



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

(11) BR 102014017529-6 B1



(22) Data do Depósito: 16/07/2014

(45) Data de Concessão: 24/09/2020

(54) Título: APARELHO PARA TESTE DE COMPRESSÃO, SISTEMA, E MÉTODO PARA TESTE DE COMPRESSÃO

(51) Int.Cl.: G01N 3/02.

(30) Prioridade Unionista: 20/07/2013 US 13/947,050.

(73) Titular(es): THE BOEING COMPANY.

(72) Inventor(es): MAX U KISMARTON; KENNETH H GRIESS.

(57) Resumo: APARELHO PARA TESTE DE COMPRESSÃO, SISTEMA, E MÉTODO PARA TESTE DE COMPRESSÃO É provido um aparelho (30) para teste de compressão. O aparelho (30) tem um conjunto de base (60) tendo um elemento de carga final (74) conectado ao conjunto de base (60), o conjunto de base (60) sendo rígido. O aparelho (30) tem um conjunto de suporte (32) conectado ao conjunto de base (60), e tendo uma pluralidade de partes de janela (44). O aparelho (30) tem um conjunto central (46) instalado dentro do conjunto de suporte (32), o conjunto central (46) sendo esmagável e configurado para proteger o conjunto de suporte (32) e o conjunto de base (60) das cargas de fratura (53) geradas durante o teste de compressão. O conjunto de base (60), o conjunto de suporte (32), e o conjunto central (46) juntos formam um aparelho (30) para teste de compressão de uma amostra de teste (80) tendo uma parte chanfrada (82). O aparelho (30) é configurado para uso com um sistema de medição da tensão óptica (120). Quando a amostra de teste (80) está instalada no conjunto de suporte (32), a amostra de teste (80) e a parte chanfrada (82) são visíveis para o sistema de medição da tensão óptica (120) através da pluralidade das partes de janela (44).

APARELHO PARA TESTE DE COMPRESSÃO, SISTEMA, E
MÉTODO PARA TESTE DE COMPRESSÃO

HISTÓRICO

1) CAMPO DA REVELAÇÃO

[001] A revelação se refere geralmente a conjuntos de aparelho, sistemas e métodos para teste de compressão de amostras de teste, e mais particularmente, a conjuntos de aparelhos, sistemas e métodos para teste de compressão de grandes painéis de teste de compressão de encaixe, tal como painéis de partes de componentes de veículos aéreos.

2) DESCRIÇÃO DA TÉCNICA RELACIONADA

[002] O teste mecânico de partes do componente, ou de amostras de teste de partes de componente é frequentemente realizada na fabricação de veículos aéreos, tal como aeronaves, helicópteros, veículos espaciais e outros veículos aéreos. O teste mecânico provê dados de propriedade de material, tal como força, ductilidade, rigidez, e outros dados sobre o material conforme testado sob condições diversas, tal como compressão, tensão, carga e temperatura. Por sua vez, o teste mecânico provê informações relacionadas a adequabilidade de um material para sua aplicação pretendida. Tal informação ajuda na projeção de partes do componente que funcionarão conforme esperado.

[003] O teste mecânico das partes componentes de veículos aéreos podem incluir teste de compressão. O teste de compressão determina o comportamento dos materiais, tal como materiais de metal ou compostos, sob condições de carga compressora. O teste de compressão pode ser conduzido carregando uma amostra de teste, tal como um painel de teste

ou uma peça plana de laminado referida como "cupom", entre duas placas de apoio de uma instalação de teste.

[004] A instalação de teste é tipicamente instalada em uma máquina de teste, por exemplo, uma máquina de teste universal. A máquina de teste pode aplicar uma força de compressão ou carga à amostra de teste e pode comprimir a amostra de teste em uma direção em função do comprimento até que se fracture ou quebre. A máquina de teste pode registrar a força necessária para fraturar ou quebrar a amostra de teste. A força compressora do material da amostra de teste pode ser medida traçando a força aplicada ou carga versus a deformação do material de amostra de teste. Conforme usado aqui, "força compressora" significa a carga compressora máxima ou tensão do material da amostra de teste é capaz de aguentar antes da fratura ou quebra.

[005] Instalações de teste, conjuntos de aparelho e métodos para teste de compressão das partes componentes do veículo aéreo existem. Por exemplo, a FIG. 1 é uma ilustração de uma vista perspectiva frontal de uma instalação de teste 10 existente para teste de compressão, tal como na forma de uma grande instalação de teste de compressão de encaixe (LNC) 10a. Conforme mostrado na FIG. 1, a instalação de teste existente 10 tem a primeira placa de suporte 12a e uma segunda placa de apoio 12b que envolve um painel de amostra de teste 28 entre elas. O painel de amostra de teste 28 pode estar na forma de um grande painel de compressão de nó (LNC).

[006] Como mostrado ainda na FIG. 1, a primeira placa de apoio 12a e a segunda placa de apoio 12b da instalação de teste existente 10 cobre completamente o painel

da amostra de teste 28 e obstrui qualquer visão do painel da amostra de teste 28. Desta forma, o uso de tal instalação de teste existente 10 impede o uso com os sistemas de medição de tensão óptica existente que podem ser usados para obter opticamente informações relacionadas a medições de tensão do painel de amostra de teste 28.

[007] Ao invés de usar os sistemas de medição da tensão óptica existentes, a instalação de teste existente 10 necessita do uso de uma pluralidade de extensômetro 14 (vide FIG. 1) para medir a tensão do painel de amostra de teste 28. Conforme mostrado na FIG. 1, cada extensômetro 14 pode ser posicionado lateralmente ao através da primeira placa de apoio 12a, e cada extensômetro 14 pode ser acoplado para articular os elementos de conexão 16 montados em uma parte da estrutura 18 da instalação de teste existente 10.

[008] No entanto, o uso de tais extensômetro 14 (vide FIG. 1) pode envolver tempo e trabalho de instalação extensivos, que resulta em fluxo de tempo aumentado. Adicionalmente, o uso de tais extensômetro 14 (vide FIG. 1) pode necessitar do alinhamento preciso e operações de calibração, bem como a conexão a uma máquina de extensômetro, antes do teste. Isto, por sua vez, pode resultar em tempo e custo aumentados de teste. Devido ao tempo extensivo envolvido na instalação de extensômetro (vide FIG. 1) na instalação de teste existente 10 (vide FIG. 1), os painéis de amostra de teste 28 podem somente serem testados em uma taxa de teste de um (1) ou dois (2) painéis de amostra de teste 28 por dia.

[009] Conforme mostrado ainda na FIG. 1, a instalação de teste existente 10 tem uma parte de base 22 e

uma parte de suporte lateral 24 (uma de cada lado). No entanto, a parte de base 22 pode ser fina e desgastar após testes de compressão severos. Um calçamento pode ser necessário para reforçar a parte de base 22 e para manter a primeira placa de apoio 12a, a segunda placa de apoio 12b e o painel de amostra de teste 28 no lugar. Por exemplo, calços 20 (vide FIG. 1) podem ser instalados na instalação de teste existente 10 (vide FIG. 1). No entanto, tal processo de calçamento pode envolver tempo e trabalho extensivo de instalação antes do teste. Isto, por sua vez, pode resultar em tempo e custo aumentados de teste.

[010] Assim, os métodos existentes para teste de compressão dos painéis de amostra de teste, tal como grandes painéis de compressão de encaixe, podem ser caros e podem levar de quatro (4) a dez (10) semanas ou mais para terminar. Desta maneira, existe uma necessidade na técnica por um aparelho, sistema de método melhorados para teste de compressão das amostras de teste, tal como grandes painéis de teste de compressão de encaixe das partes componentes dos veículos aéreos, que proveem vantagens sobre os conjuntos de aparelho, sistemas e métodos conhecidos.

SUMÁRIO

[011] Esta necessidade por um aparelho, sistema e método melhorados para teste de compressão das amostras de teste, tal como grandes painéis de teste de compressão de encaixe das partes componentes dos veículos aéreos é satisfeita por meio desta revelação. Conforme discutido na descrição detalhada abaixo, realizações do aparelho, sistema e método melhorados para teste de compressão das amostras de teste, tal como grandes painéis de teste de compressão de

encaixe das partes componentes dos veículos aéreos, podem prover vantagens sobre os conjuntos de aparelho, sistemas e métodos conhecidos.

[012] Em uma realização da revelação, é provido um aparelho para teste de compressão. O aparelho compreende um conjunto de base tendo um elemento de carga final ligado ao conjunto de base, o conjunto de base sendo rígido. O aparelho compreende ainda um conjunto de suporte ligado ao conjunto de base, o conjunto de base tendo uma pluralidade de partes de janela. O aparelho compreende ainda um conjunto central instalado dentro do conjunto de suporte, o conjunto central sendo esmagável e configurado para proteger o conjunto de suporte e o conjunto de base das cargas de fratura geradas durante o teste de compressão.

[013] O conjunto de base, o conjunto de suporte e o conjunto central juntos compreendem um aparelho para teste de compressão de uma amostra de teste tendo uma parte chanfrada. O aparelho é configurado para uso com um sistema de medição da tensão óptica. Quando a amostra de teste é instalada no conjunto de suporte, a amostra de teste e a parte chanfrada estão visíveis para o sistema de medição da tensão óptica através da pluralidade de partes de janela.

