



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

(11) BR 112016008974-0 B1



(22) Data do Depósito: 29/09/2014

(45) Data de Concessão: 12/04/2022

(54) Título: DISPOSITIVO DE CUIDADO DENTAL E MÉTODO DE DETECÇÃO E REMOÇÃO DE PLACA DE FORMA AUTOMÁTICA E INDEPENDENTE

(51) Int.Cl.: A61C 17/16; A46B 15/00.

(30) Prioridade Unionista: 22/10/2013 US 14/059,689.

(73) Titular(es): PLAQLISS LTD..

(72) Inventor(es): YURVAL SHANI; GIL WEISMAN; TAMIR YGAL; SCHLOMI GADOL; ASSAF AVRAM.

(86) Pedido PCT: PCT IL2014050852 de 29/09/2014

(87) Publicação PCT: WO 2015/059688 de 30/04/2015

(85) Data do Início da Fase Nacional: 20/04/2016

(57) Resumo: DISPOSITIVO DE CUIDADO DENTAL PARA DETECÇÃO E REMOÇÃO DE PLACA DE FORMA AUTOMÁTICA E INDEPENDENTE. A presente invenção relaciona-se com um dispositivo de cuidado dental para detectar e remover a placa, de modo automático e independente, compreendendo: a) uma cabeça para remoção de placa controlada por movimento e sensível a pressão tendo, pelo menos, uma matriz de cerdas; b) uma unidade para detecção de placa adaptada para capturar imagens dos dentes e gengivas, em que dita unidade para detecção de placa inclui um dispositivo gerador de imagens e uma fonte de luz com comprimento de onda específico para iluminar ditos dentes e gengivas; e c) um mecanismo para detecção de placa adaptado para processar as imagens capturadas a fim de detectar áreas infectadas por placa em ditos dentes, e, em conformidade, gerar instruções para guiar automaticamente dita cabeça para remoção de placa controlada por movimento, assim executando todos os movimentos necessários para, de modo automático e independente, remover a placa de ditos dentes enquanto minimizando a abrasividade por meio de controle de pressão aplicada e evitando escovar áreas limpas dos dentes e gengivas.

DISPOSITIVO DE CUIDADO DENTAL E MÉTODO DE DETECÇÃO E REMOÇÃO DE PLACA DE FORMA AUTOMÁTICA E INDEPENDENTE

Campo da Invenção

[0001] A presente invenção relaciona-se com o campo de dispositivos de cuidado dental. Mais particularmente, a invenção relaciona-se com uma escova de dente elétrica motorizada que foca em áreas infectadas por placa para escovação eficiente e para escovação eficiente e abrangente.

Fundamentos da Invenção

[0002] O uso de escovas de dente alimentadas eletricamente para limpeza de dentes é bem conhecido. Normalmente, essas escovas empregam algum tipo de cabeça rotativa capaz de realizar um movimento semicircular ou vibratório, um cabo de escova com um espaço oco para colocar baterias, um elemento motorizado, e algum tipo de interface de usuário (botões interruptores ou uma tela de usuário pequena). Esses componentes, juntos, constroem uma escova de dente elétrica, mas eles trabalham de modo separado e sem qualquer conhecimento ou coleção de conhecimentos. As escovas de dente existentes operam cegamente com base na sua colocação do usuário em sua boca, e independentemente se aquele local específico requer ou não limpeza ou tratamento de placa mais abrangente.

[0003] As escovas de dente existentes extaltam o fato de que suas cabeças móveis realizam repetições circulares rápidas, mas ignoram o fato de que isso pode ser abrasivo aos dentes e gengivas. Em conformidade, é desejável prover uma escova de dente elétrica motorizada melhorada que supere as deficiências descritas acima que detecte automaticamente áreas infectadas por placa e, adicionalmente, controle e monitore os movimentos e pressão aplicada da cabeça da escova de modo a trabalhar especificamente nas áreas detectadas, prevenindo a abrasividade aos dentes e gengivas. Fechando o ciclo entre o

entendimento de onde está a placa e possibilitando que a cabeça de escova alcance essas áreas sem intervenção do usuário, permite-se a escovação abrangente e eficiente, que é a base da escovação Smart.

[0004] É um objeto da presente invenção, prover um dispositivo de cuidado dental que detecte automaticamente as áreas infectadas por placa.

[0005] É outro objeto da presente invenção, prover um dispositivo de cuidado dental que seja capaz de controlar e monitorar a cabeça de escova para que trabalhe especificamente nas áreas detectadas com placa.

[0006] É, ainda, outro objeto da presente invenção, prover um dispositivo de cuidado dental que elimine abrasividade desnecessária aos dentes e gengivas.

[0007] Outros objetos e vantagens da invenção ficarão aparentes conforme a descrição proceda.

Resumo da Invenção

[0008] A presente invenção relaciona-se com um dispositivo de cuidado dental para detectar e remover a placa, de modo automático e independente, compreendendo:

- a. cabeça para remoção de placa controlada por movimento e sensível a pressão tendo pelo menos uma matriz de cerdas;
- b. unidade para detecção de placa, adaptada para capturar imagens de dentes e gengivas, em que dita unidade para detecção de placa inclui um dispositivo gerador de imagens e uma fonte de luz com comprimento de onda específico para iluminar ditos dentes e gengivas; e
- c. mecanismo para detecção de placa, adaptado para processar as imagens capturadas a fim de detectar áreas infectadas por placa em ditos dentes, e, em conformidade, gerar instruções para guiar automaticamente dita cabeça para remoção de placa controlada por movimento, assim realizando todos os movimentos necessários para, de

modo automático e independente, remover a placa de ditos dentes enquanto minimizando abrasividade por controle de pressão aplicada, e evitando escovar as áreas limpas dos dentes e gengivas.

[0009] De acordo com uma modalidade da invenção, a unidade para detecção de placa é programada para operar pela aplicação de algoritmo(s) de hardware e/ou software localizador(es) de placa(s).

[00010] De acordo com uma modalidade da invenção, o algoritmo localizador de placa envolve processamento de imagem, detecção de borda, detecção de objeto e algoritmo de propriedade baseado no comprimento de onda defletido produzido pelo processo de iluminação.

[00011] De acordo com uma modalidade da invenção, o dispositivo de cuidado dental compreende, adicionalmente, um processador de informações do usuário para prover indicações de vídeo/áudio de usuário enquanto usando dito dispositivo.

[00012] De acordo com uma modalidade da invenção, a indicação de usuário inclui indicações de escovação em tempo real quando é pedido ao usuário para colocar a escova em um novo local, temporizador, qualidade de escovação, porcentagem de placa e melhoria de acordo com o tempo.

[00013] De acordo com uma modalidade da invenção, o dispositivo de cuidado dental compreende, adicionalmente, duas ou mais matrizes de cerdas lineares, tal que uma primeira matriz de cerdas seja posicionada em uma orientação vertical com respeito às outras matrizes de cerdas, assim, provendo dois ou mais graus de liberdade

[00014] De acordo com uma modalidade da invenção, a matriz de cerdas é formada de maneira arredondada, de maneira linear, ou combinação de ambas.

[00015] De acordo com uma modalidade da invenção, a cabeça para remoção de placa é maior que o padrão e tem pelo menos uma junta flexível para possibilitar o ajuste da forma da cabeça para remoção de placa

para corresponder à linha de dente e escovar diversos dentes simultaneamente, e um ou mais dispositivos sensores para detecção de placa.

[00016] De acordo com uma modalidade da invenção, os movimentos das juntas flexíveis são passivos e são dependentes apenas da flexibilidade da junta.

[00017] De acordo com uma modalidade da invenção, os movimentos das juntas flexíveis são ativos pelo uso de um ou mais motores ou atuadores.

