



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

(11) PI 0720906-1 B1



(22) Data do Depósito: 17/01/2007

(45) Data de Concessão: 06/03/2019

(54) Título: MÉTODO E SISTEMA PARA PLANEJAR UM PROCEDIMENTO RESTAURATIVO DENTAL E SISTEMA DE COMPUTADOR PARA REALIZAR O MÉTODO

(51) Int.Cl.: A61C 13/00; A61C 9/00.

(30) Prioridade Unionista: 10/01/2007 SE 0700043-3.

(73) Titular(es): NOBEL BIOCARE SERVICES AG.

(72) Inventor(es): PETTERSSON, ANDREAS.

(86) Pedido PCT: PCT EP2007050426 de 17/01/2007

(87) Publicação PCT: WO 2008/083857 de 17/07/2008

(85) Data do Início da Fase Nacional: 10/07/2009

(57) Resumo: MÉTODO E SISTEMA PARA PLANEJAMENTO DENTAL E PRODUÇÃO. Um método e sistema útil para planejar um procedimento restaurativo dental de um paciente e para produzir pelo menos uma restauração dental ou produto relacionado à mesma para ser usado em dito procedimento restaurativo dental são revelados. Dados de entrada de diferentes fontes, por exemplo, dados em 3D de um exame de TC de um paciente com uma bandeja de impressão dental incluindo uma impressão dental do paciente preparada previamente na boca do paciente, são combinada com dados a partir de um exame em 3D de alta resolução da mesma impressão dental. Os dados resultantes são, por exemplo, combinados por meio de marcadores fiéis arranjados na bandeja de impressão dental. Portanto, planejamento e produção confiáveis são permitidos por meio do mesmo conjunto de dados combinados. Desta maneira, a dose a qual o paciente é exposto pode ser reduzida em comparação com métodos anteriores.

**"MÉTODO E SISTEMA PARA PLANEJAR UM PROCEDIMENTO
RESTAURATIVO DENTAL E SISTEMA DE COMPUTADOR PARA
REALIZAR O MÉTODO"**

Campo Técnico da Presente Invenção

[001] Esta invenção pertence, em geral, ao campo da odontologia. Mais particularmente, a invenção se refere a um método e sistema para planejar procedimentos restaurativos dentais e para produzir restaurações dentais e/ou produtos relacionados aos procedimentos restaurativos dentais.

Descrição do Estado da Técnica

[002] Em aplicações de reparação dental, convencionalmente, um molde dental de trabalho em gesso da dentição do paciente era frequentemente proporcionado, o qual era feito por meio de impressões tomadas do paciente e carregadas com gesso. O molde dental de trabalho era então montado em um articulador com a ajuda de um índice de mordida tomado, assegurando o correto posicionamento e registro do molde dental. A restauração dental era então produzida sobre o molde dental de trabalho obtido. A precisão era verificada por meio do articulador.

[003] No entanto, este tipo de produção compreendia uma grande quantidade de operações de trabalho manual que consumiam muito tempo ao serem realizadas. Uma etapa de racionalização foi examinar o molde de trabalho com um escâner tridimensional (3-D), por exemplo, Procera Forte®. Consequentemente, a restauração dental era desenhada eletronicamente, por exemplo, por meio do sistema Procera® CAD. A partir dos

dados de CAD obtidos, a restauração dental, tal como uma ponte, era manufaturada. Eventualmente era realizado chapeamento e a restauração dental era finalizada por polimento, e verificação com a ajuda do articulador. Finalmente, a restauração dental era instalada no paciente. Ainda, um molde de gesso era necessário, e operações de trabalho manual relacionadas ao mesmo eram requeridas, incluindo polimento do molde de gesso, perfuração de furos no molde de gesso, prender com pinos o molde de gesso, moldeamento de uma placa de base de suporte, polimento da placa de base, seccionamento do molde de gesso, etc.

[004] Sistemas melhorados foram apresentados nos pedidos WO02/053056 e WO2005/055856 da mesma Requerente que o presente pedido para planejar cirurgia. Nestas publicações, uma técnica de exame duplo é revelada, compreendendo um primeiro exame por TC (tomografia computadorizada) de uma região de maxilar de um paciente com uma guia radiográfica, e possivelmente um índice radiográfico inserido em sua boca, bem como um segundo exame por TC de somente a guia radiográfica sem o índice radiográfico.

[005] A técnica de exame duplo baseado em computador proporciona planejamento e produção confiáveis e seguros de um molde cirúrgico. No entanto, uma questão relacionada à TC é que exame por TC às vezes não é capaz de representar precisamente a anatomia oral. Por exemplo, restaurações dentais baseadas em metal existentes no paciente podem causar uma dispersão grave durante o exame por TC. Além disso, exames

por TC, que são frequentemente repetidos durante exames posteriores do paciente, apresentam uma carga substancial de radiação já que todo o crânio é exposto à radiação do tomógrafo computadorizado durante o primeiro exame por TC. Por conseguinte, outra questão é que a quantidade de radiação a qual o paciente é exposto durante a preparação de dados para planejamento de procedimentos restaurativos dentais e produção de restaurações dentais e produtos relacionados deve ser minimizada.

[006] Além do mais, o segundo exame por TC de somente a guia radiográfica às vezes não proporciona dados precisos o suficiente de modo que o molde cirúrgico desenhado no sistema CAD a partir dos dados de exame por TC adquiridos por este segundo exame por TC pode em algumas situações causar um ajuste do paciente deteriorado. Uma razão para isso é que os dados de exame por TC não têm precisão de dados suficiente para produzir uma restauração dental, tais como uma coroa de transferência, suporte, ponte, coroa, suporte anatômico, coroa anatômica, inlay, onlay, etc. a partir daqueles dados de exame por TC.

[007] Além disso, ainda existe uma necessidade de minimizar o número de etapas necessárias para o planejamento de procedimentos restaurativos dentais e produção de restaurações dentais e produtos relacionados.

[008] Por conseguinte, um sistema melhorado para o planejamento de procedimentos restaurativos dentais e produção de restaurações dentais e produtos relacionados seria vantajoso.

Sumário da Invenção

[009] Conseqüentemente, a presente invenção preferivelmente procura mitigar, aliviar ou eliminar uma ou mais deficiências, desvantagens ou questões na técnica proporcionando um método, sistema, programa de computador, e uma estação de trabalho médica, que são úteis para planejar um procedimento restaurativo dental de um paciente e para produzir pelo menos uma restauração dental e/ou produto relacionado ao procedimento restaurativo dental.

[0010] Os diferentes aspectos da invenção são citados nas reivindicações independentes anexas.

[0011] De acordo com um aspecto, um método para planejar um procedimento restaurativo dental de um paciente e para produzir pelo menos um de uma restauração dental e um produto relacionado ao procedimento restaurativo dental para ser usado em dito procedimento restaurativo dental é proporcionado. O método compreende combinar primeiros dados da área craniofacial do paciente a partir de uma primeira fonte de entrada de dados com segundos dados da anatomia intra-oral do paciente a partir de uma segunda fonte de entrada de dados, diferente de dita primeira fonte de entrada de dados, em dados combinados para dito planejamento e produção, em que pelo menos uma parte de ditos primeiros dados em ditos dados combinados é proporcionada para dito planejamento e pelo menos uma parte de ditos segundos dados em ditos dados combinados é proporcionada para dita produção.

[0012] De acordo com outro aspecto, um sistema para planejar um procedimento restaurativo dental de um paciente e para produzir pelo menos um de uma restauração dental e um produto relacionado ao procedimento restaurativo dental para ser usado em dito procedimento restaurativo dental é proporcionado. O sistema compreende uma unidade de combinação para combinar primeiros dados da área craniofacial do paciente a partir de uma primeira fonte de entrada de dados com segundos dados da anatomia intra-oral do paciente a partir de uma segunda fonte de entrada de dados, diferente de dita primeira fonte de entrada de dados, em dados combinados para dito planejamento e produção, em que pelo menos uma parte de ditos primeiros dados em ditos dados combinados é proporcionada para dito planejamento e pelo menos uma parte de ditos segundos dados em ditos dados combinados é proporcionada para dita produção.

[0013] De acordo com um aspecto adicional da invenção, um programa de computador para planejar um procedimento restaurativo dental de um paciente e para produzir pelo menos um de uma restauração dental e um produto relacionado ao procedimento restaurativo dental para ser usado em dito procedimento restaurativo dental, é proporcionado para processamento por um computador. O programa de computador compreende um segmento de código para combinar primeiros dados da área craniofacial do paciente a partir de uma primeira fonte de entrada de dados com segundos dados da anatomia intra-oral do paciente a partir de uma segunda fonte de entrada de dados, diferente de

dita primeira fonte de entrada de dados, em dados combinados para dito planejamento e produção, em que pelo menos uma parte de ditos primeiros dados em ditos dados combinados é proporcionada para dito planejamento e pelo menos uma parte de ditos segundos dados em ditos dados combinados é proporcionada para dita produção.

[0014] Ainda de acordo com um aspecto adicional da invenção, uma estação de trabalho médica para levar a cabo o método do aspecto da invenção mencionado anteriormente rodando o programa de computador do aspecto adicional da invenção mencionado anteriormente é proporcionada.

[0015] Modalidades adicionais da invenção são definidas nas reivindicações dependentes.

[0016] Algumas modalidades da invenção proporcionam a redução da dose ao paciente.

[0017] Algumas modalidades proporcionam o planejamento pré-cirúrgico de um procedimento restaurativo dental e produção de restaurações dentais e/ou produtos relacionados a dito procedimento restaurativo dental sem a necessidade de preparar um molde de trabalho.

[0018] Algumas modalidades eliminam a necessidade de exames por TC para proporcionar dados para o planejamento de procedimentos restaurativos dentais ou para proporcionar produtos relacionados aos mesmos.

[0019] Deve ser enfatizado que o termo "compreende/compreendendo" quando usado neste relatório descritivo é tomado para especificar a presença de características determinadas, números

inteiros, etapas ou componentes, mas não exclui a presença ou adição de uma ou mais outras características, números inteiros, etapas, componentes ou grupos dos mesmos.

Breve Descrição dos Desenhos

[0020] Estes e outros aspectos, características e vantagens de quais modalidades da invenção são capazes de ser aparentes e elucidadas a partir da seguinte descrição de modalidades da presente invenção, sendo feita referência aos desenhos anexos, em que:

A Figura 1 é um fluxograma que ilustra o planejamento de procedimentos restaurativos dentais e a produção de restaurações dentais e produtos relacionados, bem como a preparação de dados para isso;

A Figura 2 é um desenho esquemático que mostra uma bandeja de impressão dental durante impressão tomada com a impressão entre o maxilar superior e inferior em oclusão e marcadores fiduciais, tais como esferas de carboneto de silício (SiC), ou esferas de óxido de alumínio (AlO), em posição na bandeja de impressão dental;

A Figura 3 é um desenho esquemático em uma vista em perspectiva que mostra a bandeja de impressão dental com a impressão tomada, em que a impressão com marcadores fiduciais, tais como esferas de carboneto de silício (SiC), está em posição para combinar;

A Figura 4 é vista em plano tomada desde acima da bandeja de impressão dental com a impressão tomada da Figura 3 que mostra a impressão do maxilar superior;

A Figura 5 é vista em plano tomada desde abaixo da bandeja de impressão dental com a impressão tomada da Figura 3 que mostra a impressão do maxilar inferior, oposta a impressão do maxilar superior mostrada na Figura 4;

A Figura 6 é um desenho esquemático em uma vista em perspectiva que mostra uma visualização de computador renderizada de um modelo em 3D obtido do exame ótico das impressões do maxilar inferior e superior na bandeja de impressão dental da Figura 3, digitalizado por um Software CAD com alta precisão, tal como uma resolução de 30 micron;

A Figura 7 é um desenho esquemático em uma vista frontal que mostra uma visualização de computador renderizada do modelo em 3D computadorizado da bandeja de impressão dental e impressão da Figura 3, a partir de um exame por TC do paciente e a bandeja de impressão dental e impressão inserida na boca do paciente, em que o paciente morde com a impressão em posição e então um exame por TC é realizado;

A Figura 8 é um desenho esquemático em uma visão frontal que mostra uma visualização de computador renderizada do maxilar superior do paciente examinado por TC e combinado com dados em 3D da impressão examinada oticamente;

A Figura 9 é um desenho esquemático em uma vista em perspectiva frontal por debaixo, que mostra uma visualização de computador renderizada do maxilar superior do paciente examinado por TC e combinada com dados em 3D da impressão examinada oticamente;

A Figura 10 é um desenho esquemático em uma vista em perspectiva tomada frontalmente, que mostra uma visualização de computador renderizada do exame por TC craniofacial do paciente combinada com os dados em 3D recebidos ao examinar oticamente a impressão do maxilar superior e a impressão do maxilar inferior;

A Figura 11 é um desenho esquemático em uma vista em perspectiva frontal por debaixo, que mostra os dados examinados oticamente e examinados por TC combinados com planejamento cirúrgico em um software baseado em computador, tal como ProCera®;

As Figuras 12 e 13 são desenhos esquemáticos que mostram duas visualizações de computador renderizadas diferentes, derivadas de dados de TC combinados de uma área de maxilar limitada, tal como a partir de um tomógrafo computadorizado de feixe cônico de baixa dose, e dados proporcionados por um escâner 3D de alta precisão derivadas do exame de uma impressão dental de uma arcada dentária inteira;

As Figuras 14 a 18 ilustram a combinação de uma imagem intra-oral com dados de exame em 3D de alta precisão, em que:

A Figura 14 ilustra uma linha através de uma oclusão;

A Figura 15 ilustra uma imagem intra-oral combinada com uma impressão dental do exame em 3D;

A Figura 16 mostra a imagem intra-oral;

A Figura 17 é uma ilustração esquemática de planejamento pré-cirúrgico de um implante dental usando a imagem intra-oral;

A Figura 18 é uma ilustração esquemática de planejamento da colocação de um implante com a imagem intra-oral e impressão dental examinada combinadas;

A Figura 19 é uma ilustração esquemática de um sistema de acordo com uma modalidade compreendendo uma estação de trabalho médica para executar os programas de computador; e

As Figuras 20A-C são ilustrações esquemáticas de um exemplo de combinação de dados por raios-X em 2D com dados em 3D de uma impressão dental examinada.

Modalidades Preferidas da Presente Invenção

[0021] Modalidades da invenção serão descritas agora com referência aos desenhos adjuntos. Esta invenção pode, no entanto, ser realizada de muitas formas diferentes e não deve ser interpretada como limitada às modalidades apresentadas no presente documento; de preferência, estas modalidades são proporcionadas de modo que sua revelação seja detalhada e completa, e transmitirão completamente o escopo da invenção a aqueles técnicos no assunto. A terminologia usada na descrição detalhada das modalidades ilustradas nos desenhos adjuntos não pretende ser limitante da invenção. Nos desenhos, números similares se referem a elementos similares.