[014] Também é revelado um sistema para teste de compressão. O sistema compreende um aparelho para teste de compressão. O aparelho compreende um conjunto de base tendo um elemento de carga final ligado ao conjunto de base, o conjunto de base sendo rígido. O aparelho compreende ainda um conjunto de suporte ligado ao conjunto de base, o conjunto de base tendo uma pluralidade de partes de janela. O aparelho compreende ainda um conjunto central instalado dentro do

conjunto de suporte, o conjunto central sendo esmagável e configurado para proteger o conjunto de suporte e o conjunto de base das cargas de fratura geradas durante o teste de compressão.

[015] O sistema pode compreender ainda uma amostra de teste tendo uma parte chanfrada. A amostra de teste é instalada no conjunto de suporte do aparelho. O sistema pode compreender ainda uma máquina de teste configurada para aplicar uma ou mais cargas de compressão a amostra de teste quando o aparelho com a amostra de teste é instalado na máquina de teste. O sistema pode compreender ainda um controlador da máquina de teste acoplado a máquina de teste e configurado para controlar a operação da máquina de teste.

[016] O sistema pode compreender ainda um sistema de medição da tensão óptica posicionado em relação ao aparelho com a amostra de teste instalada na máquina de teste, de forma que a amostra de teste e a parte chanfrada sejam visíveis para o sistema de medição da tensão óptica através da pluralidade de partes da janela. O sistema pode compreender ainda um sistema de aquisição de dados acoplado ao sistema de medição da tensão óptica. O aparelho, a amostra de teste, a máquina de teste, o controlador da máquina de teste, o sistema de medição da tensão óptica, e o sistema de aquisição de dados juntos podem compreender um sistema para teste de compressão da amostra de teste.

[017] Em uma realização da revelação, é provido um método para teste de compressão. O método compreende a etapa de formação de um aparelho para teste de compressão de uma amostra de teste. O aparelho compreende um conjunto de

base tendo um elemento de carga final ligado ao conjunto de base, o conjunto de base sendo rígido. O aparelho compreende ainda um conjunto de suporte ligado ao conjunto de base, o conjunto de base tendo uma pluralidade de partes de janela. O aparelho compreende ainda um conjunto central instalado dentro do conjunto de suporte, o conjunto central sendo esmagável e configurado para proteger o conjunto de suporte e o conjunto de base das cargas de fratura geradas durante o teste de compressão.

[018] O método pode compreender ainda a etapa de formação de uma parte chanfrada em uma amostra de teste. O método pode compreender ainda a etapa de instalação da amostra de teste dentro do conjunto de suporte e adjacente ao conjunto central. O método pode compreender ainda a etapa de instalação do aparelho em uma máquina de teste para teste de compressão.

[019] O método pode compreender ainda uma etapa de posicionamento de um sistema de medição da tensão óptica em relação ao aparelho, de forma que a amostra de teste e a parte chanfrada sejam visíveis para o sistema de medição da tensão óptica através da pluralidade de partes da janela. O método pode compreender ainda a etapa de aplicação de uma ou mais cargas de compressão a amostra de teste. O método pode compreender ainda a etapa de medição dos dados de tensão da amostra de teste com o sistema de medição da tensão óptica.

[020] Os aspectos, funções, e vantagens que foram discutidos podem ser alcançados independentemente em diversas realizações da revelação ou podem ser combinados em ainda outras realizações, outros detalhes os quais podem ser vistos com referência à descrição e desenhos a seguir.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[021] A revelação pode ser melhor entendida com referência à descrição detalhada a seguir tomada em conjunto com os desenhos acompanhantes que ilustram as realizações preferidas e exemplares, mas que não são necessariamente desenhadas em escala, em que:

[022] A FIG. 1 é uma ilustração de uma vista perspectiva de uma instalação de teste existente para teste de compressão;

[023] A FIG. 2A é uma ilustração de uma vista perspectiva frontal de uma realização exemplar de um aparelho para teste de compressão da revelação;

[024] A FIG. 2B é uma ilustração de uma vista perspectiva traseira do aparelho da FIG. 2A;

[025] A FIG. 2C é uma ilustração de uma vista perspectiva frontal de um conjunto de base do aparelho da FIG. 2A;

[026] A FIG. 2D é uma ilustração de uma vista perspectiva frontal de uma grade de suporte do aparelho da FIG. 2A;

[027] A FIG. 2E é uma ilustração de uma vista perspectiva frontal de uma grade de suporte da FIG. 2D ligada ao conjunto de base da FIG. 2C;

[028] A FIG. 2F é uma ilustração de uma vista perspectiva frontal de um conjunto central usado no aparelho da FIG. 2A;

[029] A FIG. 2G é uma ilustração de uma vista perspectiva frontal do conjunto central da FIG. 2F ligada a grade de suporte e ao conjunto de base da FIG. 2E;

[030] A FIG. 2H é uma ilustração de uma vista

perspectiva frontal de uma amostra de teste usada no aparelho da FIG. 2A;

[031] A FIG. 2I é uma ilustração de uma vista perspectiva frontal da amostra de teste da FIG. 2H instalada na frente do conjunto central e sobre o conjunto de base da FIG. 2E;

[032] A FIG. 2J é uma ilustração de uma vista perspectiva frontal do aparelho da FIG. 2A mostrando o uso com os dispositivos de nivelamento de carga;

[033] A FIG. 3A é uma ilustração de um diagrama esquemático de uma realização exemplar de um sistema para teste de compressão da revelação;

[034] A FIG. 3B é uma ilustração de uma vista perspectiva de uma realização exemplar de um dispositivo de nivelamento de carga que pode ser usado no sistema da FIG. 3A;

[035] A FIG. 3C é uma ilustração de uma vista perspectiva frontal do aparelho da FIG. 2A instalado em uma realização exemplar de uma máquina de teste que pode ser usada no sistema da FIG. 3A;

[036] A FIG. 4A é uma ilustração de uma vista lateral de uma realização exemplar de um sistema de medição da tensão óptica que pode ser usado no sistema da FIG. 3A, mostrando o sistema de medição da tensão óptica posicionado em frente ao aparelho da revelação;

[037] A FIG. 4B é uma ilustração de uma vista superior do sistema de medição da tensão óptica da FIG. 4A posicionado na frente do aparelho da revelação;

[038] A FIG. 4C é uma ilustração de uma vista perspectiva frontal do aparelho da FIG. 4A mostrando pontos

focais da câmera do sistema de medição da tensão óptica da FIG. 4A;

[039] A FIG. 4D é uma ilustração de uma vista perspectiva frontal em close de uma grade de suporte mostrando uma parte de encaixe visível através das partes de janela;

[040] A FIG. 5 é uma ilustração de um digrama em bloco de uma realização de um sistema e um aparelho para teste de compressão da revelação;

[041] A FIG. 6 é uma ilustração de um digrama em fluxo de uma realização exemplar de um método da revelação;

[042] A FIG. 7 é uma ilustração de uma vista perspectiva de uma aeronave tendo uma ou mais estruturas que podem ser testadas e avaliadas com realizações de um aparelho, um sistema e um método da revelação;

[043] A FIG. 8 é uma ilustração de um diagrama em fluxo de uma fabricação de aeronave e método de serviço; e

[044] A FIG. 9 é uma ilustração de um diagrama em bloco funcional de uma realização de uma aeronave da revelação.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[045] As realizações reveladas serão agora descritas mais completamente aqui com referência aos desenhos acompanhantes, nos quais algumas, mas não todas as realizações reveladas são mostradas. Na verdade, diversas realizações diferentes podem ser providas e não devem ser construídas como limitadas às realizações estabelecidas aqui. Ao invés disso, estas realizações são providas de forma que esta revelação será minuciosa e transmitirá completamente o

escopo da revelação para os técnicos no assunto.

[046] Agora em referência as Figuras, a FIG. 2A é uma ilustração de uma vista perspectiva frontal de uma realização exemplar de um aparelho 30 para teste de compressão de uma amostra de teste 80 (vide FIG. 2H) da revelação. A FIG. 2B é uma ilustração de uma vista perspectiva traseira do aparelho 30 da FIG. 2A. Conforme mostrado nas FIGS. 2A-2B, o aparelho 30 pode estar na forma de uma instalação de teste 30a, tal como, por exemplo, uma grande instalação de teste de compressão de encaixe.

[047] Conforme mostrado nas FIGS. 2A, 2H, a amostra de teste 80 pode estar na forma de um painel de teste 80a. O painel de teste 80a (vide FIGS. 2A, 2H) pode, por exemplo, compreender um painel 220 (vide FIG. 7), ou parte de um painel 220, de uma aeronave 200a (vide FIG. 7). A amostra de teste 80, tal como na forma de painel de teste 80a, pode feita de um material composto, ou um material de metal, tal como alumínio ou outro material de metal adequado. A amostra de teste 80 também pode estar na forma de um cupom, por exemplo, uma peça plana de laminado, ou outra amostra de teste adequada preferencialmente tendo uma configuração de plano retangular e uma seção cruzada retangular. Conforme mostrado na FIG. 2H, a amostra de teste 80 preferencialmente tem uma parte chanfrada 82, discutida em mais detalhes abaixo.

