeiro substrato de pacote 1210, a primeira matriz 1211, o primeiro enchimento inferior 1214, a pluralidade de primeiras soldas em esfera 1215, a primeira camada de encapsulação 1216, o controlador de lacuna 1270 e uma camada de encapsulação 1716. Desse modo, o primeiro pacote 1701 inclui duas camadas de encapsulação (por exemplo, 1216, 1716). Em algumas implantações, o primeiro pacote 1701 também pode incluir a pluralidade de interconexões de pacote 1627. A pluralidade de interconexões de pacote 1627 pode incluir a pluralidade de interconexões de pacote 1617 e a pluralidade de interconexões de pacote 1227.

[0142] A camada de encapsulação 1716 encapsula pelo menos parcialmente a primeira matriz 1211 e a pluralidade de interconexões de pacote 1627. Em particular, a camada de encapsulação 1716 é sobremoldada sobre a primeira matriz 1211. Ou seja, a camada de encapsulação 1716 encapsula uma superfície (por exemplo, superfície do lado traseiro) da primeira matriz 1211. Desse modo, uma superfície da camada de encapsulação 1716 não é substancialmente coplanar com uma superfície (por exemplo, superfície do lado traseiro) da primeira matriz 1211. A camada de encapsulação 1216 encapsula pelo menos

parcialmente o controlador de lacuna 1270 e a pluralidade de interconexões de pacote 1627. A primeira camada de encapsulação 1216 é formada sobre a camada de encapsulação 1716. A camada de encapsulação 1716 pode ser o mesmo material ou um material diferente da primeira camada de encapsulação 1216.

[0143] A Figura 17 ilustra que o dispositivo de pacote em pacote (PoP) 1700 é pelo menos parcialmente encapsulado pela camada de encapsulação 316. A camada de encapsulação 316 pode ser distinta e separada da primeira camada de encapsulação 1216 em algumas implantações. Em algumas implantações, a camada de encapsulação 316 pode incluir a primeira camada de encapsulação 1216. Em algumas implantações, a camada de encapsulação 316 é a mesma que a primeira camada de encapsulação 1216. Desse modo, em algumas implantações, a camada de encapsulação 316 pode tanto encapsular o dispositivo de pacote em pacote (PoP) 1700 quanto estar localizada dentro do dispositivo de pacote em pacote (PoP) 1700. O conceito acima é ilustrado na Figura 17 por meio da delimitação tracejada (por exemplo, linha) entre a camada de encapsulação 316 e a primeira camada de encapsulação 1216.

[0144] Conforme mostrado na Figura 17, o controlador de lacuna 1270 está localizado sobre a camada de encapsulação 1716. Em particular, o controlador de lacuna 1270 está localizado entre a primeira matriz 1211 do primeiro pacote 1701 e o segundo substrato de pacote 1220 do segundo pacote 1202. Em algumas implantações, o controlador de lacuna 1270 é configurado para fornecer uma distância mínima, um espaço mínimo e/ou uma lacuna mínima

entre a camada de encapsulação 1716 sobre a primeira matriz 1211 do primeiro pacote 1701 e o segundo substrato de pacote 1220 do segundo pacote 1202. Em algumas implantações, a distância mínima, o espaço mínimo, a lacuna mínima garantem que haja lugar suficiente para a primeira camada de encapsulação 1216 fluir (por exemplo, durante um processo de fabricação) entre a camada de encapsulação 1716 sobre a primeira matriz 1211 do primeiro pacote 1701 e o segundo substrato de pacote 1220 do segundo pacote 1202, mesmo quando houver distorção, deformação e/ou deflexão do segundo substrato de pacote 1220. Desse modo, em algumas implantações, pelo menos um controlador de lacuna 1270 que está localizado sobre a camada de encapsulação 1716 na primeira matriz 1211 garante que uma quantidade suficiente da primeira camada de encapsulação 1216 seja formada entre a camada de encapsulação 1716 sobre a primeira matriz 1211 e o segundo substrato de pacote 1220 (do segundo pacote 1202).

[0145] A Figura 17 ilustra que o controlador de lacuna 1270 não está em contato físico direto com a primeira matriz 1211 nem com o segundo pacote 1202 (por exemplo, segundo substrato de pacote 1220 do segundo pacote 1202). A Figura 17 também ilustra que o controlador de lacuna 1270 é configurado para fornecer uma lacuna 1290 (por exemplo, lacuna mínima) entre a camada de encapsulação 1716 sobre a primeira matriz 1211, e o segundo pacote 1202 (por exemplo, superfície de fundo do segundo substrato de pacote 1220 do segundo pacote 1202). Em algumas implantações, uma lacuna entre a primeira matriz 1211 e ao segundo pacote 1202 (por exemplo, segundo substrato de

pacote 1220 do segundo pacote 1202) pode incluir a lacuna 1290 e uma espessura da camada de encapsulação 1716 sobre a primeira matriz 1211.

DISPOSITIVO DE PACOTE EM PACOTE (POP) EXEMPLIFICATIVO QUE COMPREENDE UM CONTROLADOR DE LACUNA

[0146] A Figura 18 ilustra um outro dispositivo de pacote em pacote (PoP) 1800 que inclui um primeiro pacote 1801, o segundo pacote 1202 e o controlador de lacuna 1270. O segundo pacote 1202 é acoplado ao primeiro pacote 1801. O dispositivo de pacote em pacote (PoP) 1800 é acoplado a uma placa de circuito impresso (PCB) 350 através da pluralidade de soldas em esfera 1251. O dispositivo de pacote em pacote (PoP) 1800 é semelhante ao dispositivo de pacote em pacote (PoP) 1600, exceto que o primeiro pacote 1801 tem uma configuração diferente. Em particular, o primeiro pacote 1801 inclui um pacote de nível de pastilha (WLP). O dispositivo de pacote em pacote (PoP) 1800 pode ser embutido em qualquer um dos dispositivos integrados descritos na presente revelação.

[0147] Conforme descrito acima e descrito mais abaixo, em algumas implantações, o controlador de lacuna 1270 é configurado para garantir que haja distância, espaço ou lacuna suficiente entre uma matriz do primeiro pacote 1801 e um substrato de pacote do segundo pacote 1202, para que uma camada de encapsulação possa ser fornecida (por exemplo, formada) no espaço ou na lacuna entre a matriz do primeiro pacote 1801 e o substrato de pacote do segundo pacote 1202. O controlador de lacuna 1270 pode ser opcional.

[0148] O primeiro pacote 1801 pode incluir um

pacote de nível de pastilha de distribuição de portas de saída (FOWLP). O primeiro pacote 1801 inclui uma primeira porção de redistribuição 1810, uma primeira matriz 1811, uma primeira camada de encapsulação 1216 e uma camada de encapsulação 1816. A primeira porção de redistribuição 1810 pode ser uma porção de distribuição de portas de saída (por exemplo, para distribuição ou roteamento de sinalização para e a partir dos dispositivos com diferentes passos de I/O). O primeiro pacote 1801 também pode incluir a pluralidade de interconexões de pacote 1827. A pluralidade de interconexões de pacote 1827 pode incluir uma pluralidade de interconexões de pacote 1817 e a pluralidade de interconexões de pacote 1227. A pluralidade de interconexões de pacote 1827 pode incluir uma interconexão de solda (por exemplo, solda em esfera).

[0149] A primeira porção de redistribuição 1810 inclui pelo menos uma camada dielétrica 1812, pelo menos uma camada de redistribuição 1815 e pelo menos uma camada de metalização sob protuberância (UBM) 1819. A camada de redistribuição (por exemplo, 1815) pode redistribuir a sinalização de coxins de I/O de uma matriz para outras partes do pacote. A pelo menos uma camada de redistribuição 1815 é acoplada a pelo menos uma camada de UBM 1819. A pelo menos uma camada de UBM 1819 é acoplada à pluralidade de soldas em esfera 1251. Em algumas implantações, a pelo menos uma camada de UBM 1819 pode ser opcional. Em tais ocasiões, a pluralidade de soldas em esfera 1251 pode ser acoplada a pelo menos uma camada de redistribuição 1815.

[0150] A primeira matriz 1811 pode ser um

circuito integrado (IC) que inclui uma pluralidade de transistores e/ou outros componentes eletrônicos. A primeira matriz 1811 pode ser uma matriz lógica e/ou a matriz de memória. A primeira matriz 1811 pode ser uma matriz exposta. A primeira matriz 1811 pode incluir o coxim 1813. A primeira matriz 1811 é acoplada à primeira porção de redistribuição 1810. Em particular, o coxim 1813 da primeira matriz 1811 é acoplado a pelo menos uma camada de redistribuição 1815.

[0151] A camada de encapsulação 1816 encapsula pelo menos parcialmente a primeira matriz 1811 e a pluralidade de interconexões de pacote 1827. Por exemplo, a camada de encapsulação 1816 pode encapsular pelo menos parcialmente a primeira matriz 1811 e a pluralidade de interconexões de pacote 1817. Em algumas implantações, uma superfície da camada de encapsulação 1816 pode ser substancialmente coplanar com uma superfície (por exemplo, superfície do lado traseiro) da primeira matriz 1811. A primeira camada de encapsulação 1216 é formada sobre a primeira matriz 1811 e a camada de encapsulação 1816. A camada de encapsulação 1816 pode ser o mesmo material ou um material diferente da primeira camada de encapsulação 1216. A camada de encapsulação 1216 encapsula pelo menos parcialmente o controlador de lacuna 1270 e a pluralidade de interconexões de pacote 1827.

[0152] O segundo pacote 1202 é acoplado ao primeiro pacote 1801 através da pluralidade de interconexões de pacote 1827, que inclui a pluralidade de interconexões de pacote 1227 e a pluralidade de interconexões de pacote 1817. A pluralidade de

interconexões de pacote 1827 pode incluir uma interconexão de solda (por exemplo, solda em esfera). A pluralidade de interconexões de pacote 1827 é acoplada à primeira porção de redistribuição 1810 e ao segundo substrato de pacote 1220. Em particular, a pluralidade de interconexões de pacote 1827 é acoplada a pelo menos uma camada de redistribuição 1815 (da primeira porção de redistribuição 1810) e à pluralidade de segundas interconexões 1223 (do segundo substrato de pacote 1220). Em algumas implantações, a pluralidade de interconexões de pacote 1227 é acoplada à pluralidade de segundas interconexões 1223 e à pluralidade de interconexões de pacote 1817. A pluralidade de interconexões de pacote 1817 é acoplada a pelo menos uma camada de redistribuição 1815 da primeira porção de redistribuição 1810.

[0153] A Figura 18 ilustra que o dispositivo de pacote em pacote (PoP) 1800 é pelo menos parcialmente encapsulado pela camada de encapsulação 316. A camada de encapsulação 316 pode ser distinta e separada da primeira camada de encapsulação 1216 em algumas implantações. Em algumas implantações, a camada de encapsulação 316 pode incluir a primeira camada de encapsulação 1216. Em algumas implantações, a camada de encapsulação 316 é a mesma que a primeira camada de encapsulação 1216. Desse modo, em algumas implantações, a camada de encapsulação 316 pode tanto encapsular o dispositivo de pacote em pacote (PoP) 1800 quanto estar localizada dentro do dispositivo de pacote em pacote (PoP) 1800. O conceito acima é ilustrado na Figura 18 por meio da delimitação tracejada (por exemplo, linha) entre a camada de encapsulação 316 e a

primeira camada de encapsulação 1216.

[0154] O controlador de lacuna 1270 está localizado sobre a primeira matriz 1811 (por exemplo, lado traseiro da primeira matriz 1811). Em particular, o controlador de lacuna 1270 está localizado entre a primeira matriz 1811 do primeiro pacote 1801 e o segundo substrato de pacote 1220 do segundo pacote 1202. Em algumas implantações, o controlador de lacuna 1270 é configurado para fornecer uma distância mínima, um espaço mínimo e/ou uma lacuna mínima entre a primeira matriz 1811 do primeiro pacote 1801 e o segundo substrato de pacote 1220 do segundo pacote 1202. Em algumas implantações, a distância mínima, o espaço mínimo, a lacuna mínima garantem que haja lugar suficiente para a primeira camada de encapsulação 1216 fluir (por exemplo, durante um processo de fabricação) entre a primeira matriz 1811 do primeiro pacote 1801 e o segundo substrato de pacote 1220 do segundo pacote 1202, mesmo quando houver distorção, deformação e/ou deflexão do segundo substrato de pacote 1220. Desse modo, em algumas implantações, pelo menos um controlador de lacuna 1270 que está localizado sobre a primeira matriz 1811 (por exemplo, sobre um lado traseiro da primeira matriz 1811) garante que uma quantidade suficiente da primeira camada de encapsulação 1216 seja formada entre a primeira matriz 1811 e o segundo substrato de pacote 1220 (do segundo pacote 1202).

DISPOSITIVO DE PACOTE EM PACOTE (POP) EXEMPLIFICATIVO QUE
COMPREENDE UM CONTROLADOR DE LACUNA

[0155] A Figura 19 ilustra um outro dispositivo de pacote em pacote (PoP) 1900 que inclui o

primeiro pacote 1701, um segundo pacote 1902 e o controlador de lacuna 1270. O segundo pacote 1902 é acoplado ao primeiro pacote 1701. O primeiro pacote 1701 pode ser um primeiro pacote de circuito integrado (IC). O dispositivo de pacote em pacote (PoP) 1900 é acoplado a uma placa de circuito impresso (PCB) 350 através da pluralidade de soldas em esfera 1251. O dispositivo de pacote em pacote (PoP) 1900 é semelhante ao dispositivo de pacote em pacote (PoP) 1700 da Figura 17, exceto que o segundo pacote 1902 tem uma configuração diferente. Em particular, o segundo pacote 1902 inclui um pacote de nível de pastilha (WLP). O dispositivo de pacote em pacote (PoP) 1900 pode ser embutido em qualquer um dos dispositivos integrados descritos na presente revelação.

[0156] Conforme será descrito mais abaixo, em algumas implantações, o controlador de lacuna 1270 é configurado para garantir que haja distância, espaço ou lacuna suficiente entre uma matriz do primeiro pacote 1701 e uma porção de redistribuição do segundo pacote 1902, para que uma camada de encapsulação possa ser fornecida (por exemplo, formada) no espaço ou na lacuna entre a matriz do primeiro pacote 1701 e a porção de redistribuição do segundo pacote 1902. O controlador de lacuna 1270 pode ser opcional.

[0157] O primeiro pacote 1701 inclui o primeiro substrato de pacote 1210, a primeira matriz 1211, o primeiro enchimento inferior 1214, a pluralidade de primeiras soldas em esfera 1215, a primeira camada de encapsulação 1216, o controlador de lacuna 1270 e a camada de encapsulação 1716. Desse modo, o primeiro pacote 1701

inclui duas camadas de encapsulação (por exemplo, 1216, 1716). Em algumas implantações, o primeiro pacote 1701 também pode incluir a pluralidade de interconexões de pacote 1627. A pluralidade de interconexões de pacote 1627 pode incluir a pluralidade de interconexões de pacote 1617 e a pluralidade de interconexões de pacote 1227.

[0158] O segundo pacote 1902 pode incluir um pacote de nível de pastilha de distribuição de portas de saída (FOLWP). O segundo pacote 1902 inclui uma segunda porção de redistribuição 1920, uma segunda matriz 1921 e uma segunda camada de encapsulação 1926. A segunda porção de redistribuição 1920 pode ser uma porção de distribuição de portas de saída (por exemplo, para distribuição ou roteamento de sinalização para e a partir dos dispositivos com diferentes passos de I/O).

[0159] A segunda porção de redistribuição 1920 inclui pelo menos uma camada dielétrica 1922, pelo menos uma camada de redistribuição 1925 e pelo menos uma camada de metalização sob protuberância (UBM) 1929. A camada de redistribuição (por exemplo, 1925) pode redistribuir a sinalização de coxins de I/O de uma matriz para outras partes do pacote. A pelo menos uma camada de redistribuição 1925 é acoplada a pelo menos uma camada de UBM 1929. A pelo menos uma camada de UBM 1929 é acoplada à pluralidade de interconexões de pacote 1227 (por exemplo, soldas em esfera). Em algumas implantações, a pelo menos uma camada de UBM 1929 pode ser opcional. Em tais ocasiões, a pluralidade de interconexões de pacote 1227 (por exemplo, soldas em esfera) pode ser acoplada a pelo menos uma camada de redistribuição 1925.

[0160] A segunda matriz 1921 pode ser um circuito integrado (IC) que inclui uma pluralidade de transistores e/ou outros componentes eletrônicos. A segunda matriz 1921 pode ser uma matriz lógica e/ou a matriz de memória. A segunda matriz 1921 pode ser uma matriz exposta. A segunda matriz 1921 pode incluir o coxim 1923. A segunda matriz 1921 é acoplada à segunda porção de redistribuição 1920. Em particular, o coxim 1923 da segunda matriz 1921 é acoplado a pelo menos uma camada de redistribuição 1925.

[0161] A segunda camada de encapsulação 1926 encapsula pelo menos parcialmente a segunda matriz 1921. A segunda camada de encapsulação 1926 é acoplada à segunda porção de redistribuição 1920. Diferentes implantações podem usar diferentes materiais para a segunda camada de encapsulação 1926. Por exemplo, a segunda camada de encapsulação 1926 pode incluir um molde e/ou um enchimento de epóxi.

[0162] Conforme mostrado na Figura 19, o controlador de lacuna 1270 está localizado sobre a camada de encapsulação 1716. Em particular, o controlador de lacuna 1270 está localizado entre a primeira matriz 1211 do primeiro pacote 1701 e a segunda porção de redistribuição 1920 do segundo pacote 1902. Em algumas implantações, o controlador de lacuna 1270 é configurado para fornecer uma distância mínima, um espaço mínimo e/ou uma lacuna mínima entre a camada de encapsulação 1716 sobre a primeira matriz 1211 do primeiro pacote 1701 e a segunda porção de redistribuição 1920 do segundo pacote 1902. Em algumas implantações, a distância mínima, o espaço mínimo, a lacuna mínima garantem que haja lugar suficiente para a primeira

camada de encapsulação 1216 fluir (por exemplo, durante um processo de fabricação) entre a camada de encapsulação 1716 sobre a primeira matriz 1211 do primeiro pacote 1701 e a segunda porção de redistribuição 1920 do segundo pacote 1902, mesmo quando houver distorção, deformação e/ou deflexão da segunda porção de redistribuição 1920. Desse modo, em algumas implantações, pelo menos um controlador de lacuna 1270 que está localizado sobre a camada de encapsulação 1716 na primeira matriz 1211 garante que uma quantidade suficiente da primeira camada de encapsulação 1216 seja formada entre a camada de encapsulação 1716 sobre a primeira matriz 1211 e a segunda porção de redistribuição 1920 (do segundo pacote 1902).

[0163] A Figura 19 ilustra que o dispositivo de pacote em pacote (PoP) 1900 é pelo menos parcialmente encapsulado pela camada de encapsulação 316. A camada de encapsulação 316 pode ser distinta e separada da primeira camada de encapsulação 1216 em algumas implantações. Em algumas implantações, a camada de encapsulação 316 pode incluir a primeira camada de encapsulação 1216. Em algumas implantações, a camada de encapsulação 316 é a mesma que a primeira camada de encapsulação 1216. Desse modo, em algumas implantações, a camada de encapsulação 316 pode tanto encapsular o dispositivo de pacote em pacote (PoP) 1900 quanto estar localizada dentro do dispositivo de pacote em pacote (PoP) 1900. O conceito acima é ilustrado na Figura 19 por meio da delimitação tracejada (por exemplo, linha) entre a camada de encapsulação 316 e a primeira camada de encapsulação 1216.

[0164] A Figura 19 ilustra que o controlador

de lacuna 1270 não está em contato físico direto com a primeira matriz 1211 nem com o segundo pacote 1902 (por exemplo, segunda porção de redistribuição 1920 do segundo pacote 1902). Em algumas implantações, uma superfície da camada de encapsulação 1716 pode ser coplanar com uma superfície (por exemplo, superfície de topo) da primeira matriz 1211, por exemplo, conforme descrito na Figura 16. Em tais ocasiões, o controlador de lacuna 1270 pode estar localizado sobre a primeira matriz 1211 e em contato físico com a primeira matriz 1211.