[0022] Como mencionado acima, sistemas foram apresentados nos pedidos WO02/053056 e WO2005/055856 da mesma requerente que o presente pedido revelando um exame duplo. Em mais detalhe, a guia radiográfica mencionada acima pode ser usada para simular os dentes, a superfície macia e o

espaço edêntulo durante o primeiro exame por TC. A guia radiográfica é feita de um material acrílico não radiopaco, e fabricado em um laboratório a partir de uma impressão de maxilar, uma impressão mandibular, e um índice de registro de mordida tomado do paciente. Marcadores de guta-percha radiopacos são inseridos na guia radiográfica, proporcionando pontos de referência.

[0023] A razão para esta técnica de exame duplo é que as unidades de Hounsfield geradas para a guia radiográfica não radiopaco se pareçam o mais possível a aquela do tecido macio. No primeiro exame por TC o paciente e a guia radiográfica inserida na cavidade oral do paciente são examinados por TC. A partir dos dados proporcionados pelo primeiro exame por TC, é, portanto, difícil de separar a guia radiográfica não radiopaco do tecido macio do paciente. No entanto, a posição espacial da guia radiográfica no primeiro exame por TC pode ser determinada a partir dos marcadores de guta-percha radiopacos. Durante o segundo exame por TC somente a guia radiográfica é examinada por TC e dados de TC são proporcionados tanto para a guia radiográfica como para a posição dos marcadores de guta-percha. Os marcadores de guta-percha na guia radiográfica são usados como pontos de referência para realizar uma combinação do primeiro exame por TC e do segundo exame por TC. Dados do primeiro e segundo exames por TC são combinados e usados para o planejamento baseado em computador de uma cirurgia posterior, incluindo a produção de um molde cirúrgico. O molde cirúrgico pode ser usado para criar furos adequados para

montar um ou vários implantes dentais aos quais as restaurações dentais são fixadas.

[0024] Na Figura 1 um fluxograma é dado para o propósito de ilustrar uma modalidade de um método de planejamento um procedimento restaurativo dental e produção de restaurações dentais e/ou produtos relacionados ao procedimento restaurativo dental melhorados, bem como a preparação de dados para isso. O método pode compreender:

100: uma impressão dental é tomada;

110: a impressão dental é examinada em 3D;

120: o paciente é examinado por TC com a impressão dental inserida na cavidade oral do paciente;

125: dados do exame em 3D e dados do exame por TC são combinados;

130: um desenho de CAD compreendendo o planejamento pré-cirúrgico e a preparação de dados de produção é feita baseada nos dados combinados;

135: produção de um molde cirúrgico;

140: uma restauração dental é fabricada;

150: opcionalmente chapeamento da restauração dental - a restauração dental final pode ser planejada completamente por CAD ou opcionalmente um acabamento manual pode ser realizado;

160: instalação da restauração dental no paciente.

[0025] Modalidades do método serão esclarecidas em maiores detalhes abaixo com referência às figuras 2 a 18.

[0026] Em aplicações de reparação dental, uma impressão é frequentemente usada para

criar uma estampa ou imagem negativa de, por exemplo, os dentes e porções adjacentes do maxilar, tais como formações de dentes, o contorno das gengivas, etc. Também, para pacientes edêntulos, uma impressão somente das gengivas pode ser tomada. A impressão é feita como preparatória à reparação dental ou restauração de estruturas dentais ausentes. As impressões são tipicamente feitas pela colocação de um material semi-fluido, macio dentro dos limites de uma abertura através de ou canal de uma bandeja arqueada que é então posicionada dentro da boca de um paciente, permitindo assim que o material se ajuste ou cure. Para proporcionar a articulação mais precisa, o molde de impressão deve representar toda a arcada dentária. Para este propósito, uma primeira bandeja é usada para tomar uma impressão do maxilar superior, uma segunda bandeja é usada para tomar uma impressão do maxilar inferior, e um índice de mordida é tomado por meio de uma terceira bandeja. A partir do negativo ou molde fêmea do molde e estruturas ao redor, uma reprodução positiva ou molde de gesso macho é criado para o propósito de fabricar a restauração dental, tais como inlays, onlays, coroas, pontes, restaurações ou similares.

[0027] A obtenção de uma impressão dental de um paciente na etapa 100 inclui encher uma quantidade adequada de um material de impressão dental 210 na cavidade receptora de uma bandeja de impressão dental. A bandeja dental é posicionada em uma localização desejada dentro da boca do paciente e a impressão é formada no material de impressão dental 210 depois do paciente morder o material de

impressão na bandeja de impressão dental. A Figura 2 é um desenho esquemático que mostra uma bandeja de impressão dental 200 durante a tomada de impressão com o material de impressão entre o maxilar superior e inferior em oclusão. Deixa-se endurecer o material de impressão dental na bandeja por um período de tempo adequado após o paciente morder o material de impressão. Então a bandeja de impressão dental 200 é removida da boca do paciente. A impressão dental pode ser usada com qualquer material de impressão que está ou estará disponível para registrar a anatomia intra-oral do paciente.

[0028] A bandeja de impressão dental 200 mostrada na Figura 2 é do tipo bandeja tripla, permitindo a obtenção tanto das impressões mandibulares como maxilares em uma etapa, junto com a relação espacial das duas impressões, isto é, o índice de registro de mordida. No entanto, de acordo com outras modalidades, uma bandeja individual, ou uma pluralidade de bandejas individuais e um índice de mordida, podem ser usados. Também, de acordo com algumas modalidades, uma bandeja de impressão dental que cobre somente parcialmente uma arcada dentária pode ser usada, dependendo da natureza da restauração dental que é para ser planejada e produzida.

[0029] A bandeja de impressão dental 200 tem marcadores fiduciais, por exemplo, na forma de esferas, em posição sobre a bandeja de impressão dental. Estes marcadores fiduciais são usados para definir a exata posição da bandeja de impressão dental 200 no espaço e, portanto, também da

impressão dental suportada pela bandeja de impressão dental.

[0030] Uma bandeja de impressão dental adequada é descrita no pedido de patente SE0602272-7 que é incorporado no presente documento em sua totalidade como referência, depositada pelo mesmo depositante do presente pedido.

[0031] A bandeja de impressão dental 200 pode ser feita de um material adequado tal como plásticos, incluindo cloreto de polivinila, nylon, e polietileno de alta densidade, por exemplo, por meio de molde por injeção.

[0032] Um cabo frontal pode assegurar o manuseio conveniente bem como a correta orientação maxilar e mandibular da bandeja de impressão dental 200.

[0033] A bandeja de impressão dental 200 compreende uma pluralidade de marcadores fiduciais 220, em que os marcadores fiduciais 220 são arranjados em uma relação definida a pelo menos uma superfície externa da bandeja de impressão dental 200 de tal maneira que a bandeja de impressão dental 200 pode ser inserida in vivo na boca de um paciente para a tomada de impressão.

[0034] Os marcadores fiduciais também podem ser dispostos dentro da bandeja de impressão dental. Neste caso, as posições fixadas dos marcadores fiduciais em relação à superfície da bandeja de impressão dental podem ser armazenadas em um modelo de CAD da bandeja de impressão dental. Mais precisamente, as posições dos marcadores fiduciais dentro da bandeja podem ser proporcionadas precisamente por dados de CAD da

bandeja de impressão dental. O exame em 3D da bandeja, por exemplo, com uma impressão dental, então proporciona dados da superfície exterior da bandeja. Por meio dos dados de CAD, a posição exata dos marcadores fiduciais dentro da bandeja de impressão dental é determinável. Quando se obtêm imagens da bandeja dental por meio de exame por TC, raios-X etc., a posição dos marcadores fiduciais radiopacos é proporcionada apesar de que são arranjados dentro do material de bandeja, devido a não radiopacidade do material de bandeja adequado. A combinação dos dados de bandeja de CAD com, por exemplo, dados de exame por TC permitem uma reconstrução precisa das posições dos marcadores fiduciais. A combinação pode ser facilitada por um ponto de referência sobre a superfície da bandeja de impressão dental. Por meio do modelo de CAD, a relação espacial do ponto de referência para um marcador fiducial pode ser conhecida. Com o fim de aumentar a eficiência da determinação adicionalmente, cada marcador fiducial pode ter um ponto de referência específico associado ao mesmo.

[0035] Também, em caso um ou mais marcadores fiduciais serem perdidos durante o exame por TC, por exemplo, devido a artefatos, por exemplo, causados pela existência de obturações metálicas nos dentes do paciente, a posição destes marcadores fiduciais pode ainda ser reconstruída. A reconstrução da posição de um ou mais marcadores fiduciais perdidos em exame por TC dados pode ser baseada na posição dos pontos de referências descritos acima.

[0036] A bandeja de impressão dental 200 pode compreender pelo menos três marcadores fiduciais distribuídos através da bandeja 200 com o fim de proporcionar identificação precisa da orientação espacial da bandeja 200. Os marcadores fiduciais 220 podem estender-se para fora de pelo menos uma superfície exterior de bandeja 200, de tal maneira que ditos marcadores fiduciais são identificáveis por exame em 3D de dita superfície exterior. Os marcadores fiduciais podem ser identificados por sua forma física. Por exemplo, os marcadores fiduciais são um objeto tridimensional que têm uma forma específica, tal como contas esféricas. Para a identificação dos marcadores fiduciais, a forma específica do marcador fiducial é procurada em um conjunto de dados. Os marcadores fiduciais podem ser feitos de um material radiopaco, tal como carboneto de silício (SiC), óxido de alumínio (AlO), ou nitreto de silício (Si₃N₅), que torna a posição dos marcadores fiduciais nítida em uma imagem radiográfica. Alternativamente, pontos de referências relacionados aos marcadores fiduciais conjuntamente com a identificação de dados de CAD podem ser usados para identificar os marcadores fiduciais.

[0037] A bandeja de impressão dental 200 pode proporcionar tomada de impressão simultânea tanto do maxilar superior, maxilar inferior como do índice de registro de mordida.

[0038] Uma vez que o material de impressão é ajustado, a bandeja de impressão dental 200 é removida da boca e a impressão fica disponível e é deixada na bandeja para manuseio

adicional. Depois do material de impressão ser ajustado, a impressão pode ser diretamente examinada em 3D na etapa 110 por meio de um escâner 3D de alta resolução, por exemplo, um escâner ótico, tal como um escâner laser, um escâner de sonda de exame de alta precisão mecânica, ou um escâner holográfico. Exemplos comercialmente disponíveis de escâneres 3D de alta resolução incluem escâneres sem contato em 3D da OptiMet baseados em tecnologia de holografia conoscópica, ou escâner 3D dental da 3Shape. O escâner 3D dental do 3Shape usa um sistema de exame ótico, em que planos de laser são projetados no objeto a ser examinado. Câmeras digitais de alta resolução adquirem imagens das linhas criadas sobre o objeto. As imagens são processadas e modelos de superfície totalmente em 3D e precisos podem ser obtidos. Um escâner 3D adicional está disponível de Renishaw. O escâner de Renishaw é um sistema de digitalização baseado em sonda de toque.

[0039] Além disso, escâneres óticos intra-orais podem ser usados alternativamente com o fim de proporcionar dados de entrada para modelos em 3D de alta resolução de pelo menos uma parte da topografia da anatomia intra-oral do paciente. Um escâner deste tipo está comercialmente disponível de CADENT. A combinação é, neste caso, resolvida de maneira diferente, veja abaixo, como o exame intra-oral não proporciona dados a partir dos marcadores fiduciais sobre uma bandeja de impressão dental durante o exame intra-oral. Uma maneira de combinar é, por exemplo, unir os marcadores fiduciais apropriadamente a estruturas anatômicas na anatomia

intra-oral do paciente, tal como sobre dentes possivelmente existentes do paciente. O exame em 3D intra-oral da anatomia intra-oral proporciona dados para a identificação dos marcadores fiduciais nos dentes no conjunto de dados em 3D obtidos, pela descoberta da forma destes marcadores fiduciais. Portanto, os dados de posição para os marcadores fiduciais que são proporcionados podem ser combinados com dados craniofaciais. Os dados craniofaciais podem, por exemplo, ser obtidos por exame por TC com os marcadores fiduciais sobre os dentes. Os marcadores radiopacos fiéis são identificados no conjunto de dados de TC, proporcionando a posição dos mesmos. A combinação do conjunto de dados em 3D com o conjunto de dados de TC é feita por meio das posições identificadas dos marcadores fiduciais.

[0040] Uma maneira alternativa é usar a combinação de superfícies. As superfícies podem ser identificadas tanto em dados de TC e dados em 3D. Por exemplo, várias superfícies de dentes podem ser identificadas por algoritmos adequados. Os dados de TC podem ser convertidos em um modelo de superfície da anatomia intra-oral. Um dente ou vários dentes e superfícies dos mesmos, ou uma superfície de oclusão podem ser identificadas nos dados de TC. Igualmente, as superfícies são identificáveis em dados em 3D. Os dados de TC e os dados em 3D então são combinados pelo uso das superfícies identificadas em ambos os conjuntos de dados.

[0041] Uma maneira alternativa adicional é usar a combinação de contornos.

Contornos podem ser identificados em ambos os dados de TC e dados em 3D. Por exemplo, um contorno de um dente ou vários dentes pode ser identificado por algoritmos adequados. Os dados de TC e dados em 3D são então combinados usando os contornos identificados em ambos os conjuntos de dados. Em algumas modalidades, métodos de combinação de superfícies e combinação de contornos podem ser usados conjuntamente. Os métodos de combinação de superfícies e combinação de contornos podem ser usados alternativamente a ou conjuntamente com marcadores fiduciais.

[0042] A Figura 3 é um desenho esquemático em uma vista em perspectiva que mostra a bandeja de impressão dental 200 com a impressão de ambos os maxilares tomados, em que a impressão com marcadores fiduciais está em posição para combinar.

[0043] A Figura 4 é vista em plano tomada por cima da bandeja de impressão dental 200 com a impressão tomada da Figura 3 que mostra a impressão do maxilar superior.

[0044] A Figura 5 é vista em plano tomada por debaixo da bandeja de impressão dental 200 com a impressão tomada da Figura 3 que mostra a impressão do maxilar inferior, oposta a impressão do maxilar superior mostrada na Figura 4.

[0045] Quando pelo menos uma impressão dental é obtida, por exemplo, como descrito acima, a impressão dental endurecida é digitalizada, por exemplo, por meio de um escâner de superfície em 3D de não contato. Por exemplo, as acima descritas impressões dentais do maxilar superior e inferior

na bandeja 200 com os marcadores fiduciais 220 são examinados usando um escâner 3D do tipo acima descrito, tal como um escâner de superfície laser em 3D. As medições por tais escâneres 3D são muito precisas e virtualmente eliminam um erro de operador, pois a aquisição de dados é automática.