Breve descrição dos Desenhos

Nos desenhos:

[00018] Fig. 1A ilustra esquematicamente uma vista frontal simplificada de dispositivo de cuidado dental, de acordo com uma modalidade da presente invenção;

[00019] Fig. 1B ilustra esquematicamente uma vista lateral simplificada do dispositivo de cuidado dental de Fig. 1A;

[00020] Fig. 1C ilustra esquematicamente uma vista traseira simplificada do dispositivo de cuidado dental de Fig. 1A;

[00021] Figs. 1D-1F ilustra esquematicamente possíveis movimentos da cabeça para remoção de placa do dispositivo de cuidado dental, de acordo com algumas modalidades da presente invenção;

[00022] Figs. 2A e 2B são umas vistas exemplares de elementos internos do dispositivo de cuidado dental de Fig. 1A, de acordo com uma modalidade da presente invenção;

[00023] Figs. 3A-3B ilustram esquematicamente a região da cabeça do dispositivo de cuidado dental aplicável como um material rodante realizando movimentos automáticos controlados, de acordo com uma modalidade da presente invenção;

[00024] Fig. 4A ilustra esquematicamente uma vista de cima de uma cabeça para remoção de placa com juntas flexíveis, de acordo com uma modalidade da presente invenção;

[00025] Fig. 4B ilustra esquematicamente uma vista lateral da cabeça para remoção de placa de Fig. 4A;

[00026] Fig. 4C ilustra esquematicamente movimentos exemplares das juntas flexíveis de Fig. 4A;

[00027] Fig. 5 ilustra esquematicamente, na forma de um diagrama de blocos, os componentes elétricos do dispositivo de cuidado dental, de acordo com uma modalidade da presente invenção; e

[00028] Fig. 6 ilustra esquematicamente um mecanismo exemplar de nível superior para detecção de placa do dispositivo de cuidado dental, de acordo com uma modalidade da presente invenção.

Descrição Detalhada da Invenção

[00029] A presente invenção é um dispositivo de cuidado dental que detecta automaticamente áreas infectadas por placa nos dentes e, conformemente, trabalha para resolvê-las por controle e monitoração de movimentos de um elemento para remoção de placa para alcançar e focar nas áreas contaminadas, assim eliminando aplicações abrasivas da escova pelo controle de pressão aplicada, e evitando áreas que não necessitam escovação ampla permitindo limpeza eficiente em um tempo mais curto. O dispositivo de cuidado dental não implica nenhuma forma específica, material de construção ou geometria, e a invenção é aplicável a todos os dispositivos adequados que possam ser implementados na forma de dispositivos como escova de dente elétrica motorizada.

[00030] Será feita referência, agora, a diversas modalidades da presente invenção, exemplos das quais são ilustrados nas figuras em anexo. Onde for aplicável, números de referência similares ou parecidos podem ser usados nas figuras e podem indicar funcionalidade similar ou parecida. As figuras mostram modalidades da presente invenção apenas

para propósitos de ilustração. Aquele versado na técnica reconhecerá imediatamente da descrição a seguir que modalidades alternativas das estruturas e métodos ilustrados neste documento podem ser empregadas sem fugir dos princípios da invenção descrita neste documento.

[00031] Enquanto certos exemplos podem se referir a um dispositivo de cuidado dental dedicado, outros dispositivos podem, também, ser usados, tais como uma escova de dente especial. Os termos, “por exemplo”, “p.ex.”, “opcionalmente”, como usados neste documento, são pretensamente usados para introduzir exemplos não limitadores. Enquanto certas referências são feitas a certos exemplos de componentes de sistema, outros componentes podem ser usados, e/ou os componentes de exemplo podem ser combinados em menos componentes, e/ou divididos em componentes adicionais.

[00032] Figs. 1A-1C mostram um dispositivo de cuidado dental que pode ser usado em conjunção com a invenção. O dispositivo indicado, em geral, pelo numeral 10 nas figuras é na forma de uma escova de dente elétrica motorizada integrativa que compreende uma cabeça para remoção de placa 11 e um corpo 12 na forma de um cabo. O corpo 12 e a cabeça 11 são acoplados de uma maneira que permita o movimento da cabeça 11 no eixo linear.

[00033] A cabeça para remoção de placa 11 é equipada com matrizes de cerdas múltiplas colocadas vertical e horizontalmente para acomodar golpes de escovação diferentes, necessários em diferentes áreas de dente e gengivas. De acordo com uma modalidade da invenção, cada matriz de cerdas é controlada separadamente por um motor dedicado (p.ex., cada motor pode ser localizado na própria cabeça 11, ou em qualquer lugar ao longo do corpo do dispositivo de cuidado dental 10 que permitirá ao motor rotacionar/vibrar as cerdas), então, todas as combinações de operação (p.ex., ativar/desativar cada motor de modo independente, acelerando ou desacelerando por controle da potência e

velocidade de cada motor, configuração mais avançada pode, também, permitir o controle de altura ou deflexão de matriz de cerdas, etc.) são aplicáveis baseadas em um algoritmo de detecção de placa. Usar uma pluralidade de motores permite as cerdas a se moverem em qualquer direção (p.ex., dois ou mais graus de liberdade).

[00034] Como será aparente para àquele versado na técnica, a cabeça para remoção de placa 11 pode ser configurada para se mover em vários modos. De acordo com algumas modalidades da invenção, cada matriz de cerdas rotaciona de modo independente para ambas as direções no plano X-Y, como mostrado com respeito à Fig. 1D. Em outra modalidade, toda a cabeça para remoção de placa 11 rotaciona para ambas as direções ao redor do eixo X, como mostrado com respeito à Fig.1E. Em outra modalidade, toda a cabeça para remoção de placa 11 rotaciona para ambas as direções ao redor do eixo Z (p.ex., cabeça 11 se move para a direita ou esquerda), como mostrado com respeito à Fig.1F. Nesta modalidade, o ponto de pivotagem pode ser em qualquer lugar ao longo da cabeça 11, braço, ou o corpo de dispositivo 10.

[00035] De acordo com uma modalidade da invenção, movimentos para frente e para trás da cabeça 11 são controlados por um motor adicional (p.ex., um atuador linear que pode ser colocado no corpo 12 do dispositivo de cuidado dental 10). Qualquer motor adequado pode ser usado para controlar esses movimentos baseados na modalidade e implementação escolhida. A cabeça para remoção de placa 11 é equipada com um módulo sensor tal que um dispositivo gerador de imagens (p.ex., uma câmera pequena), um escâner em linha, ou outros meios óticos, que pegam um fluxo de dados visuais contínuos (p.ex., imagens) da área específica da cabeça para onde a remoção de placa 11 é localizada, e envia os dados para a unidade de processamento.

[00036] De acordo com uma modalidade da invenção, a cabeça para remoção de placa 11 compreende uma unidade para detecção de

placa 13 e meios que facilitam a limpeza dos dentes e gengivas, tais como uma ou mais matrizes de cerdas bem agrupadas, p.ex., como indicado pelos numerais 14-16. Nesta implementação exemplar, a cabeça 11 é equipada com, mas não limitada a, uma matriz horizontal de cerdas bem agrupadas 14 e duas matrizes verticais de cerdas bem agrupadas 15 e 16. Opcionalmente, uma matriz de cerdas bem agrupadas arredondadas pode, também, ser empregada (não mostrado). Figs. 1B e 1C mostram uma vista lateral e uma vista traseira, de acordo com a presente invenção e correlacionada à Fig.1A.

[00037] Figs. 2A e 2B mostram vistas de elementos do dispositivo de cuidado dental 10, de acordo com uma modalidade da presente invenção. Nesta configuração, as matrizes de cerdas 14-16 (Figs. 1A e 2B) ficam em um chassi 25, que prende as cerdas 14-16 (p.ex., no lado de topo) e um motor dedicado para cada matriz de cerdas 14-16 (p.ex., no outro lado), respectivamente, como indicado pelos numerais 141, 151 e 161. Fig. 2A mostra os motores dedicados 141, 151 e 161 sem a matriz de cerdas 14-16. Nesta modalidade, por exemplo, a unidade para detecção de placa 13 está localizada adjacente à matriz horizontal de cerdas bem agrupadas 14 na extremidade da cabeça 11 do dispositivo de cuidado dental.