[0165] A Figura 19 também ilustra que o controlador de lacuna 1270 é configurado para fornecer uma lacuna 1290 (por exemplo, lacuna mínima) entre a camada de encapsulação 1716 sobre a primeira matriz 1211, e o segundo pacote 1902 (por exemplo, superfície de fundo da segunda porção de redistribuição 1920 do segundo pacote 1902). Em algumas implantações, uma lacuna entre a primeira matriz 1211 e ao segundo pacote 1902 (por exemplo, segunda porção de redistribuição 1920 do segundo pacote 1902) pode incluir a lacuna 1290 e uma espessura da camada de encapsulação 1716 sobre a primeira matriz 1211.

DISPOSITIVO DE PACOTE EM PACOTE (POP) EXEMPLIFICATIVO QUE
COMPREENDE UM CONTROLADOR DE LACUNA

[0166] A Figura 20 ilustra um outro dispositivo de pacote em pacote (PoP) 2000 que inclui um primeiro pacote 2001, o segundo pacote 1902 e o controlador de lacuna 1270. O segundo pacote 1902 é acoplado ao primeiro pacote 2001. O dispositivo de pacote em pacote (PoP) 2000 é acoplado a uma placa de circuito impresso (PCB) 350 através da pluralidade de soldas em esfera 1251.

O dispositivo de pacote em pacote (PoP) 2000 é semelhante ao dispositivo de pacote em pacote (PoP) 1900, exceto que o primeiro pacote 2001 tem uma configuração diferente. Em particular, o primeiro pacote 2001 inclui um pacote de nível de pastilha (WLP). Desse modo, o dispositivo de pacote em pacote (PoP) 2000 da Figura 20 inclui dois pacotes de nível de pastilha (WLPs). O dispositivo de pacote em pacote (PoP) 2000 pode ser embutido em qualquer um dos dispositivos integrados descritos na presente revelação.

[0167] Conforme descrito acima e descrito mais abaixo, em algumas implantações, o controlador de lacuna 1270 é configurado para garantir que haja distância, espaço ou lacuna suficiente entre uma matriz do primeiro pacote 2001 e uma porção de redistribuição do segundo pacote 1902, para que uma camada de encapsulação possa ser fornecida (por exemplo, formada) no espaço ou na lacuna entre a matriz do primeiro pacote 2001 e a porção de redistribuição do segundo pacote 1902. O controlador de lacuna 1270 pode ser opcional.

[0168] O primeiro pacote 2001 pode incluir um pacote de nível de pastilha de distribuição de portas de saída (FOWLP). O primeiro pacote 2001 inclui a primeira porção de redistribuição 1810, a primeira matriz 1811, a primeira camada de encapsulação 1216, a camada de encapsulação 1816 e uma pluralidade de interconexões 2017 (por exemplo, vias). A primeira porção de redistribuição 1810 pode ser uma porção de distribuição de portas de saída (por exemplo, para distribuição ou roteamento de sinalização para e a partir dos dispositivos com diferentes

passos de I/O). O primeiro pacote 2001 também pode incluir a pluralidade de interconexões de pacote 1227.

[0169] A primeira porção de redistribuição 1810 inclui pelo menos uma camada dielétrica 1812, pelo menos uma camada de redistribuição 1815 e pelo menos uma camada de metalização sob protuberância (UBM) 1819. A camada de redistribuição (por exemplo, 1815) pode redistribuir a sinalização de coxins de I/O de uma matriz para outras partes do pacote. A pelo menos uma camada de redistribuição 1815 é acoplada a pelo menos uma camada de UBM 1819. A pelo menos uma camada de UBM 1819 é acoplada à pluralidade de soldas em esfera 1251. Em algumas implantações, a pelo menos uma camada de UBM 1819 pode ser opcional. Em tais ocasiões, a pluralidade de soldas em esfera 1251 pode ser acoplada a pelo menos uma camada de redistribuição 1815.

[0170] A primeira matriz 1811 pode ser um circuito integrado (IC) que inclui uma pluralidade de transistores e/ou outros componentes eletrônicos. A primeira matriz 1811 pode ser uma matriz lógica e/ou a matriz de memória. A primeira matriz 1811 pode ser uma matriz exposta. A primeira matriz 1811 pode incluir o coxim 1813. A primeira matriz 1811 é acoplada à primeira porção de redistribuição 1810. Em particular, o coxim 1813 da primeira matriz 1811 é acoplado a pelo menos uma camada de redistribuição 1815.

[0171] A pluralidade de interconexões 2017 atravessa a camada de encapsulação 1816. A pluralidade de interconexões 2017 é acoplada à primeira porção de redistribuição 1810. Em particular, a pluralidade de

interconexões 2017 é acoplada a pelo menos uma camada de redistribuição 1815.

[0172] A camada de encapsulação 1816 encapsula pelo menos parcialmente a primeira matriz 1811 e a pluralidade de interconexões 2017. Em algumas implantações, uma superfície da camada de encapsulação 1816 pode ser substancialmente coplanar com uma superfície (por exemplo, superfície do lado traseiro) da primeira matriz 1811. A primeira camada de encapsulação 1216 é formada sobre a primeira matriz 1811 e a camada de encapsulação 1816. A camada de encapsulação 1816 pode ser o mesmo material ou um material diferente da primeira camada de encapsulação 1216. A camada de encapsulação 1216 encapsula pelo menos parcialmente o controlador de lacuna 1270 e a pluralidade de interconexões 1227.

[0173] O segundo pacote 1902 pode incluir um pacote de nível de pastilha de distribuição de portas de saída (FOWLP). O segundo pacote 1902 inclui a segunda porção de redistribuição 1920, a segunda matriz 1921 e a segunda camada de encapsulação 1926. A segunda porção de redistribuição 1920 pode ser uma porção de distribuição de portas de saída (por exemplo, para distribuição ou roteamento de sinalização para e a partir dos dispositivos com diferentes passos de I/O).

[0174] O segundo pacote 1902 é acoplado ao primeiro pacote 2001 através da pluralidade de interconexões de pacote 1227. A pluralidade de interconexões de pacote 1227 pode incluir uma interconexão de solda (por exemplo, solda em esfera). A pluralidade de interconexões de pacote 1227 é acoplada à segunda porção de

redistribuição 1920 e à pluralidade de interconexões 2017 (por exemplo, vias) do primeiro pacote 2001. Em particular, a pluralidade de interconexões de pacote 1227 é acoplada à camada de UBM 1929 e à pluralidade de interconexões 2017 (por exemplo, vias) do primeiro pacote 2001. Em algumas implantações, a pluralidade de interconexões de pacote 1227 é acoplada à camada de redistribuição 1925 e à pluralidade de interconexões 2017 (por exemplo, vias) do primeiro pacote 2001.

[0175] O controlador de lacuna 1270 está localizado sobre a primeira matriz 1811 (por exemplo, sobre o lado traseiro da primeira matriz 1811). Em particular, o controlador de lacuna 1270 está localizado entre a primeira matriz 1811 do primeiro pacote 2001 e a segunda porção de redistribuição 1920 do segundo pacote 1902. Em algumas implantações, o controlador de lacuna 1270 é configurado para fornecer uma distância mínima, um espaço mínimo e/ou uma lacuna mínima entre a primeira matriz 1811 do primeiro pacote 2001 e a segunda porção de redistribuição 1920 do segundo pacote 1902. Em algumas implantações, a distância mínima, o espaço mínimo, a lacuna mínima garantem que haja lugar suficiente para a primeira camada de encapsulação 1216 fluir (por exemplo, durante um processo de fabricação) entre a primeira matriz 1811 do primeiro pacote 2001 e a segunda porção de redistribuição 1920 do segundo pacote 1902, mesmo quando houver distorção, deformação e/ou deflexão da segunda porção de redistribuição 1920. Desse modo, em algumas implantações, pelo menos um controlador de lacuna 1270 que está localizado sobre a primeira matriz 1811 (por exemplo, sobre um lado traseiro da primeira

matriz 1811) garante que uma quantidade suficiente da primeira camada de encapsulação 1216 seja formada entre a primeira matriz 1811 e a segunda porção de redistribuição 1920 (do segundo pacote 1902).

[0176] A Figura 20 ilustra que o dispositivo de pacote em pacote (PoP) 2000 é pelo menos parcialmente encapsulado pela camada de encapsulação 316. A camada de encapsulação 316 pode ser distinta e separada da primeira camada de encapsulação 1216 em algumas implantações. Em algumas implantações, a camada de encapsulação 316 pode incluir a primeira camada de encapsulação 1216. Em algumas implantações, a camada de encapsulação 316 é a mesma que a primeira camada de encapsulação 1216. Desse modo, em algumas implantações, a camada de encapsulação 316 pode tanto encapsular o dispositivo de pacote em pacote (PoP) 2000 quanto estar localizada dentro do dispositivo de pacote em pacote (PoP) 2000. O conceito acima é ilustrado na Figura 20 por meio da delimitação tracejada (por exemplo, linha) entre a camada de encapsulação 316 e a primeira camada de encapsulação 1216.

[0177] Tendo descrito vários exemplos de dispositivos de pacote em pacote (PoP) que incluem um controlador de lacuna, vários processos e métodos para fabricar um dispositivo de pacote em pacote (PoP) que inclui um controlador de lacuna será descrito agora.

SEQUÊNCIA EXEMPLIFICATIVA PARA FABRICAR UM PACAOTE QUE

COMPREENDE CONTROLADOR DE LACUNA

[0178] Em algumas implantações, o fornecimento/a fabricação de um pacote que inclui um controlador de lacuna inclui diversos processos. A Figura

21 (que inclui as Figuras 21A a 21C) ilustra uma sequência exemplificativa para fornecer/fabricar um pacote que inclui um controlador de lacuna. Em algumas implantações, as sequências das Figuras 21A a 21C podem ser usadas para fabricar o pacote (por exemplo, pacote de circuito integrado (IC)) que inclui um controlador de lacuna das Figuras 12 e 16 a 19 e/ou outros pacotes descritos na presente revelação. As Figuras 21A a 21C serão descrito no contexto de fornecimento/fabricação de um pacote da Figura 16. Em particular, as Figuras 21A a 21C serão descritas no contexto da fabricação do primeiro pacote 1601 da Figura 16.

[0179] Deve-se notar que a sequência das Figuras 21A a 21C pode combinar um ou mais estágios a fim de simplificar e/ou esclarecer a sequência para fornecer um pacote. Em algumas implantações, a ordem dos processos pode ser alterada ou modificada.

[0180] O estágio 1, conforme mostrado na Figura 21A, ilustra uma primeira camada dielétrica 2112 fornecida. A primeira camada dielétrica 2112 pode ser uma camada de núcleo. A primeira camada dielétrica 2112 pode ser formada ou fornecida por um fornecedor.

[0181] O estágio 2 ilustra pelo menos uma cavidade 2101 formada na primeira camada dielétrica 2112. Diferentes implantações podem formar a cavidade 2101 na primeira camada dielétrica 2112 diferentemente. Um processo a laser e/ou um processo de fotolitografia pode ser usado para formar a cavidade 2101.

[0182] O estágio 3 ilustra uma primeira camada de metal 2104 e uma segunda camada de metal 2106 formadas

sobre e/ou na primeira camada dielétrica 2112. A primeira camada de metal 2104 e a segunda camada de metal 2106 podem representar a pluralidade de primeiras interconexões 1213, conforme descrito acima pelo menos na Figura 16.

[0183] O estágio 4 ilustra uma segunda camada dielétrica 2122 e uma terceira camada dielétrica 2132 formadas na primeira camada dielétrica 2112.

[0184] O estágio 5 ilustra pelo menos uma cavidade 2105 formada na segunda camada dielétrica 2122 e pelo menos uma cavidade 2107 formada na terceira camada dielétrica 2132. Diferentes implantações podem formar a cavidade 2105 na segunda camada dielétrica 2122 e a cavidade 2107 na terceira camada dielétrica 2132 diferentemente. Um processo a laser e/ou um processo de fotolitografia pode ser usado para formar a cavidade 2105 e/ou a cavidade 2107.

[0185] O estágio 6 ilustra uma terceira camada de metal 2108 formada sobre e/ou na segunda camada dielétrica 2122, uma quarta camada de metal 2110 formada sobre e/ou na terceira camada dielétrica 2132. A terceira camada de metal 2108 e a quarta camada de metal 2110 podem representar a pluralidade de primeiras interconexões 1213, conforme descrito acima pelo menos na Figura 16. O estágio 6 pode representar um substrato de pacote (por exemplo, primeiro substrato de pacote 1210) que inclui pelo menos uma camada dielétrica e uma pluralidade de primeiras interconexões.

[0186] O estágio 7 ilustra uma primeira camada de resistência à solda 1280 formada sobre a camada dielétrica 1212, e uma segunda camada de resistência à

solda 1282 formada sobre a camada dielétrica 1212. A camada dielétrica 1212 pode representar coletivamente a primeira camada dielétrica 2112, a segunda camada dielétrica 2122 e a terceira camada dielétrica 2132. O estágio 7 pode representar um substrato de pacote (por exemplo, primeiro substrato de pacote 1210) que inclui a camada dielétrica 1212, a pluralidade de primeiras interconexões 1213, a primeira camada de resistência à solda 1280 e a segunda camada de resistência à solda 1282.

[0187] O estágio 8, conforme mostrado na Figura 21B, ilustra a pluralidade de soldas em esfera 1251 acoplada ao primeiro substrato de pacote 1210. Em particular, a pluralidade de soldas em esfera 1252 é acoplada à pluralidade de primeiras interconexões 1213.

[0188] O estágio 9 ilustra a primeira matriz 1211 acoplada ao primeiro substrato de pacote 1210, através da pluralidade de primeiras soldas em esfera 1215. Diferentes implantações podem acoplar a primeira matriz 1211 ao primeiro substrato de pacote 1210 diferentemente (por exemplo, com o uso de pilares de interconexão). Em algumas implantações, um processo de refluxo (por exemplo, processo de refluxo de fixação de chip) pode ser usado para acoplar a primeira matriz 1211 ao primeiro substrato de pacote 1210. Em algumas implantações, um processo de refluxo pode ser usado após o processo de refluxo.

[0189] O estágio 10 ilustra um primeiro enchimento inferior 1214 fornecido entre a primeira matriz 1211 e o primeiro substrato de pacote 1210. O primeiro enchimento inferior 1214 pode circundar pelo menos parcialmente a pluralidade de primeiras soldas em esfera

1215. Em algumas implantações, o fornecimento do primeiro enchimento inferior 1214 inclui um processo de dispensa de enchimento inferior.

[0190] O estágio 11, conforme mostrado na Figura 21C, ilustra uma pluralidade de interconexões de pacote 1617 fornecida (por exemplo, formada) sobre o primeiro substrato de pacote 1210. A pluralidade de interconexões de pacote 1617 pode incluir uma interconexão de solda.

[0191] O estágio 12 ilustra uma camada de encapsulação 1616 pelo menos parcialmente formada sobre a primeira matriz 1211, o primeiro substrato de pacote 1210 e a pluralidade de interconexões de pacote 1617. Em algumas implantações, a camada de encapsulação 1616 encapsula pelo menos parcialmente a primeira matriz 1211 e a pluralidade de interconexões de pacote 1617. Em algumas implantações, a primeira matriz 1211 é completamente encapsulada pela camada de encapsulação 1616 e a camada de encapsulação 1616 é triturada de modo que uma superfície de topo da camada de encapsulação 1616 seja substancialmente coplanar com uma superfície (por exemplo, superfície do lado traseiro) da primeira matriz 1211.

[0192] O estágio 13 ilustra pelo menos uma cavidade 2116 formada na camada de encapsulação 1616. A cavidade 2116 pode ser formada para expor pelo menos parcialmente a pluralidade de interconexões de pacote 1617. Um processo a laser e/ou um processo de fotolitografia pode ser usado para formar a cavidade 2116.

[0193] O estágio 14 ilustra pelo menos um controlador de lacuna 1270 acoplado à primeira matriz 1211

(por exemplo, à superfície do lado traseiro da primeira matriz 1211). O estágio 14 ilustra em algumas implantações, um primeiro pacote 1601 que inclui um primeiro substrato de pacote 1210, uma primeira matriz 1211, uma pluralidade de interconexões de pacote 1617, uma camada de encapsulação 1616 e pelo menos um controlador de lacuna 1270. Em algumas implantações, o pelo menos um controlador de lacuna 1270 é depositado na primeira matriz 1211.

[0194] Em algumas implantações, diversos primeiros pacotes são simultaneamente fabricados em pastilha, e um processo de singularização é realizado para cortar uma pastilha em pacotes individuais.

Sequência Exemplificativa para Fabricar um DISPOSITIVO DE PACOTE EM PACOTE (PoP) QUE COMPREENDE UM CONTROLADOR DE LACUNA

[0195] Em algumas implantações, o fornecimento/a fabricação de um dispositivo de pacote em pacote (PoP) que inclui um controlador de lacuna inclui diversos processos. A Figura 22 ilustra uma sequência exemplificativa para fornecer/fabricar um dispositivo de pacote em pacote (PoP) que inclui um controlador de lacuna. Em algumas implantações, as sequências da Figura 22 podem ser usadas para fabricar o dispositivo de pacote em pacote (PoP) que inclui um controlador de lacuna das Figuras 12 e 16 a 17 e/ou outros dispositivos de pacote em pacote (PoP) descritos na presente revelação. A Figura 22 será descrita no contexto de fornecimento/fabricação do dispositivo de pacote em pacote (PoP) da Figura 12.

[0196] Deve-se notar que a sequência da Figura 22 pode combinar um ou mais estágios a fim de simplificar

e/ou esclarecer a sequência para fornecer um dispositivo de pacote em pacote (PoP). Em algumas implantações, a ordem dos processos pode ser alterada ou modificada.

[0197] O estágio 1, conforme mostrado na Figura 22, ilustra um primeiro pacote 1201 fornecido. O primeiro pacote 1201 inclui o primeiro substrato de pacote 1210, a primeira matriz 1211, o primeiro enchimento inferior 1214 e o controlador de lacuna 1270. As Figuras 21A a 21C ilustram um exemplo de sequência para fabricar o primeiro pacote 1201.

[0198] O estágio 2 ilustra um segundo pacote 1202 acoplado ao primeiro pacote 1201 através da pluralidade de interconexões de pacote 1227. O segundo pacote 1202 inclui o segundo substrato de pacote 1220, a segunda matriz 1221, o segundo enchimento inferior 1224 e a segunda camada de encapsulação 1226. O segundo pacote 1202 também pode incluir a pluralidade de interconexões de pacote 1227. A pluralidade de interconexões de pacote 1227 inclui uma interconexão de solda (por exemplo, solda em esfera).

[0199] O estágio 3 ilustra uma primeira camada de encapsulação 1216 fornecida (por exemplo, formada) entre o primeiro pacote 1201 e o segundo pacote 1202. O estágio 3 pode ilustrar um dispositivo de pacote em pacote (PoP) 1200 que inclui o primeiro pacote 1201 e o segundo pacote 1202. O primeiro pacote 1201 inclui a primeira matriz 1211, o controlador de lacuna 1270 e a primeira camada de encapsulação 1216. O segundo pacote 1202 pode incluir o segundo substrato de pacote 1220.

[0200] Conforme mostrado no estágio 3, a

primeira camada de encapsulação 1216 é formada entre a superfície do lado traseiro da primeira matriz 1211 do primeiro pacote 1201 e a superfície de fundo do segundo substrato de pacote 1220 do segundo pacote 1202.