[0046] A precisão de um escâner 3D está na faixa de dezenas de micron, por exemplo, 10 a 50 microns, isto é, 0,01 a 0,05 mm, tal como 20 ou 30 microns. Esta resolução do escâner 3D possui magnitudes mais finas que de um tomógrafo computadorizado. Um exame por TC tem uma precisão na região de 0,5 a 1 mm. Algumas resoluções mais detalhadas específicas para tomógrafos computadorizados bem como para escâneres 3D são dadas abaixo na tabela 1. Por conseguinte, ao usar um escâner 3D, por exemplo, um escâner ótico, tal como um escâner laser, dados com alta resolução da topografia da anatomia intra-oral do paciente, possivelmente compreendendo a dentição remanescente do paciente, é proporcionada para planejamento dental baseado em computador de procedimentos restaurativos dentais e para produção de restaurações dentais e/ou produtos relacionados ao planejamento de procedimentos restaurativos dentais. Previamente, estes dados foram obtidos examinando em 3D o molde de gesso acima descrito.

Tabela 1: comparação de diferentes precisões de tomógrafo computadorizado e de escâner 3D

| | TC (único corte) | TC (multi-cortes) | Feixe cônico |
|----------|-------------------------|--------------------------|---------------------|
| Exame de | 1 mm | 0,7 mm | |

| | | | |
|------------------------------------|--------------|--------------|----------------|
| espessura do corte | | | |
| Reconstrução de espessura do corte | 0,1 - 0,5 mm | 0,1 - 0,5 mm | 0,125 - 0,5 mm |

| Precisão de escâneres | 3Shape (ótico) | Optimet (ótico) | Renishaw (Sonda) |
|------------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|
| | 20 - 30 micron | 10 - 30 micron | 3 -20 micron |

[0047] Em outra modalidade, cada lado da impressão, isto é, a impressão do maxilar superior e a impressão do maxilar inferior, são examinadas em 3D separadamente. Em outra modalidade, ambas as impressões são examinadas em 3D juntas ou ao mesmo tempo.

[0048] A Figura 6 é um desenho esquemático em uma vista em perspectiva que mostra uma visualização de computador renderizada 600 de dados de impressão de modelo em 3D obtidos do exame ótico das impressões do maxilar superior e inferior na bandeja de impressão dental da Figura 3. Por meio de um programa de computador, uma ou mais impressões dentais negativas examinadas podem ser viradas totalmente para gerar um ou mais modelos positivos da dentição. Nesse sentido, um modelo dental digital em 3D pode ser criado.

[0049] Após as impressões dentais na bandeja de impressão dental serem preparadas, e o exame em 3D das impressões ser terminado, as impressões dentais na bandeja de impressão dental 200 com marcadores fiduciais 220 são novamente colocadas nas maxilas e mandíbulas do paciente na etapa 120. O paciente com a bandeja de impressão dental 200 colocada é então examinado por TC. O

paciente morde com a impressão em posição durante a realização do exame por TC. Os dados de TC digital são assim proporcionados compreendendo dados craniofaciais e marcadores fiduciais.

[0050] Os dados de TC digital agora estão disponíveis para processamento adicional. Um modelo craniofacial em 3D é então reconstruído baseado nos dados de TC. A posição de marcadores fiduciais 220 é obtida e registrada, por exemplo, para uso em um algoritmo de combinação usando a posição dos marcadores fiduciais 220.

[0051] A resolução do modelo de dentição por TC em 3D está na faixa de 0,5 a 1 mm. Com esta precisão, o planejamento cirúrgico agora é possível. De acordo com uma modalidade, o planejamento cirúrgico é o posicionamento de um implante dental. No entanto, não é possível produzir de maneira acurada uma restauração dental a partir dos dados de TC ao grau que é desejado. Por exemplo, a oclusão entre dentes maxilares e mandibulares requer um alto grau de precisão do ajuste de uma restauração dental na dentição e/ou implantes dentais existentes; inclusive um pequeno erro pode resultar em oclusão defeituosa. Algumas tolerâncias de produção para restaurações dentais são referidas na tabela 2. Os intervalos mencionados para as tolerâncias de produção asseguram uma restauração dental de longa duração confiável, assegurando pacientes satisfeitos.

Tabela 2: Tolerâncias de produção para várias restaurações dentais

| | Suporte | Coroa de | Ponte | Ponte |
|--|---------|----------|-------|-------|
|--|---------|----------|-------|-------|

| | | transferência | (retida por parafuso) | (cimentada) |
|------------------------------------|-----------------|----------------------|--------------------------------------|--------------------|
| Tolerâncias de produção | 5-100 micron | 5-100 micron | 5-100 micron | 5-150 micron |

[0052] Na etapa 125, os dados do exame em 3D e dados do exame por TC são combinados. A combinação de dados de exame em 3D de alta resolução com dados de exame por TC em dados combinados proporciona o planejamento cirúrgico e produção de uma restauração dental ou produto relacionado à dita restauração dental, tal como um molde cirúrgico, a partir daquele único conjunto de dados combinados. Isto significa que o planejamento de um procedimento restaurativo dental e o fornecimento de dados para produção dos produtos usados, portanto, podem ser feitos em uma única estação de trabalho médica em um fluxo de trabalho contínuo na mesma ocasião. Ao mesmo tempo, a alta precisão e confiabilidade dos produtos usados proporcionam resultados confiáveis e seguros de procedimentos restaurativos dentais.

[0053] A estação de trabalho médica 1910 compreende os componentes de computador usuais como uma unidade de processamento central (CPU) 1920, memória 1930, interfaces 1940, etc. Além do mais, está equipado com software apropriado para o processamento dos dados recebidos a partir das fontes de entrada de dados, tais como dados obtidos a partir de exame por TC ou exame em 3D. O software pode ser armazenado, por exemplo, em um meio legível por computador 1930 acessível pela estação de trabalho médica 1910. O meio legível por

computador 1930 pode compreender o software em forma de um programa de computador 1940 compreendendo segmentos de códigos adequados para planejar um procedimento restaurativo dental de um paciente e para produzir pelo menos um de uma restauração dental e um produto relacionado ao procedimento restaurativo dental. A estação de trabalho médica 1910 compreende adicionalmente um monitor, por exemplo, para a exibição de visualizações renderizadas, bem como dispositivos de interface humana adequados, como um teclado, mouse, etc. A estação de trabalho médica pode ser parte de um sistema 1900 para planejar um procedimento restaurativo dental de um paciente e para produzir pelo menos um de uma restauração dental e um produto relacionado ao procedimento restaurativo dental.

[0054] Para combinar, o modelo de dentição por TC em 3D é importado em um software para planejamento pré-cirúrgico de procedimentos restaurativos dentais, por exemplo, rodado na estação de trabalho médica 1910. Quando o planejamento pré-cirúrgico é feito, a produção de restaurações dentais e/ou produtos relacionados a dito planejamento pré-cirúrgico, tais como moldes cirúrgicos, podem ser feitos.

[0055] Mais precisamente, a combinação do conjunto de dados de TC e o conjunto de dados examinado em 3D podem ser realizados como segue. Uma parte do modelo de dentição por TC em 3D é removido, por exemplo, dentes, tecido macio ou gengivas. As posições dos marcadores fiduciais 220 no conjunto de dados de TC são obtidas para

combinar com a posição dos mesmos marcadores fiduciais 220 nos dados dentais em 3D digital obtidos por exame em 3D. As posições dos marcadores fiduciais no conjunto de dados de TC podem ser determinadas pela procura pela forma específica dos marcadores fiduciais radiopacos no conjunto de dados de TC. Quando um marcador fiducial é identificado no conjunto de dados de TC, sua posição é assim conhecida. A posição de marcadores fiduciais no conjunto de dados em 3D pode ser determinada pela procura pela forma específica dos marcadores fiduciais no conjunto de dados em 3D, se os marcadores fiduciais estão somente parcialmente encaixados na superfície da bandeja de impressão dental. Aqui, a forma dos marcadores fiduciais é procurada no conjunto de dados em 3D, e quando é encontrada, a posição de marcadores fiduciais é conhecida. Se um ou mais marcadores fiduciais estão completamente encaixados no material da bandeja de impressão dental, os pontos de referência conjuntamente com dados de CAD da bandeja de impressão dental podem ser usados para determinar a posição dos marcadores fiduciais. Neste caso, a forma dos pontos de referência é procurada no conjunto de dados em 3D e quando encontrada, a posição dos mesmos é conhecida. Ligando a posição dos pontos de referência à posição dos marcadores fiduciais via os dados de CAD, também a posição dos marcadores fiduciais no conjunto de dados em 3D é conhecida.

[0056] Os dados em 3D e os dados de TC são combinados pelo alinhamento dos marcadores fiduciais 220 da bandeja de impressão dental 200.

Mais precisamente, os marcadores fiduciais 220 dos dados de TC são combinados com os mesmos marcadores fiduciais 220 dos dados em 3D correspondentes. As posições dos marcadores fiduciais em relação à estrutura restante da bandeja de impressão dental são conhecidas, por exemplo, a partir dos dados de exame por TC, a partir dos dados de CAD da bandeja de impressão dental, etc. A combinação dos dados de TC com dados de exame em 3D é assim feita.

[0057] Um modelo dental composto computadorizado é criado, em que a estrutura do osso é baseada no exame por TC, e em que a estrutura dental é baseada no exame ótico de alta resolução. Desta maneira, permite-se o planejamento cirúrgico com suficiente precisão baseado nos dados de TC em 3D. A produção de restaurações dentais e/ou produtos relacionados ao planejamento cirúrgico, tal como um molde cirúrgico, é permitida com suficiente precisão com base no exame de alta precisão em dados em 3D. Isto significa que com base nos dados combinados que estão disponíveis agora, tanto o planejamento como a produção são proporcionados a partir de um conjunto de dados, concretamente, o conjunto de dados combinados, sem a necessidade de qualquer recolhida de dados adicional, preparação de molde de gessos, etc.

[0058] A Figura 7 é um desenho esquemático em uma visão frontal que mostra uma visualização de computador renderizada 700 de dados combinados a partir da bandeja de impressão dental e impressão da Figura 6, inserida na boca do paciente. A visualização de computador renderizada

700 mostra o maxilar superior 710, o maxilar inferior 720 e a bandeja de impressão dental 600.

[0059] A Figura 8 é um desenho esquemático em uma visão frontal que mostra um detalhe da Figura 7, concretamente uma visualização de computador renderizada 800 do modelo dental composto computadorizado. O maxilar superior do paciente 710 examinado por TC é combinado com dados de exame em 3D da impressão examinada em 3D.

[0060] A Figura 9 é um desenho esquemático adicional em uma vista em perspectiva frontalmente por baixo, que mostra uma visualização de computador renderizada 900 do modelo dental composto computadorizado. O maxilar superior do paciente examinado por TC é combinado com dados em 3D da impressão examinada oticamente.

[0061] A Figura 10 é um desenho esquemático em uma vista em perspectiva tomada frontalmente, que mostra uma visualização de computador renderizada 1000 do modelo dental composto computadorizado, em que os dados craniofaciais por exame por TC do paciente são combinados com os dados em 3D obtidos ao examinar oticamente a impressão do maxilar superior e impressão do maxilar inferior.

[0062] Agora, na etapa 120 do método, o planejamento pré-cirúrgico é feito no software para planejamento dental baseado em computador de procedimentos restaurativos dentais. Ao usar o modelo dental composto, o modelo de gesso não é mais necessário. Além disso, nenhum exame separado de uma guia radiográfica é necessário. Devido ao desenho da bandeja de impressão dental com

marcadores fiduciais, uso clínico fácil de planejamento dental baseado em computador de procedimentos restaurativos dentais, na etapa 130, é proporcionado. O modelo dental composto pode ser usado para planejamento baseado em computador de uma cirurgia subsequente, incluindo a produção de um molde cirúrgico na etapa 135 do método. Em mais detalhe, o planejamento pré-cirúrgico é feito com base em computador de uma forma interativa. O planejamento da restauração dental é feito visualmente em uma tela da estação de trabalho, de uma forma interativa, manipulado pelas entradas do usuário. Por exemplo, a posição e direção de implantes dentais no osso do maxilar é virtualmente planejado na tela visualizando a estrutura do osso do maxilar onde uma restauração dental é para ser feita, com base em dados de TC. É necessário ter cuidado durante o planejamento, por exemplo, para que nenhum nervo seja afetado ou para que o implante dental seja posicionado no osso mais denso possível, de modo a assegurar uma instalação cirúrgica bem-sucedida do implante dental. Então uma superestrutura que será anexada ao implante pode virtualmente ser projetada, combinando o implante já planejado, com base em dados examinados em 3D. Por conseguinte, o usuário pode criar pontes, coroas de transferência etc. conjuntamente com o planejamento de implante antes da colocação.

[0063] Baseado neste planejamento pré-cirúrgico, um molde cirúrgico pode ser fabricado usando técnicas de prototipagem rápida na etapa 135. O molde cirúrgico é produzido com alta precisão com base nos dados examinados em 3D. O

molde cirúrgico é usado de uma forma conhecida para criar furos adequados para montagem de implantes dentais, aos quais as restaurações dentais serão fixas, na posição planejada e com a orientação planejada.

[0064] Dados para produtos produzidos por estereolitografia, tal como um molde cirúrgico, podem ser salvos em um formato adequado, tal como STL. Arquivos STL (do inglês Standard Tessellation Language) podem ser importados e exportados por uma variedade de pacotes de software. O arquivo STL é especialmente adequado para prototipagem rápida. Este formato aproxima as superfícies de um modelo sólido com triângulos para prototipagem rápida. Prototipagem rápida toma desenhos virtuais desde desenho auxiliado por computador (CAD [Computer Aided Design]), os transforma em seções transversais, ainda virtuais, e então cria cada seção transversal em espaço físico, um após o outro até o modelo estar terminado. Arquivos STL gerados desde exames por TC com relativamente baixa resolução frequentemente levam a um modelo em etapas quando feito por prototipagem rápida. Arquivos STL gerados a partir de exames óticos de alta resolução levam a modelos virtualmente sem qualquer diferença a partir do original. Por conseguinte, moldes cirúrgicos com resolução mais alta são proporcionados, evitando um efeito degrau da prototipagem rápida. Uma resolução típica para prototipagem rápida hoje em dia está na faixa de 0,05 - 0,125 mm. Resoluções futuras estão previstas na faixa de 0,005 mm. O presente sistema e método

cumpriram com as resoluções mais altas futuras de prototipagem rápida.

[0065] Outros produtos podem ser representados por outros formatos. Por exemplo, um formato de dados usado para representar coroas de transferência ou pontes é conhecido pela abreviação TRM.

[0066] A Figura 11 é um desenho esquemático em uma vista em perspectiva frontal por debaixo, mostrando dados examinados oticamente e examinados por TC combinados com molde de planejamento cirúrgico 1100 em um software baseado em computador, tal como Procera®. Pinos de ancoragem 1110 e luvas guia 1120 para guiar brocas são esquematicamente ilustrados na Figura 11.