[048] Conforme mostrado nas FIGS. 2A-2B, o aparelho 30 compreende um conjunto de base 60 tendo um elemento de carga final 74 ligado ao conjunto de base 60. A FIG. 2C é uma ilustração de uma vista perspectiva frontal do conjunto de base 60 do aparelho 30 da FIG. 2A.

Preferencialmente, o conjunto de base 60 (vide FIG. 2A) é rígido e robusto. Preferencialmente, o conjunto de base 60 é feito de um material rígido, tal como aço ou outro material de metal rígido adequado.

[049] Conforme mostrado nas FIGS. 2A-2C, o conjunto de base 60 compreende uma plataforma de base 62. Conforme mostrado ainda nas FIGS. 2A-2C, a plataforma de base 62 compreende uma primeira parte de plataforma 64a tendo um lado superior 66a e um lado de fundo 66b. Conforme mostrado ainda nas FIGS. 2A-2C, a plataforma de base 62 compreende uma segunda parte de plataforma 64a tendo um lado superior 68a e um lado de fundo 68b.

[050] Conforme mostrado nas FIGS. 2A-2C, a plataforma de base 62 compreende elementos de suporte de base 70, por exemplo, um primeiro elemento de suporte de base 70a, um segundo elemento de suporte de base 70b, e um terceiro elemento de suporte de base 70c. Os elementos de suporte de base 70 são preferencialmente posicionados entre a primeira parte de plataforma 64a e a segunda parte da plataforma 64b, e são preferencialmente separados um do outro.

[051] O conjunto de base 60 compreende ainda partes de suporte laterais 72 (vide FIG. 2C). As partes de suporte lateral 72 (vide FIG. 2C) compreendem preferencialmente uma primeira parte de suporte lateral 72a (vide FIG. 2C) oposta e espaçada de uma segunda parte de suporte lateral 72b (vide FIG. 2C). As partes de suporte lateral 72 (vide FIG. 2C) são preferencialmente ligadas ao lado superior 66a (vide FIG. 2C) da primeira parte da plataforma 64a (vide FIG. 2C) da plataforma de base (vide FIG. 2C).

[052] Preferencialmente, as partes de suporte lateral 72 são feitas de um material rígido, tal como aço ou outro material de metal rígido adequado. As partes de suporte lateral 72 proveem suporte para um conjunto de suporte 32 (vide FIG. 2A), e em particular, proveem suporte direto para uma segunda grade de suporte 34b (vide FIGS. 2A, 2E) do conjunto de suporte 32 (vide FIG. 2A).

[053] Conforme mostrado nas FIGS. 2A e 2G, o elemento de carga final 74 pode ser ligado ao conjunto de base 60 entre as extremidades 78 (vide FIG. 2A) e através do lado superior 66a (vide FIG. 2G) da primeira parte da plataforma 64a. Conforme mostrado nas FIGS. 2A e 2G, o elemento de carga final 74 pode ser ligado ao conjunto de base 60 com elementos de conexão 76, tal como na forma de parafusos 76a ou outros elementos de conexão. Preferencialmente, o elemento de carga final 74 está na forma de uma tira de desgaste de carga final 74a (vide FIGS. 2A, 2G).

[054] O elemento de carga final 74 é preferencialmente feito de um material de metal ou outro material adequado com base no teste de compressão particular conduzido. Por exemplo, o elemento de carga final 74 pode compreender um metal macio tal como alumínio, cobre, estanho ou outro metal macio, que pode se conformar mais facilmente. Alternativamente, o elemento de carga final 74 pode compreender um metal rígido, que pode ser mais durável. Adicionalmente, o elemento de carga final 74 pode ser feito de um material cerâmico, um material de plástico, madeira, ou outro material adequado que é durável e resistente a desgaste.

[055] O elemento de carga final 74 (vide FIG. 2G) é preferencialmente removível e substituível, se danificado após o teste. O elemento de carga final 74 (vide FIG. 2G) pode ser substituído após um ou mais testes de compressão e é preferencialmente configurado para proteger o conjunto de base 60 (vide FIG. 2G) durante o teste de compressão. Preferencialmente, o conjunto de base 60 é projetado para aguentar desgaste e quebra em numerosos testes de compressão, conforme comparado as estruturas de base fina de certas instalações de teste existentes.

[056] Conforme mostrado nas FIGS. 2A-2B, o aparelho 30 compreende ainda um conjunto de suporte 32 ligado ao conjunto de base 60. Preferencialmente, o conjunto de suporte 32 é soldado ao conjunto de base 60. No entanto, outros meios de conexão podem ser adequados.

[057] Conforme mostrado nas FIGS. 2A-2B e FIGS. 2D-2E, o conjunto de suporte 32 compreende uma ou mais grades de suporte 34. A FIG. 2D é uma ilustração de uma vista perspectiva frontal de uma grade de suporte 34 do aparelho 30 da FIG. 2A. A FIG. 2E é uma ilustração de uma vista perspectiva frontal da grade de suporte 34 da FIG. 2D ligada ao conjunto de base 60 da FIG. 2C. As grades de suporte 34 (vide FIGS. 2A, 2E) são preferencialmente feitas de um material rígido, tal como aço ou outro metal adequadamente rígido.

[058] Conforme mostrado nas FIGS. 2A, 2D, as grades de suporte 34 compreendem preferencialmente uma primeira grade de suporte 34a e uma segunda grade de suporte 34b. A primeira grade de suporte 34a é preferencialmente situada em uma posição frontal. A segunda grade de suporte

34b é preferencialmente situada atrás da primeira grade de suporte 34a em uma posição traseira. A primeira grade de suporte 34a é preferencialmente configurada para conexão a segunda grade de suporte 34b.

[059] A primeira grade de suporte 34a (vide FIG. 2A) e a segunda grade de suporte 34b (vide FIG. 2E) cada compreende uma primeira parte de estrutura 36 (vide FIGS. 2A, 2D) e uma parte de grade 38 (vide FIGS. 2A, 2D). Conforme mostrado nas FIGS. 2A, 2D, cada parte de grade 38 compreende uma pluralidade de membros verticais 40, e uma pluralidade de membros horizontais 42 que intersectam a pluralidade de membros verticais 40. Deve ser percebido que os termos "vertical" e "horizontal" descrevem as posições relativa da pluralidade de membros verticais 40 (vide FIGS. 2A, 2D) e a pluralidade de membros horizontais 42 (vide FIGS. 2A, 2D), para o bem da conveniência e clareza, e podem não ser descritivos das suas posições durante o teste de compressão.

[060] Conforme mostrado nas FIGS. 2A-2B, o conjunto de suporte 32 tem uma pluralidade de partes de janela 44. A pluralidade de membros verticais 40 (vide FIGS. 2A-2B) e a pluralidade de membros horizontais 42 (vide FIGS. 2A-2B) formam a pluralidade de partes da janela 44 (vide FIGS. 2A-2B). Preferencialmente, as grades de suporte 34 (vide FIGS. 2A-2B) com a pluralidade de partes de janela 44 (vide FIGS. 2A-2B) proveem um sistema de suporte transparente. Assim, a primeira grade de suporte 34a (vide FIG. 2A) e a segunda grade de suporte 34b (vide FIG. 2B) são preferencialmente ambas transparentes através da sua respectiva pluralidade de partes de janela 44 (vide FIGS. 2A-2B).

[061] Preferencialmente, a primeira grade de suporte 34a (vide FIG. 2A) e a segunda grade de suporte 34b (vide FIG. 2B) pode ter cada setenta (70) a oitenta (80), ou mais partes de janela 44. Mais preferencialmente, a primeira grade de suporte 34a (vide FIG. 2A) e a segunda grade de suporte 34b (vide FIG. 2B) podem ter cada setenta e setenta e sete (77) partes de janela 44.

[062] A pluralidade de partes de janela 44 (vide FIGS. 2A-2B) são preferencialmente dimensionadas com base em uma espessura da amostra de teste 80 (vide FIG. 2H) e baseada em uma largura entre os membros verticais adjacentes 40 (vide FIGS. 2A-2B). Por exemplo, cada parte de janela 44 (vide FIG. 2A) pode ter uma largura de cerca de 2 (2) polegadas a cerca de três (3) polegadas, e pode ter um comprimento de cerca de quatro (4) polegadas a cerca de oito (8) polegadas. No entanto, cada parte de janela 44 pode ter uma largura e/ou comprimento mais longos ou mais curtos.

[063] A largura entre os membros verticais adjacentes 40 pode ajudar na minimização ou eliminação da curvatura da amostra de teste 80 (vide FIG. 2H) durante o teste de compressão. Por exemplo, uma largura de uma linha central de um membro vertical 40 para uma linha central de um membro vertical adjacente 40 pode preferencialmente ser cerca de uma (1) polegada a cerca de três (3) polegadas, e mais preferencialmente, pode ser cerca de uma (1) polegada.