SEQUÊNCIA EXEMPLIFICATIVA PARA FABRICAR UM PACAOTE QUE
COMPREENDE CONTROLADOR DE LACUNA

[0201] Em algumas implantações, o fornecimento/a fabricação de um pacote que inclui um controlador de lacuna inclui diversos processos. A Figura 23 (que inclui as Figuras 23A a 23B) ilustra uma sequência exemplificativa para fornecer/fabricar um pacote que inclui um controlador de lacuna. Em algumas implantações, as sequências das Figuras 23A a 23B podem ser usadas para fabricar um pacote (por exemplo, pacote de circuito integrado (IC)) que inclui um controlador de lacuna das Figuras 18 a 20 e/ou outros pacotes descritos na presente revelação. As Figuras 23A a 23B serão descritas no contexto de fornecimento/fabricação do pacote da Figura 20. Em particular, as Figuras 23A a 23B serão descritas no contexto da fabricação do primeiro pacote 2001 da Figura 20. As Figuras 23A a 23B podem ser usadas para fabricar um pacote de nível de pastilha de distribuição de portas de saída (FOWLP).

[0202] Deve-se notar que a sequência das Figuras 23A a 23B pode combinar um ou mais estágios a fim de simplificar e/ou esclarecer a sequência para fornecer um pacote. Em algumas implantações, a ordem dos processos pode ser alterada ou modificada.

[0203] O estágio 1, conforme mostrado na Figura 23A, ilustra uma primeira matriz 1811 acoplada a uma

portadora 2300. A primeira matriz 1811 inclui um coxim 1813 e pelo menos uma camada de passivação 1814. A portadora 2300 pode ser uma camada de fita adesiva.

[0204] O estágio 2 ilustra uma camada de encapsulação 1816 formada sobre a primeira matriz 1811. A camada de encapsulação 1816 pode encapsular pelo menos parcialmente a primeira matriz 1811. A camada de encapsulação 1816 é formada de modo que uma superfície da camada de encapsulação 1816 seja substancialmente coplanar com uma superfície do lado traseiro da primeira matriz 1811. Em algumas implantações, a camada de encapsulação 1816 pode ser formada diferentemente ao redor da primeira matriz 1811.

[0205] O estágio 3 ilustra a primeira matriz 1811 e a camada de encapsulação 1816 desacoplada (por exemplo, destacada) da portadora 2300.

[0206] O estágio 4 ilustra uma primeira camada dielétrica 1812a e uma primeira camada de redistribuição 1815a formada sobre a primeira matriz 1811 e a camada de encapsulação 1816. A primeira camada dielétrica 1812a é formada sobre a camada de passivação 1814 da primeira matriz 1811. A primeira camada de redistribuição 1815a é formada de modo que a primeira camada de redistribuição 1815a seja acoplada ao coxim 1813 da primeira matriz 1811.

[0207] O estágio 5 ilustra uma segunda camada dielétrica 1812b formada sobre a primeira camada dielétrica 1812a e a primeira camada de redistribuição 1815a. O estágio 5 também ilustra um estado após uma segunda camada de redistribuição 1815b ser formada sobre e acoplada à primeira camada de redistribuição 1815a. A primeira camada

de redistribuição 1815a e a segunda camada de redistribuição 1815b podem representar a camada de redistribuição 1815.

[0208] O estágio 6, conforme mostrado na Figura 23B, ilustra uma terceira camada dielétrica 1812c formada sobre a segunda camada dielétrica 1812b e a segunda camada de redistribuição 1815b. O estágio 6 também ilustra um estado após uma camada de UBM 1819 ser formada sobre e acoplada à segunda camada de redistribuição 1815b. A primeira camada dielétrica 1812a, a segunda camada dielétrica 1812b e a terceira camada dielétrica 1812c podem representar a camada dielétrica 1812.

[0209] O estágio 7 ilustra uma pluralidade de soldas em esfera 1251 acoplada à camada de UBM 1819. Em algumas implantações, a camada de UBM 1819 pode ser opcional. Em tais ocasiões, a pluralidade de soldas em esfera 1851 pode ser acoplada à camada de redistribuição 1815.

[0210] O estágio 8 ilustra pelo menos uma cavidade 2317 formada na camada de encapsulação 1816. Diferentes implantações podem formar a cavidade 2317 na camada de encapsulação 1816 diferentemente. Um processo a laser e/ou um processo de fotolitografia pode ser usado para formar a cavidade 2317. O estágio 8 ilustra uma primeira porção de redistribuição 1810 que inclui a camada dielétrica 1812, a camada de redistribuição 1815 e a camada de UBM 1819.

[0211] O estágio 9 ilustra uma pluralidade de interconexões 2017 formada na cavidade 2317 da camada de encapsulação 1816. A pluralidade de interconexões 2017 pode

incluir uma via. Um processo de plaqueamento pode ser usado para formar a pluralidade de interconexões 2017.

[0212] O estágio 10 ilustra pelo menos um controlador de lacuna 1270 acoplado à primeira matriz 1811 (por exemplo, à superfície do lado traseiro da primeira matriz 1811). O estágio 10 ilustra, em algumas implantações, um primeiro pacote 2001 que inclui a primeira porção de redistribuição 1810, a primeira matriz 1811, a camada de encapsulação 1816, a pluralidade de interconexões 2017 e pelo menos um controlador de lacuna 1270.

[0213] Em algumas implantações, diversos primeiros pacotes são simultaneamente fabricados em pastilha, e um processo de singularização é realizado para cortar uma pastilha em pacotes individuais.

Sequência Exemplificativa para Fabricar um DISPOSITIVO DE PACOTE EM PACOTE (PoP) QUE COMPREENDE UM CONTROLADOR DE LACUNA

[0214] Em algumas implantações, o fornecimento/a fabricação de um dispositivo de pacote em pacote (PoP) que inclui um controlador de lacuna inclui diversos processos. A Figura 24 ilustra uma sequência exemplificativa para fornecer/fabricar um dispositivo de pacote em pacote (PoP) que inclui um controlador de lacuna. Em algumas implantações, as sequências da Figura 24 podem ser usadas para fabricar o dispositivo de pacote em pacote (PoP) que inclui um controlador de lacuna da Figura 20 e/ou outros dispositivos de pacote em pacote (PoP) descritos na presente revelação. A Figura 24 será descrita no contexto de fornecimento/fabricação do dispositivo de pacote em pacote (PoP) da Figura 20.

[0215] Deve-se notar que a sequência da Figura 24 pode combinar um ou mais estágios a fim de simplificar e/ou esclarecer a sequência para fornecer um dispositivo de pacote em pacote (PoP). Em algumas implantações, a ordem dos processos pode ser alterada ou modificada.

[0216] O estágio 1, conforme mostrado na Figura 24, ilustra um primeiro pacote 2001 fornecido. O primeiro pacote 2001 pode ser um pacote de nível de pastilha de distribuição de portas de saída (FOWLP). O primeiro pacote 2001 inclui a primeira porção de redistribuição 1810, pelo menos uma camada de redistribuição 1815, pelo menos uma camada de UBM 1819, a primeira matriz 1811, a coxim 1813 e o controlador de lacuna 1270. As Figuras 23A a 23B ilustram um exemplo de uma sequência para fabricar o primeiro pacote 2001.

[0217] O estágio 2 ilustra um segundo pacote 1902 acoplado ao primeiro pacote 2001 através da pluralidade de interconexões de pacote 227. O segundo pacote 1902 inclui a segunda porção de redistribuição 1920, pelo menos uma camada de redistribuição 1925, pelo menos uma camada de UBM 1929, a segunda matriz 1921 e o coxim 1923. O segundo pacote 1902 também pode incluir a pluralidade de interconexões de pacote 227. A pluralidade de interconexões de pacote 1227 inclui uma interconexão de solda (por exemplo, solda em esfera).

[0218] O estágio 3 ilustra uma primeira camada de encapsulação 1216 fornecida (por exemplo, formada) entre o primeiro pacote 2001 e o segundo pacote 1902. O estágio 3 pode ilustrar um dispositivo de pacote em pacote (PoP) 2000 que inclui o primeiro pacote 2001 e o segundo pacote 1902.

O primeiro pacote 2001 inclui a primeira matriz 1811, o controlador de lacuna 1270 e a primeira camada de encapsulação 1216. O segundo pacote 1902 pode incluir a segunda porção de redistribuição 1920.

[0219] Conforme mostrado no estágio 3, a primeira camada de encapsulação 1216 é formada entre a superfície do lado traseiro da primeira matriz 1811 do primeiro pacote 2001 e a superfície de fundo da segunda porção de redistribuição 1920 do segundo pacote 1902.

Método Exemplificativo para Fabricar um DISPOSITIVO DE PACOTE EM PACOTE (PoP) QUE COMPREENDE UM CONTROLADOR DE LACUNA

[0220] Em algumas implantações, o fornecimento/a fabricação de um pacote em pacote (PoP) que inclui um controlador de lacuna inclui diversos processos. A Figura 25 ilustra um diagrama de fluxo exemplificativo de um método para fornecer/fabricar o pacote em pacote (PoP) que inclui um controlador de lacuna. Em algumas implantações, os métodos da Figura 25 podem ser usados para fornecer/fabricar o pacote em pacote (PoP) que inclui um controlador de lacuna das Figuras 12, 16 a 20 e/ou outros dispositivos de pacote em pacote (PoP) descritos na presente revelação. A Figura 25 será descrita no contexto de fornecer/fabricar o dispositivo pacote da Figura 12.

[0221] Deve-se notar que o diagrama de fluxo da Figura 25 pode combinar um ou mais processos a fim de simplificar e/ou esclarecer o método para fornecer um dispositivo de pacote em pacote (PoP). Em algumas implantações, a ordem dos processos pode ser alterada ou modificada.

[0222] No estágio 2505, um primeiro pacote de circuito integrado (IC) que inclui um primeiro componente de pacote eletrônico (por exemplo, primeira matriz) é formado. Exemplos de formação de um primeiro pacote de circuito integrado (IC) são ilustrados e descritos nas Figuras 21A a 21C e 23A a 23B. Em algumas implantações, o primeiro pacote de circuito integrado (IC) pode incluir um pacote de nível de pastilha de distribuição de portas de saída (FOWLP). O primeiro pacote de circuito integrado (IC) pode incluir um substrato de pacote ou uma porção de redistribuição. O primeiro pacote de circuito integrado (IC) pode incluir uma camada de encapsulação. Exemplos de um primeiro pacote (por exemplo, primeiro pacote de circuito integrado (IC)) incluem o primeiro pacote 1201, o primeiro pacote 1601, o primeiro pacote 1701, o primeiro pacote 1801 e o primeiro pacote 2001.

[0223] No estágio 2510, pelo menos um controlador de lacuna é fornecido sobre o primeiro pacote de circuito integrado (IC). O controlador de lacuna pode ser fornecido e acoplado à primeira matriz (por exemplo, em ou sobre um centro da superfície do lado traseiro da primeira matriz 1211). Exemplos de um controlador de lacuna incluem um controlador de lacuna 1270, o controlador de lacuna 1370, o controlador de lacuna 1470 e o controlador de lacuna 1570.

[0224] No estágio 2515, um segundo pacote de circuito integrado (IC) que inclui uma segunda matriz é formado. Exemplos de formação de um segundo pacote de circuito integrado (IC) são ilustrados e descritos nas Figuras 21A a 21C e 23A a 23B. Em algumas implantações, o

segundo pacote de circuito integrado (IC) pode incluir um pacote de nível de pastilha de distribuição de portas de saída (FOWLP). O segundo pacote de circuito integrado (IC) pode incluir um substrato de pacote ou uma porção de redistribuição. O segundo pacote de circuito integrado (IC) pode incluir uma camada de encapsulação. Exemplos de um segundo pacote (por exemplo, segundo pacote de circuito integrado (IC)) incluem o segundo pacote 1202 e o segundo pacote 1902.

[0225] No estágio 2520, o segundo pacote de circuito integrado (IC) é acoplado ao primeiro pacote de circuito integrado (IC) através de uma pluralidade de interconexões de pacote (por exemplo, pluralidade de interconexões de pacote 1227).

[0226] No estágio 2525, uma primeira camada de encapsulação é opcionalmente formada entre o primeiro pacote de circuito integrado (IC) e o segundo pacote de circuito integrado (IC). Em particular, a primeira camada de encapsulação (por exemplo, primeira camada de encapsulação 1216) é formada entre a primeira matriz de um primeiro pacote e o segundo pacote (por exemplo, segundo substrato de pacote do segundo pacote, segunda porção de redistribuição do segundo pacote).

DISPOSITIVOS ELETRÔNICOS EXEMPLIFICATIVOS

[0227] A Figura 26 ilustra vários dispositivos eletrônicos que podem ser integrados com qualquer um dentre o dispositivo integrado, dispositivo semicondutor, circuito integrado, a matriz, interposer, pacote ou pacote em pacote (PoP) mencionados anteriormente. Por exemplo, um dispositivo de telefone móvel 2602, um dispositivo de

computador do tipo laptop 2604, um dispositivo de terminal de localização fixa 2606, um dispositivo que pode ser usado junto ao corpo 2608 podem incluir um dispositivo integrado 2600 conforme descrito no presente documento. O dispositivo integrado 2600 pode ser, por exemplo, qualquer um dos circuitos integrados, matrizes, dispositivos integrados, pacotes de dispositivo integrado, dispositivos de circuito integrado, pacotes de dispositivo, pacotes de circuito integrado (IC), dispositivos de pacote em pacote descritos no presente documento. Os dispositivos 2602, 2604, 2606, 2608 ilustrados na Figura 26 são meramente exemplificativos. Outros dispositivos eletrônicos também podem caracterizar o dispositivo integrado 2600 incluindo, mas sem limitação, um grupo de dispositivos (por exemplo, dispositivos eletrônicos) que incluem dispositivos móveis, unidades de sistemas de comunicação pessoal portátil (PCS), unidades de dados portáteis como assistentes pessoais digitais, dispositivos habilitados para sistema de posicionamento global (GPS), dispositivos de navegação, decodificadores de sinal, reprodutores de música, reprodutores de vídeo, unidades de entretenimento, unidades de dados de localização fixa como equipamento de leitura de medidor, dispositivos de comunicações, telefones inteligentes, computadores do tipo tablet, computadores, dispositivos que podem ser usados junto ao corpo (por exemplo, relógio, vidros), dispositivos de Internet das Coisas (IoT), servidores, roteadores, dispositivos eletrônicos implantados em veículos automotivos (por exemplo, veículos autônomos), ou qualquer outro dispositivo que armazena ou recupera dados ou instruções de computador

ou qualquer combinação dos mesmos.

[0228] Um ou mais dentre os componentes, os processos, os recursos e/ou as funções ilustrados nas Figuras 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21A a 21C, 22, 23A a 23B, 24, 25 e/ou 26 podem ser rearranjados e/ou combinados em um único componente, processo, recurso ou função ou embutidos em diversos componentes, processos ou funções. Elementos, componentes, processos e/ou funções adicionais também podem ser adicionados sem que se afaste da revelação. Deve-se notar também que as Figuras 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21A a 21C, 22, 23A a 23B, 24, 25 e/ou 26 e sua descrição correspondente na presente revelação não se limitam às matrizes e/ou aos ICs. Em algumas implantações, as Figuras 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21A a 21C, 22, 23A a 23B, 24, 25 e/ou 26 e sua descrição correspondente podem ser usadas para fabricar, criar, fornecer e/ou produzir dispositivos integrados. Em algumas implantações, um dispositivo pode incluir uma matriz, um dispositivo integrado, um pacote em matriz, um circuito integrado (IC), um pacote de dispositivo, um pacote de circuito integrado (IC), uma pastilha, um dispositivo semicondutor, um dispositivo de pacote em pacote (PoP), e/ou um interposer.

[0229] A palavra "exemplificativo" é usada no presente documento para significar "servir como um exemplo, ocorrência ou ilustração". Qualquer implantação ou aspecto descrito no presente documento como "exemplificativo" não deve ser necessariamente interpretado como preferencial ou vantajoso sobre outros aspectos da revelação. Igualmente, o

termo “aspectos” não exige que todos os aspectos da revelação incluam o recurso, a vantagem ou o modo de operação discutidos. O termo “acoplado” é usado no presente documento para se referir ao acoplamento direto ou indireto entre dois objetos. Por exemplo, se o objeto A tocar fisicamente o objeto B, e o objeto B tocar o objeto C, então, o objeto A e o objeto C ainda são considerados acoplados entre si – mesmo se os mesmos não se tocarem de modo diretamente físico.

[0230] Também, nota-se que várias revelações contidas no presente documento podem ser descritas como um processo que é retratado como um fluxograma, um diagrama de fluxo, um diagrama de estrutura ou um diagrama de blocos. Embora um fluxograma possa descrever as operações como um processamento sequencial, muitas das operações podem ser realizadas em paralelo ou concorrentemente. Além disso, a ordem das operações pode ser rearranjada. Um processo é terminado quando suas operações forem concluídas.

[0231] Os vários recursos da revelação descritos no presente documento podem ser implantados em diferentes sistemas sem que se afaste da revelação. Deve-se notar que os aspectos anteriores da revelação são meramente exemplos e não são interpretados como limitantes da revelação. A descrição dos aspectos da presente revelação se destina a ser ilustrativa e não limitada ao escopo das reivindicações. Desse modo, os presentes ensinamentos podem ser prontamente aplicados a outros tipos de aparelhos e muitas alternativas, modificações e variações serão evidentes aos versados na técnica.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo integrado (301) **caracterizado pelo** fato de que compreende:

uma placa de circuito impresso, PCB (350);
 um dispositivo de pacote em pacote, PoP (1200, 1600, 1700, 1800, 1900, 2000), acoplado à placa de circuito impresso (350), PCB, em que o dispositivo de pacote em pacote (1200, 1600, 1700, 1800, 1900, 2000), PoP, compreende:

um primeiro pacote (1201, 1601, 1701, 1801, 2001) que compreende um primeiro componente de pacote eletrônico (1211, 1811); e

um segundo pacote (1202, 1902) acoplado ao primeiro pacote (1201, 1601, 1701, 1801, 2001) de modo que haja um espaçamento entre o primeiro componente de pacote eletrônico e o segundo pacote, em que o espaçamento é cerca de 10 a 100 microns, μm ;

um controlador de lacuna (1270, 1370, 1470, 1570) configurado para fornecer espaçamento entre o primeiro componente de pacote eletrônico (1211, 1811) e o segundo pacote (1202), o controlador de lacuna inclui um espaçador (1272, 1572) e uma camada adesiva (1274);

uma primeira camada de encapsulação (1216) formada entre o primeiro pacote (1201, 1601, 1701, 1801, 2001) e o segundo pacote (1202, 1902) de modo que a primeira camada de encapsulação (1216) seja acoplada ao primeiro pacote (1201) e ao segundo pacote (1202), a primeira camada de encapsulação (1216) localizada sobre o controlador de lacuna e configurada para, pelo menos em parte, encapsular o controlador de lacuna (1270, 1370,

1470, 1570) incluindo o espaçador (1275, 1575) e a camada adesiva (1274); e

uma segunda camada de encapsulação (1226) que encapsula pelo menos parcialmente o dispositivo de pacote em pacote (1200, 1600, 1700, 1800, 1900, 2000), PoP,

em que o dispositivo integrado (301) é configurado para fornecer funcionalidade de celular, funcionalidade de fidelidade sem fio, WiFi, e funcionalidade Bluetooth.

2. Dispositivo integrado, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que a primeira camada de encapsulação é separada da segunda camada de encapsulação.

3. Dispositivo integrado, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que compreende adicionalmente pelo menos um componente de pacote eletrônico acoplado à placa de circuito impresso, PCB, em que o pelo menos um componente de pacote eletrônico é externo ao dispositivo de pacote em pacote, PoP.

4. Dispositivo integrado, de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado pelo** fato de que o dispositivo de pacote em pacote, PoP, e o pelo menos um componente de pacote eletrônico são configurados para fornecer funcionalidade de celular, funcionalidade de fidelidade sem fio, WiFi, e funcionalidade Bluetooth.