[0067] Na etapa 130 do método, um modelo de paciente físico pode ser fabricado. O modelo de paciente pode ser proporcionado a partir dos dados disponíveis, se assim desejado. Um modelo de paciente pode, por exemplo, ser usado para chapeamento, caso se deseje que o chapeamento seja realizado manualmente. A produção de um modelo de paciente e um articulador são descritos nos pedidos de patentes SE 0602271-9 e SE 0602273-5 que são incorporados no presente documento em sua totalidade por referência, depositados pela mesmo Requerente do presente pedido. No entanto, esta etapa pode ser omitida, uma vez que os dados disponíveis proporcionam suficiente precisão tanto para o planejamento pré-cirúrgico como para a produção de moldes cirúrgicos e restaurações dentais.

[0068] Na etapa 140 do método, uma restauração dental é fabricada com base nos dados de alta resolução em 3D disponíveis. Uma vez que dados de alta resolução estejam disponíveis a partir do exame em 3D da impressão dental, a restauração dental é produzida diretamente a partir daqueles dados considerando a entrada feita durante o planejamento pré-cirúrgico.

[0069] Na etapa 150 do método, o chapeamento da restauração dental pode ser realizado de uma forma convencional. Para este propósito o modelo de paciente físico mencionado acima pode ser usado. Em outra modalidade, o desenho da restauração final é feito virtualmente com base nos dados de alta resolução, através do qual o chapeamento manual não é mais necessário.

[0070] Finalmente, na etapa 160 do método, a restauração dental é instalada no paciente. Mais precisamente, o molde cirúrgico produzido como descrito acima, é usado para proporcionar um ou mais furos, cada um recebendo um implante dental. Devido à alta precisão com que o molde cirúrgico é produzido, implantes dentais são ajustados bem precisos no tecido ósseo do maxilar. Assim uma base perfeita é proporcionada para a restauração dental a qual é então anexada ao implante dental de uma maneira conhecida.

[0071] Ao usar o método acima descrito, não é preciso moldar, seccionar e prender com pinos um modelo de gesso. Isto proporciona tempos de ciclo mais rápidos ao planejar e levar a cabo procedimentos restaurativos dentais. Por conseguinte, uma restauração dental posicionada bem

precisa é proporcionada de uma maneira econômica e poupando tempo.

[0072] Em alguns tratamentos, até mesmo o molde cirúrgico não é mais necessário. Por exemplo, ao produzir um coroa de transferência, tal como para um coroa ou uma ponte, a ser anexada a uma preparação dental, a coroa de transferência pode ser produzida diretamente a partir dos dados de entrada de alta precisão do exame em 3D da bandeja dental.

[0073] Além do mais, como uma consequência do exame de alta resolução acima mencionado, ao invés do exame de TC acima descrito da dentição completa, um exame de TC de uma área limitada pode ser usado de modo a reduzir adicionalmente a carga de radiação no paciente. A área limitada pode ser somente a área em que um implante dental é para ser instalado. Isto tem sido até o presente difícil de implementar uma vez que exames de TC de áreas limitadas da dentição não forneciam dados suficientes para produzir moldes cirúrgicos adequados. Isto é por um lado causado pela baixa resolução dos dados de TC, que leva a um deteriorado ajuste ao paciente. Por outro lado, um molde cirúrgico com base em uma área limitada frequentemente não é suficientemente estável para uma cirurgia confiável. Por exemplo, um tomógrafo de feixe cônico de baixa dose, tal como o fabricado por Morita, somente cobre uma pequena área, tal como quatro centímetros, que resulta em um molde cirúrgico não estável o suficiente para uma operação confiável, se com base somente nos dados de TC produzidos a partir de tais tomógrafos

computadorizados. No entanto, os dados do exame de feixe cônico são suficientes para planejar o posicionamento de um implante.

[0074] Ao usar dados de um escâner 3D de uma impressão dental conjuntamente com um exame de TC de uma área limitada, por exemplo, um tomógrafo computadorizado de baixa dose, é agora alcançável para proporcionar moldes cirúrgicos suficientemente precisos e estáveis e entregar resultados confiáveis. O planejamento pré-cirúrgico da posição e orientação de um implante dental pode ser com base nos dados do exame de TC de uma área limitada, como ilustrado nas Figuras 12 e 13. Os primeiros dados derivados de um exame de TC proporcionam informação suficiente para este propósito, tal como posição e densidade do osso do maxilar, extensão de canais dos nervos a serem evitados, etc. Além disso, o exame de alta precisão de uma impressão dental proporciona segundos dados suficientes para produzir um molde cirúrgico que pode ser anexado a áreas intra-orais que se estendem além da cobertura da área limitada examinada por meio do tomógrafo computadorizado. Isto previamente não havia sido possível. Os dois conjuntos de dados são combinados um ao outro, como descrito acima. Mais precisamente, a Figura 12 é composta de desenhos esquemáticos mostrando uma visualização computadorizada renderizada frontalmente de um maxilar inferior 1210 e uma impressão dental 1220. O interespaço entre o maxilar inferior 1210 e os dados combinados da impressão dental 1220 é de tecido macio, não ilustrado no presente documento. A Figura 13 é

composta de desenhos esquemáticos mostrando uma visualização computadorizada renderizada frontalmente de um maxilar superior 1310 e uma impressão dental 1320. As visualizações renderizadas são derivadas de dados de TC combinados de uma área do maxilar limitada, ilustrados em 1210 ou 1310 respectivamente, tais como desde um tomógrafo computadorizado de feixe cônico de baixa dose, e dados proporcionados por um escâner 3D de alta precisão derivado a partir do exame de uma impressão dental de uma arcada dentária inteira, ilustrados em 1220 ou 1320, respectivamente.

[0075] Vários tomógrafos computadorizados podem ser usados conjuntamente com um escâner 3D para examinar uma impressão dental, tal como um escâner ótico em 3D. Alguns tomógrafos computadorizados comercialmente disponíveis são, por exemplo: Planmeca Promax 3D, Newton 9000 e 3G, I-CAT, Accuitomo Morita. Os dados de exame em 3D da arcada dentária inteira compensam exames de TC não completos da arcada dentária. Isto provou ser suficiente para o planejamento cirúrgico que a estrutura do osso do maxilar na proximidade da área em que uma restauração dental é para ser instalada é examinada por TC, contanto que dados suficientes estejam disponíveis do exame em 3D da impressão dental para ser possível produzir de maneira confiável o molde cirúrgico.

[0076] Além disso, em uma modalidade, raios X dental em 2D convencional podem ser combinados com os dados do exame de impressão de alta resolução. Por exemplo, uma imagem de raios-X

intra-oral mostrando um segmento de uma dentição do paciente, pode ser combinada com os dados do exame de impressão de alta resolução. Os dados de entrada combinados das duas fontes de dados são suficientes para uma variedade de procedimentos de restauração dental. A posição precisa dos dados do exame de impressão de alta resolução pode ser combinada de maneira suficientemente acurada com a imagem de raios-X intra-oral ao usar uma linha através da oclusão. Isto é ilustrado nas Figuras 14 a 18, que ilustram a combinação de uma imagem intra-oral com dados de exame em 3D de alta precisão. A Figura 14 ilustra uma linha 1420 através de uma oclusão de uma impressão dental visualizada 1410 derivada de exame em 3D. Um contorno bidimensional (2D) é gerado a partir de dados de raios-X, seguindo, por exemplo, o contorno de um dente. É feita uma seção em 2D dos dados em 3D desde a impressão dental. O contorno em 2D é então procurado na seção em 2D dos dados de impressão. A combinação é feita pela identificação do contorno em 2D tanto no conjunto de dados de raios-X como na seção do conjunto de dados em 3D. Preferivelmente a seção em 2D é feita no centro da impressão ao longo da arcada dentária, uma vez que o raios-X em 2D frequentemente é tomado ao longo da linha central de um dente.

[0077] A Figura 15 ilustra em 3D uma imagem intra-oral 1510 combinada à impressão dental visualizada 1410 do exame em 3D. A Figura 16 mostra a imagem intra-oral em 2D. A Figura 17 é uma ilustração esquemática de planejamento pré-cirúrgico de um implante dental 1710 usando a imagem intra-oral 1510. A Figura 18 é uma

ilustração esquemática de planejamento de colocação de implante com a imagem intra-oral combinada 1510 e a impressão dental examinada visualizada 1410, bem como o implante planejado 1710. A Figura 18 ilustra o planejamento pré-cirúrgico do procedimento de restauração dental a seguir desde então. A produção do implante, molde cirúrgico etc. é feita como descrito acima com base em dita combinação.

[0078] Outro exemplo de combinação de dados de raios-X em 2D com dados em 3D a partir de uma impressão examinada é dada na Figura 20, elucidando adicionalmente o método ilustrado com referência às Figuras 14 a 18. É desejado para posicionar uma restauração dental que deveria ser em um espaço entre dentes 2005 de uma arcada dentária que tem um dente faltando. Para este propósito dados de raios-X em 2D são gerados, dados de exame em 3D de uma impressão dental são gerados, e os dados em 2D e os dados em 3D são combinados. Os dados combinados podem ser usados para o planejamento de um procedimento restaurativo dental, por exemplo, planejando a posição de um implante e restauração dental adequados, bem como para proporcionar dados a partir do planejamento para produção de restaurações dentais adequadas. Em mais detalhe, uma imagem por raios-X 2030 da arcada dentária 2000 no espaço entre dentes 2005 é tomada, como ilustrado na Figura 20A. Uma placa de filme sensível a raios-X é ilustrada com sinal de referência 2020. A placa de filme é segurada por um transportador 2010 para inserção conveniente na boca do paciente. Alternativamente, um receptor de

raios-X digital pode ser usado para registrar a imagem por raios-X. O espaço 2005 é claramente identificável na imagem por raios-X 2030 entre dois dentes adjacentes da arcada dentária do maxilar inferior. Uma bandeja de impressão dental 2040 é usada para tomar uma impressão dental da arcada dentária 2000. Os dados em 3D da arcada dentária 2000 são obtidos por exame em 3D da impressão dental obtida. Uma visualização 2060 com base nos dados em 3D é representada na Figura 20B no canto direito da mesma. Também no presente documento, o espaço entre dentes 2005 é claramente identificável. A linha central 2050 da arcada dentária 2000 é também ilustrada na Figura 20B. A imagem por raios-X é preferivelmente tomada em uma direção perpendicular a um plano paralelo aos dentes e perpendicular à linha central 2050. Os dados de raios-X em 2D são agora combinados com os dados em 3D, que são ilustrados na Figura 20C. Os dados de raios-X em 2D são, por exemplo, combinados com os dados em 3D por combinação de contornos. Por exemplo, o contorno de um corte através da arcada dentária dos dados em 3D dá um plano de corte em 2D. A imagem por raios-X em 2D pode ser tomada no mesmo plano como este plano de corte. Assim um contorno, por exemplo, de dois dentes adjacentes ao espaço entre dentes 2005 pode ser combinado à imagem por raios-X no plano de corte. O espaço entre dentes 2005, e dentes adjacentes combinados, bem como tecido ósseo do maxilar do maxilar inferior no local do espaço entre dentes 2005 são identificáveis na Figura 20C. Com base nestes dados combinados, o planejamento pode ser realizado como

descrito acima. Possivelmente mais osso do maxilar pode ser mostrado em outras imagens por raios-X que as ilustradas de modo a facilitar o planejamento, se assim desejado.

[0079] Pela combinação dos dados de entrada desde diferentes fontes de entrada, tais como exames de TC, imagens por raios-X, e escâneres 3D de alta resolução, é proporcionado que a dose de radiação a que o paciente é exposto pode ser reduzida. Por exemplo, um tubo de tomógrafo computadorizado pode ser usado com menos efeito de radiação, embora a resolução do exame de TC seja diminuída e a razão sinal-ruído do exame de TC seja aumentada. A dose de radiação a que o paciente é exposto, é reduzida. Contanto que sejam proporcionados dados suficientes para planejamento pré-cirúrgico pelo exame de TC, planejamento pré-cirúrgico confiável é permitido a partir dos dados de TC ou dados de raios-X obtidos com dose reduzida para o paciente necessária para planejamento e produção confiáveis. Por exemplo, se a estrutura do maxilar e eventualmente a dentição restante, e os marcadores fiduciais sejam suficientemente identificáveis nos dados de TC, um tratamento confiável pode ser proporcionado. O planejamento pré-cirúrgico, incluindo, por exemplo, o posicionamento virtual de um implante dental pode ser proporcionado com base nos dados de TC ou dados de raios-X. Um molde cirúrgico pode ser produzido a partir dos dados de exame em 3D, representando, por exemplo, a anatomia intra-oral inteira, que é combinada com os dados de TC ou dados de raios-X da área limitada. Assim o molde cirúrgico proporciona

de maneira confiável a inserção do implante dental no paciente, de acordo com o planejamento virtual.

[0080] Para planejamento pré-cirúrgico, dados de raios-X podem ser usados para planejar o ângulo, profundidade etc. ao posicionar um implante. Os dados examinados em 3D podem ser usados para o planejamento tridimensional da direção do implante com referência ao molde cirúrgico. Resumindo, os dados são suficientes para produzir um molde cirúrgico de precisão.

[0081] Dessa maneira, uma razão vantajosa de resolução para dose ao paciente é alcançável. Pela escolha ou uso de uma primeira fonte de dados de entrada para a estrutura craniofacial, que está suficientemente bem proporcionando dados para reconhecer a estrutura craniofacial para permitir um planejamento pré-cirúrgico de uma restauração dental, dose ao paciente é reduzida consideravelmente. Como mencionado acima, os dados para estrutura do osso do maxilar, canais de nervos, mas também outras estruturas ósseas relevantes, por exemplo, necessárias para implantes zigomáticos, têm que ser suficientemente proporcionados para permitir um confiável planejamento pré-cirúrgico. No entanto, exames de TC de alta resolução que têm dose aumentada não são mais necessários. Certas modalidades até mesmo eliminam totalmente a necessidade de dados de TC para planejamento pré-cirúrgico e/ou produção. Por exemplo, um exame de TC pode ser trocado por um raios-X intra-oral para proporcionar dados suficientes para o planejamento

pré-cirúrgico em uma dose consideravelmente baixa para o paciente.

[0082] Em outra modalidade, dados em 3D para a estrutura do osso do maxilar são adquiridos com base em medições da anatomia intra-oral do paciente bem como medições do tecido macio intra-oral, de modo que os dados em 3D para a estrutura do osso do maxilar são concluídos a partir dessas medições. Mais precisamente, um molde de gesso da anatomia intra-oral do paciente é feito a partir da impressão dental. Um molde pressionado a vácuo é pressionado sobre o molde de gesso do maxilar superior ou inferior de modo a produzir uma guia de mapeamento. Uma série de furos é feita na guia de mapeamento, por exemplo, três furos bucais, três furos linguais/palatinais e um furo no topo da crista em um local onde uma restauração dental é para ser planejada. Então a guia de mapeamento colocada na boca do paciente e uma sonda são usadas para perfurar o tecido macio através dos furos na guia de mapeamento. Desde então a guia de mapeamento é removida da boca do paciente. A espessura do tecido macio é medida, por exemplo, por inserção de uma sonda com uma escala e um disco endodôntico, nas perfurações no tecido macio. Além disso, a distância em um local de um dente ausente ou vários dentes ausentes entre dentes existentes é medida, dando uma medida do osso do maxilar em uma direção longitudinal ao longo da arcada dentária. A largura do osso do maxilar nos pontos onde a espessura do tecido macio é medida é determinada medindo a largura total da anatomia intra-oral na localização desses pontos. Isto pode ser feito por

medições intra-orais ou medindo a seção transversal interna da guia de mapeamento na localização desses pontos. Pela subtração da espessura do tecido macio do total da medida da seção transversal, a espessura do osso do maxilar no local da punção é determinada. Os dados em 3D representando a topografia do osso do maxilar são determinados pela pluralidade de pontos de medição. Os dados em 3D podem ser introduzidos em um sistema CAD para proporcionar um modelo virtual do osso do maxilar que pode ser combinado com dados em 3D da anatomia intra-oral, por exemplo, por combinação da posição dos furos na guia de mapeamento com posições correspondentes nos dados em 3D. Este tipo de dados de medição pode ser fornecido em adição para combinar dados de raios-X em 2D e dados em 3D. O planejamento é facilitado uma vez que a informação referente à topografia do osso do maxilar em 3D pode ser usada para melhorar o planejamento.