[00038] A unidade para detecção de placa 13 inclui um Sensor de Detecção de Placa (PDS) 18 (p.ex., uma câmera) e uma fonte de luz 19 (p.ex., um LED) como mostrada em detalhes adicionais nas Figs. 3A e 3B. PDS 18 pega um fluxo contínuo de imagens controladas por um mecanismo para detecção de placa 21. Cada imagem é processada pelo mecanismo para detecção de placa 21 (p.ex., nesta modalidade, o mecanismo para detecção de placa 21 é colocado no corpo 12). Por exemplo, nesta configuração, toda a fiação para controlar cada motor dedicado 141, 151 e 161 separadamente ou passar dados entre a unidade para detecção de placa 13 e o mecanismo para detecção de placa 21 pode ser feita de uma

maneira com fios, p.ex., através de um conjunto de fios como indicado pelo numeral 24.

[00039] O mecanismo para detecção de placa 21 recebe um fluxo de imagens contínuo e realiza algoritmos de processo de fotografia avançados em cada imagem recebida, começando por estabilização de imagem e algoritmos de costura para compensar pela instabilidade resultante do fato de que o dispositivo é manual, e através de transformação colorida e detecção de borda de objeto, como será descrito aqui em detalhes adicionais com respeito às Figs. 4 e 5.

[00040] O resultado de processamento de fotografia é um conjunto de comandos para controlar o próximo movimento realizado por cada matriz de cerdas 14-16 e a intraconjunção com o movimento da cabeça 11 ao longo do eixo X. De acordo com o comando, cada motor dedicado 141, 151 e 161 pode ser ativado, parado, acelerado ou desacelerado. Qualquer combinação dos quatro motores dedicados 141, 151 e 161 são aplicáveis, tais como:

[00041] apenas o motor horizontal dedicado superior está funcionando;

[00042] apenas o motor horizontal dedicado inferior está funcionando;

[00043] ambos os motores dedicados horizontais estão funcionando;

[00044] apenas o motor dedicado vertical está funcionando;

[00045] apenas o motor horizontal dedicado superior e motor dedicado vertical estão funcionando;

[00046] apenas o motor horizontal dedicado inferior e motor dedicado vertical estão funcionando;

[00047] ambos os motores dedicados horizontais e motor dedicado vertical estão funcionando;

[00048] apenas o motor dedicado circular está funcionando;

[00049] apenas o motor dedicado circular e motor horizontal dedicado superior estão funcionando;

[00050] apenas o motor dedicado circular e motor horizontal dedicado inferior estão funcionando;

[00051] apenas o motor dedicado circular e ambos os motores dedicados horizontais estão funcionando;

[00052] apenas o motor dedicado circular e motor dedicado vertical estão funcionando;

[00053] apenas o motor dedicado circular, motor horizontal dedicado superior e motor dedicado vertical estão funcionando;

[00054] apenas o motor dedicado circular, motor horizontal dedicado inferior e motor dedicado vertical estão funcionando;

[00055] apenas o motor dedicado circular, ambos os motores dedicados horizontais e motor dedicado vertical estão funcionando.

[00056] Ser capaz de controlar cada motor dedicado separadamente com grande precisão permite escovação abrangente e eficiente enquanto minimizando abrasividade para as áreas limpas de dentes.

[00057] A cabeça para remoção de placa 11 pode realizar uma variedade de movimentos de acordo com a modalidade selecionada. Movimentos de cabeça para frente e para trás são controlados por, mas não limitados a, um motor linear colocado no corpo 12 (p.ex., um cabo de escova). De acordo com uma modalidade da invenção, o PDS 18 é mantido limpo de qualquer obstáculo, (água, vapor, espuma, etc...) que possa interferir com a visão de câmera, e, portanto, deteriorar a qualidade da fotografia em qualquer quantidade de modos, como detalhado, mas não limitado a um limpador dedicado (não mostrado) ou qualquer material hidrofóbico cobrindo as lentes. Por exemplo, quando o PDS 18 não está ativo, pode ser limpo por um limpador dedicado.

[00058] Outra modalidade utiliza uma cabeça para remoção de placa equipada com duas matrizes de cerdas motorizadas. Movimentos de cabeça para frente e para trás são controlados por um motor dedicado colocado no cabo da escova. O conjunto de cerdas pode ser arredondado, retangular ou de qualquer outra forma, e são controlados separadamente por um motor dedicado separado. Ambos os motores podem ser ligados ou desligados completa e separadamente, de acordo com o algoritmo de detecção de placa. Cada matriz de cerdas pode ser colocado na cabeça para remoção de placa de tal maneira que elas cubram o comprimento total da linha de dente e gengiva. Nesta modalidade específica, o movimento angular da cabeça até 45° pode ser redundante.

[00059] De acordo com uma modalidade da invenção, o dispositivo de cuidado dental 10 compreende uma saída de tela 22 que pode ser aplicada para servir muitos recursos e aplicações, incluindo, mas não limitado a, indicações de usuários, tais como temporizador, qualidade de escovação, porcentagem de placa e melhorias de acordo com o tempo. Outras aplicações podem ser direcionadas a uma linha de produtos para crianças, incluindo, mas não limitado a, gifs, jogos, contagem de pontos. Ainda outra aplicação pode incluir, mas não é limitada a, vista panorâmica em tempo real de toda a boca com indicações de cor para a localização de placa, servindo tanto para o consumidor quanto para mercados profissionais.

[00060] Em outra modalidade, a cabeça para remoção de placa 11 compreende uma cabeça de material rodante 31 que é conectada ao corpo 12 (Fig.1) de tal modo que permita movimentos no eixo X, eixo Y e eixo Z (como mostrado em respeito às Fig.3A e 3B). Os movimentos da cabeça de material rodante 31 são totalmente controlados pelo mecanismo para detecção de placa 21 (Fig. 2) no comprimento e altura da área sendo limpa. A unidade para detecção de placa 13 (p.ex., a câmera e os LEDs) fica na cabeça de material rodante 31. Adicionalmente, uma cabeça

substituível segurando uma matriz de cerdas pode ser conectada à cabeça de material rodante 31 e pode ser controlada por um motor dedicado como descrito acima. A matriz de cerdas pode ser ativada, parada, acelerada ou desacelerada completamente de modo independente, e sem qualquer correlação à disposição de material rodante ou movimento.

[00061] Referindo-se agora às Figs. 4A-4C, uma cabeça para remoção de placa 110 com juntas flexíveis é mostrada em conformidade com outra modalidade da presente invenção. A cabeça para remoção de placa 110 compreende uma ou mais juntas flexíveis, como indicado pelos numerais 111, 112 e 113. As cerdas são indicadas pelos numerais 123-126. As configurações de juntas flexíveis possibilitam ajustar as formas da cabeça para remoção de placa 110 para corresponder à linha de dente. Movimento das juntas em volta do eixo Y pode ser passivo (dependendo apenas da flexibilidade da junta) ou ativo (usando motores ou atuadores). Em tal configuração, a cabeça para remoção de placa 110 pode incluir mais de um PDS, como indicado pelos numerais 121 e 122.

[00062] A cabeça 110 pode maximizar a eficiência da escovação pela divisão da boca em áreas maiores (p.ex., dentro, fora e na parte superior da topologia do dente) ao invés de ter de escovar dente após dente, um a um. Toda a cabeça para remoção de placa 110 pode, ainda, se mover no eixo X utilizando um motor linear. Devido ao seu comprimento, a cabeça para remoção de placa 110 cobre uma área maior da boca. Os PDS 121 e 122 transmitem as imagens para o mecanismo de detecção de placa, que deve apenas informar se a limpeza está terminada na área específica na qual está trabalhando. (p.ex., existe placa = VERDADEIRO/FALSO) quando a resposta é FALSO, e é dada indicação ao usuário (indicação pode ser tanto por som de bipe, vibração ou qualquer outro meio) ao usuário para mover ao próximo local.

[00063] Como será apreciado por àquele versado na técnica, o arranjo descrito nas figuras resulta em uma ferramenta que aplica

Escovação Smart. A integração do sensor, motores dedicados e lógica especial, equipados com um sensor e uma lógica de controle proprietária executando algoritmos avançados , pode fechar o ciclo entre detectar as áreas com placa e controlar o elemento de remoção de placa para alcançá-la, assim provendo uma ferramenta que aplique uma Escovação Smart.