5. Dispositivo integrado, de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado pelo** fato de que o dispositivo integrado é configurado para fornecer funcionalidade de sistema de posicionamento global, GPS, funcionalidade de fidelidade sem fio, WiFi, funcionalidade

Bluetooth e pelo menos uma funcionalidade de front-end de radiofrequência, RFFE;

em que pelo menos uma funcionalidade de front-end de radiofrequência, RFFE inclui Sistema Global para Comunicações Móveis, GSM, Acesso Múltiplo por Divisão de Código de Banda Larga, WCDMA, Evolução a Longo Prazo de Duplexação por Divisão de Frequência, FDD-LTE, e/ou Evolução a Longo Prazo de Duplexação por Divisão de Tempo, TDD-LTE.

6. Dispositivo integrado, de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado pelo** fato de que compreende adicionalmente uma blindagem interna configurada para circundar pelo menos parcialmente o pelo menos um componente de pacote eletrônico, em que a blindagem interna é configurada para isolar o pelo menos um componente de pacote eletrônico do dispositivo de pacote em pacote, PoP;

compreendendo adicionalmente uma blindagem externa formada sobre a segunda camada de encapsulação, em que a blindagem externa é acoplada à blindagem interna.

7. Dispositivo integrado, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o controlador de lacuna está localizado entre o primeiro pacote e o segundo pacote, e é configurado para fornecer uma lacuna mínima entre o primeiro pacote e o segundo pacote, em que a lacuna mínima é cerca de 10 microns, μm ,

em que o segundo pacote inclui um segundo substrato de pacote, e o controlador de lacuna está localizado entre o primeiro componente de pacote eletrônico e o segundo substrato de pacote;

em que a primeira camada de encapsulação é

formada entre o primeiro componente de pacote eletrônico e o segundo substrato de pacote.

8. Dispositivo integrado, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado pelo** fato de que o segundo pacote inclui uma segunda porção de redistribuição, e o controlador de lacuna está localizado entre o primeiro componente de pacote eletrônico e a segunda porção de redistribuição;

em que a primeira camada de encapsulação é formada entre o primeiro componente de pacote eletrônico e a segunda porção de redistribuição.

9. Dispositivo integrado, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado pelo** fato de que o controlador de lacuna é acoplado ao primeiro pacote, mas livre do acoplamento com o segundo pacote.

10. Dispositivo integrado, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que a primeira camada de encapsulação preenche pelo menos uma maior parte de um espaço entre o primeiro componente de pacote eletrônico e o segundo pacote.

11. Dispositivo integrado, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que o dispositivo integrado é incorporado em um dispositivo selecionado a partir do grupo que consiste em um reproduutor de música, um reproduutor de vídeo, uma unidade de entretenimento, um dispositivo de navegação, um dispositivo de comunicações, um dispositivo móvel, um telefone móvel, um telefone inteligente, um assistente pessoal digital, um terminal de localização fixa, um computador do tipo tablet, um computador, um dispositivo que pode ser usado junto ao

corpo, um dispositivo de Internet das Coisas, IoT, um computador do tipo laptop, um servidor e um dispositivo em um veículo automotor.

12. Dispositivo integrado, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que a primeira camada de encapsulação é formada:

entre o primeiro componente de pacote eletrônico e o segundo pacote de modo que a primeira camada de encapsulação seja acoplada ao primeiro componente de pacote eletrônico e ao segundo pacote; ou

entre o primeiro pacote e o segundo pacote de modo que a primeira camada de encapsulação encapsula uma porção lateral e uma porção de topo do primeiro componente de pacote eletrônico.

13. Dispositivo integrado, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que o primeiro pacote é configurado para se acoplar eletricamente ao segundo pacote através de uma pluralidade de interconexões de pacote, a pluralidade de interconexões de pacote sendo encapsulada pela primeira camada de encapsulação.

14. Dispositivo integrado, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que o dispositivo integrado tem entre cerca de 26 mm, W, x 26 mm, L x 1,8 mm, H, e cerca de 52 mm, W, x 52 mm, L, x 2 mm, H.

15. Método para fabricar um dispositivo integrado (301), **caracterizado pelo** fato de que compreende:

fornecer uma placa de circuito impresso (350), PCB;

acoplar um dispositivo de pacote em pacote (1200, 1600, 1700, 1800, 1900, 2000), PoP, à placa de circuito

impresso (350), PCB, em que acoplar o dispositivo de pacote em pacote (1200, 1600, 1700, 1800, 1900, 2000), PoP, compreende:

fornecer um primeiro pacote (1201, 1601, 1701, 1801, 2001) que compreende um primeiro componente de pacote eletrônico (1211, 1811); e

acoplar um segundo pacote (1202, 1902) ao primeiro pacote (1201, 1601, 1701, 1801, 2001) de modo que haja um espaçamento entre o primeiro componente de pacote eletrônico (1211, 1811) e o segundo pacote (1202, 1902), em que o espaçamento é cerca de 10 a 100 microns, μ m;

formar um controlador de lacuna (1270, 1370, 1470, 1570) configurado para fornecer espaçamento entre o primeiro componente de pacote eletrônico (1211, 1811) e o segundo pacote (1202, 1902), o controlador de lacuna inclui um espaçador (1272, 1572) e uma camada adesiva (1274);

formar uma primeira camada de encapsulação (1216) entre o primeiro pacote (1201, 1601, 1701, 1801, 2001) e o segundo pacote (1202, 1902) de modo que a primeira camada de encapsulação (1216) seja acoplada ao primeiro pacote (1201, 1601, 1701, 1801, 2001) e o segundo pacote (1202, 1902), a primeira camada de encapsulação (1216) localizada sobre o controlador de lacuna e configurada para, pelo menos em parte, encapsular o controlador de lacuna (1270, 1370, 1470, 1570) incluindo o espaçador (1275, 1575) e a camada adesiva (1274); e

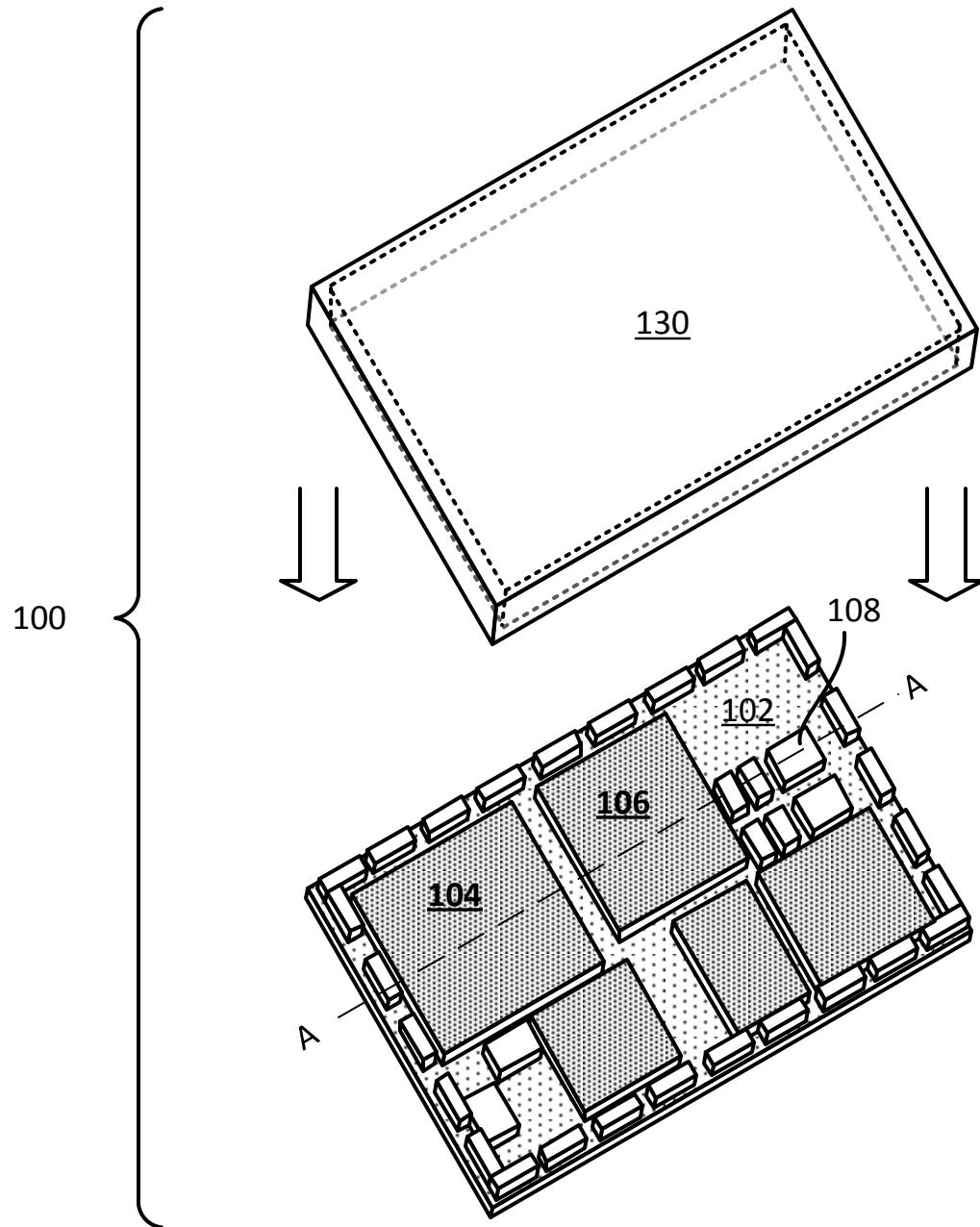
formar uma segunda camada de encapsulação (1226) que encapsula pelo menos parcialmente o dispositivo de pacote em pacote (1200, 1600, 1700, 1800, 1900, 2000), PoP, em que o dispositivo integrado (301) é

configurado para fornecer funcionalidade de celular, funcionalidade de fidelidade sem fio, WiFi, e funcionalidade Bluetooth,

em que o dispositivo integrado possui dimensões de cerca de 52 mm, W, x 52 mm, L, x 2 mm, H.

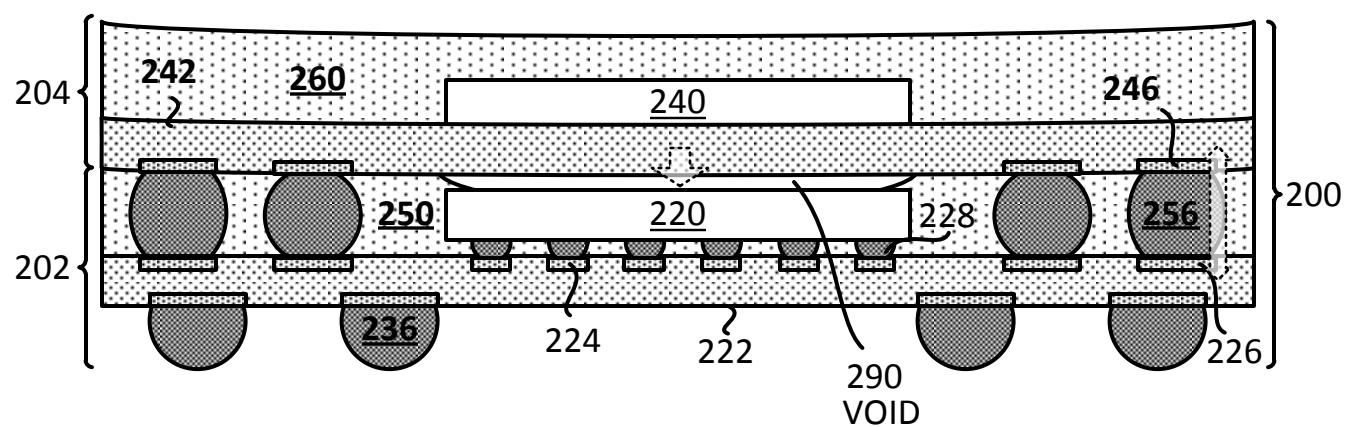
16. Método, de acordo com a reivindicação 15, **caracterizado pelo** fato de que a primeira camada de encapsulação é separada da segunda camada de encapsulação.

17. Método, de acordo com a reivindicação 15, **caracterizado pelo** fato de que compreende adicionalmente pelo menos um componente de pacote eletrônico acoplado à placa de circuito impresso, PCB, em que o pelo menos um componente de pacote eletrônico é externo ao dispositivo de pacote em pacote, PoP.



(TÉCNICA ANTERIOR)

FIG. 1



(TÉCNICA ANTERIOR)