[0083] Alternativamente, exame da superfície em 3D de uma guia de mapeamento pode ser feito de modo a determinar a topografia da guia de mapeamento e furos no mesmo. Assim dados em 3D da guia de mapeamento estão disponíveis para combinar com dados em 3D a partir de uma impressão dental.

[0084] Em ainda outra modalidade, os dados em 3D para a anatomia intra-oral são adquiridos com base em exame de um molde em gesso da anatomia intra-oral do paciente. O molde é preparado a partir de impressões tomadas do paciente, que então são preenchidas com gesso. Dessa maneira, um modelo de gesso positivo da anatomia intra-oral é proporcionado. O modelo de

gesso é examinado com um escâner 3D, tal como um escâner ótico em 3D ou, por exemplo, o escâner de sonda de superfície ProCera Forte®. O exame em 3D do modelo de gesso proporciona dados em 3D de alta resolução da anatomia intra-oral do paciente. O exame em 3D pode ser feito para um molde de cada maxilar separadamente. Os dados em 3D do modelo de paciente assim proporcionados podem, por exemplo, ser usados para a produção de restaurações dentais com alta precisão. Os dados em 3D podem ser usados em uma estação de trabalho médica para planejar um procedimento restaurativo dental, quando combinado com dados da anatomia craniofacial, por exemplo, a topografia dos ossos do maxilar, canais de nervos nos mesmos etc.

[0085] Dados para pelo menos uma parte da anatomia craniofacial podem ser obtidos examinando por TC a anatomia craniofacial do paciente. Dessa maneira, os dados de TC são obtidos, como descrito acima. Os dados de TC podem ser combinados com os dados em 3D obtidos examinando em 3D o modelo de gesso.

[0086] Técnicas de combinação adequadas compreendem a combinação de superfícies ou combinação de contornos. As superfícies podem ser identificadas tanto nos dados de TC como nos dados em 3D. Por exemplo, se o paciente possui dentes remanescentes e não é edêntulo, uma variedade de superfícies de dentes pode ser identificada por algoritmos adequados. Os dados de TC podem ser convertidos a um modelo da superfície da anatomia intra-oral. As superfícies correspondentes podem ser identificadas nos dados

em 3D e os dados de TC para combinação dos conjuntos de dados. Alternativamente, ou conjuntamente, os contornos podem ser identificados tanto nos dados de TC como nos dados em 3D. Os dados de TC e os dados em 3D podem então ser combinados ao usar os contornos identificados em ambos os conjuntos de dados.

[0087] Alternativamente aos acima mencionados dados de TC, os dados podem ser proporcionados a partir de outras fontes de obtenção de imagem por raios-X, tal como raios-X em 2D convencional. Por exemplo, um raio-X intra-oral é realizado, similar à modalidade acima descrita com referência à Figura 20. A combinação dos dados de raios-X em 2D e os dados em 3D obtidos examinando em 3D o modelo de gesso pode ser feita por meio de combinação de contornos. Por exemplo, um contorno bidimensional (2D) é gerado a partir dos dados de raios-X, seguindo, por exemplo, o contorno de um dente. Uma seção em 2D dos dados em 3D desde o modelo de gesso é feita. O contorno em 2D é então procurado na seção em 2D dos dados em 3D do modelo de gesso. A combinação é feita por identificação do contorno em 2D tanto no conjunto de dados de raios-X como na seção do conjunto de dados em 3D.

[0088] Alternativamente, a combinação pode ser baseada em marcadores fiduciais. Marcadores fiduciais podem, por exemplo, ser anexados apropriadamente às estruturas anatômicas na anatomia intra-oral do paciente. Por exemplo, marcadores fiduciais podem ser anexados a dentes possivelmente existentes do paciente, por exemplo,

ao usar uma substância adesiva adequada. Ao tomar uma impressão da anatomia intra-oral, os marcadores fiduciais também dão forma a impressão conseqüentemente. Ao fazer um molde a partir da impressão de modo a proporcionar o modelo de gesso, a forma dos marcadores fiduciais é transferida ao modelo de gesso. Dessa maneira, examinar em 3D o modelo de gesso proporciona dados para identificação dos marcadores fiduciais na anatomia intra-oral do paciente. Os marcadores fiduciais têm uma forma adequada para identificação, por exemplo, contas semi-esféricas. A posição dos marcadores fiduciais no conjunto de dados em 3D da anatomia intra-oral é obtida encontrando a forma desses marcadores fiduciais. Marcadores fiduciais podem, por exemplo, também ser proporcionados na forma de uma braçadeira anexada aos dentes do paciente, ou marcadores fiduciais anexados adequadamente a uma braçadeira existente. Assim os dados de posição para os marcadores fiduciais são proporcionados os quais podem ser combinados com dados craniofaciais. Os dados craniofaciais podem, por exemplo, ser obtidos por exame de TC com os marcadores fiduciais na mesma posição como ao tomar a impressão dental. Os marcadores fiduciais radiopacos são identificados no conjunto de dados de TC, proporcionando a posição dos mesmos. A combinação do conjunto de dados em 3D com o conjunto de dados de TC é feita por meio das posições identificadas dos marcadores fiduciais.

[0089] Em outra modalidade, os dados em 3D da anatomia intra-oral obtidos a partir do modelo de gesso podem ser combinados com os dados

em 3D para a estrutura do osso do maxilar que são adquiridos com base em medições da anatomia intra-oral do paciente bem como medições do tecido macio intra-oral. Neste caso, os dados em 3D para a estrutura do osso do maxilar são concluídos a partir dessas medições, como explicado em mais detalhe acima. Um modelo de gesso da anatomia intra-oral do paciente é feito a partir de uma impressão dental. O modelo de gesso é tanto usado para exame em 3D da anatomia intra-oral do paciente, bem como para produzir uma guia de mapeamento. Um molde pressionado a vácuo é pressionado sobre o molde de gesso do maxilar superior ou inferior de modo a produzir a guia de mapeamento. A guia de mapeamento colocada na boca do paciente e uma sonda são usadas para perfurar o tecido macio através dos furos na guia de mapeamento e dados de medição são proporcionados para dados em 3D da estrutura do osso do maxilar e tecido macio. No entanto, estes dados em 3D a partir do mapeamento por meio da sonda não têm alta resolução. Então, o modelo de gesso pode ser usado na seguinte maneira. A topografia correspondente ao tecido macio no local de uma restauração dental é pelo menos parcialmente removida do modelo de gesso, por exemplo, por moagem. Dessa maneira, um modelo de gesso da estrutura do osso do maxilar é revelado. A estrutura do gesso do osso do maxilar é então examinada em 3D de modo a proporcionar um primeiro subconjunto de dados para a estrutura do osso do maxilar. Este primeiro subconjunto de dados para a estrutura do osso do maxilar pode proporcionar uma base para combinar com outros

subconjuntos de dados da anatomia intra-oral ou anatomia craniofacial. Então, a topografia do tecido macio é reconstruída no modelo de gesso do osso do maxilar por meio de material de réplica de gengiva. Dados para produção da topografia do tecido macio podem ser obtidos a partir do mapeamento por meio da sonda. O modelo de gesso com tecido macio reconstruído é então examinado em 3D, proporcionando um segundo subconjunto de dados para a anatomia intra-oral com tecido macio. O exame em 3D é feito na mesma posição do modelo de gesso de modo a gerar o primeiro subconjunto de dados. Os dois subconjuntos de dados podem ser combinados, proporcionando um conjunto de dados combinados para a anatomia intra-oral em 3D e a estrutura do osso do maxilar. Além disso, uma restauração dental pode ser anexada a ou no modelo de gesso que tem a réplica da gengiva anexada ao mesmo. O modelo com a estrutura do osso do maxilar, o tecido macio e a restauração dental podem ser 3D examinados de modo a obter um terceiro subconjunto de dados para esta configuração. O exame em 3D é feito novamente na mesma posição do modelo de gesso. Assim, o primeiro, segundo e terceiro subconjunto de dados podem ser combinados em um conjunto de dados em 3D combinado. O conjunto de dados em 3D combinado pode ser usado independentemente para o planejamento de procedimentos cirúrgicos e para proporcionar dados para produzir restaurações dentais e/ou produto relacionado ao procedimento cirúrgico. O conjunto de dados em 3D combinado pode ser, além disso, combinado com dados obtidos por exame de TC, raios-X etc. de modo a aumentar a flexibilidade.

[0090] Uma vez que é um requisito que a restauração dental se ajuste bem na estrutura oral existente do paciente, uma segunda fonte de entrada de dados que tem uma alta resolução, por exemplo, um dispositivo de exame em 3D de alta resolução, é usado para proporcionar dados de entrada para a estrutura oral existente. Dados em 3D de alta resolução para a estrutura oral são proporcionados a partir do exame em 3D de uma impressão dental.

[0091] Pela combinação os dados da primeira fonte de dados de entrada e da segunda fonte de dados, a alta resolução é proporcionada na região onde alta precisão é necessária para a produção da restauração dental ou produto relacionado a planejamento pré-cirúrgico, isto é, na região da dentição. Os dados em 3D de alta precisão proporcionam uma precisa e confiável produção de moldes cirúrgicos, restaurações dentais, e produtos relacionados aos mesmos. Ainda, os dados de entrada da primeira fonte de dados de entrada proporcionam suficiente informação de modo a proporcionar um confiável planejamento cirúrgico.

[0092] Como usado no presente documento, pretende-se que as formas singulares "um", "uma" e "a/o" incluam as formas plurais também, a menos que de outra forma expressamente determinada. Será, além disso, entendido que os termos "inclui", "compreende", "incluindo" e/ou "compreendendo", quando usado neste relatório descritivo, especifiquem a presença das características, inteiros, etapas, operações, elementos, e/ou componentes determinados, mas

impedem a presença ou adição de um ou mais outras características, inteiros, etapas, operações, elementos, componentes, e/ou grupos dos mesmos. Será entendido que quando um elemento é referido como sendo "conectado" ou "acoplado" a outro elemento, pode ser diretamente conectado ou acoplado ao outro elemento ou elementos intervenientes podem estar presentes. Além disso, "conectado" ou "acoplado" como usado no presente documento pode incluir conexão ou acoplamento sem fio. Como usado no presente documento, o termo "e/ou" inclui qualquer e todas as combinações de um ou mais dos associados itens listados. Como será apreciado por uma pessoa versada na técnica, a presente invenção pode ser incorporada como dispositivo, sistema, método ou produto de programa de computador. Conseqüentemente, a presente invenção pode tomar forma de uma modalidade inteiramente de hardware, uma modalidade de software ou uma modalidade combinando aspectos de software e hardware.

[0093] Além disso, a presente invenção pode tomar forma de um produto de programa de computador em um meio de armazenagem utilizável por computador tendo código de programa utilizável por computador incorporado no meio. Qualquer meio legível por computador adequado pode ser utilizado incluindo discos duros, CD-ROMs, dispositivos óticos de armazenagem, um meio de transmissão tais como aqueles que suportam Internet ou uma intranet, ou dispositivos magnéticos de armazenagem.

[0094] Modalidades da presente invenção são descritas no presente documento com

referência ao fluxograma e/ou diagramas de bloco. Será entendido que alguns ou todos os blocos ilustrados podem ser implementados por instruções de programa de computador. Estas instruções de programa de computador podem ser proporcionadas a um processador de um computador de propósito geral, computador de propósito especial, ou outro aparato de processamento de dados programável para produzir uma máquina, de modo que as instruções, que executam via o processador do computador ou outro aparato de processamento de dados programável, criam meios para implementar as funções/atos especificados no fluxograma e/ou bloco ou blocos do diagrama de blocos. Estas instruções de programa de computador podem também ser armazenadas em uma memória legível por computador que podem dirigir um computador ou outro aparato de processamento de dados programável para funcionar de uma maneira particular, de modo que as instruções armazenadas na memória legível por computador produzam um artigo de fabricação incluindo meios de instrução que implementam a função/ato especificado no fluxograma e/ou bloco ou blocos do diagrama de blocos. As instruções do programa de computador podem também ser carregadas em um computador ou outro aparato de processamento de dados programável para produzir uma série de etapas operacionais a serem realizadas no computador ou outro aparato programável para produzir um processo implementado por computador de modo que as instruções que executem no computador ou outro aparato programável proporcionam etapas para implementar as

funções/atos especificados no fluxograma e/ou bloco ou blocos do diagrama de blocos.

[0095] Deve ser entendido que as funções/atos anotados nos diagramas podem ocorrer fora da ordem anotada nas ilustrações operacionais. Por exemplo, dois blocos mostrados em sucessão podem de fato ser executados substancialmente ao mesmo tempo ou os blocos podem às vezes ser executados na ordem reversa, dependendo da funcionalidade/atos envolvidos. Embora alguns dos diagramas incluam flechas em caminhos de comunicação para mostrar uma direção de comunicação primária, é para ser entendido que a comunicação pode ocorrer na direção oposta às flechas representadas.