[00064] Escovação Smart pode ser obtida por um ou mais dos métodos listados, mas não é limitada a eles. Um método requer que o usuário meramente insira o dispositivo de cuidado dental em sua boca, assegurando que o dispositivo de cuidado dental fique em um local fixo até uma indicação de usuário automática ser confirmada, indicando um movimento para o próximo local, e repita essa ação, como indicado pelo dispositivo de cuidado dental. Outro método pode requerer que o usuário faça uso de uma solução de pasta de dente de propriedade divulgada, ou desinfetante bucal antes de realizar as ações descritas nos métodos acima. Outro método, ainda, pode requerer que o usuário, primeiramente, escaneie sua boca por completo, permitindo que o dispositivo de cuidado dental crie uma imagem completa da boca, assim, possibilitando referências a coordenadas e locais específicos. Qualquer dos métodos descritos resulta em Escovação Smart ativando a lógica e mecânica integrada avançada para remover mais placa dos dentes.

[00065] Voltando agora ao circuito lógico, ele é composto de uma lógica especial que pode ser de muitas modalidades, tais quais FPGA, ASIC, CPU, PU (Unidade de Processamento) ou qualquer outra lógica programada, mas não se limita elas, e possibilita implementação de algoritmos avançados. Os algoritmos genéricos podem ser usados para aplicações múltiplas, algumas das quais, mas não limitadas a elas, são detecção de placa, fotografias dimensionais 2D e 3D de dentes e boca, alertas relacionados a saúde e mais.

[00066] A unidade de processamento, em qualquer uma das modalidades preferenciais, utiliza uma lógica programável FPGA, ASIC,

CPU, PU ou outras formas que realizem algoritmos de processamento de fotografia avançados no fluxo de imagens recebido. O processamento pode envolver as seguintes tarefas, mas podem ser melhorados com tarefas alternativas ou adicionais.

[00067] Processamento de fotografia primário, iniciando por estabilização de imagem e algoritmos de costura para compensar pela instabilidade resultante do fato de que o dispositivo é manual, seguido por filtragem, escala, construção de histograma e manipulação de cor;

[00068] Detecção de limites de dentes por detecção de borda de objeto, eliminando, assim, áreas não relevantes, pesquisa de limiar, suavização adicional e filtragem;

[00069] Detecção de placa específica, procurando deflexão de cor específica em limites de dentes detectados mais cedo.

[00070] O resultado é um conjunto de comandos para controlar o próximo movimento realizado pela cabeça de escova em referência às últimas coordenadas em que a escova estava, controlando as funções “ligar/desligar” de cada motor separadamente, e calculando o local atual. Em conformidade com a modalidade de longa cabeça com juntas flexíveis, não há necessidade de calcular novas coordenadas, e o resultado é simplesmente a existência de placa = Verdadeira ou Falsa.

[00071] De acordo com uma modalidade da invenção, detecção de placa pode ser realizada, mas não limitada a, um ou todos os modos a seguir:

[00072] Nanômetro específico de comprimento de onda para identificação/coloração de placa;

[00073] Solução de desinfetante bucal/pasta de dente reveladora de propriedade;

[00074] Algoritmo para detecção de recurso e reconhecimento de objeto de propriedade.

[00075] As funções descritas neste documento podem ser realizadas por um código executável e instruções armazenadas em um meio legível por computador e executadas em um sistema baseado em processador que é implementado no mecanismo para detecção de placa 21. Entretanto, também podem ser utilizadas máquinas de estado, e/ou circuitos eletrônicos com fio. Adicionalmente, com respeito aos processos de exemplos descritos neste documento, não são todos os estados de processos que precisam ser atingidos ou realizados na ordem ilustrada.

[00076] Fig. 5 ilustra esquematicamente, na forma de um diagrama de blocos, os componentes elétricos do dispositivo de cuidado dental 10 da Fig. 2, de acordo com uma modalidade da presente invenção. O dispositivo de cuidado dental 10 inclui o mecanismo para detecção de placa 21, a unidade para detecção de placa 13, o(s) motor(es) dedicado(s), tais como 141, 151 e 161 e uma fonte de energia, p.ex., como indicado pela bateria 41.

[00077] De acordo com uma modalidade da invenção, o dispositivo de cuidado dental 10 pode incluir, adicionalmente, uma abertura de comunicação 42 (p.ex., uma comunicação sem fio, uma com fio ou combinação de ambas) para permitir que o dispositivo de cuidado dental 10 envie dados (tanto processados como crus) a dispositivos externos, tais como uma unidade de *display* externo 43, base de ligação, *smartphones*, *notebooks* ou outros dispositivos baseados em computadores, como indicado, em geral, pelo numeral 44, etc. A abertura de comunicação pode ser implementada por qualquer protocolo de comunicação adequado, tais como uma abertura USB, WiFi, Bluetooth e semelhantes.

[00078] O Mecanismo de Detecção de Placa (PDE) 21 realiza todo o processamento de vídeo requerido para análise precisa dos movimentos da cabeça para remoção de placa 11. O PDE 21 também realiza a saída sem fio/com fio para a unidade de *display* externa 43 para exibir informação de usuário. Como aparente para a pessoa versada na

técnica, o PDE 21 comunica-se com os motores 141, 151, 161 e com o PDU 13 através de qualquer interface adequada, como indicado por "I/F" na figura.

[00079] O PDE 21 é responsável pelo movimento de deslizamento delicado da cabeça 11, bem como os comandos "ligado"/"desligado" para cada motor dedicado de cada matriz de cerdas a fim de prevenir desgaste abrasivo da superfície do dente onde não há placa.

[00080] Tudo acima será melhor compreendido através dos exemplos ilustrativos e não limitadores.

[00081] Fig. 6 ilustra esquematicamente um PDE de nível superior na forma de um diagrama em bloco exemplar, de acordo com uma modalidade da presente invenção.

[00082] Como será aparente àquele versado na técnica, uma máquina de sincronismo de entrada 50 pode realizar o alinhamento e sincronização dos dados recebidos do PDS 18 incorporado na unidade para detecção de placa 13. Por exemplo, o dado pode ser recebido em taxa de relógio de pixel e sincronizado ao relógio de sistema usando um *buffer* FIFO de comprimento de linha. Dependendo das propriedades de PDS 18, os dados de pixel podem ser, por exemplo, 8 bits de largura, constituindo um *buffer* de ~2K (memória interna) para uma resolução de pixel ativo de 224x240. O dado de pixel ativo é, então, processado em estágios de pré-processamento por uma unidade de processamento de sensor 51, como descrito em detalhes adicionais neste documento.

Estágios de processamento

[00083] O primeiro estágio do pré-processamento é uma série de filtros implementados em lógica. O propósito é reduzir barulho, eliminar borrão de movimento, melhorar luminosidade e preparar os dados para gerar uma costura de fotografia, onde os algoritmos avançados podem ser implementados.

[00084] O segundo estágio é uma máquina de detecção baseada em recursos de hardware (HW), rastreamento de recurso, estabilização, e costura de fotografia. Essas máquinas HW também usam SRAMs internos para cálculos e processamento e realizar os elementos de extração de dados dos algoritmos. Neste estágio, algoritmos de reconhecimento de objeto de dentes específicos são, também, implementados. A costura de fotografia é, então, armazenada na memória 52 para processamento adicional.

[00085] A terceira parte do processamento é feita por um CPU 54 tal como um processador ARM/Cortex. Usando os dados extraídos pela máquina HW, a parte do algoritmo habilitada por software é realizada, incluindo localizar as coordenadas precisas de dispositivo de cuidado dental, identificar as precisas áreas infectadas por placa e emitir os comandos para a cabeça para remoção de placa do dispositivo de cuidado dental.

[00086] Um Controlador de Motor (MC) 53 traduz os comandos recebidos de uma unidade de cálculo de movimento de motor que fica no processador ARM/Cortex a movimentos de motor atuais que controlam a cabeça para remoção de placa. O MC 53 é responsável por converter a interface de barramento e voltagens aos motores dedicados que rotacionam/movimentam a matriz de cerdas.