FIG. 2

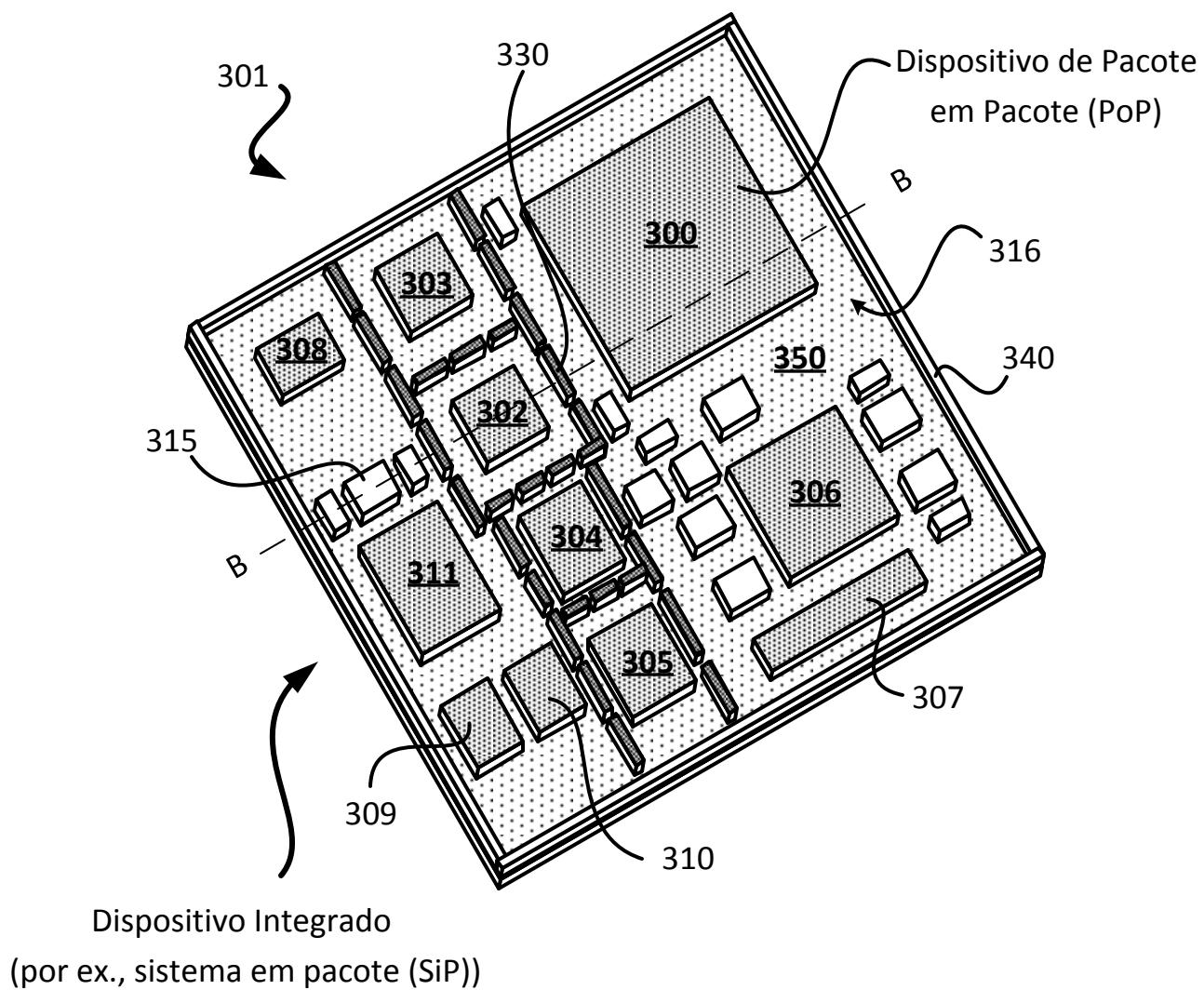


FIG. 3

Dispositivo de
Pacote em Pacote

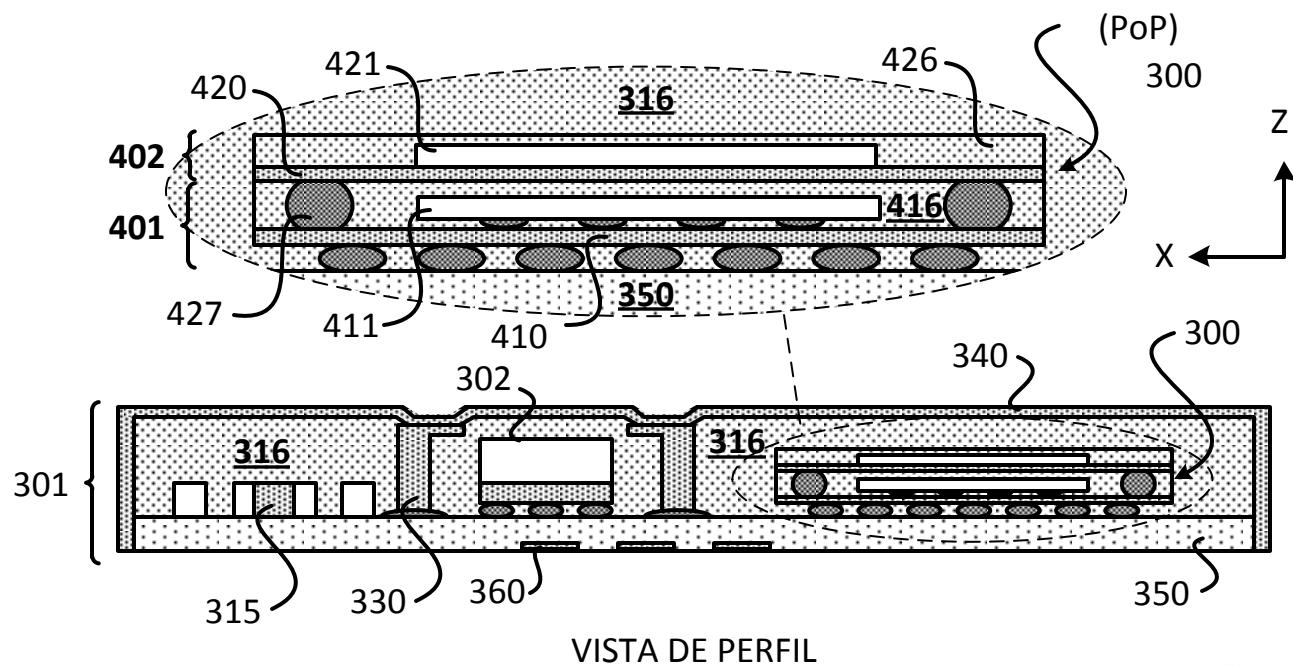


FIG. 4

Dispositivo de
Pacote em Pacote

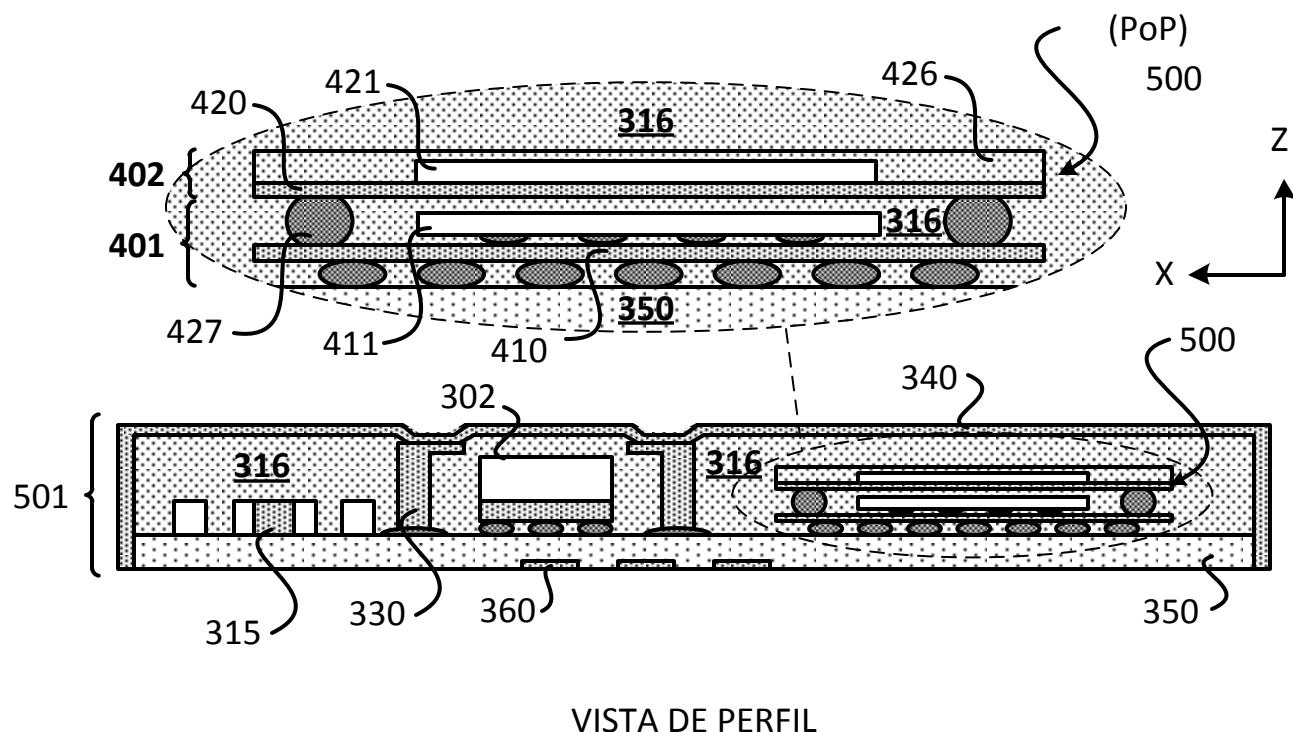
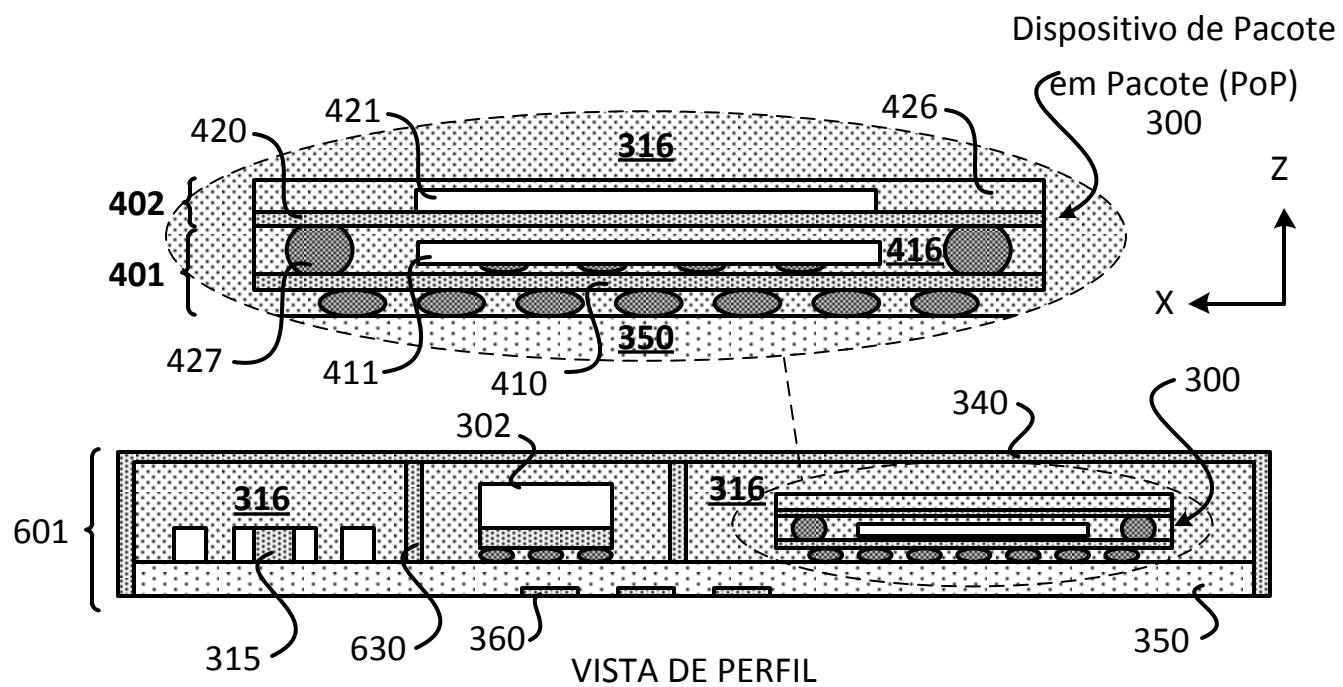
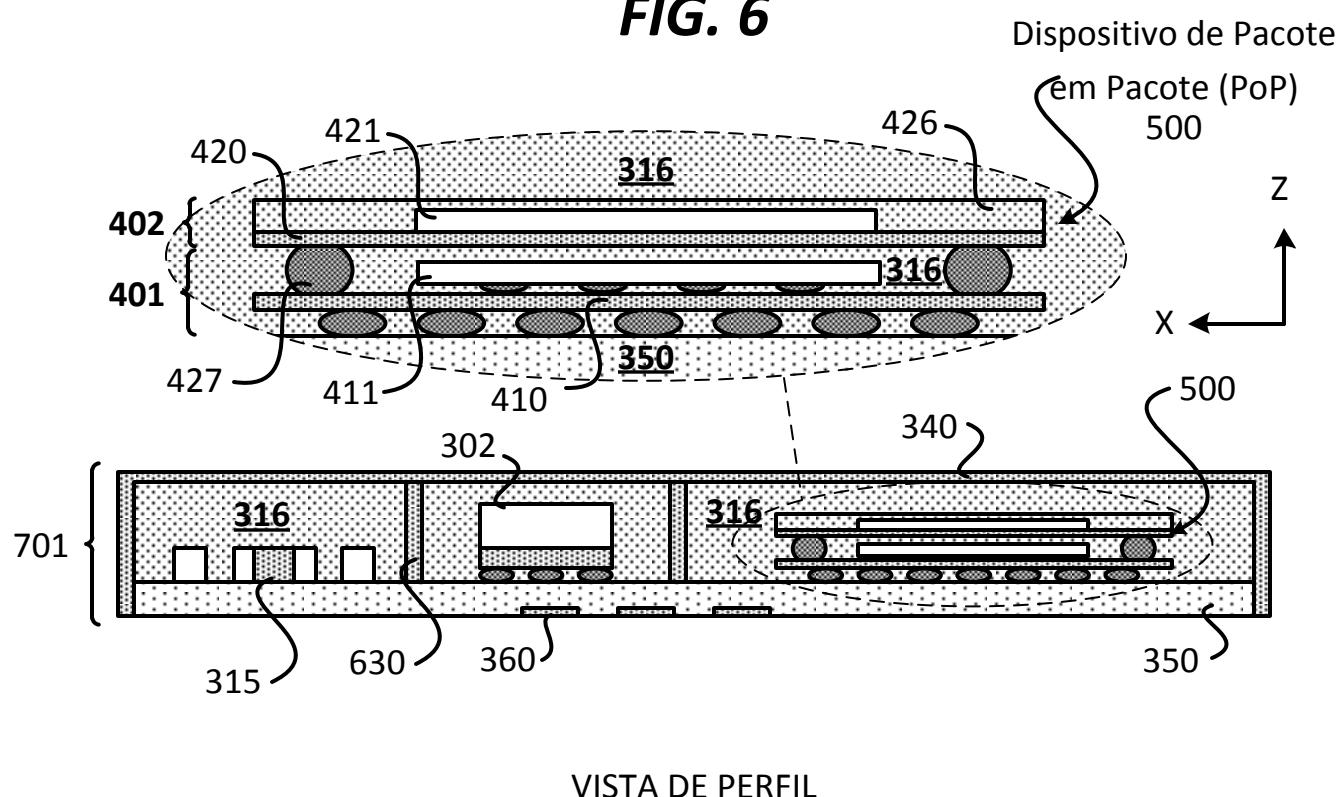


FIG. 5

**FIG. 6****FIG. 7**

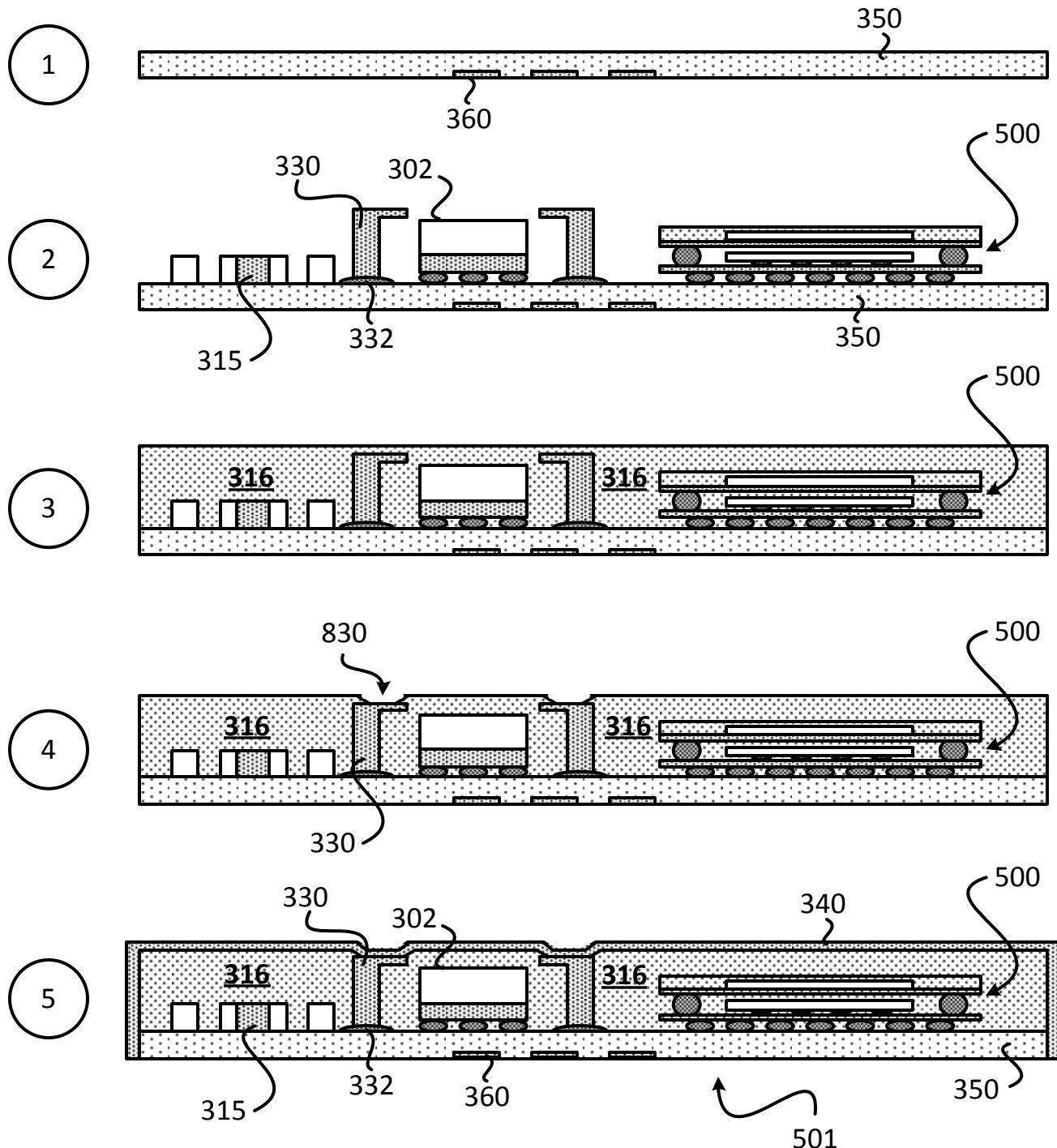


FIG. 8

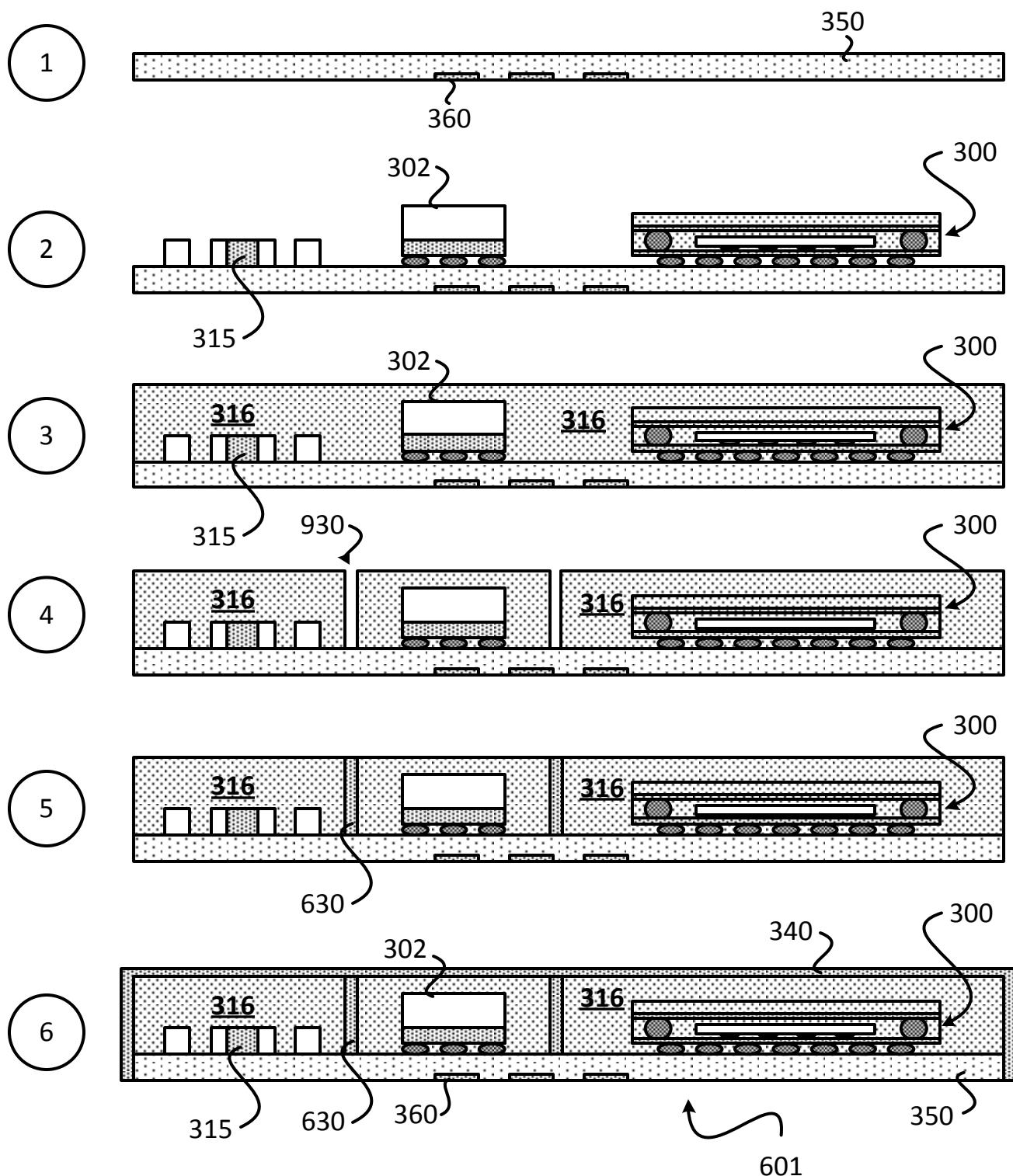
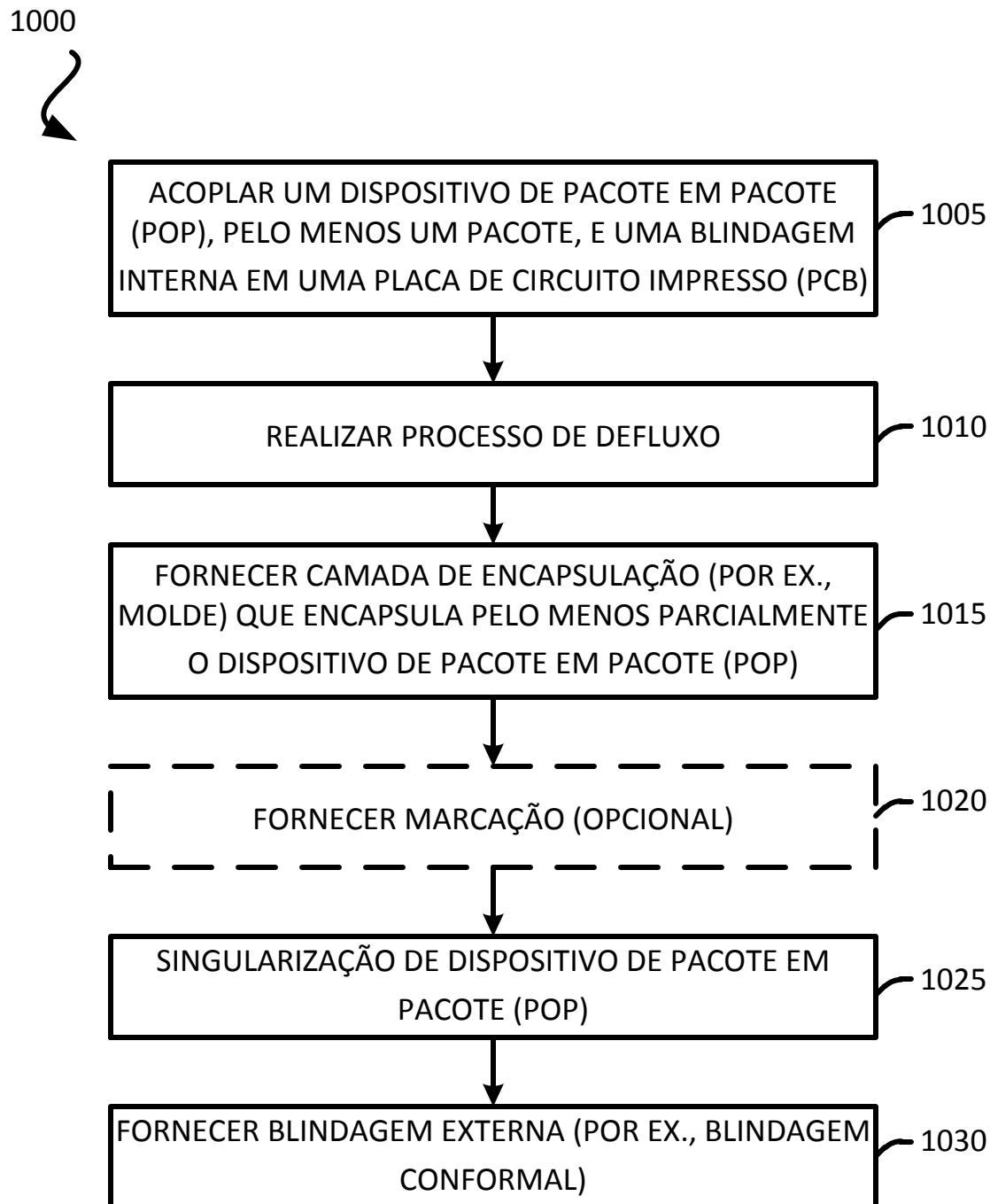
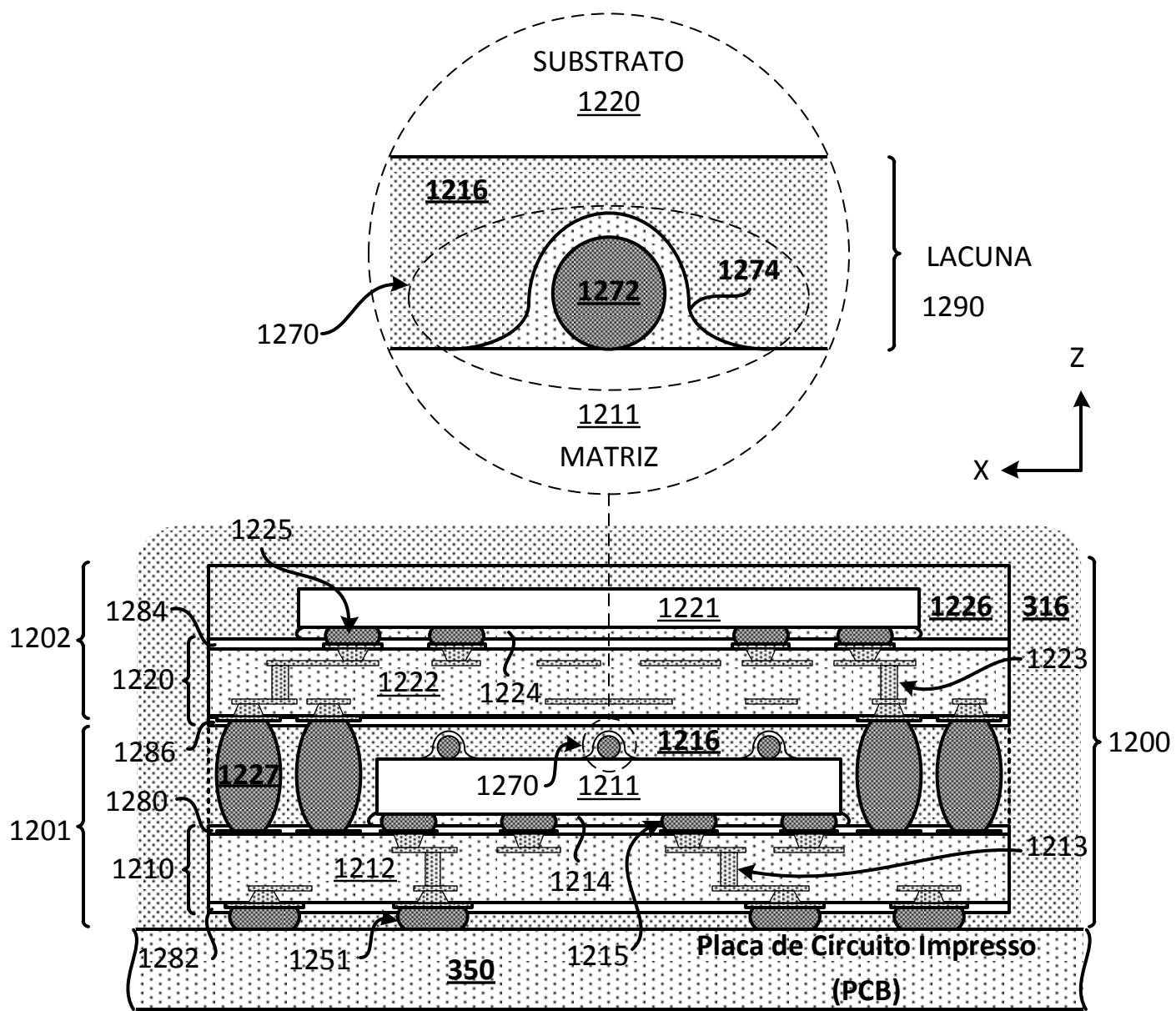