[0096] A presente invenção foi descrita acima com referência a modalidades específicas. No entanto, modalidades outras que as acima descritas são igualmente possíveis dentro do escopo da invenção. Etapas de método diferentes daquelas descritas acima, realizando o método por hardware ou software, podem ser proporcionadas dentro do escopo da invenção. As diferentes características e etapas da invenção podem ser combinadas em outras combinações daquelas descritas. O escopo da invenção é somente limitado pelas reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para planejar um procedimento restaurativo dental, o planejamento compreendendo o posicionamento virtual pré-cirúrgico de um implante dentário em uma mandíbula de um paciente parcialmente edêntulo, e para produzir pelo menos um dente uma restauração dental e um produto relacionado ao procedimento restaurativo dental, o método sendo caracterizado por compreender:

combinar os primeiros dados da área craniofacial do paciente a partir de uma primeira fonte de entrada de dados com segundos dados da anatomia intra-oral do paciente a partir de uma segunda fonte de entrada de dados, diferente da primeira fonte de entrada de dados, em dados combinados para planejamento e produção, os primeiros dados relacionados ao tecido da mandíbula do paciente no local do procedimento restaurativo dental e compreendendo dados em um dente do paciente, os segundos dados relacionados ao local do procedimento restaurativo dentário e compreendendo dados no dente do paciente,

onde pelo menos uma parte dos primeiros dados nos dados combinados é proporcionada para o posicionamento virtual do implante dentário e pelo menos uma parte dos segundos dados nos dados combinados é proporcionada para a produção;

onde os primeiros dados são obtidos a partir de um dispositivo de imagem de raios-x 2D intra-oral, em que um aparelho sensível a raios-x é inserido na boca do paciente;

onde os segundos dados são obtidos a partir de um escâner 3D;

onde os primeiros dados obtidos a partir do dispositivo de imagem de raios-x 2D intra-oral têm uma primeira resolução suficiente para permitir o planejamento;

onde os segundos dados obtidos a partir do escâner 3D têm uma segunda resolução suficiente para permitir a produção;

onde a primeira resolução é menor que a segunda resolução;

onde a combinação compreende combinar os contornos identificados tanto nos primeiros dados quanto nos segundos dados, e

onde a combinação dos contornos compreende:

fazer uma seção 2D dos segundos dados obtidos a partir do escâner 3D;

gerar um contorno 2D do dente a partir dos primeiros dados obtidos a partir do dispositivo de imagem de raios-x 2D intra-oral ou a partir da seção 2D, e

identificar o contorno 2D do dente nos primeiros dados quando o contorno 2D é gerado a partir da seção 2D, e na seção 2D quando o contorno 2D é gerado a partir dos primeiros dados.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os segundos dados são produzidos baseados em dados obtidos a partir do escâner 3D examinando uma impressão dental tomada da anatomia intra-oral do paciente.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de adicionalmente compreender produzir um molde

cirúrgico baseado nos segundos dados para instalar o implante dentário durante o procedimento restaurativo dental, onde pelo menos parte dos segundos dados nos dados combinados são proporcionados para a produção.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de adicionalmente compreender controlar a produção de um molde cirúrgico para o procedimento restaurativo dental, onde pelo menos parte dos segundos dados nos dados combinados são proporcionados para o controle.

5. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a etapa de produzir compreender a produção de pelo menos um implante dentário, suporte, coroa de transferência, ponte, inlay, onlay, suporte anatômico, coroa anatômica, ou coroa.

6. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por compreender adicionalmente produzir pelo menos um dentre uma restauração dental e um produto relacionado ao procedimento restaurativo dental, onde pelo menos parte dos segundos dados são proporcionados para a produção.

7. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o aparelho sensível a raios-x ser uma placa de filme.

8. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o aparelho sensível a raios-x ser um receptor digital de raios-x.

9. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o local para o procedimento restaurativo dental compreender um espaço entre dentes.

10. Método, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de os primeiros dados compreenderem dados para um dente adjacente ao espaço entre dentes.

11. Método, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de os segundos dados compreenderem dados para um dente adjacente ao espaço entre dentes.

12. Sistema para planejar um procedimento restaurativo dental, o planejamento compreendendo o posicionamento virtual pré-cirúrgico de um implante dentário em uma mandíbula de um paciente parcialmente edêntulo, e para produzir pelo menos um dente uma restauração dental e um produto relacionado ao procedimento restaurativo dental, o sistema sendo caracterizado por compreender:

uma unidade de combinação para combinar os primeiros dados da área craniofacial do paciente a partir de uma primeira fonte de entrada de dados com segundos dados da anatomia intra-oral do paciente a partir de uma segunda fonte de entrada de dados, diferente da primeira fonte de entrada de dados, em dados combinados para planejamento e produção, os primeiros dados relacionados ao tecido da mandíbula do paciente no local do procedimento restaurativo dental e compreendendo dados em um dente do paciente, os segundos dados relacionados

ao local do procedimento restaurativo dentário e compreendendo dados no dente do paciente,

onde pelo menos uma parte dos primeiros dados nos dados combinados é proporcionada para o posicionamento virtual do implante dentário e pelo menos uma parte dos segundos dados nos dados combinados é proporcionada para a produção;

onde os primeiros dados são obtidos a partir de um dispositivo de imagem de raios-x 2D intra-oral, em que um aparelho sensível a raios-x é inserido na boca do paciente;

onde os segundos dados são obtidos a partir de um escâner 3D;

onde os primeiros dados obtidos a partir do dispositivo de imagem de raios-x 2D intra-oral têm uma primeira resolução suficiente para permitir o planejamento;

onde os segundos dados obtidos a partir do escâner 3D têm uma segunda resolução suficiente para permitir a produção;

onde a primeira resolução é menor que a segunda resolução;

onde a unidade de combinação é configurada para utilizar a combinação dos contornos identificados tanto nos primeiros dados quanto nos segundos dados, e

onde a combinação dos contornos compreende:

fazer uma seção 2D dos segundos dados obtidos a partir do escâner 3D;

gerar um contorno 2D do dente a partir dos primeiros dados obtidos a partir do dispositivo

de imagem de raios-x 2D intra-oral ou a partir da seção 2D, e

identificar o contorno 2D do dente nos primeiros dados quando o contorno 2D é gerado a partir da seção 2D, e na seção 2D quando o contorno 2D é gerado a partir dos primeiros dados.

13. Sistema, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de o aparelho sensível a raios-x ser uma placa de filme.

14. Sistema, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de o aparelho sensível a raios-x ser um receptor digital de raios-x.

15. Sistema de computador programado para realizar um método para planejar um procedimento restaurativo dental, o planejamento compreendendo o posicionamento virtual pré-cirúrgico de um implante dentário em uma mandíbula de um paciente parcialmente edêntulo, e para produzir pelo menos um dente uma restauração dental e um produto relacionado ao procedimento restaurativo dental, o sistema de computador sendo caracterizado por compreender:

combinar os primeiros dados da área craniofacial do paciente a partir de uma primeira fonte de entrada de dados com segundos dados da anatomia intra-oral do paciente a partir de uma segunda fonte de entrada de dados, diferente da primeira fonte de entrada de dados, em dados combinados para planejamento e produção, os primeiros dados relacionados ao tecido da mandíbula do paciente no local do procedimento restaurativo dental e compreendendo dados em um dente do

paciente, os segundos dados relacionados ao local do procedimento restaurativo dentário e compreendendo dados no dente do paciente,

onde pelo menos uma parte dos primeiros dados nos dados combinados é proporcionada para o posicionamento virtual do implante dentário e pelo menos uma parte dos segundos dados nos dados combinados é proporcionada para a produção;

onde os primeiros dados são obtidos a partir de um dispositivo de imagem de raios-x 2D intra-oral, em que um aparelho sensível a raios-x é inserido na boca do paciente;

onde os segundos dados são obtidos a partir de um escâner 3D;

onde os primeiros dados obtidos a partir do dispositivo de imagem de raios-x 2D intra-oral têm uma primeira resolução suficiente para permitir o planejamento;

onde os segundos dados obtidos a partir do escâner 3D têm uma segunda resolução suficiente para permitir a produção;

onde a primeira resolução é menor que a segunda resolução;

onde a combinação compreende combinar os contornos identificados tanto nos primeiros dados quanto nos segundos dados, e

onde a combinação dos contornos compreende:

fazer uma seção 2D dos segundos dados obtidos a partir do escâner 3D;

gerar um contorno 2D do dente a partir dos primeiros dados obtidos a partir do dispositivo

de imagem de raios-x 2D intra-oral ou a partir da seção 2D, e

identificar o contorno 2D do dente nos primeiros dados quando o contorno 2D é gerado a partir da seção 2D, e na seção 2D quando o contorno 2D é gerado a partir dos primeiros dados.

16. Sistema de computador, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de o aparelho sensível a raios-x ser uma placa de filme.

17. Sistema de computador, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de o aparelho sensível a raios-x ser um receptor digital de raios-x.