[00087] Um Processador de Informação de Usuário (UIP) 55 é compreendido de dois principais recursos, gerando informação de usuário de áudio e vídeo. O UIP 55 produz informação de usuário necessária, pelo menos, para realizar a limpeza. O UIP 55 pode incorporar um módulo de codificador de vídeo para compressão de vídeo a fim de enviar dados de vídeo para uma tela de usuário externa, tal como uma unidade de *display* 43 (Fig. 4).

[00088] A informação de áudio gerada pode incluir indicações audíveis, tais como:

[00089] expiração de temporizador da seção de boca;
[00090] temporizador de escovação(p.ex., 2 minutos);
[00091] informação de uso indevido;
[00092] A informação de vídeo gerada pode incluir indicação visual, tais como:

[00093] vista panorâmica da boca (p.ex., 8 seções);
[00094] seção específica perdida/indicação de subutilização;
[00095] indicação de sensor de pressão;
[00096] indicação de substituição da cabeça para remoção de placa;

[00097] informação da vida da bateria;

[00098] Como mencionado anteriormente, o motor 55 é responsável pelo movimento de cabeça circular e movimento de cabeça deslizante, de acordo com os comandos calculados pelo PDE 21. O motor 55 deve ser de baixa potência com um ciclo de vida longo para atender os requisitos de produtos de consumo.

[00099] As modalidades já mencionadas provêm uma escova de dente Smart equipada com todos os componentes necessários para atingir uma escovação perfeita. A escova de dente Smart oferece uma arquitetura única, combinando tecnologia semicondutora com processamento de vídeo e mecânica delicada para entregar uma escova de dente Smart, preparando o caminho para a escovação perfeita. Escovação Smart é alcançada pela identificação das áreas infectadas por placa do dente e trabalhar para aliviar a placa detectada.

[000100] Todos os exemplos e descrições acima foram dados com o propósito de ilustrar, e não se pretende limitar a invenção de alguma maneira. Muitos mecanismos, métodos de análise, elementos eletrônicos e lógicos diferentes podem ser empregados, todos sem exceder o escopo da invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo de cuidado dental (10) para detecção e remoção de placa de forma automática e independente, **caracterizado** pelo fato de que compreende:

a. uma cabeça (11) controlada por movimento para remoção de placa tendo matrizes de cerdas múltiplas (14, 15, 16) colocadas vertical e horizontalmente nelas, em que cada matriz de cerdas (14, 15, 16) é controlada separadamente por um motor dedicado (141, 151, 161), assim, permitindo que as cerdas se movam em qualquer direção em dois ou mais graus de liberdade;

b. uma unidade para detecção de placa (13) adaptada para capturar imagens dos dentes e gengivas, em que dita unidade para detecção de placa (13) inclui um dispositivo gerador de imagem e uma fonte de luz (19) com comprimento de onda específico para iluminação de ditos dentes e gengivas; e

c. um mecanismo para detecção de placa (21) adaptado para processar as imagens capturadas a fim de detectar áreas infectadas por placa em ditos dentes, e, em conformidade, gerar instruções para automaticamente guiar dita cabeça (11) de remoção de placa controlada por movimento para alcançar e focar em ditas áreas infectadas e evitar áreas que não precisem de escovação, assim, possibilitando fechar o ciclo entre detectar as áreas com placa e controlar a cabeça (11) para remoção de placa para alcançá-las.

2. Dispositivo de cuidado dental (10), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que a unidade para detecção de placa (13) é programada para operar por aplicação de algoritmo(s) de hardware e/ou software localizador(es) de placa.

3. Dispositivo de cuidado dental (10), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o algoritmo localizador

de placa envolve processamento de imagem, detecção de borda, detecção de objeto e algoritmo de propriedade.

4. Dispositivo de cuidado dental (10), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que compreende, adicionalmente, um processador (55) de informações de usuário para prover indicações de usuário de áudio/vídeo enquanto usando dito dispositivo (10).

5. Dispositivo de cuidado dental (10), de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado** pelo fato de que indicação de usuário inclui indicações de escovação em tempo real quando é pedido para que o usuário coloque a escova em um novo local, temporizador, qualidade de escovação, porcentagem de placa e melhoria de acordo com o tempo.

6. Dispositivo de cuidado dental (10), de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado** pelo fato de que uma vista panorâmica em tempo real de toda a boca, com indicações coloridas do local com placa é apresentado para o usuário seguir enquanto escova.

7. Dispositivo de cuidado dental (10), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que as matrizes de cerdas (14, 15, 16) são formadas de modo arredondado, de modo linear ou em combinação de ambos.

8. Dispositivo de cuidado dental (10), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que a cabeça para remoção de placa (110) é maior do que o padrão, e tendo pelo menos uma junta flexível (111, 112, 113) para possibilitar ajuste de forma da cabeça (110) para remoção de placa para corresponder à linha de dentes, e escovar diversos dentes simultaneamente, e um ou mais dispositivos sensores para detecção de placa.

9. Dispositivo de cuidado dental (10), de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado** pelo fato de que os movimentos das

juntas flexíveis (111, 112, 113) são passivos, e dependem apenas da flexibilidade da junta.

10. Dispositivo de cuidado dental (10), de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado** pelo fato de que os movimentos das juntas flexíveis (111, 112, 113) são ativos pelo uso de um ou mais motores ou atuadores.

11. Dispositivo de cuidado dental (10), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o mecanismo para detecção de placa (21) elimina aplicação abrasiva das cerdas pelo controle de pressão aplicada, movimentos e evitando lugares que não precisem de escovação.

12. Dispositivo de cuidado dental (10), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que a unidade de detecção de placa (13) pega um fluxo contínuo de imagens controladas pelo mecanismo para detecção de placa (21).

13. Dispositivo de cuidado dental (10), de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado** pelo fato de que a unidade de detecção de placa (13) recebe um fluxo contínuo de imagens, e aplica um algoritmo de processamento de fotografia avançado em ditas imagens recebidas, resultando em um conjunto de comandos para controlar o próximo movimento realizado por cada matriz de cerdas (14, 15, 16) em conjunção com um movimento da cabeça (11) ao longo do eixo X, assim, possibilitando monitoração e controle da operação de cada motor dedicado (141, 151, 161), se precisam ser ativados, parados, acelerados ou desacelerados.

14. Método de detecção e remoção de placa de forma automática e independente, utilizando o dispositivo de cuidado dental (10) conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 13, o método **caracterizado** pelo fato de que compreende:

a) prover uma cabeça (11) controlada por movimento para remoção de placa tendo várias matrizes de cerdas (14, 15, 16) colocadas vertical e horizontalmente nelas, em que cada matriz de cerdas (14, 15, 16) é controlada separadamente por um motor dedicado (141, 151, 161), assim, permitindo que as cerdas se movam em qualquer direção em dois ou mais graus de liberdade;

b) capturar um fluxo contínuo de imagens controladas por um mecanismo para detecção de placa (21) em comunicação com dita cabeça (11) para remoção de placa controlada por movimento; e

c) aplicar um algoritmo de processamento de fotografia avançado em ditas imagens capturadas, resultando em um conjunto de comandos para controlar o próximo movimento realizado por cada matriz de cerdas (14, 15, 16) em conjunção com um movimento de dita cabeça (11) ao longo do eixo X, assim, possibilitando monitoração e controle da operação de cada motor dedicado (141, 151, 161), se precisam ser ativados, parados, acelerados ou desacelerados para alcançar e focar apenas nas áreas contaminadas.

15. Método, de acordo com a reivindicação 14, **caracterizado** pelo fato de que o movimento da cabeça (11) ao longo do eixo X possibilita referência a coordenadas e locais específicas.