FIG. 9

**FIG. 10**

Processador + Memória + Modem Pacote / Circuito / Função	<u>1100</u>
Sistema de Posicionamento Global (GPS) Pacote / Circuito / Função	<u>1102</u>
Wireless Fidelity (WiFi) Pacote / Circuito / Função	<u>1103</u>
Bluetooth Pacote / Circuito / Função	<u>1104</u>
Codificador/Decodificador (CODEC) Pacote / Circuito / Função	<u>1105</u>
Power Management Pacote / Circuito / Função	<u>1106</u>
Sensor(es) Pacote / Circuito / Função	<u>1107</u>
Primeiro Front-End de Radiofrequência (RFFE) Pacote / Circuito / Função	<u>1108</u>
Segundo RFFE Pacote / Circuito / Função	<u>1109</u>
Terceiro RFFE Pacote / Circuito / Função	<u>1110</u>
Transceptor de Radiofrequência (RF) Pacote / Circuito / Função	<u>1111</u>
Dispositivo Integrado (por ex., sistema em pacote (SiP))	<u>1101</u>

FIG. 11

**FIG. 12**

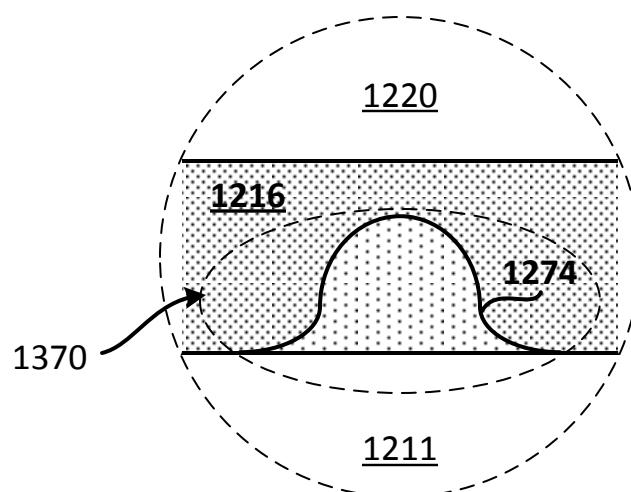


FIG. 13

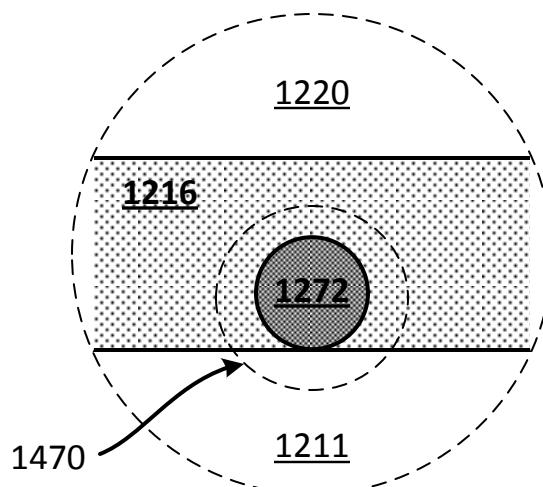


FIG. 14

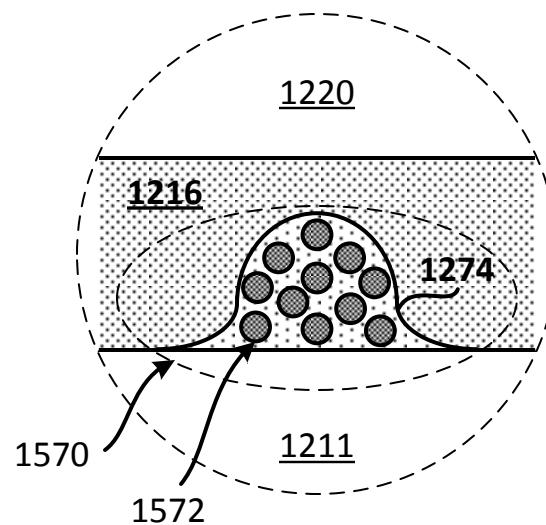


FIG. 15

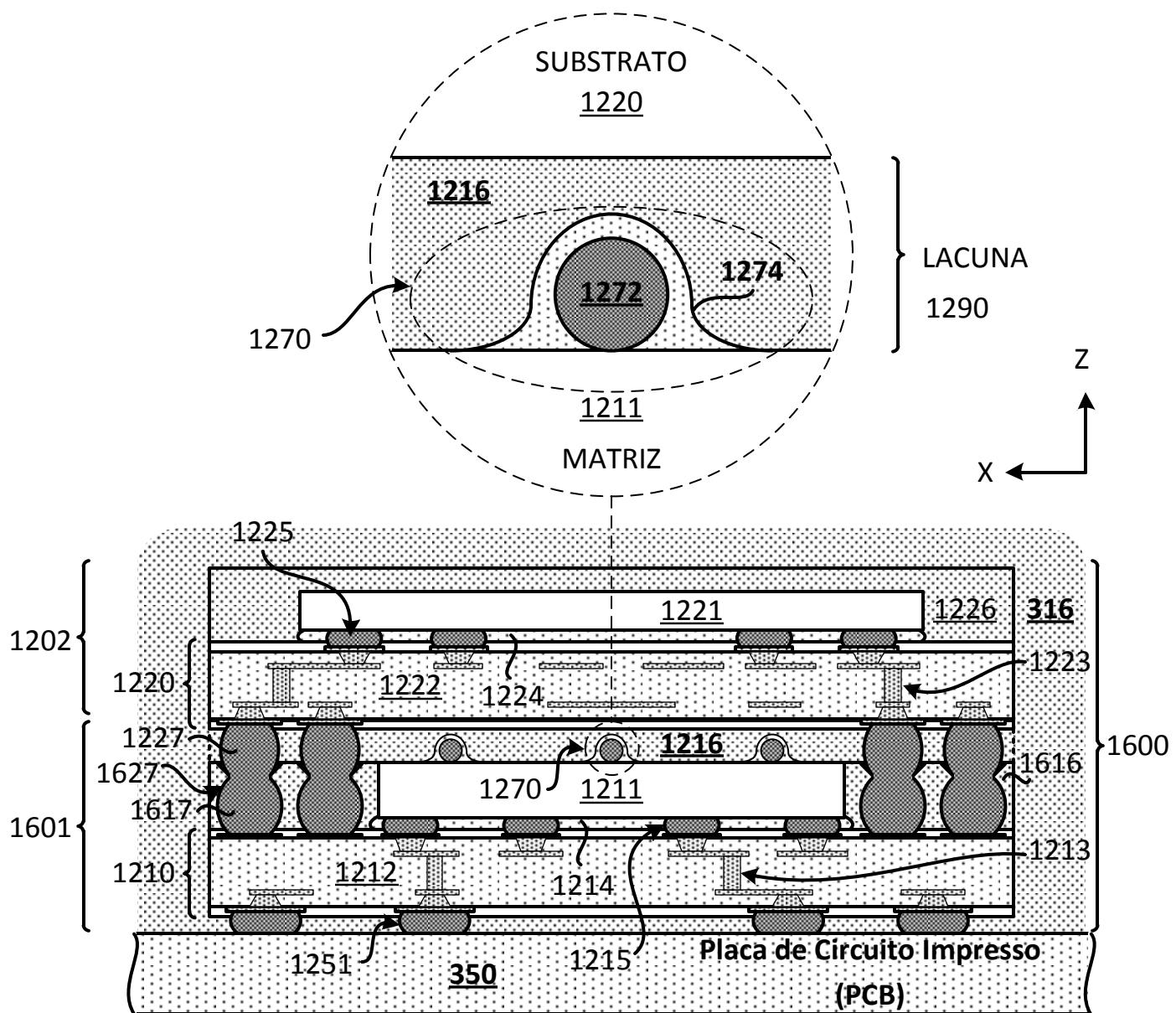


FIG. 16

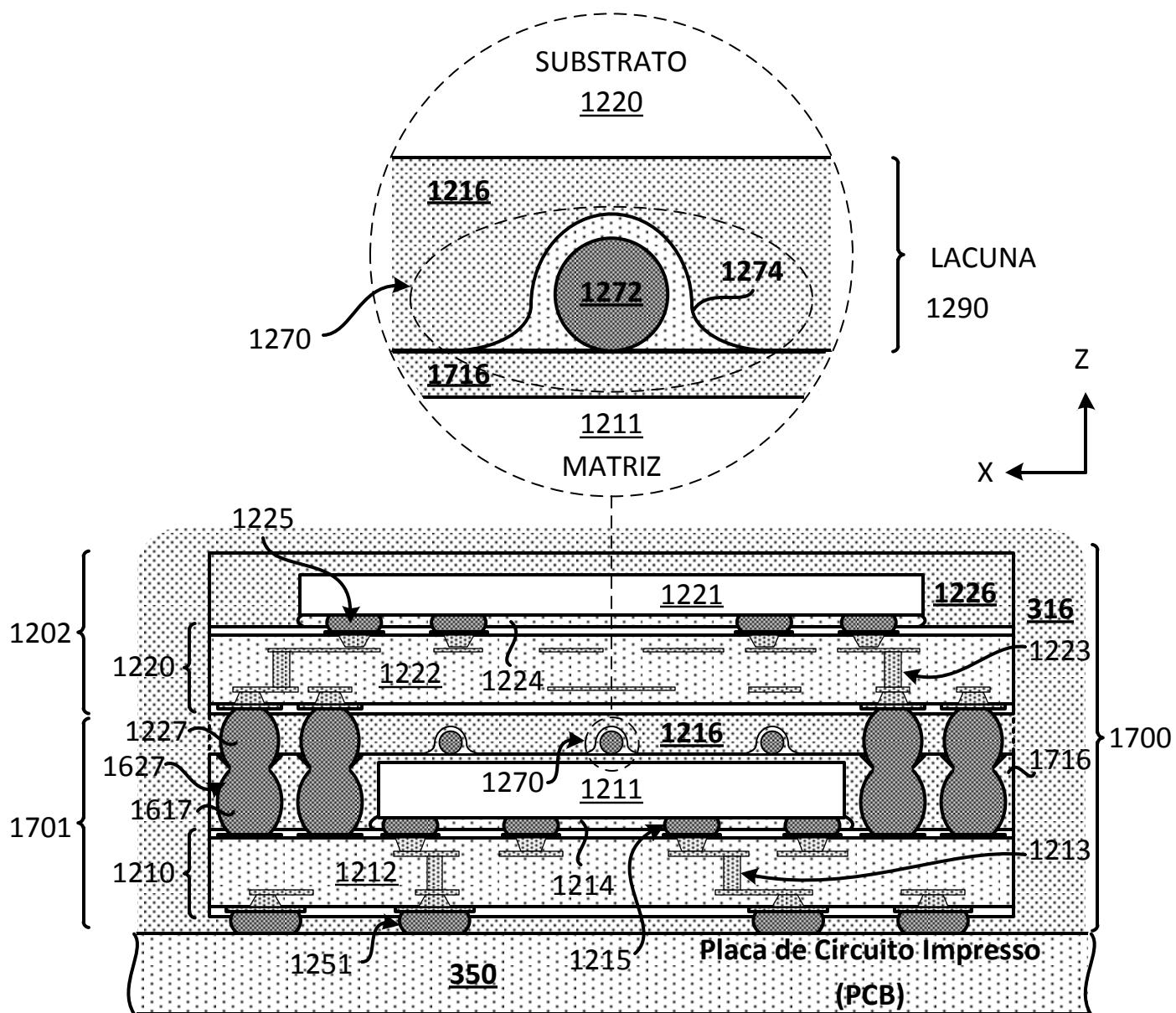


FIG. 17

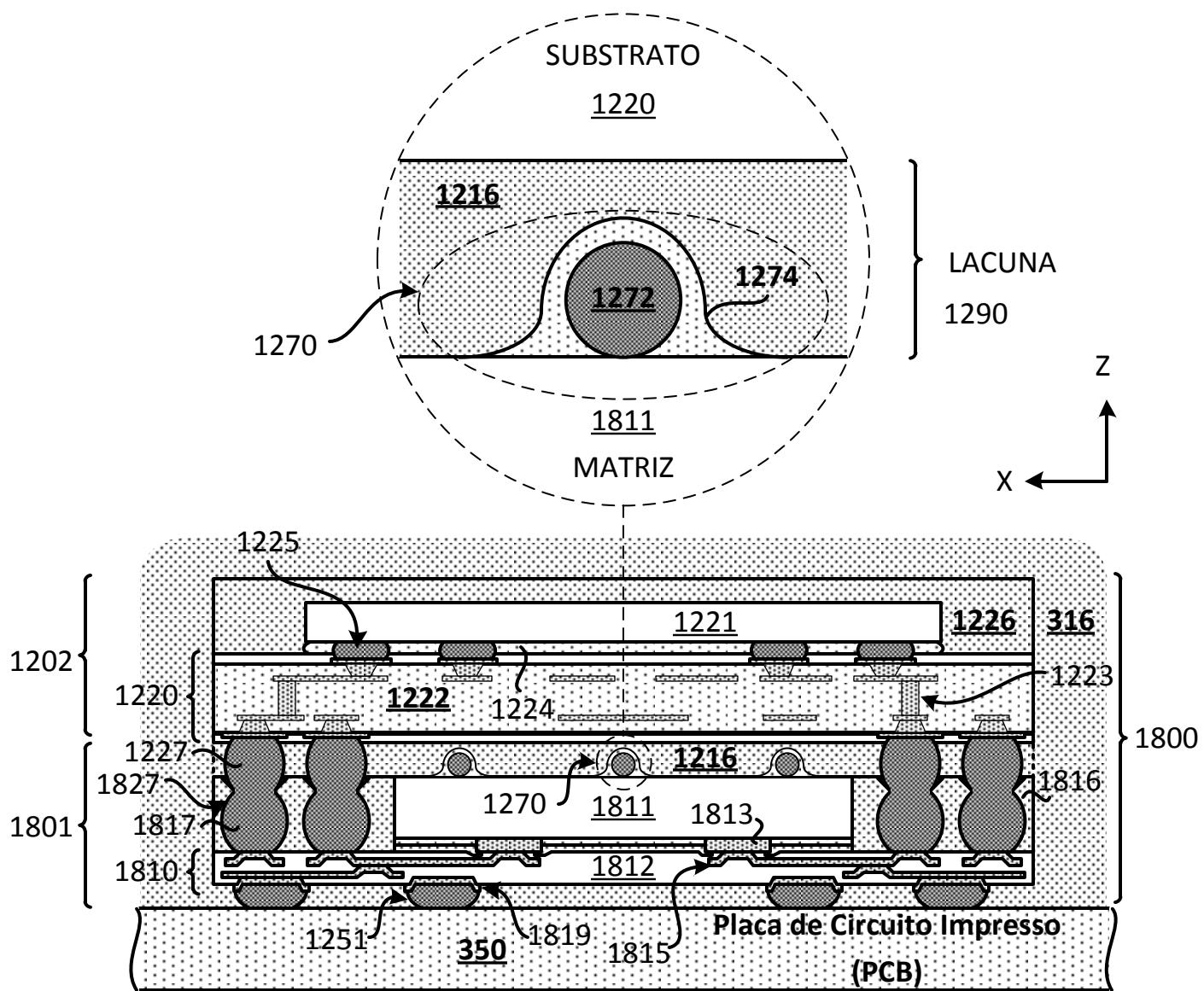


FIG. 18

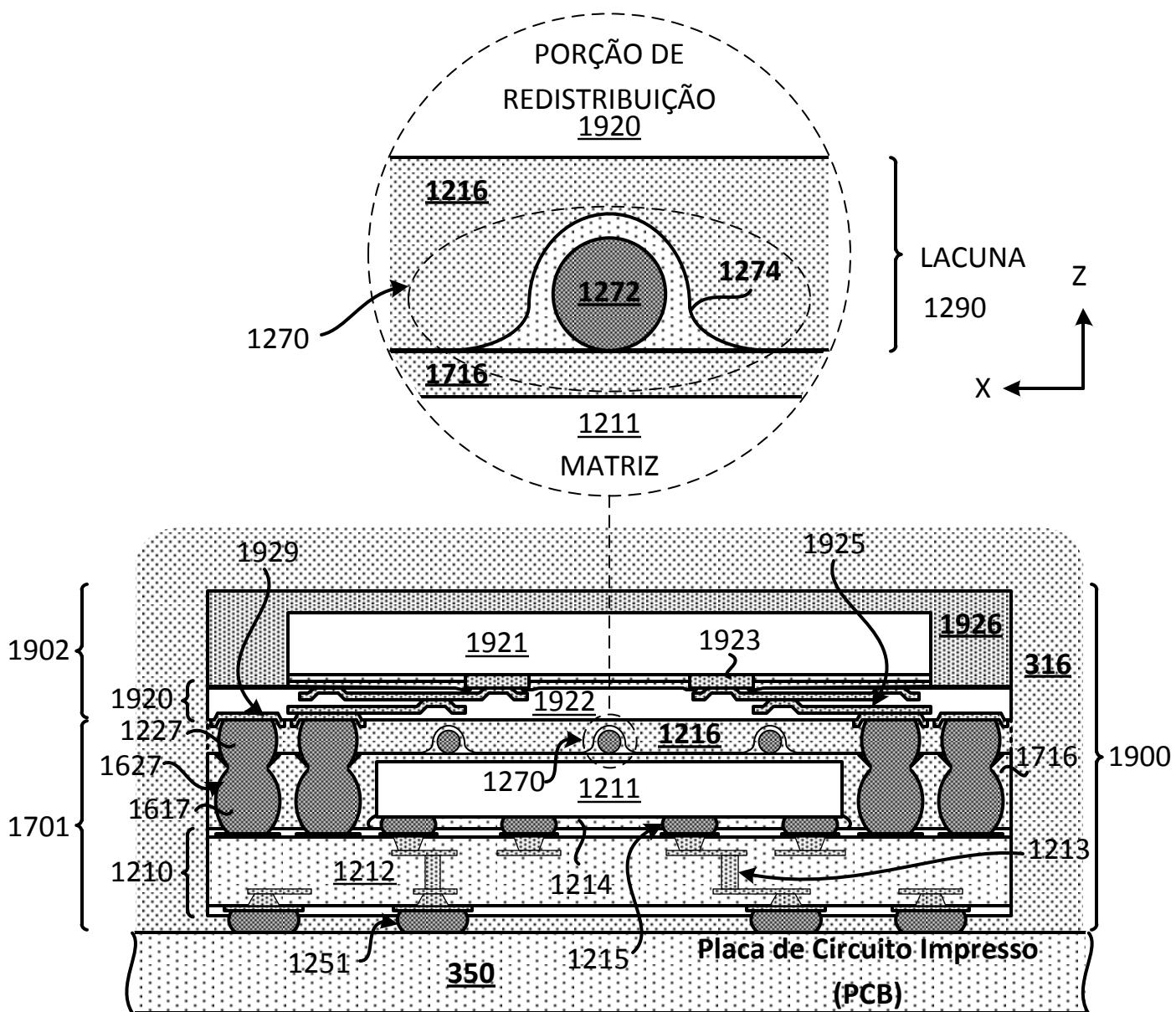


FIG. 19

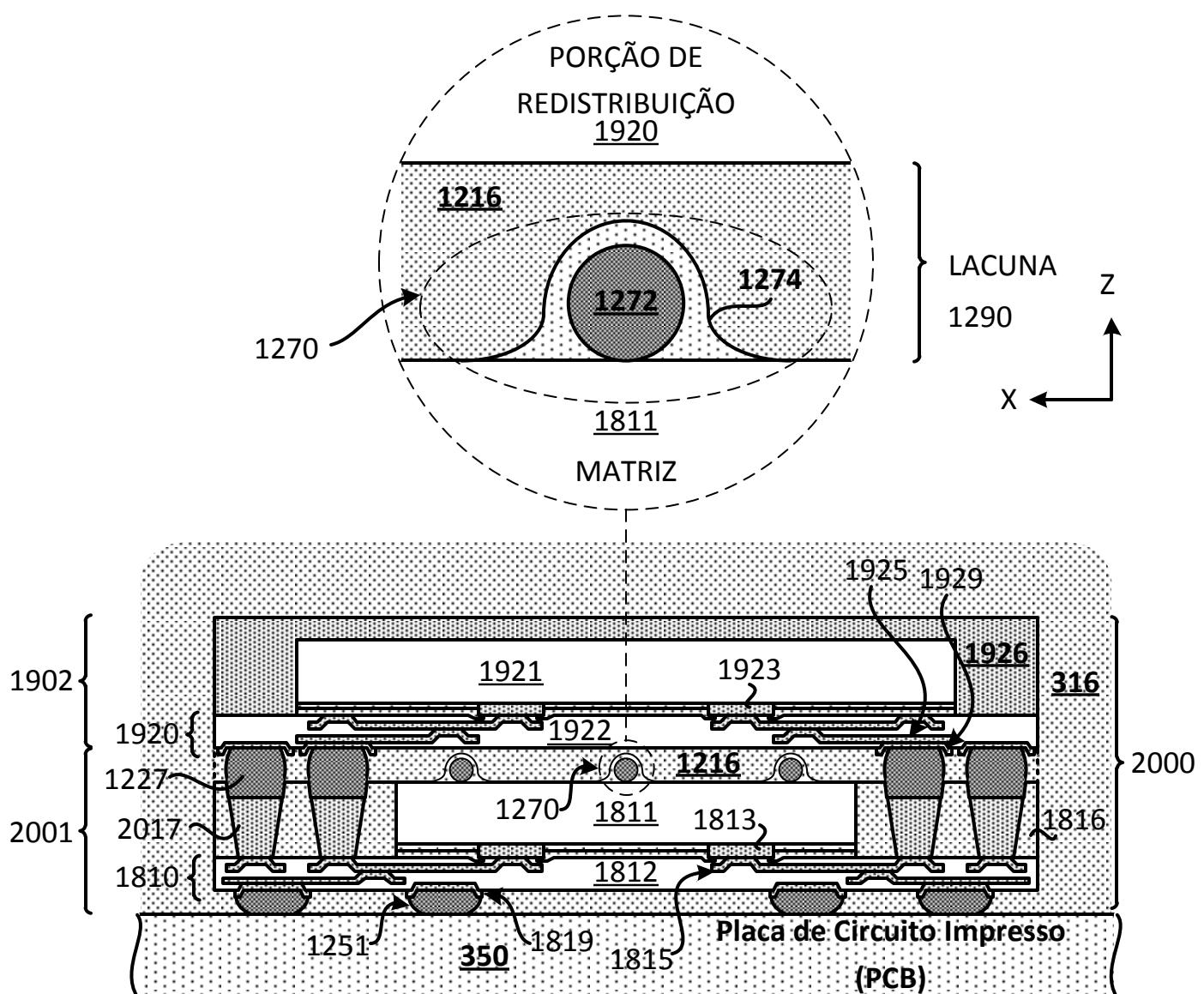
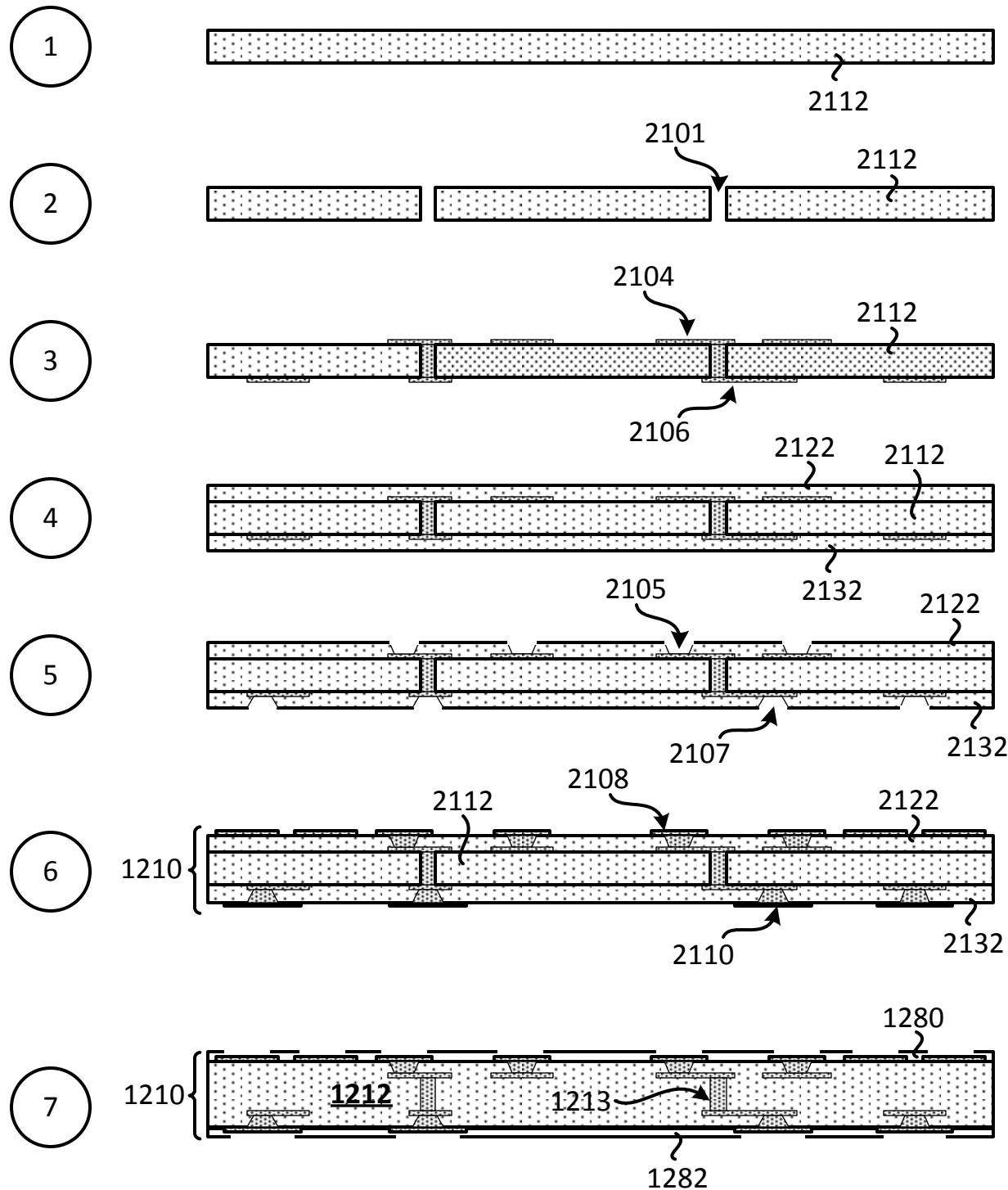
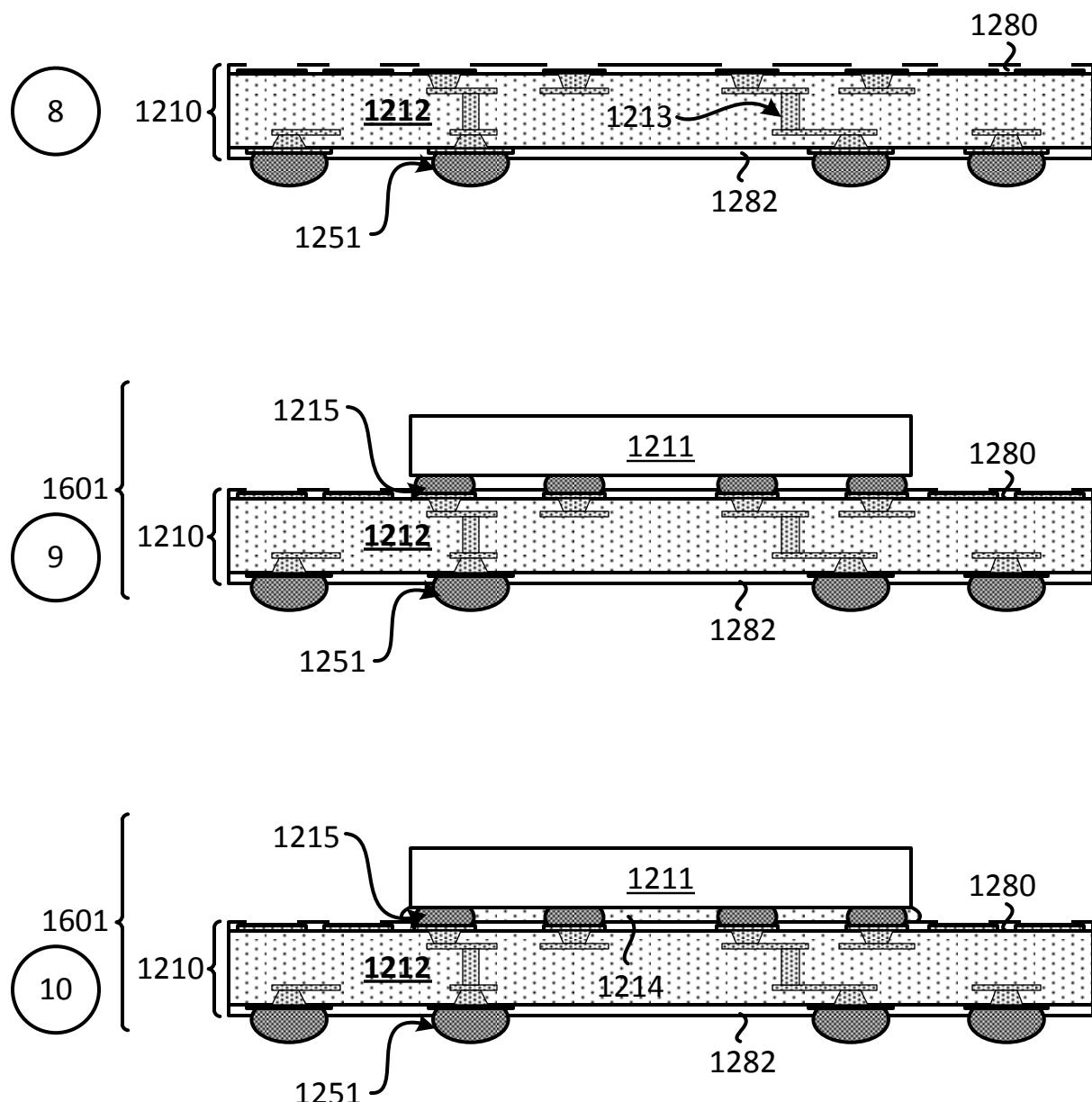
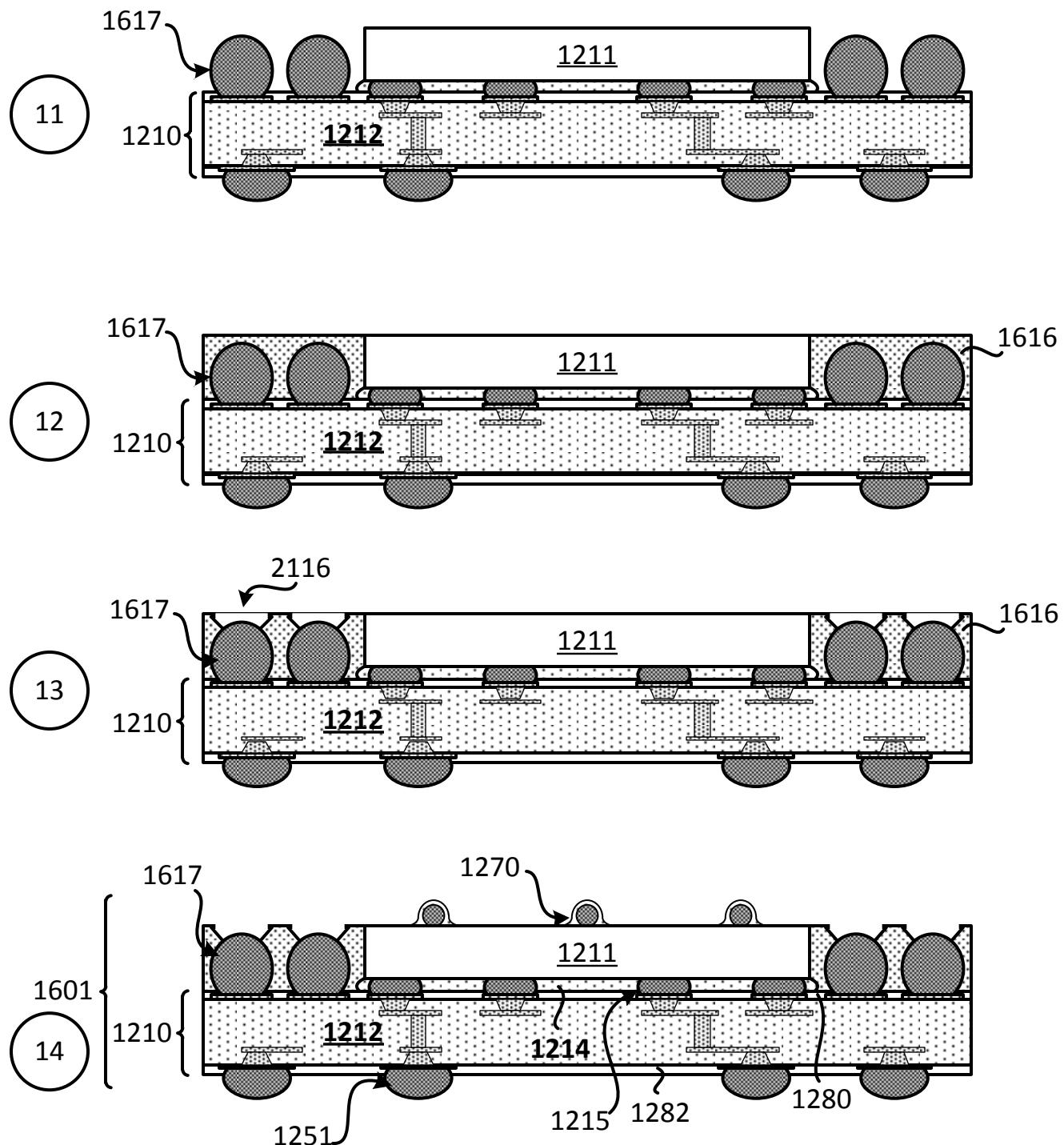
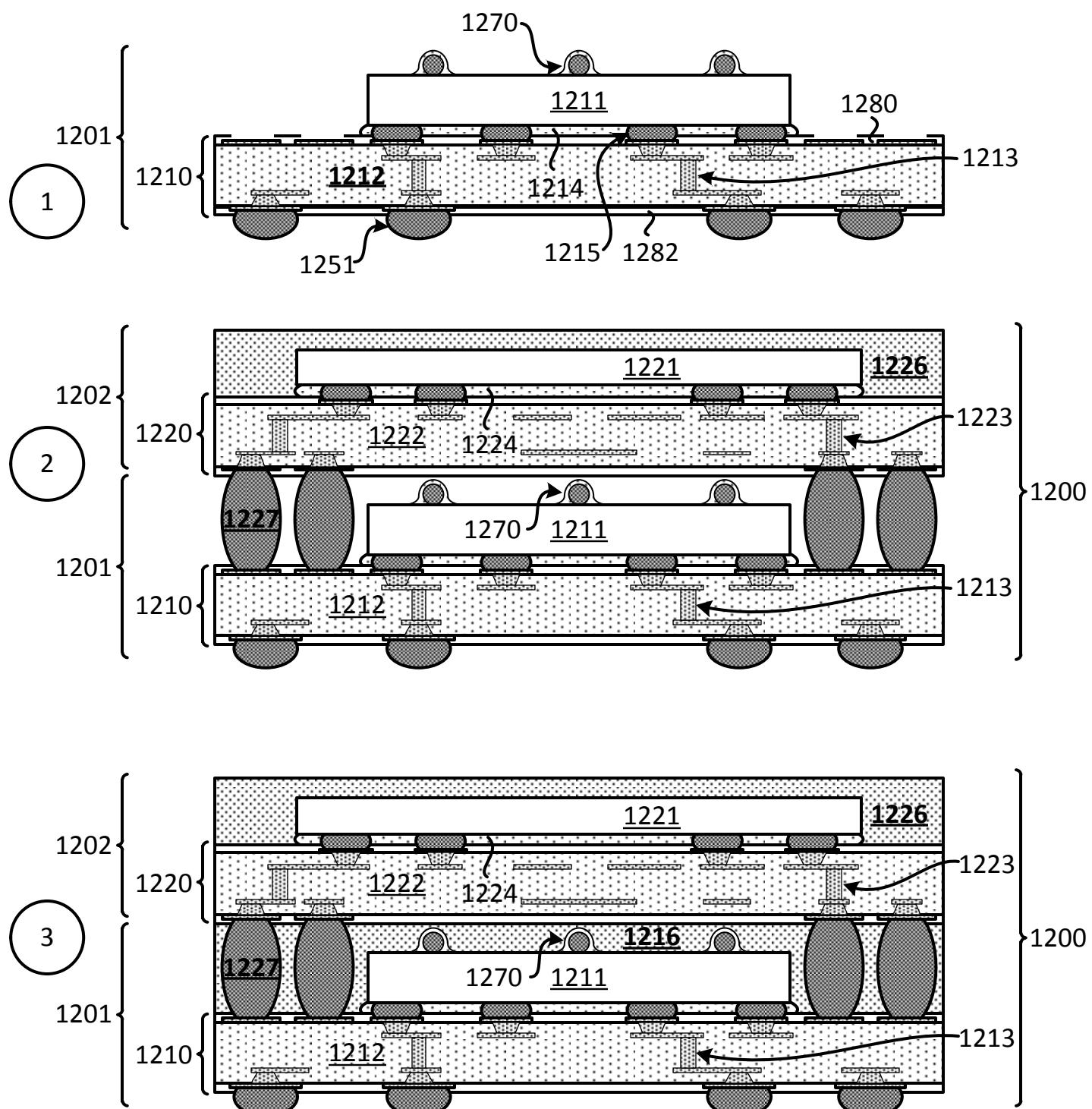