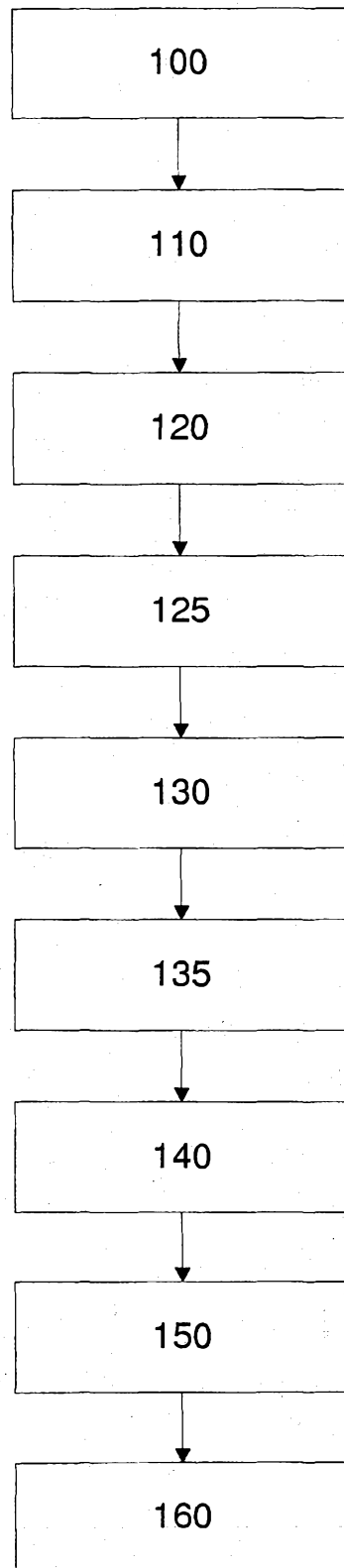


Fig. 1

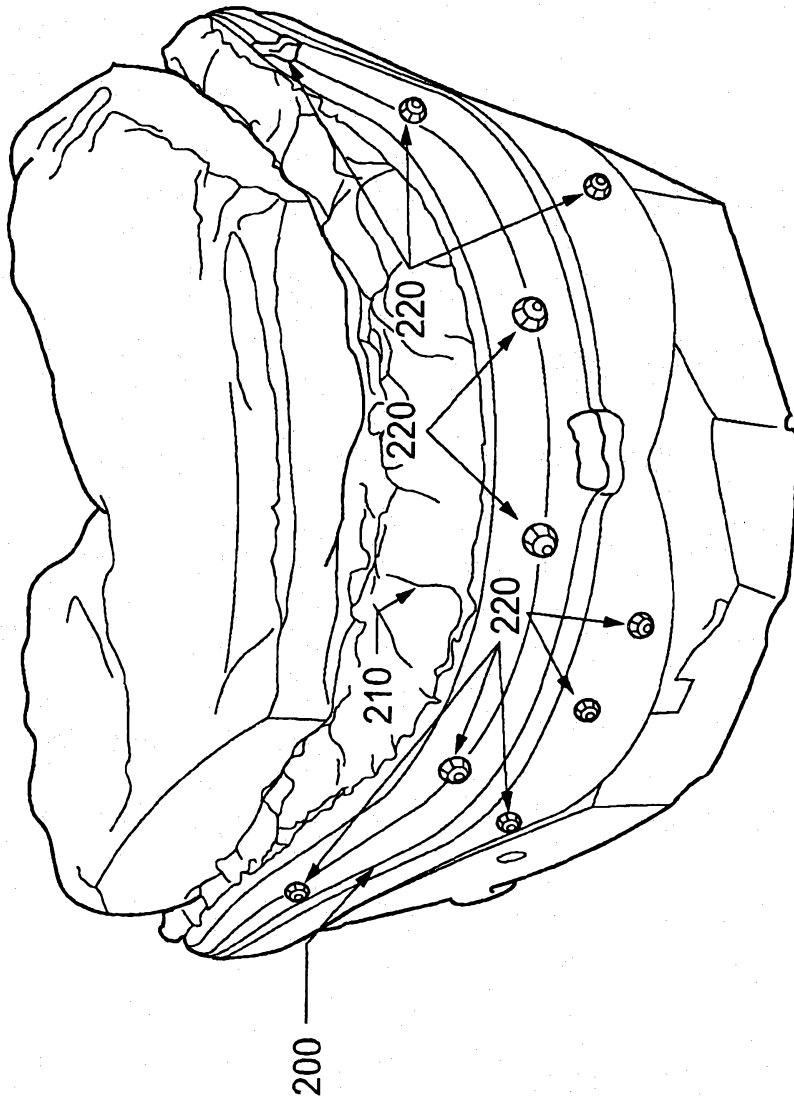


Fig. 2

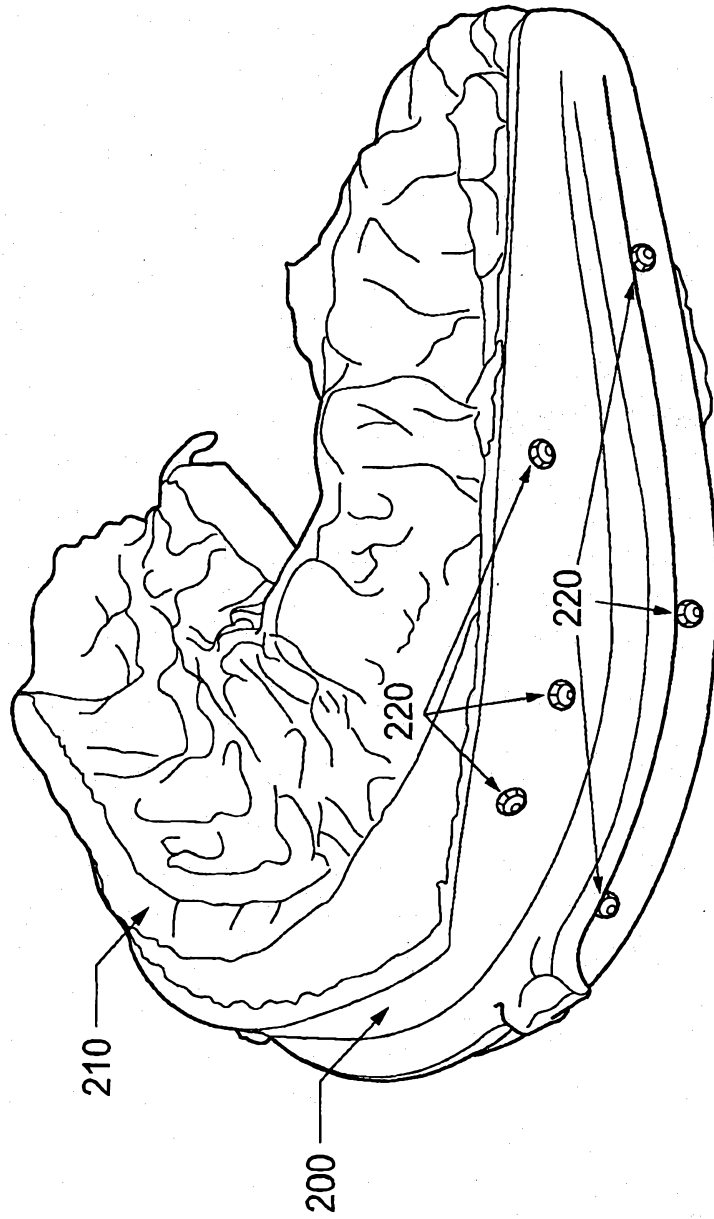


Fig. 3

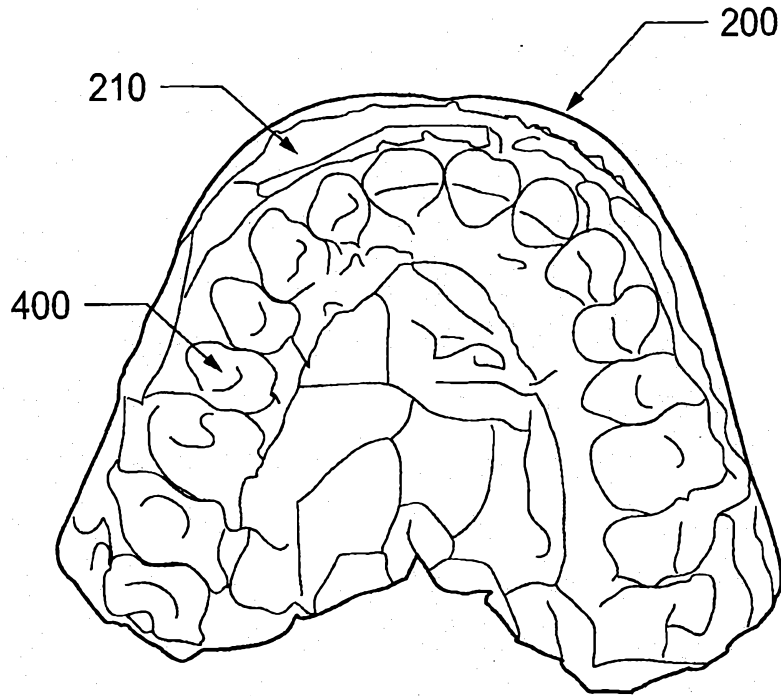


Fig. 4

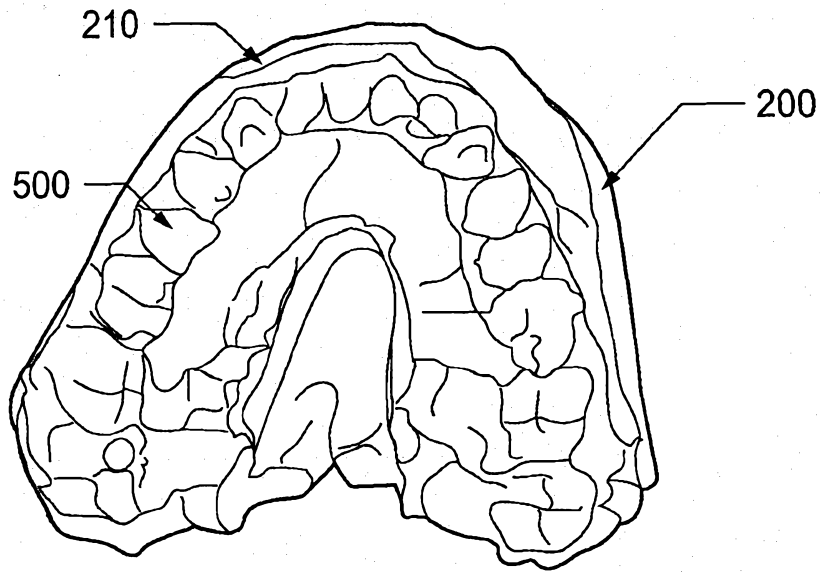


Fig. 5

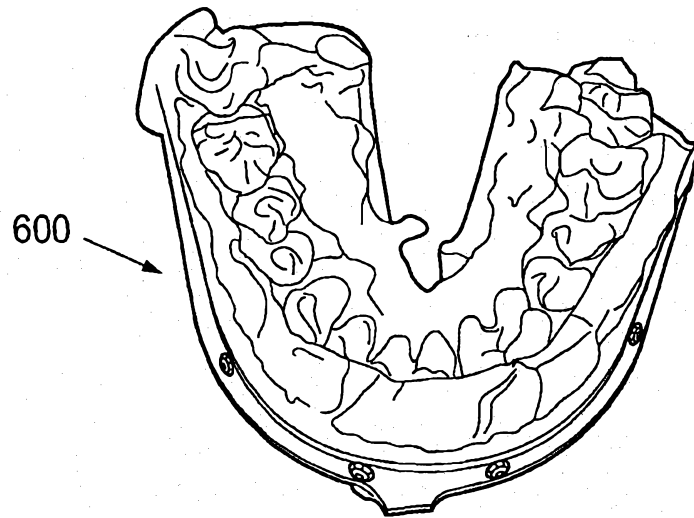


Fig. 6

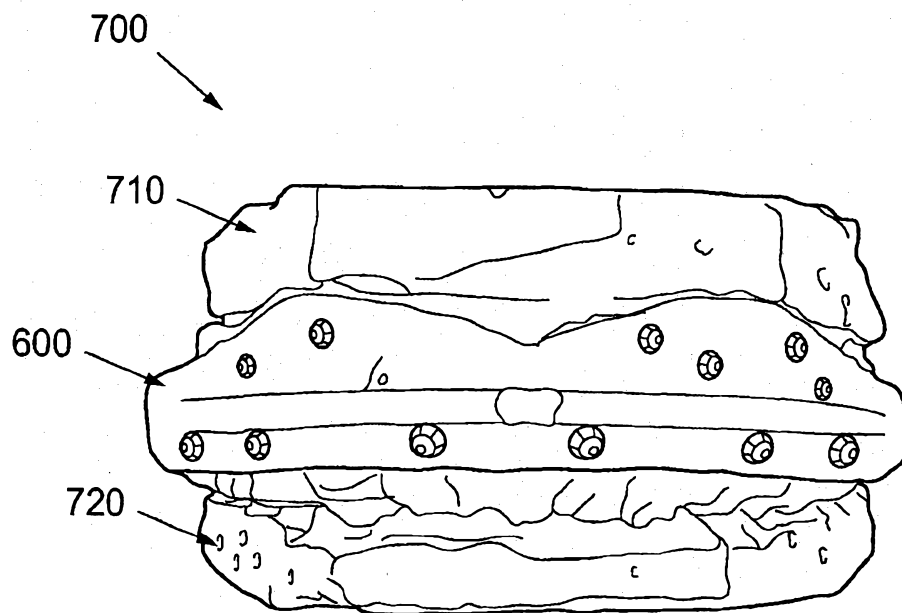


Fig. 7

6/12

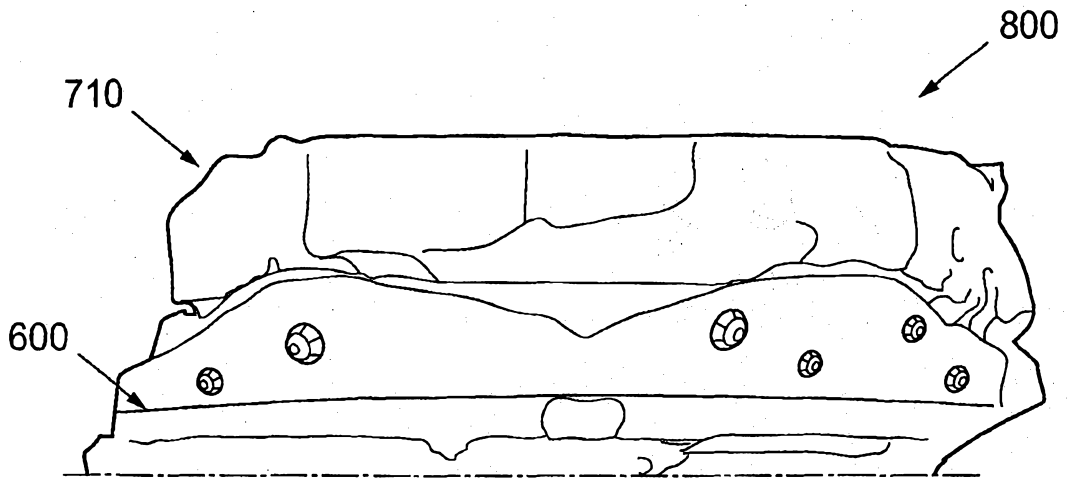


Fig. 8

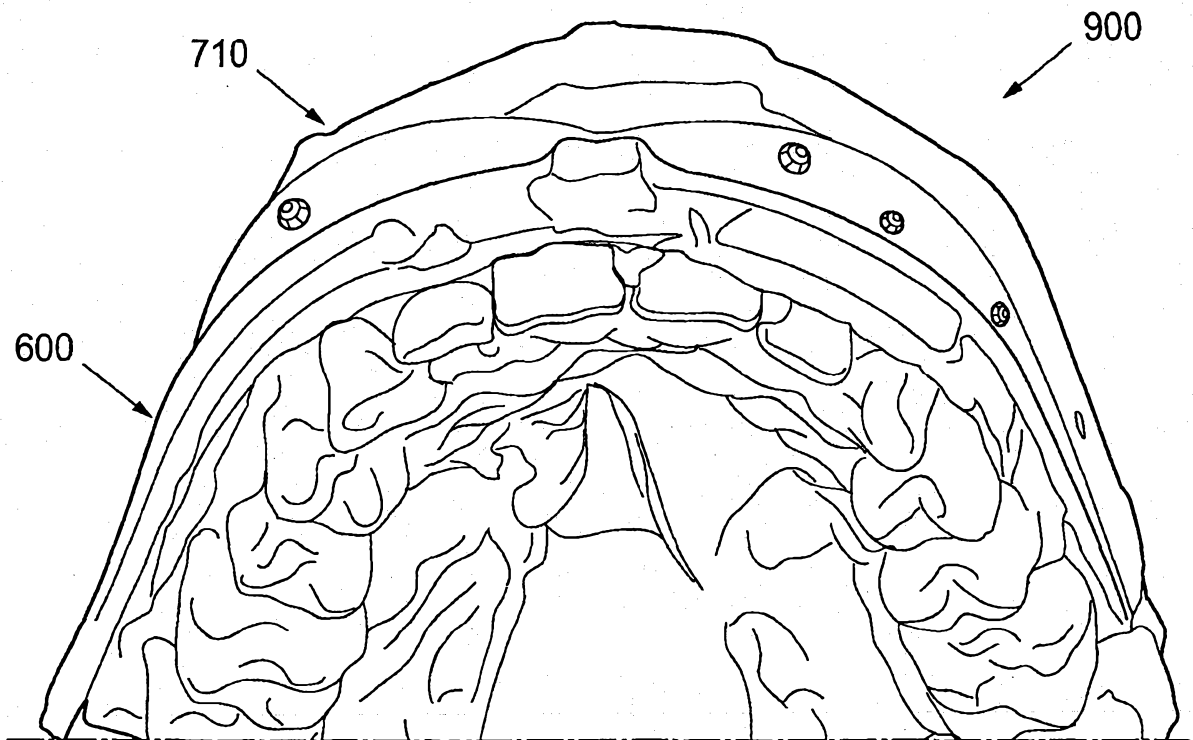
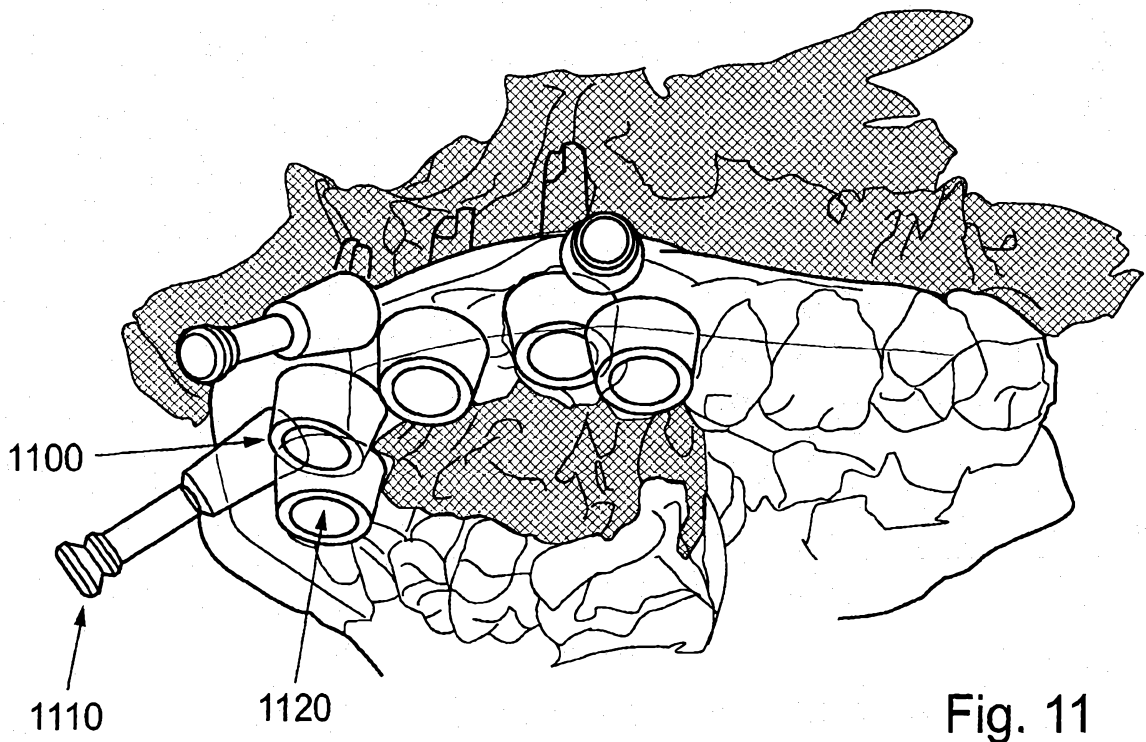
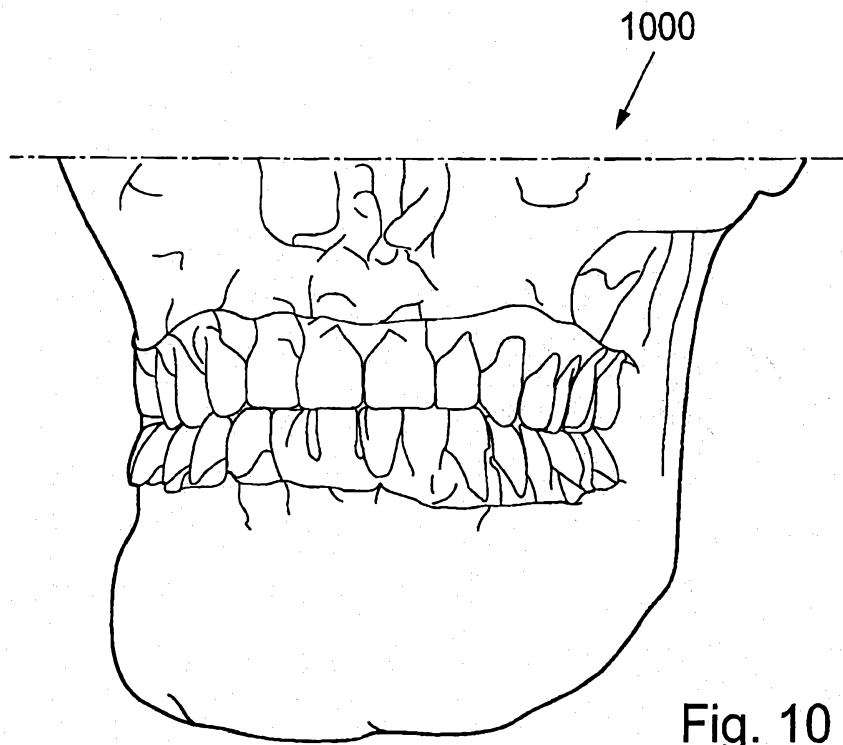