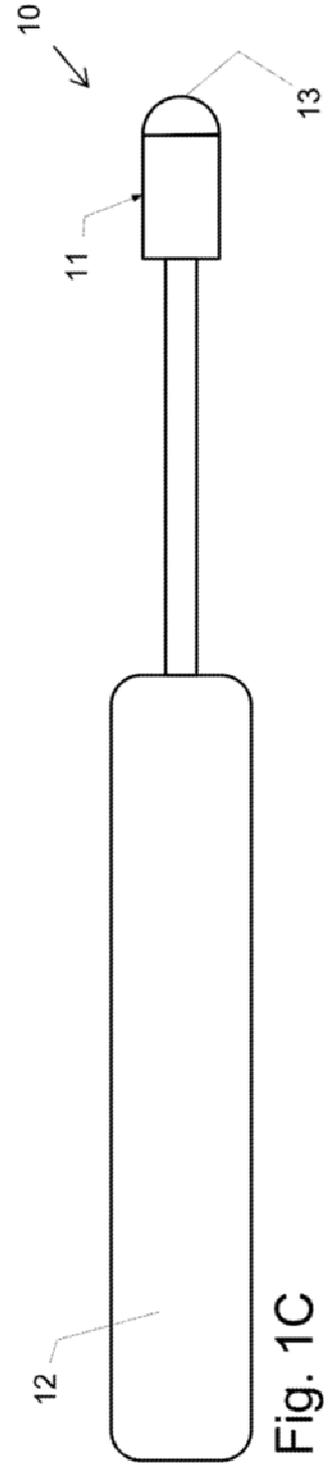
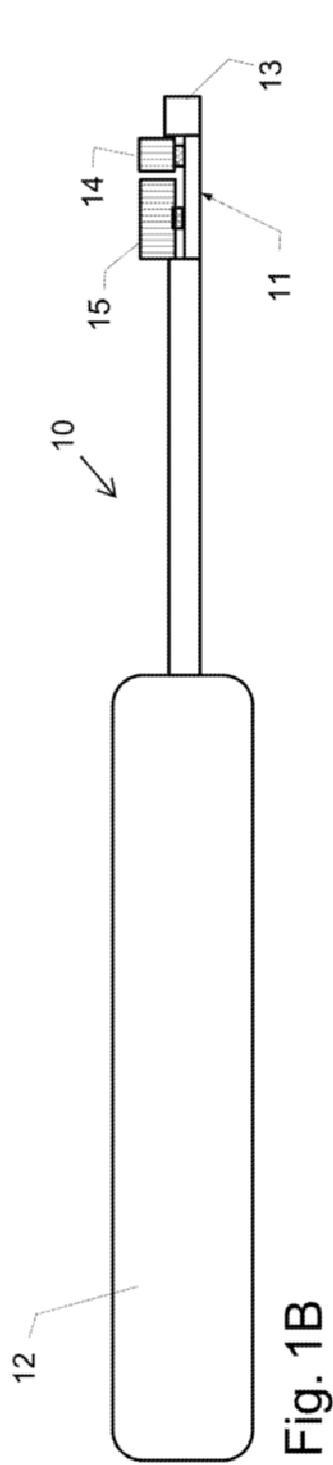
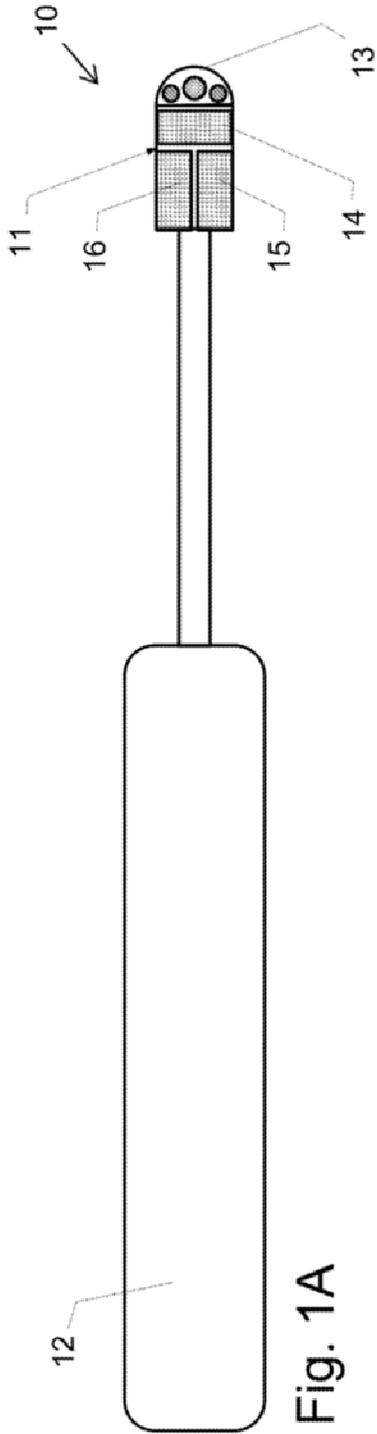
16. Método, de acordo com a reivindicação 14, **caracterizado** pelo fato de que o algoritmo de processamento de fotografia avançado inclui processamento de fotografia primário, iniciando pela estabilização da imagem e algoritmos de costura seguido por filtragem, escala, construção de histograma e manipulação de cor.

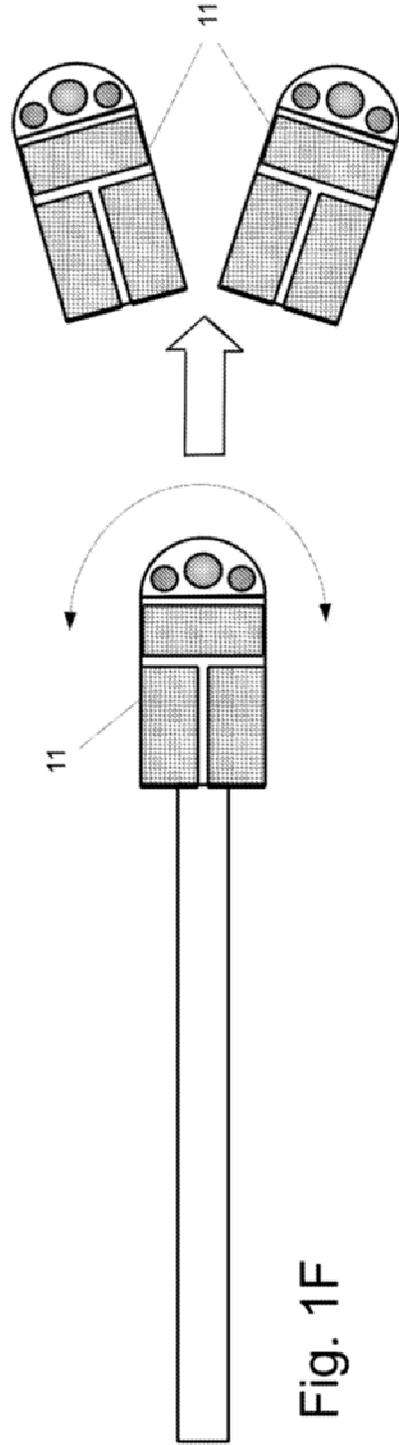
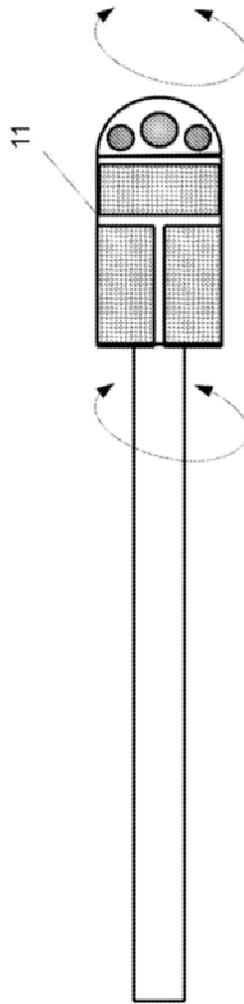
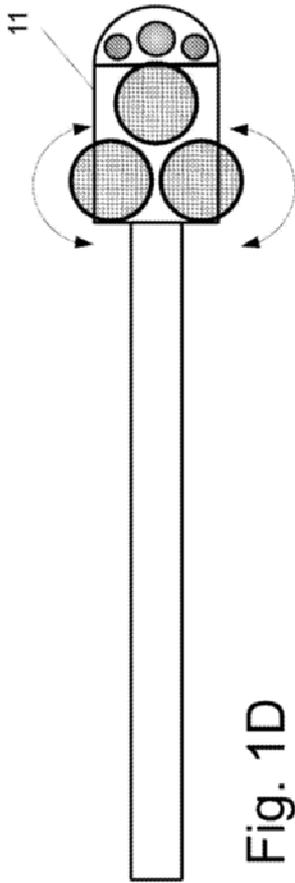
17. Método, de acordo com a reivindicação 14, **caracterizado** pelo fato de que o algoritmo de processamento de fotografia avançado inclui detecção de limite de dentes por detecção de borda de objeto,

assim, eliminando aplicações abrasivas das cerdas em áreas não relevantes.