[064] Conforme mostrado nas FIGS. 2A-2B, o aparelho 30, tal como na forma de instalação de teste 30a, pode compreender uma pluralidade de elementos de articulação 54 para conectar ou acoplar aa primeira grade de suporte 34a a segunda grade de suporte 34b. Os elementos de articulação

54 (vide FIG. 2A) podem compreender uma pluralidade de primeiros elementos de articulação lateral 54a (vide FIG. 2A) e uma pluralidade de segundos elementos de articulação lateral 54b (vide FIG. 2A). Os elementos de articulação 54 são preferencialmente carregados por mola e podem ser feitos de um material rígido, tal como aço ou outro metal rígido. Os elementos de articulação 54 podem ser configurados com pinos e encaixes de manilha de forma que a primeira grade de suporte 34a possa ser aberta como uma porta com relação a segunda grade de suporte 34b.

[065] O aparelho 30 compreende ainda um conjunto central 46 (vide FIG. 2F) instalado dentro do conjunto de suporte 32 (vide FIG. 2A). A FIG. 2F é uma ilustração de uma vista perspectiva frontal de um conjunto central 46 usado no aparelho 30 da FIG. 2A. O conjunto central (vide FIG. 2F) é preferencialmente esmagável e configurado para proteger o conjunto de suporte 32 e o conjunto de base 60 das cargas de fratura 53 (vide FIG. 5) gerados durante o teste de compressão. Tais cargas de fratura 53 (vide FIG. 5) podem ser geradas por uma amostra de teste 80 (vide FIG. 2H) posicionadas adjacente ao conjunto central (vide FIG. 2F), quando a amostra de teste 80 é fraturada ou quebrada durante o teste de compressão.

[066] O conjunto central 46 é projetado para estabilizar a amostra de teste 80 (vide FIGS. 2A, 2H) durante o teste de compressão e é projetado para triturar e absorver energia que é liberada lateralmente a partir da amostra de teste 80 após a fratura ou quebra da amostra de teste 80 (vide FIGS. 2A, 2H), tal como em uma parte chanfrada 82 (vide FIG. 2H). Por meio da absorção de cargas de fratura (vide

FIG. 5) geradas ou produzidas a partir da fratura ou quebra da amostra de teste (vide FIGS. 2A, 2H) durante o teste de compressão, o conjunto central 46 protege primariamente o conjunto de suporte em volta 32 (vide FIG. 2A), e também protege o conjunto de base 60.

[067] O conjunto central (vide FIG. 2F) assim protege o conjunto de suporte 32 e o conjunto de base 60 das cargas de fratura 53 (vide FIG. 5) ou cargas de quebra, e por sua vez, podem aumentar a vida do aparelho 30 (vide FIG. 2A), tal como a instalação de teste 30a (vide FIG. 2A), e podem permitir um design de aparelho de peso mais leve 30. Conforme usado aqui, "carga de fratura" significa a carga gerada no ponto de fratura ou quebra da amostra de teste 80 (vide FIG. 2H), e em particular, na parte chanfrada 82 (vide FIG. 2H) da amostra de teste (vide FIG. 2H), quando a amostra de teste 80 passa pelo teste de compressão.

[068] O conjunto central 46 (vide FIG. 2F) e a amostra de teste 80 (vide FIG. 2H) são preferencialmente instaladas entre a primeira grade de suporte 34a (vide FIG. 2A) e a segunda grade de suporte 34b (vide FIG. 2A). O conjunto de base 60 (vide FIG. 2A), o conjunto de suporte 32 (vide FIG. 2A), e o conjunto central 46 (vide FIG. 2A) juntos compreendem o aparelho 30 para teste de compressão da amostra de teste 80 (vide FIG. 2H) tendo uma parte chanfrada 82 (vide FIG. 2H).

[069] Conforme mostrado na FIG. 2F, o conjunto central 46 compreende uma pluralidade de elementos de núcleo verticais 48. Deve ser percebido que o termo "vertical" descreve a posição relativa da pluralidade de elementos centrais verticais 48 (vide FIG. 2F), para o bem da

conveniência e clareza, e podem não ser descritivos das suas posições durante o teste de compressão.

[070] Como mostrado ainda na FIG. 2F, os elementos centrais verticais 48 podem compreender elementos centrais verticais finais 48a e elementos centrais verticais centrais 48b. A FIG. 2F mostra seis (6) elementos centrais verticais centrais 48b entre dois elementos centrais verticais finais 48a. No entanto, mais ou menos elementos centrais verticais 48 podem ser usados, dependente das condições de teste e máquinas de teste usadas.

[071] Os elementos centrais verticais finais 48a (vide FIG. 2F) preferencialmente têm uma largura maior que os elementos verticais centrais 48b (vide FIG. 2F). Por exemplo, os elementos centrais verticais finais 48a (vide FIG. 2F) podem ter uma largura de cerca de duas (2) polegadas a cerca de quatro (4) polegadas, ou mais, e os elementos centrais verticais 48b (vide FIG. 2F) podem ter cada uma largura de cerca de 0,5 polegada a cerca de uma (1) polegada. Cada dos elementos centrais verticais 48 pode preferencialmente ter uma espessura de cerca de 0,5 polegada.

[072] Adicionalmente, conforme mostrado na FIG. 2F, cada os elementos centrais verticais finais 48a tem uma abertura alongada 52. Conforme mostrado na FIG. 2F, entre cada um dos elementos centrais verticais 48 existe uma parte de espaço 51.

[073] Cada elemento central vertical 48 (vide FIG. 2F) pode compreender um conjunto de núcleo de sanduíche alveolar 47 (vide FIG. 2F), compreendendo, por exemplo, 0,5 polegada de folha de alumínio espessa e um núcleo. Alternativamente, cada elemento de núcleo vertical 48 (vide

FIG. 2F) pode compreender um material de espuma rígido ou outro material adequadamente rígido. Preferencialmente, os elementos centrais verticais 48 (vide FIG. 2F) são suficientemente rígidos para aguentar as cargas de compressão de 300 kips por polegada quadrada de força, e mais preferencialmente, são suficientemente rígidos para aguentar cargas de compressão em uma faixa de cerca 300 kips por polegada quadrada de força de cerca de 500 kips por polegada quadrada de força, ou mais.

[074] Conforme mostrado na FIG. 2F, o conjunto central 46 tem uma zona de esmagamento 50. Conforme mostrado na FIG. 2F, a zona de esmagamento 50 inclui aberturas alongadas 53 dos elementos centrais verticais finais 48a. A zona de esmagamento 50 preferencialmente corresponde a um local 84 (vide FIG. 2H) da parte chanfrada 82 (vide FIG. 2H) na amostra de teste 80 (vide FIG. 2H), quando a amostra de teste 80 (vide FIG. 3A) está instalada em uma posição de instalação 101 (vide FIG. 3A) no conjunto de suporte 32 (vide FIG. 2A). Por exemplo, quando a amostra de teste 80 (vide FIG. 2A) é carregada, é projetada para fraturar, quebrar ou falhar na parte chanfrada 82 (vide FIG. 2A) e horizontalmente através da amostra de teste 80 (vide FIG. 2A). Isto pode resultar no excesso de movimento normal para a superfície da amostra de teste 80 no ponto de fratura, quebra ou falha. Por meio da provisão de uma área suficiente para esmagamento, tal como com a zona de esmagamento 50 (vide FIG. 2F), o aparelho 30 (vide FIG. 2A) pode ser capaz de aguentar o carregamento aumentado.

[075] O conjunto central 46 (vide FIG. 2F) é preferencialmente suficientemente rígido de forma que possa

segurar a amostra de teste 80, se a amostra de teste 80 começar a se curvar lateralmente durante o teste de compressão. No entanto, quando a amostra de teste 80 quebra, fratura ou falha após o teste de compressão, o impacto e a força da amostra de teste 80 pode esmagar localmente um ou mais dos elementos centrais verticais 48, particularmente na zona de esmagamento 50 (vide FIG. 2F), do conjunto central 46, de forma que a carga não seja induzida para o aparelho 30 (vide FIG. 2A).

[076] Cada elemento central vertical 48 (vide FIG. 2F) pode ser segmentado e compreender um ou mais segmentos 49 (vide FIGS. 2F, 2I), por exemplo, um ou mais segmentos de seis (6) polegadas de comprimento, ou outro comprimento adequado, que pode ser facilmente substituído por novos elementos centrais verticais 48 (vide FIG. 2F) ou novos segmentos ou partes que podem ser conectadas aos segmentos restantes não danificadas dos elementos centrais verticais 48 (vide FIG. 2F). Assim, quando os elementos centrais verticais 48 cada tem segmentos 49 (vide FIGS. 2F, 2I) em uma configuração segmentada, qualquer parte danificada do elemento central vertical 48 (vide FIG. 2F) do conjunto central 46 (vide FIG. 2F) pode ser facilmente substituído.

[077] A FIG. 2G é uma ilustração de uma vista perspectiva frontal do conjunto central 46 da FIG. 2F ligado a grade de suporte 34, tal como na forma da segunda grade de suporte 34b, e ligada ao conjunto de base 60 da FIG. 2E. Conforme mostrado na FIG. 2G, o aparelho 30 pode compreender ainda uma ou mais placas de compressão 88. Conforme mostrado ainda na FIG. 2G, a placa de compressão 88 é preferencialmente conectada através do fundo do conjunto de

núcleo 46 com o fundo da placa de compressão 88 adjacente ao lado superior 66a do conjunto de base 60. Conforme mostrado na FIG. 2G, a placa de compressão pode ser conectada ao conjunto central 46 com um ou mais elementos de conexão 90, tal como parafusos ou roscas, ou outro elemento de conexão adequado.