FIG. 20

**FIG. 21A**

**FIG. 21B**

**FIG. 21C**

**FIG. 22**

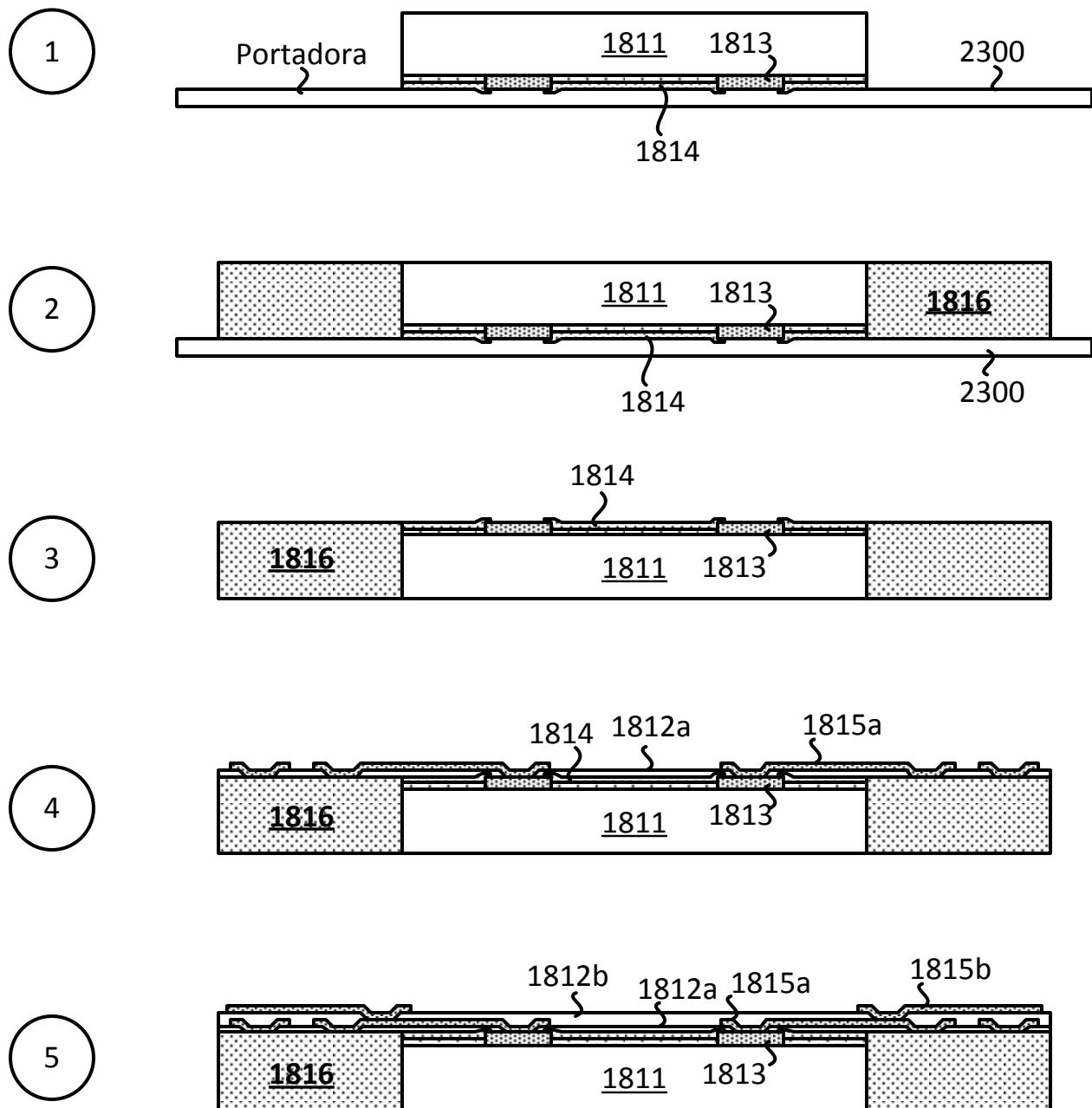
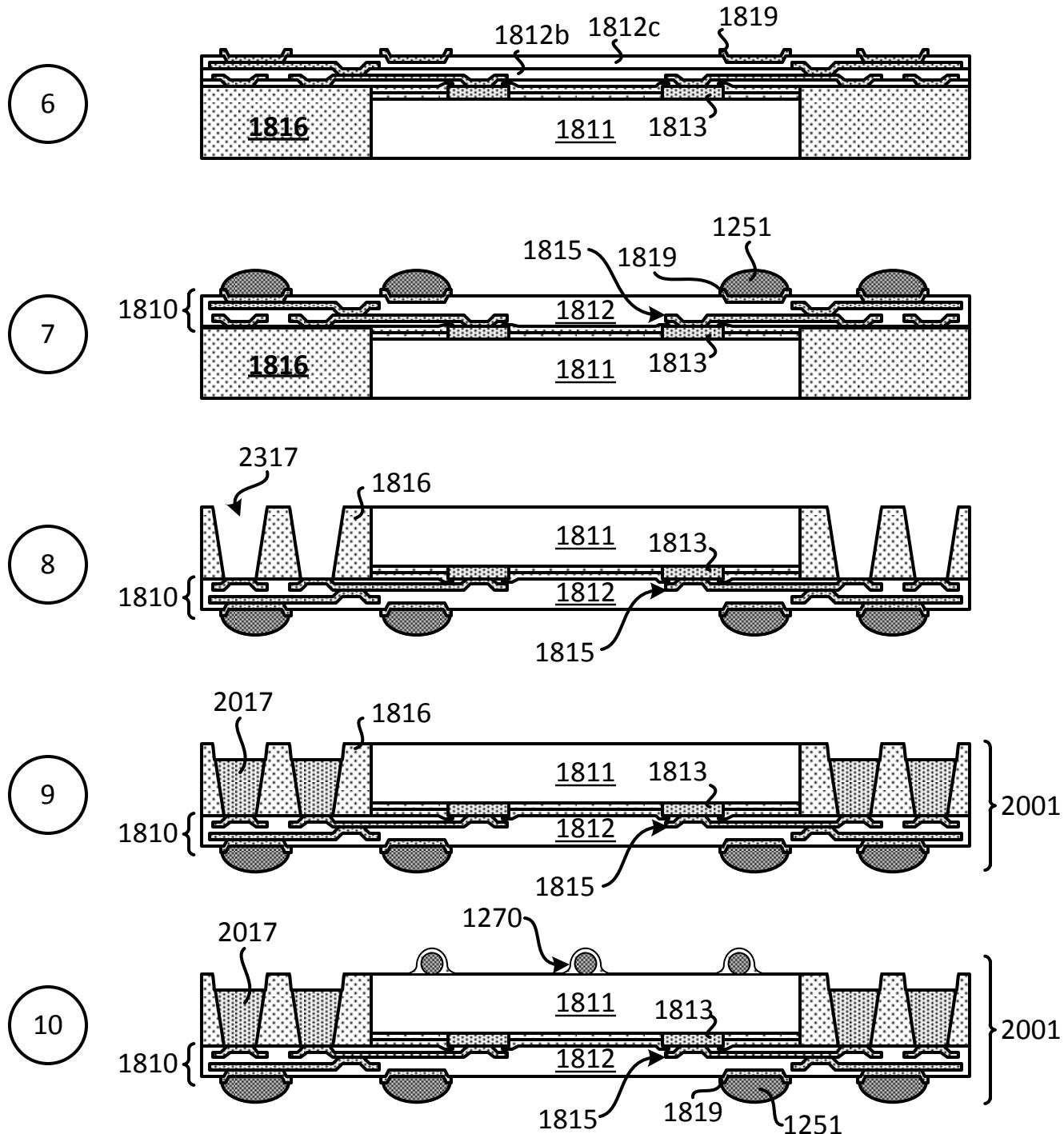
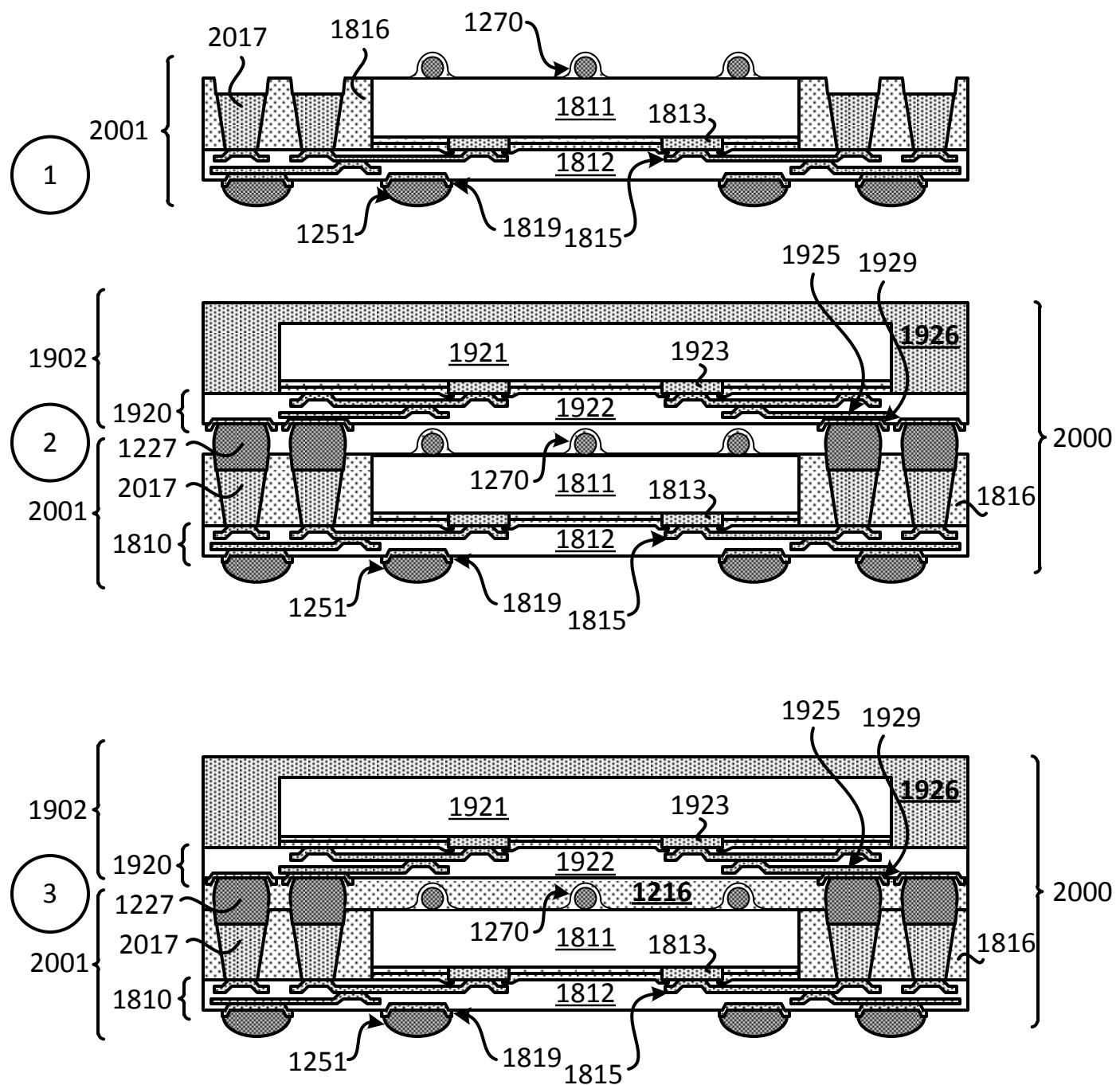
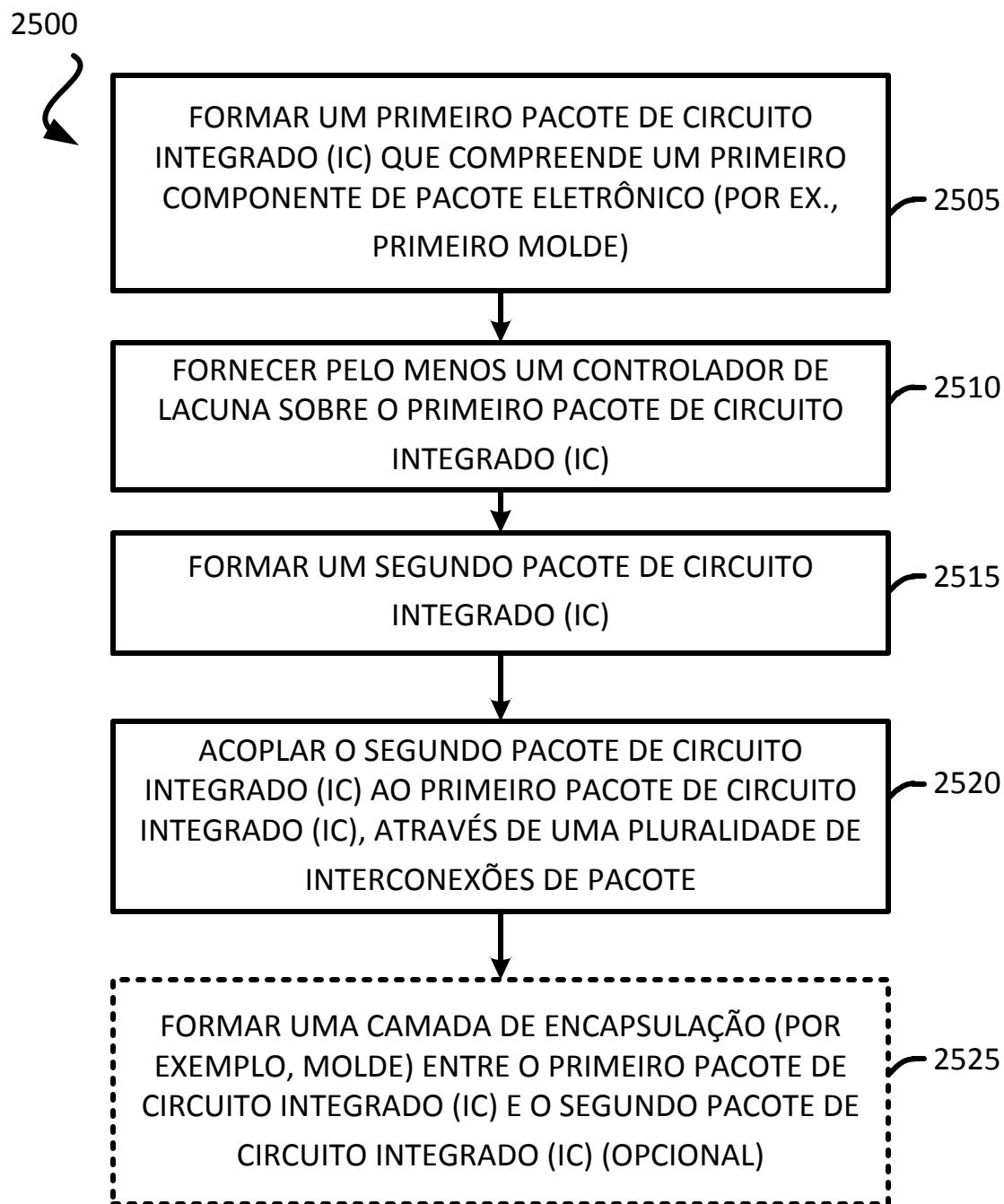


FIG. 23A

**FIG. 23B**

**FIG. 24**

**FIG. 25**

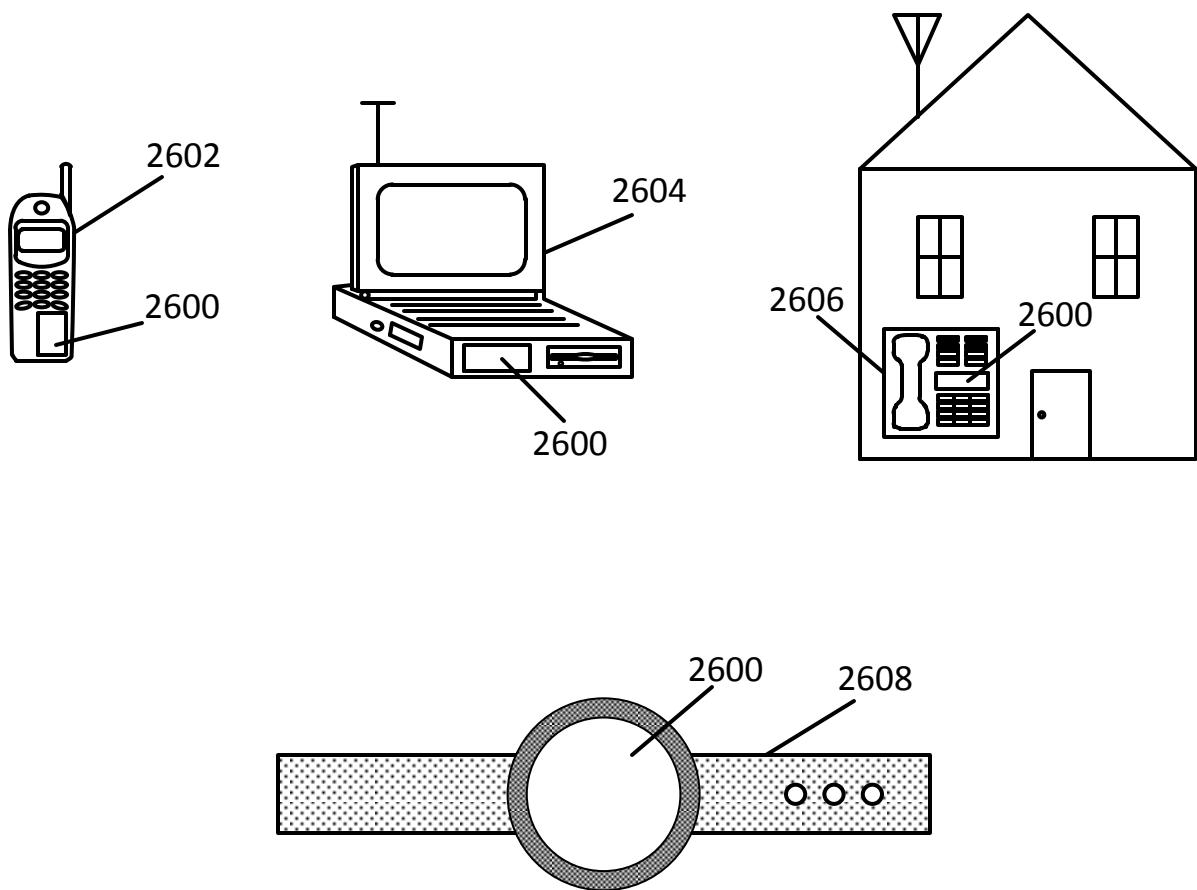


FIG. 26