18. Método, de acordo com a reivindicação 14, **caracterizado** pelo fato de que o algoritmo para processamento de fotografia avançado compreende, adicionalmente, procurar deflexões de cor específicas nos limites de dentes detectados.

FIGURAS





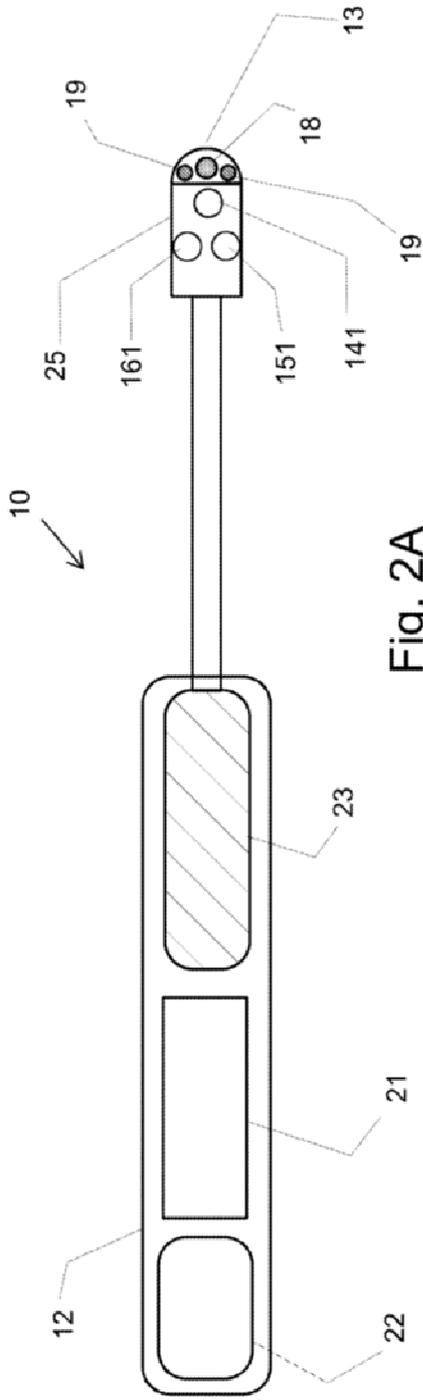


Fig. 2A

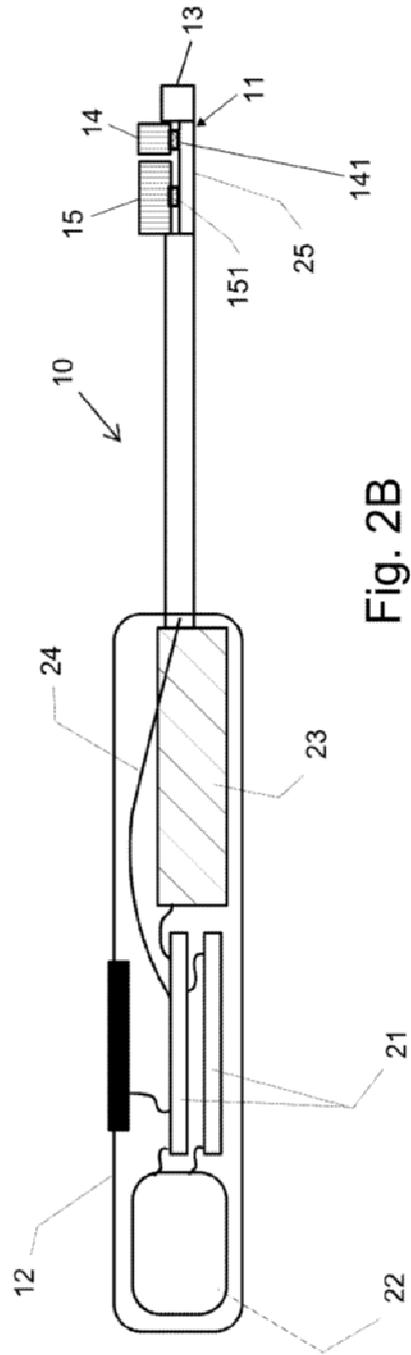
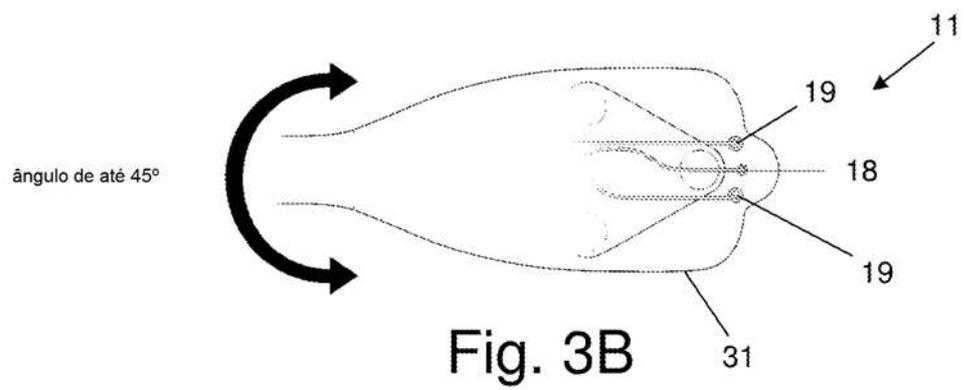
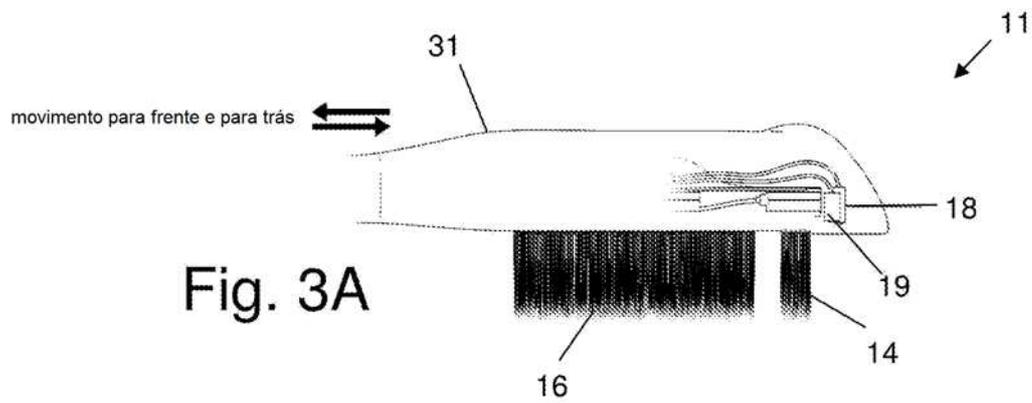