[078] A placa de compressão 88 (vide FIG. 2G) pode ser conectada ou acoplada ao conjunto central 46 (vide FIG. 2G) de uma maneira que a primeira grade de suporte 34a (vide FIG. 2A) e a segunda grade de suporte 34b (vide FIG. 2A) pode ser separada levemente uma da outra por uma lacuna 86 (vide FIG. 2A). Conforme mostrado na FIG. 2A, a lacuna 86 pode compreender uma lacuna inferior 86a e uma lacuna superior 86b. Com a presença da lacuna 86 (vide FIG. 2A), um leve movimento junto de um rolo superior 104 (vide FIG. 3A) e um rolo inferior 106 (vide FIG. 3A) de uma máquina de teste 102 (vide FIG. 3A) pode ser permitida a fim de testar a força de compressão da amostra de teste 80 (vide FIG. 3A) e evitar a reação de quaisquer das cargas de compressão 109 (vide FIG. 5) através do aparelho 30 (vide FIG. 3A).

[079] Conforme mostrado na FIG. 2G, o aparelho 30 pode compreender ainda uma ou mais alças 56, tal como na forma de grampos 57. A fim de apoiar a amostra de teste 80 (vide FIG. 2A) ao longo da lacuna 86 (vide FIG. 2A) e prevenir a curvatura indesejada da amostra de teste 80 (vide FIG. 2A) na lacuna 86 (vide FIG. 2A), uma ou mais das laças 56 (vide FIG. 2A) pode ser conectada a amostra de teste 80 (vide FIG. 2A).

[080] Conforme mostrado na FIG. 2A, as alças 56 podem compreender uma primeira alça 56a e uma segunda alça

56b. A primeira alça 56 (vide FIG. 2A) é preferencialmente acoplada ao conjunto de base 60 (vide FIG. 2A) e é configurada para segurar uma primeira extremidade 85a (vide FIG. 2H) da amostra de teste 80 (vide FIG. 2H), quando a amostra de teste 80 (vide FIG. 2A) é instalada no conjunto de suporte 32 (vide FIG. 2A).

[081] Conforme mostrado na FIG. 2A, a primeira alça 56a pode ser acoplada a amostra de teste 80 (vide FIG. 2A) através de um ou mais elementos de conexão 58 (vide FIG. 2^a) tal como na forma de parafusos 58a (vide FIG. 2A), ou outro elemento de fixação adequado. A primeira alça 58b é preferencialmente configurada para aplicar uma carga de pressão 59 (vide FIG. 5), tal como uma carga de grampo, ao longo da primeira extremidade 85a (vide FIG. 2H) da amostra de teste (vide FIGS. 2A, 2H).

[082] Conforme mostrado nas FIGS. 2A-2B e 2H, a segunda alça 58b é conectada a segunda extremidade 85b (vide FIG. 2H) da amostra de teste 80. A segunda alça 58b pode ser ligada a segunda extremidade 85b da amostra de teste 80 através de um ou mais elementos de conexão 58, tal como na forma de parafusos 58b, ou outro elemento de conexão adequado. A segunda alça 58b é preferencialmente configurada para aplicar uma carga de pressão 59 (vide FIG. 5), tal como uma carga de grampo, ao longo da segunda extremidade 85b (vide FIG. 2H) da amostra de teste 80 (vide FIGS. 2A, 2H).

[083] O aparelho 30 (vide FIG. 2A) é configurado para uso com um sistema de medição da tensão óptica 120 (vide FIG. 3A), discutido em detalhes abaixo. Quando a amostra de teste 80 (vide FIGS. 2H, 3A) é instalada no conjunto de suporte 32 (vide FIG. 2A), a amostra de teste

80 (vide FIGS. 2H, 3A) e a parte chanfrada 82 (vide FIGS. 2H, 3A) são visíveis para o sistema de medição da tensão óptica 120 (vide FIG. 3A) através da pluralidade das partes de janela 44 (vide FIG. 2A).

[084] Em uma realização da revelação, é provido um sistema 100 para teste de compressão. A FIG. 5 é uma ilustração de um diagrama em bloco de uma realização do sistema 100 para teste de compressão que inclui o aparelho 30 para teste de compressão discutido acima. A FIG. 3A é uma ilustração de um diagrama esquemático de uma realização exemplar do sistema 100 para teste de compressão da revelação.

[085] Conforme mostrado nas FIGS. 3A e 5, o sistema 100 compreende o aparelho 30 para teste de compressão. O aparelho 30 pode estar na forma de uma instalação de teste 30a (vide FIG. 3A). Conforme discutido em detalhes acima, o aparelho 30 (vide FIGS. 3A, 5) compreende um conjunto de base 60 (vide FIG. 5) tendo um elemento de carga final 74 (vide FIG. 5) conectado ao conjunto de base 60 (vide FIG. 5). O aparelho 30 (vide FIG. 5) compreende ainda um conjunto de suporte 32 (vide FIG. 5) ligado ao conjunto de base 60 (vide FIG. 5). O conjunto de suporte 32 tem uma pluralidade de partes de janela 44 (vide FIG. 5).

[086] O aparelho 30 (vide FIG. 5) compreende ainda um conjunto central 46 (vide FIG. 5) instalado dentro do conjunto de suporte 32 (vide FIG. 5). O conjunto central 46 é preferencialmente esmagável e projetado para absorver a energia da carga de fratura após a fratura ou quebra da amostra de teste 80 (vide FIGS. 2A, 2H), tal como na parte chanfrada 82 (vide FIG. 2H). O conjunto central 46 (vide FIG.

5) e a amostra de teste 80 (vide FIG. 5) são preferencialmente instaladas entre a primeira grade de suporte 34a (vide FIG. 5) e a segunda grade de suporte 34b (vide FIG. 5).

[087] Conforme mostrado nas FIGS. 2H, 3A e 5, o sistema 100 compreende ainda uma amostra de teste 80 tendo uma parte chanfrada 82. A FIG. 2H é uma ilustração de uma vista perspectiva frontal da amostra de teste 80 usada no aparelho 30 da FIG. 2A. A amostra de teste 80 (vide FIG. 2H) é preferencialmente instalada no conjunto de suporte 32 (vide FIG. 5) do aparelho 30 (vide FIG. 5). Conforme mostrado nas FIGS. 3A e 3C, a amostra de teste 80 está em uma posição instalada 101 no aparelho 30 e na máquina de teste 102.

[088] Conforme mostrado na FIG. 2H, a amostra de teste 80 pode estar na forma de um painel de teste 80a. O painel de teste 80a pode, por exemplo, compreender um painel 220 (vide FIG. 7), ou parte de um painel 220, de uma aeronave 200a (vide FIG. 7). A amostra de teste 80, tal como na forma de painel de teste 80a, pode feita de um material composto, ou um material de metal, tal como alumínio ou outro material de metal adequado. A amostra de teste 80 também pode estar na forma de um cupom, por exemplo, uma peça plana de laminado, ou outra amostra de teste adequada preferencialmente tendo uma configuração de plano retangular e uma seção cruzada retangular. A amostra de teste 80, tal como na forma de painel de teste 80a, pode preferencialmente ter uma largura de cerca de vinte (20) polegadas, um comprimento de cerca de sessenta (60) polegadas, e uma espessura de cerca de 0,25 polegadas a cerca de 0,10 polegadas de espessura. No entanto, a amostra de teste 80 também pode ser de outro comprimento,

largura ou espessura adequados, dependendo das condições de teste e máquinas de teste usadas.

[089] Conforme mostrado na FIG. 2H, a amostra de teste 80 tem uma primeira extremidade 85a que é preferencialmente adjacente ao conjunto de base 60 (vide FIG. 2I) quando a amostra de teste 80 está instalada no aparelho (vide FIG. 2A). Conforme mostrado na FIG. 2H a amostra de teste 80 tem uma segunda extremidade 85b que é preferencialmente ligada a alça 56, tal como na forma da segunda alça 56b, discutida acima.

[090] Conforme mostrado na FIG. 2H, a parte chanfrada 82 da amostra de teste 80 é formada em um local 84 na amostra de teste 80, preferencialmente um local central. A parte chanfrada 82 (vide FIG. 3C) é preferencialmente perpendicular a uma direção 109a (vide FIG. 3C) da uma ou mais cargas de compressão 109 (vide FIG. 5) aplicada por meio da máquina de teste 102 (vide FIG. 3C) para a amostra de teste 80 (vide FIG. 3C). A parte chanfrada 82 pode preferencialmente ter uma largura de cerca de quatro (4) polegadas e uma espessura de cerca de 02,5 polegadas a cerca de 0,10 polegadas. No entanto, a parte chanfrada 82 pode ser de outra largura ou espessura dependente das condições de teste.

[091] A FIG. 2I é uma ilustração de uma vista perspectiva frontal da amostra de teste da FIG. 2H instalada na frente do conjunto central 46 (vide FIG. 2H) e instalada sobre o conjunto de base 60 da FIG. 2E. Conforme mostrado na FIG. 2I, a amostra de teste 80 é instalada sobre o conjunto central 46 (vide FIG. 2G), tal como na forma do conjunto central alveolar 47, e sobre a segunda grade de suporte 34b.