Fig. 9

7/12



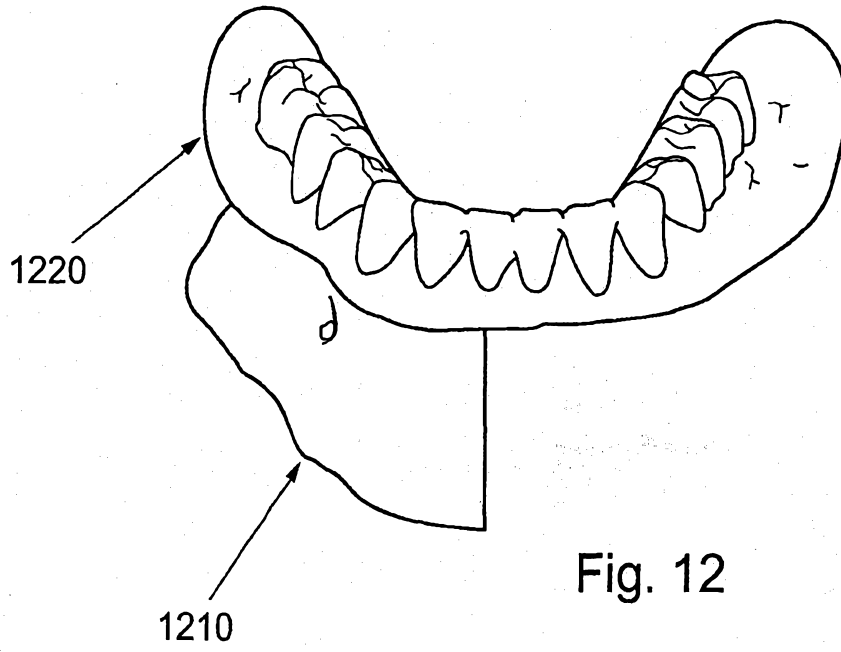


Fig. 12

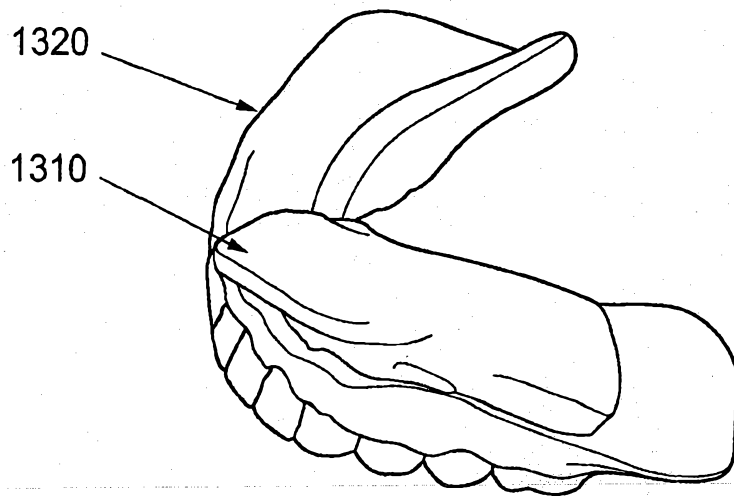


Fig. 13

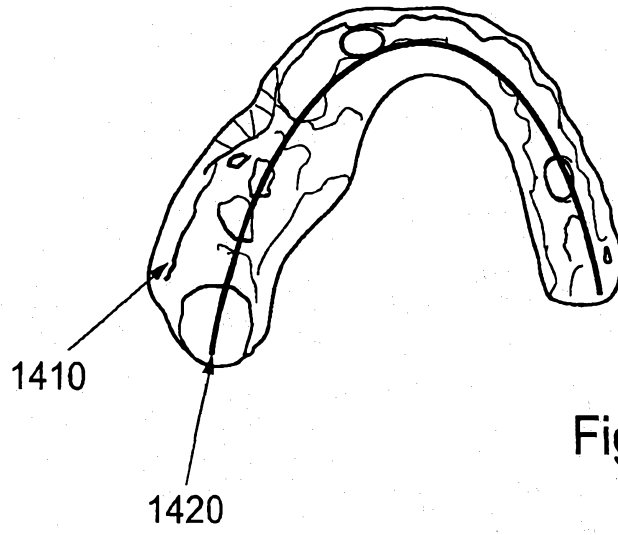


Fig. 14

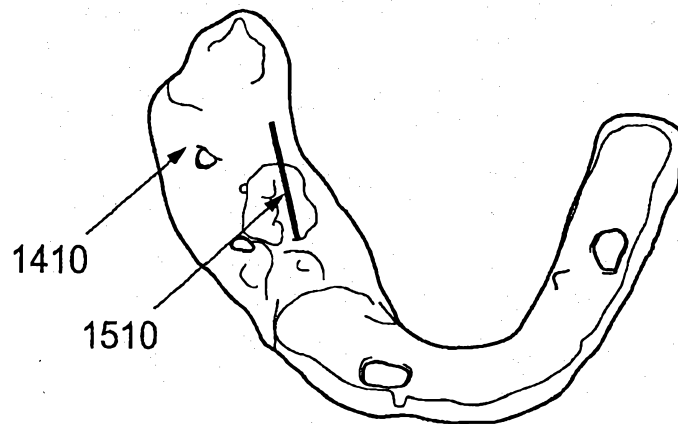


Fig. 15

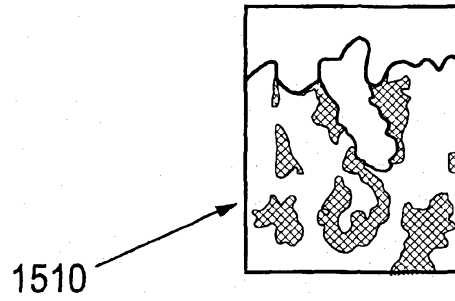


Fig. 16

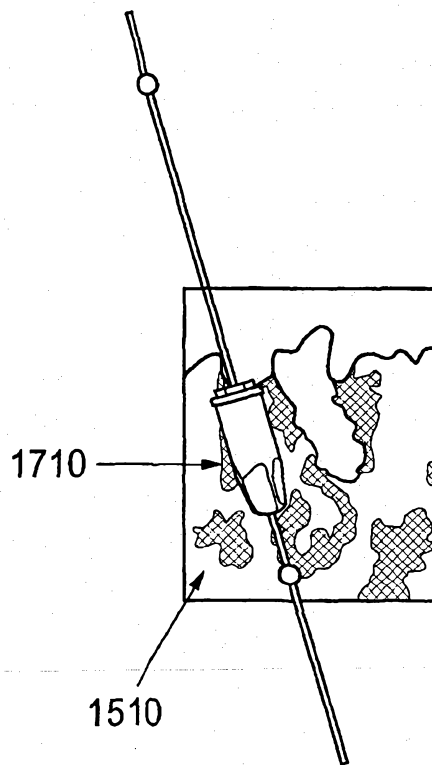


Fig. 17

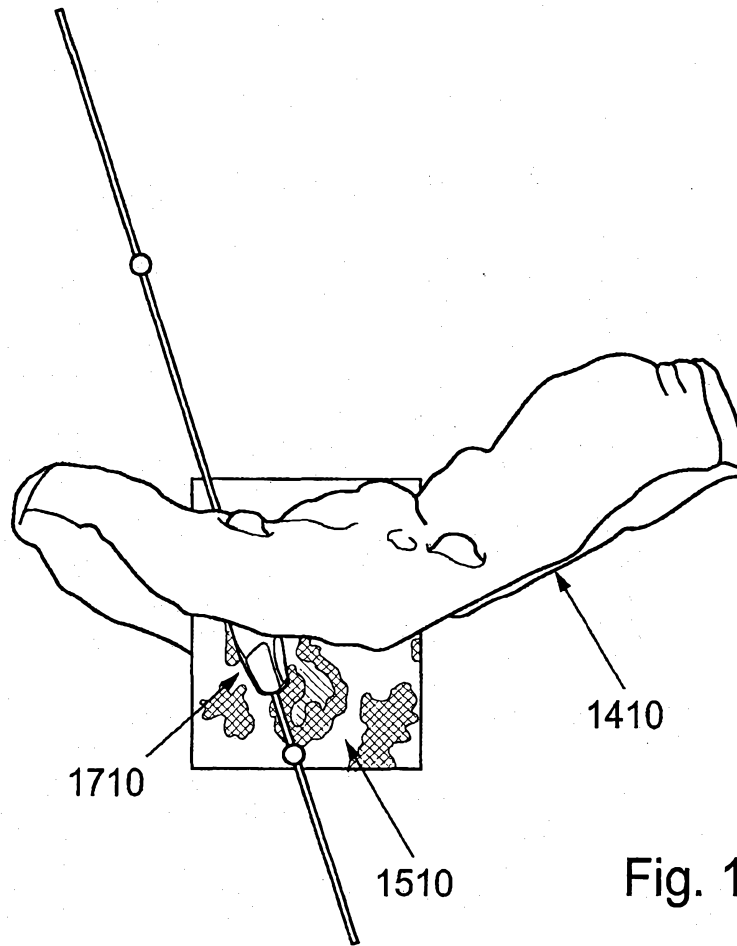


Fig. 18

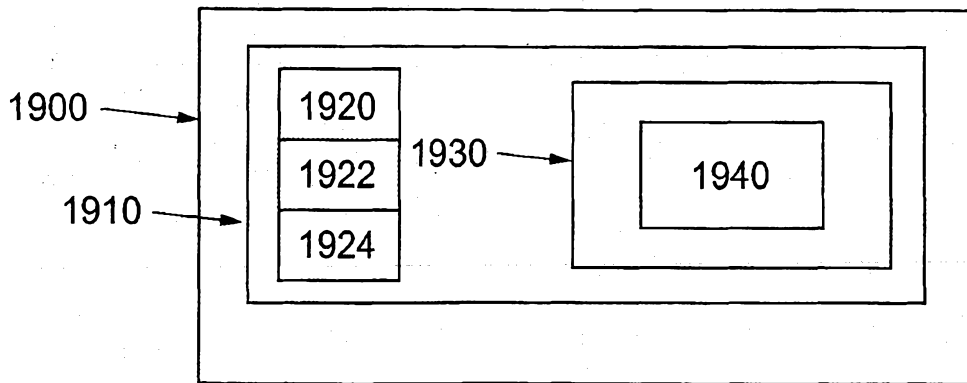


Fig. 19

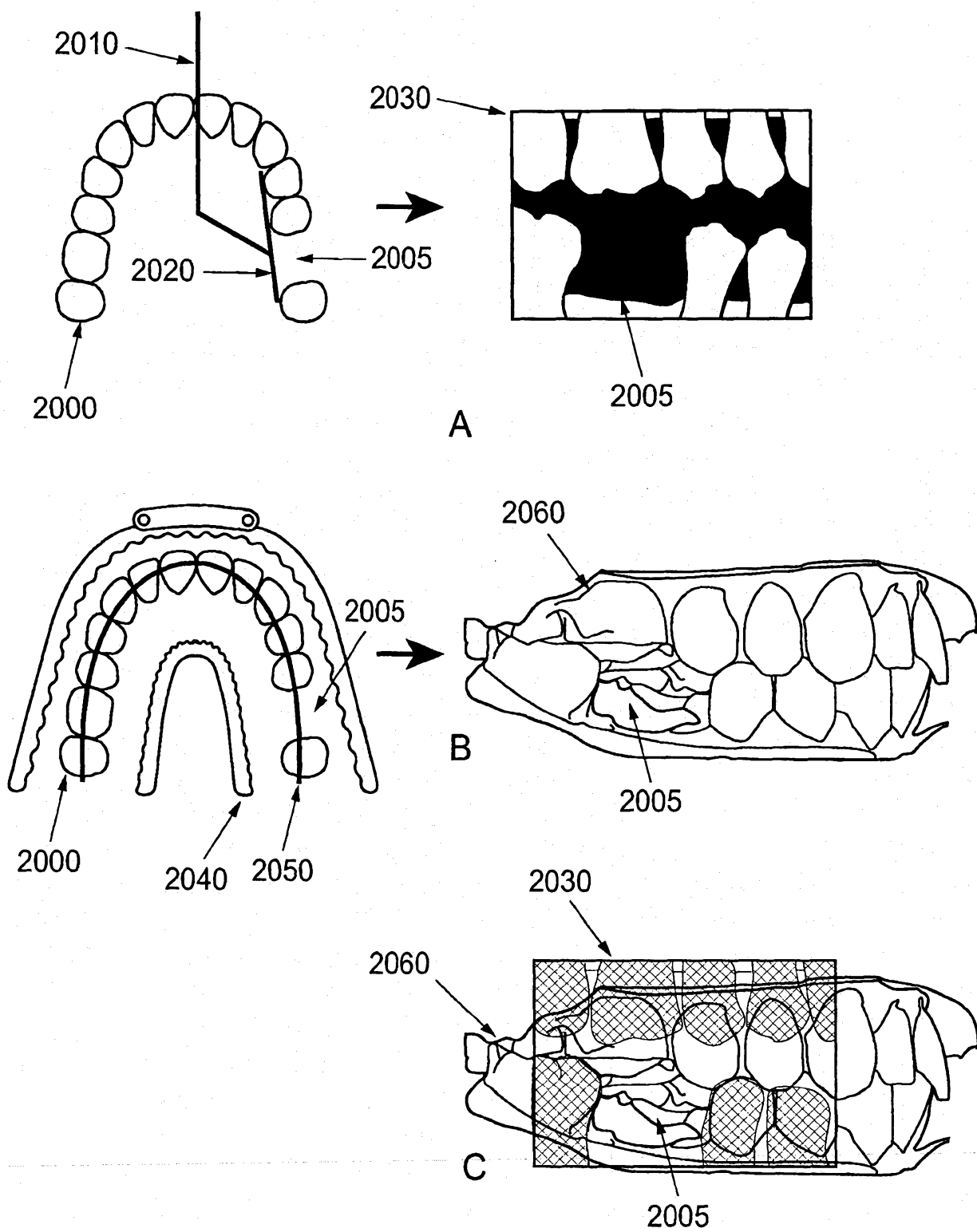


Fig. 20