Fig. 2B



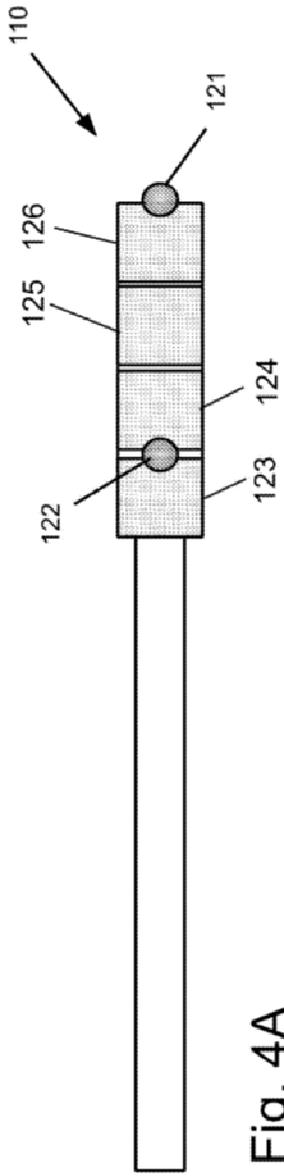


Fig. 4A

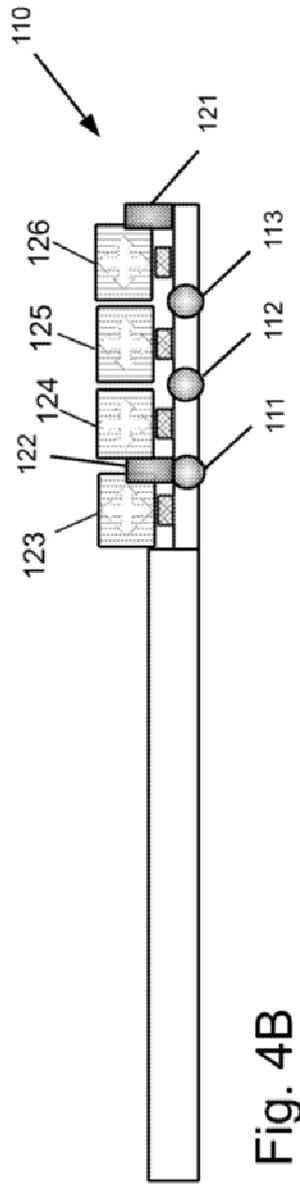


Fig. 4B

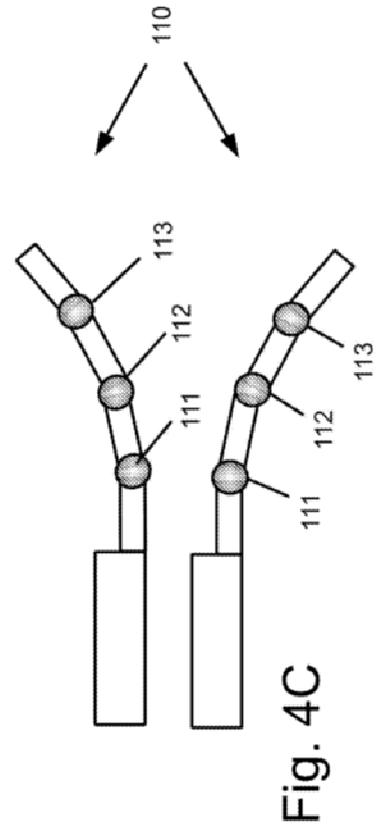


Fig. 4C

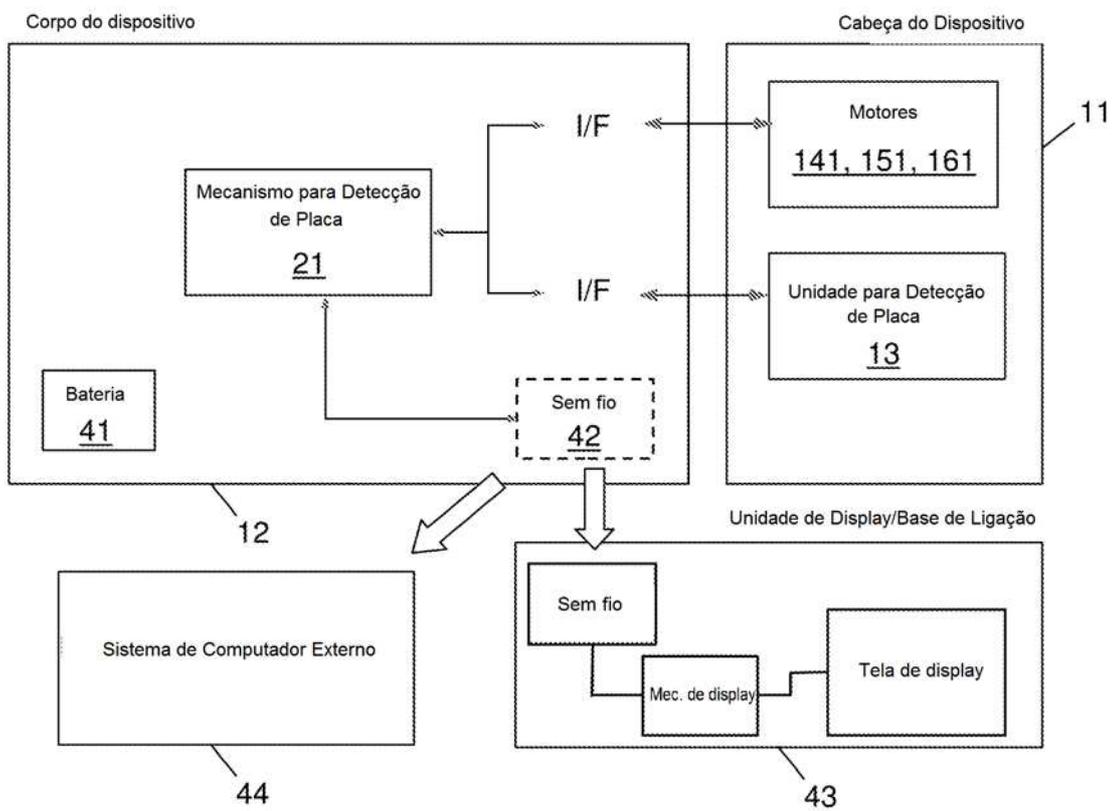


Fig. 5

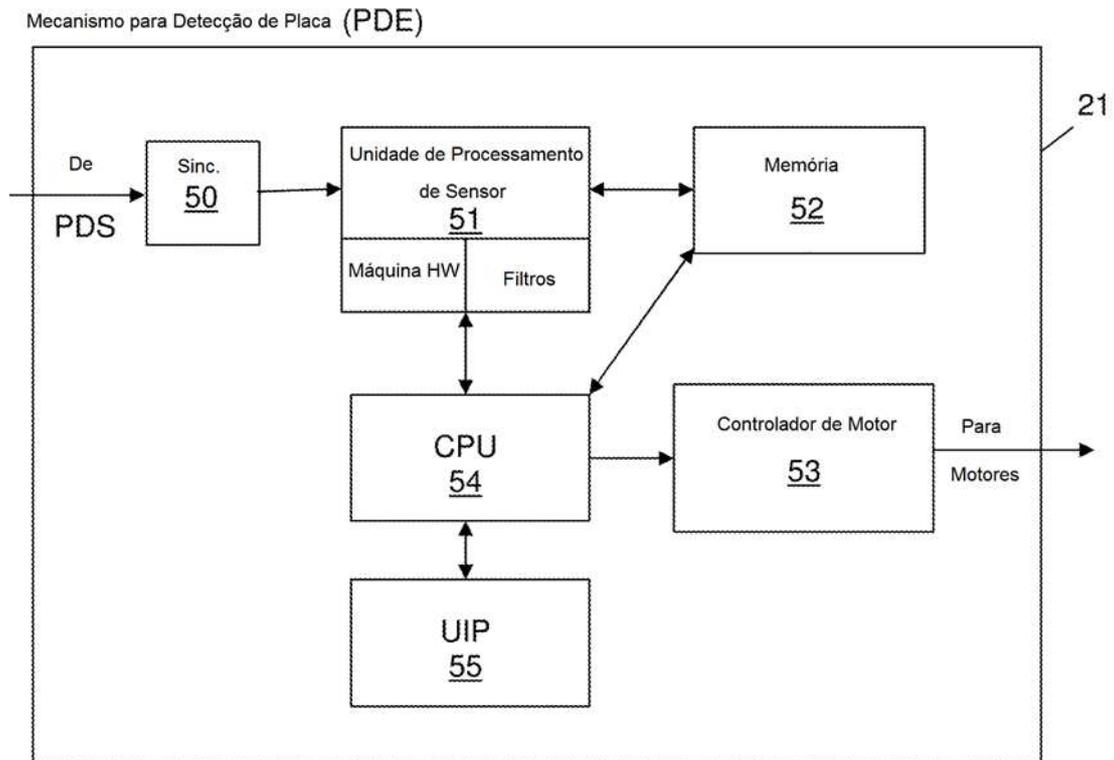


Fig. 6