[092] Conforme mostrado nas FIGS. 3A, 3C e 5, o sistema 100 compreende uma máquina de teste 102, tal como na forma de uma máquina de compressão 102a. A FIG. 3C é uma ilustração de uma vista perspectiva frontal do aparelho 30 da FIG. 2A instalado em uma realização exemplar da máquina de teste 102, tal como na forma da máquina de compressão 102a, que pode ser usada no sistema 100 da FIG. 3A. A máquina de compressão 102a pode compreender, por exemplo, uma máquina MTS fabricada pela MTS Corporation of Minneapolis, Minnesota. No entanto, outras máquinas de teste adequadas 102 podem ser usadas.

[093] Conforme mostrado nas FIGS. 3A e 3C, a máquina de teste 102, tal como na forma de máquina de compressão 102a, compreende um rolo superior 102, um rolo inferior 106, uma estrutura 108, uma célula de carga 107 (vide FIG. 3A), e pé 146 (vide FIG. 3C). O rolo superior 104 e o rolo inferior 106 pode ser móvel entre a posição fechada conforme mostrado na FIG. 3a e uma posição aberta conforme mostrado na FIG. 3C.

[094] A FIG. 2J é uma ilustração de uma vista perspectiva frontal do aparelho 30 da FIG. 2A mostrando o uso com os dispositivos de nivelamento de carga 92. Conforme mostrado na FIG. 2J, um primeiro dispositivo de nivelamento de carga 92a pode ser acoplado a segunda alça 56b acoplando o primeiro dispositivo de nivelamento de carga 92a em uma direção descendente indicada pela seta 94 para a segunda alça 56b. Alternativamente, o primeiro dispositivo de nivelamento de carga 92a (vide FIG. 3B) pode ser usada no lugar da segunda alça 56b (vide FIG. 2A) e acoplada a segunda extremidade 85b (vide FIG. 2H) da amostra de teste 80 (vide

FIG. 2H).

[095] Conforme mostrado ainda na FIG. 2J, um segundo dispositivo de nivelamento de carga 92b pode ser acoplado ao conjunto de base 60 por meio do acoplamento do segundo dispositivo de nivelamento de carga 92b em uma direção ascendente indicada pela seta 96 ao conjunto de base 60. Alternativamente, o segundo dispositivo de nivelamento da carga 92b pode ser acoplado a primeira alça 56a, ou o segundo dispositivo de nivelamento da carga 92b pode ser usado no lugar da primeira alça 56a e acoplada a primeira extremidade 85a (vide FIG. 2H) da amostra de teste 80 (vide FIG. 2H).

[096] Conforme mostrado na FIG. 3A, o um ou mais dispositivos de nivelamento de carga 92 pode ser acoplado ao aparelho 30 instalado na máquina de teste 102. Os dispositivos de nivelamento de carga 92 preferencialmente assistem no auto alinhamento, auto balanceamento ou auto nivelamento da amostra de teste 80 e o aparelho 30. Em uma realização, conforme mostrado na FIG. 3A, o arranjo pode compreender o rolo superior 104 da máquina de teste 102, o primeiro dispositivo de nivelamento da carga 92a, a instalação de teste 30a, o segundo dispositivo de nivelamento da carga 92b, e o rolo inferior 106 da máquina de teste 102.

[097] Conforme mostrado na FIG. 3A, o primeiro dispositivo de nivelamento da carga 92a pode ser acoplado ao topo do aparelho 30, tal como na forma da instalação de teste 30A (vide FIG. 3A). Alternativamente, o primeiro dispositivo de nivelamento de carga 92a (vide FIG. 3B) pode ser usada no lugar da segunda alça 56b (vide FIG. 2A). O primeiro dispositivo de nivelamento da carga 92a (vide FIG. 3B) pode ser acoplado ou conectado a primeira uma a duas polegadas da

segunda extremidade 85b (vide FIG. 2H) da amostra de teste 80 para manter a borda carregada da amostra de teste 80 de espanar ou se dispersar quando as cargas de compressão 109 (vide FIG. 5) são aplicadas a amostra de teste 80 durante o teste de compressão.

[098] Alternativamente, ou adicionalmente, ao primeiro dispositivo de nivelamento da carga 92a, um segundo dispositivo de nivelamento da carga 92b pode ser acoplado ao fundo do aparelho 30, ou alternativamente, o segundo dispositivo de nivelamento da carga 92b pode ser acoplado a primeira alça 56a (vide FIG. 2A) ou usada no lugar da primeira alça 56a (vide FIG. 2A). Os dispositivos de nivelamento da carga 92 equilibram a carga para assegurar que a primeira extremidade 85a (vide FIG. 2H) e a segunda extremidade 85b (vide FIG. 2H) da amostra de teste 80 (vide FIG. 2H) sejam carregadas em qualquer ponto ao longo da extremidade longa da amostra de teste 80 (vide FIG. 2H). Os dispositivos de nivelamento da carga 92 ajudam a prevenir ou minimizar as bordas carregadas da amostra de teste 80 de espanar ou se dispersar quando carregadas em compressão durante o teste de compressão.

[099] A FIG. 3B é uma ilustração de uma vista perspectiva de uma realização exemplar do dispositivo de nivelamento de carga 92, tal como na forma do primeiro dispositivo de nivelamento 92a, que pode ser usado no sistema 100 da FIG. 3A. O primeiro dispositivo de nivelamento de carga 92a pode ser usado no lugar da segunda alça 56b (vide FIG. 2A). Conforme mostrado na FIG. 3B, o dispositivo de nivelamento da carga 92 compreende uma parte de alinhamento 142 tendo uma abertura 16 para inserção da amostra de teste

80 (vide FIG. 3A). Conforme mostrado na FIG. 3B, o dispositivo de nivelamento da carga 92 pode compreender aberturas 138 configuradas para receber os elementos de conexão (não mostrados), tal como parafusos (não mostrados), que podem ser usados para grampear a amostra de teste 80 (vide FIG. 3A).

[0100] Conforme mostrado na FIG. 3B, o dispositivo de nivelamento da carga 92 pode compreender um ou mais elementos redondos 140 que podem permitir que os elementos de conexão (não mostrados) para mover ou flutuar para cima e para baixo. Tal movimento pode facilitar o auto alinhamento, auto balanceamento ou auto nivelamento da amostra de teste 80 e o aparelho 30. Conforme mostrado na FIG. 3B, o dispositivo de nivelamento da carga 92, tal como na forma do primeiro dispositivo de nivelamento da carga 92a, pode compreender membros de ligação 144 que assistem em manter o dispositivo de nivelamento de carga 92 junto durante o teste de compressão.

[0101] Conforme mostrado na FIG. 3C, a máquina de teste 102, tal como na forma de máquina de compressão 102a, é preferencialmente configurada para aplicar uma ou mais cargas de compressão 109 (vide FIG. 5) a amostra de teste 80, na direção 109a, quando o aparelho 30 com a amostra de teste 80 é instalada na máquina de teste 102. Conforme mostrado na FIG. 3C, a parte chanfrada 82 da amostra de teste 80 é visível.

[0102] Conforme mostrado nas FIGS. 3A e 5, o sistema 100 compreende ainda um controlador da máquina de teste 110 acoplado a máquina de teste 102 e configurada para controlar a operação da máquina de teste 102. O controlador

da máquina de teste 110 pode ser acoplado a máquina de teste 102 por um elemento de conexão 112, tal como uma conexão com fio ou sem fio adequada.

[0103] Conforme mostrado nas FIGS. 3A e 5, o sistema 100 pode compreender ainda uma unidade de processamento 114, tal como uma primeira unidade de processamento 114a, acoplada ao controlador da máquina de teste 110 através de um elemento de conexão 118. O elemento de conexão 112 pode compreender uma conexão com fio ou sem fio adequada. Conforme mostrado nas FIGS. 3A e 5, a unidade de processamento 114 pode compreender um computador 116, tal como um primeiro computador 116a.

[0104] Conforme mostrado nas FIGS. 3A e 5, o sistema 100 compreende ainda um sistema de medição da tensão óptica 120 posicionado em relação ao aparelho 30 com a amostra de teste 80 instalada no aparelho 30 e o aparelho 30 instalado na máquina de teste 102. Conforme mostrado na FIG. 3A, o aparelho 30 com a amostra de teste 80 é preferencialmente instalado na máquina de teste 102, de forma que a amostra de teste 8 e a parte chanfrada 82 são visíveis ao sistema de medição da tensão óptica 120 através da pluralidade de partes da janela 44 (vide FIG. 4C-4D). A primeira grade de suporte 34a (vide FIG. 3C) do aparelho 30 (vide FIG. 3A) preferencialmente voltada para frente em direção ao sistema de medição da tensão óptica 120 (vide FIG. 3A).

[0105] O sistema de medição da tensão óptica 120 (vide FIGS. 3A, 4A-4B) preferencialmente compreende dois ou mais dispositivos ópticos 122 (vide FIGS. 4A-4B). Os dispositivos ópticos 122 podem compreender um primeiro

dispositivo óptico (vide FIG. 4A) e um segundo dispositivo óptico (vide FIG. 4A).

[0106] O sistema de medição da tensão óptica 120 é preferencialmente um sistema com base em câmera no qual os dispositivos ópticos 122 estão na forma de câmeras 124 (vide FIGS. 4A-4B). As câmeras 124 monitoram e rastreiam uma pluralidade de locais 152 (vide FIGS. 4A-4B), tal como na forma de pontilhados ou pontos, sobre a superfície da amostra de teste 80 (vide FIGS. 4A-4B). As câmeras 124 podem compreender uma primeira câmera 124a (vide FIG. 4A) e uma segunda câmera 124b (vide FIG. 4A). No entanto, outros dispositivos ópticos adequados 122 podem ser usados.

[0107] O sistema de medição da tensão óptica 120 compreende preferencialmente dois ou mais dispositivos ópticos 122 configurados para ambos capturar e escanear as medições ópticas 126 (vide FIGS. 3A, 4A-4B) em uma pluralidade de locais 152 (vide FIGS. 3A, 4A-4B) sobre a superfície da amostra de teste 80 (vide FIGS. 4A-4B) instaladas no aparelho 30 (vide FIG. 4A). Um exemplo de um sistema de medição da tensão óptica 120 que pode ser usado inclui o sistema de medição da tensão óptica Aramis Optical 3D Deformation Analysis obtido a partir da GOM mbH da Alemanha. No entanto, outros sistemas de medição da tensão óptica adequados também podem ser usados.

[0108] O sistema de medição da tensão óptica 120 pode ser usado para determinar as propriedades materiais de uma amostra de teste 80 (vide FIG. 2H), pode ser usado para obter dados de tensão 127 (vide FIG. 5), tal como, por exemplo, os valores de superfície, tensão de arqueamento, e taxas de tensão, podem ser usados para obter deslocamentos

tridimensionais e coordenadas de superfície, e podem ser usados para obter outros dados adequados. O sistema de medição da tensão óptica 120 pode ser usado para capturar e avaliar a área de medição eficientemente e com boa precisão. O software adequado pode ser usado com o sistema de medição da tensão óptica 120 para prover resultados para medições ópticas 126 (vide FIGS. 3A, 4A-4B) em uma pluralidade de locais 152 (vide FIGS. 4A-4B) sobre a superfície da amostra de teste 80 (vide FIGS. 4A-4B).

[0109] A FIG. 4A é uma ilustração de uma vista lateral de uma realização exemplar de um sistema de medição da tensão óptica 120 que pode ser usado no sistema 100 da FIG. 3A. A FIG. 4A mostra o sistema de medição da tensão óptica 120 posicionado na frente do aparelho 30. Conforme mostrado na FIG. 4A, o primeiro dispositivo óptico 122a, tal como na forma de uma primeira câmera 124a, é posicionado em frente da metade superior da primeira grade de suporte 34a do aparelho 30. Conforme mostrado ainda na FIG. 4A, o primeiro dispositivo óptico 122a, tal como na forma da primeira câmera 124a, é posicionado para capturar e escanear as medições ópticas 126, tal como medições ópticas horizontais superiores 126a em uma pluralidade de locais 152 (vide FIG. 4A) sobre a superfície da amostra de teste 80 (vide FIG. 4A) instalado no aparelho 30.

[0110] Conforme mostrado ainda na FIG. 4A, o segundo dispositivo óptico 122b, tal como na forma de uma segunda câmera 124b, é posicionada na frente da metade superior da primeira grade de suporte 34a do aparelho 30. Conforme mostrado na FIG. 4A, o segundo dispositivo óptico 122b, tal como na forma da segunda câmera 124b, é posicionado

para capturar e escanear as medições ópticas 126, tal como medições ópticas horizontais superior 126b, em uma pluralidade de locais 152 (vide FIG. 4A) sobre a superfície da amostra de teste 80 (vide FIG. 4A) instalada no aparelho 30.

[0111] Conforme mostrado na FIG. 4A, a primeira câmera 124a está preferencialmente acima de uma linha central entre a primeira câmera 124a e a segunda câmera 124b. A segunda câmera 124b está preferencialmente abaixo da linha central 150. A primeira câmera 124a e a segunda câmera 124b pode ser posicionada uma distância suficiente da amostra de teste 80 (vide FIG. 3A) instalada no aparelho 30. Preferencialmente, a primeira câmera 124a e a segunda câmera 124b pode estar posicionada em uma distância 151 (vide FIG. 4B) de cerca de dez (10) pés do aparelho 30. No entanto, primeira câmera 124a e segunda câmera 124b podem ser posicionadas a uma distância maior ou mais curta do aparelho 30.

[0112] A FIG. 4A mostra a primeira câmera 124a posicionada a uma distância 148 acima da segunda câmera 124b. Preferencialmente, a primeira câmera 124a pode ser posicionada cerca de 15 polegadas acima da linha central 150 entre a primeira câmera 124a e a segunda câmera 124b. Preferencialmente, a segunda câmera 124b pode ser posicionada cerca de 15 polegadas abaixo da linha central 150 entre a primeira câmera 124a e a segunda câmera 124b. No entanto, primeira câmera 124a e segunda câmera 124b podem ser posicionadas a uma distância maior ou mais curta acima ou abaixo da linha central 150.

[0113] A FIG. 4B é uma ilustração de uma vista

superior do sistema de medição da tensão óptica 120 da FIG. 4A posicionado na frente da primeira grade de suporte 34a do aparelho 30. Conforme mostrado na FIG. 4B, o dispositivo óptico 122 compreendendo o primeiro dispositivo óptico 122a, tal como na forma da câmera 124, é posicionado em frente da metade superior da primeira grade de suporte 34a do aparelho 30. Conforme mostrado ainda na FIG. 4B, o primeiro dispositivo óptico 122a, tal como na forma da câmera 124, é posicionada para capturar e escanear as medições ópticas 126, tal como medições ópticas verticais superiores 126c e as medições ópticas verticais inferiores 126d, em uma pluralidade de locais 152 (vide FIG. 4B) sobre a superfície da amostra de teste 80 (vide FIG. 4B) instalada no aparelho 30.

[0114] A FIG. 4C é uma ilustração de uma vista perspectiva frontal do aparelho 30 da FIG. 4A mostrando dispositivos ópticos 122, tal como na forma do primeiro dispositivo óptico 122a e do segundo dispositivo óptico 122b, do sistema de medição da tensão óptica 120 da FIG. 4A. Os dispositivos ópticos 122, preferencialmente na forma de câmeras 124 (vide FIGS. 4A-4B), são preferencialmente focalizados na amostra de teste 80, tal como na forma de painel de teste 80a.

[0115] A FIG. 4C mostra que um equilíbrio de carga 156, tal como na forma de um equilíbrio de carga 156a indicado por um círculo pontilhado superior, é visualizado e medido com o primeiro dispositivo óptico 122a, tal como a primeira câmera 124a (vide FIG. 4A) ou câmera superior. A FIG. 4C mostra ainda que um equilíbrio de carga 156, tal como na forma de um equilíbrio de carga 156b indicado por um

círculo pontilhado inferior, é visualizado e medido com o segundo dispositivo óptico 122b, tal como a segunda câmera 124b (vide FIG. 4A) ou câmera inferior.

[0116] A FIG. 4C mostra que um equilíbrio de carga 156, tal como na forma de um equilíbrio de carga 156c indicado por um círculo pontilhado médio, é visualizado e medido com o primeiro dispositivo óptico 122a, tal como a primeira câmera 124a (vide FIG. 4A) ou câmera superior, e o segundo dispositivo óptico 122b, tal como a segunda câmera 124b (vide FIG. 4A) ou câmera inferior. Conforme mostrado na FIG. 4C, a parte chanfrada 82 está dentro do equilíbrio de carga 156c indicado pelo círculo pontilhado médio.

[0117] A FIG. 4D é uma ilustração de uma vista perspectiva frontal em close da grade de suporte 34, tal como na forma da primeira grade de suporte 34a, do aparelho 30. A FIG. 4D mostra a amostra de teste 80, tal como na forma de painel de teste 80a, e a parte chanfrada 82 no local 84, visível através das partes de janela 44. Conforme mostrado na FIG. 4D, a parte chanfrada 82 é posicionada centralmente entre os membros verticais 40 e os membros horizontais 42.

[0118] Conforme mostrado nas FIGS. 3A e 5, o sistema 100 compreende ainda um sistema de aquisição de dados 130 acoplado ao sistema de medição da tensão óptica 120 através de um elemento de conexão 128. O elemento de conexão 128 pode compreender uma conexão com fio ou sem fio adequada.

[0119] Conforme mostrado nas FIGS. 3A e 5, o sistema de aquisição de dados 130 pode compreender um controlador do sistema de medição da tensão óptica 132 e uma unidade de processamento 114, tal como uma segunda unidade de processamento 114b. Conforme mostrado nas FIGS. 3A e 5, a

unidade de processamento 114 pode compreender um computador 116, tal como um segundo computador 116b.

[0120] Conforme mostrado na FIG. 3A, o controlador do sistema de medição da tensão 132 pode ser acoplado a segunda unidade de processamento 114b através de um elemento de conexão 134. O elemento de conexão 134 pode compreender uma conexão com fio ou sem fio adequada.

[0121] O aparelho 30 (vide FIG. 5), a amostra de teste 80 (vide FIG. 5), a máquina de teste 102 (vide FIG. 5), o controlador da máquina de teste 110 (vide FIG. 5), o sistema de medição de tensão óptica 120 (vide FIG. 5), e o sistema de aquisição de dados 130 (vide FIG. 5) juntos compreendem o sistema 100 (vide FIG. 5) para teste de compressão da amostra de teste 80 (vide FIG. 5).

[0122] Conforme mostrado na FIG. 5, o conjunto de suporte 32 compreende uma primeira grade de suporte 34a configurada para se conectar a uma segunda grade de suporte 34b. A primeira grade de suporte 34a e a segunda grade de suporte 34b cada compreende uma parte de estrutura 36, uma pluralidade de membros verticais 40, e uma pluralidade de membros horizontais 42. A pluralidade de membros verticais 40 (vide FIG. 2A) e a pluralidade de membros horizontais 42 (vide FIG. 2A) formam a pluralidade de partes da janela 44 (vide FIG. 2A).

[0123] Em outra realização da revelação, é provido um método 160 (vide FIG. 6) para teste de compressão de uma amostra de teste 80 (vide FIG. 2H). A FIG. 6 é uma ilustração de um digrama em fluxo de uma realização exemplar do método 160 da revelação. Conforme mostrado na FIG. 6, o método 160 compreende a etapa 162 de formação de um aparelho

30 (vide FIG. 2A) para teste de compressão da amostra de teste 80 (vide FIG. 2H).

[0124] Conforme discutido em detalhes acima, o aparelho 30 (vide FIG. 2A) compreende um conjunto de base 60 (vide FIG. 2A) tendo um elemento de carga final 74 (vide FIG. 2A) conectado ao conjunto de base 60 (vide FIG. 2A). O conjunto de base 60 (vide FIG. 2A) é preferencialmente rígido e robusto.

[0125] O aparelho 30 (vide FIG. 2A) compreende ainda um conjunto de suporte 32 (vide FIG. 2A) ligado ao conjunto de base 60 (vide FIG. 2A). O conjunto de suporte 32 (vide FIG. 2A) tem uma pluralidade de partes de janela 44 (vide FIG. 2A).

[0126] O aparelho 30 compreende ainda um conjunto central 46 (vide FIG. 2F) instalado dentro do conjunto de suporte 32 (vide FIG. 2A). O conjunto central (vide FIG. 2F) é preferencialmente triturável e configurado para proteger o conjunto de suporte 32 e o conjunto de base 60 das cargas de fratura 53 (vide FIG. 5) gerados durante o teste de compressão. Tais cargas de fratura 53 (vide FIG. 5) podem ser geradas por uma amostra de teste 80 (vide FIG. 2H) posicionada adjacente ao conjunto central (vide FIGS. 2F, 2I), quando a amostra de teste 80 fratura ou quebra durante o teste de compressão da amostra de teste 80. As cargas de compressão 109 (vide FIG. 5) que podem ocorrer durante o teste de compressão da amostra de teste 80 (vide FIG. 2H) podem variar em uma faixa de cerca de 300 kips (quilopounds de força) por polegada quadrada de força de cerca de 500 kips (quilopounds de força) por polegada quadrada de força. No entanto, as cargas de compressão 109 podem ser superiores ou

inferiores conforme adequado.

[0127] Conforme mostrado na FIG. 6, o método 160 compreende ainda a etapa 164 de formação de uma parte chanfrada 82 (vide FIG. 2H) em uma amostra de teste 80 (vide FIG. 2H). Conforme mostrado na FIG. 6, o método 160 compreende ainda a etapa 166 de instalação de uma amostra de teste 80 (vide FIG. 2H) dentro do conjunto de suporte 32 (vide FIG. 2A) e adjacente ao conjunto central 46 (vide FIGS. 2F, 2I).

[0128] Conforme mostrado na FIG. 6, o método 160 compreende ainda etapa 168 de instalação do aparelho 30 (vide FIG. 2A) em uma máquina de teste 102 (vide FIG. 3A), tal como uma máquina de compressão 102a, para teste de compressão. A etapa 168 de instalação do aparelho 30 (vide FIG. 2A) na máquina de teste 120 (vide FIG. 3A) pode compreender o acoplamento de um ou mais dispositivos de nivelamento da carga 92 (vide FIG. 3A) ao aparelho 30 (vide FIG. 3A).

[0129] Conforme mostrado na FIG. 6, o método 160 compreende ainda a etapa 170 de posicionamento de um sistema de medição da tensão óptica 120 (vide FIG. 3A) em relação ao aparelho 30 (vide FIG. 3A). O sistema de medição da tensão óptica 120 (vide FIG. 3A) é posicionado de forma que a amostra de teste 80 (vide FIG. 3A) e a parte chanfrada 82 (vide FIG. 3A) são visíveis ao sistema de medição da tensão óptica 120 (vide FIG. 3A) através da pluralidade de partes de janela 44 (vide FIG. 4C).

[0130] Conforme mostrado na FIG. 6, o método 160 compreende ainda a etapa 172 de aplicação de uma ou mais cargas de compressão 109 (vide FIG. 5) a amostra de teste 80 (vide FIG. 3C) nas direções 109A (vide FIG. 3C). A uma ou

mais cargas de compressão 109 (vide FIG. 3C) são preferencialmente aplicadas à amostra de teste 80 (vide FIG. 3C) através do rolo superior 104 (vide FIG. 3C) e do rolo inferior 106 (vide FIG. 3C) da máquina de teste 102, tal como na forma de máquina de compressão 102a.

[0131] Conforme mostrado na FIG. 6, o método 160 compreende ainda a etapa 172 de medição dos dados de tensão 127 (vide FIG. 5) da amostra de teste 80 (vide FIG. 3A) com o sistema de medição da tensão óptica (vide FIG. 3A). A etapa 174 de medição dos dados de tensão 127 compreende usar dois ou mais dispositivos ópticos 122 (vide FIGS. 4A-4B) para capturar e escanear as medições ópticas 126 (vide FIGS. 4A-4B) em uma pluralidade de locais 152 (vide FIGS. 4A-4B) sobre a amostra de teste 80 (vide FIGS. 4A-4B).

[0132] O método 160 pode compreender ainda após a etapa 174, a etapa de processamento dos dados de tensão 127 (vide FIG. 5) com o sistema de aquisição de dados 130 (vide FIG. 3A) para determinar informações adicionais relacionadas a tensão, tal como a tensão de arqueamento, ou outras características do material, da amostra de teste 80 (vide FIG. 3A). Após os dados da tensão 127 (vide FIG. 5) terem sido processados, se o teste de compressão adicional for conduzido, o elemento de carga final 74 (vide FIG. 2A) pode ser removido e substituído no conjunto de base 60 (vide FIG. 2A), se danificado. Adicionalmente, quaisquer partes danificadas do conjunto central 46 (vide FIG. 2F) podem ser substituídas no conjunto central (vide FIG. 2F).

[0133] A FIG. 7 é uma ilustração de uma vista perspectiva de um veículo aéreo 200, tal como uma aeronave 200a, tendo uma ou mais estruturas 218, tal como na forma de

um painel 220, que pode ser testado e avaliada com as realizações do aparelho 30 (vide FIG. 2A), o sistema 100 (vide FIG. 5) e o método 160 (vide FIG. 6) da revelação, conforme discutida em detalhes acima. Conforme mostrado na FIG. 7, o veículo aéreo 200, tal como na forma de aeronave 200a, compreende uma fuselagem 202, um bico 204, uma cabine de piloto 206, asas 208, uma ou mais unidades de propulsão 210, e uma cauda 212 compreendendo uma parte de cauda vertical 214 e partes de cauda horizontais 216.

[0134] Apesar de a aeronave 200a mostrada na FIG. 7 ser geralmente representativa de uma aeronave de passageiro comercial tendo uma ou mais estruturas 218, tal como na forma de painel 220, os ensinamentos das realizações reveladas podem ser aplicados a outras aeronaves de passageiro. Por exemplo, os ensinamentos das realizações reveladas podem ser aplicados a aeronave de carga, aeronave militar, helicópteros, e outros tipos de aeronaves ou veículos aéreos, bem como veículos aeroespaciais, satélites, veículos de lançamento espacial, foguetes e outros veículos aeroespaciais.

[0135] A FIG. 8 é uma ilustração de um diagrama em fluxo de uma fabricação de aeronave e método de serviço 300. A FIG. 9 é uma ilustração de um diagrama em bloco funcional de uma realização de uma aeronave 320 da revelação. Em referência as FIGS. 8-9, as realizações da revelação podem ser descritas no contexto de fabricação da aeronave e método de serviço 300 conforme mostrado na FIG. 8, e a aeronave 320 conforme mostrada na FIG. 9.

[0136] Durante a pré-produção, a fabricação de aeronave exemplar e método de serviço 300 podem incluir a

especificação e design 302 da aeronave 320 e aquisição de material 304. Durante a fabricação, a fabricação de subconjunto e componente 306 e a integração do sistema 308 da aeronave 320 acontecem. Subsequentemente, a aeronave 320 pode passar pela certificação e entrega 30 a fim de ser colocada em serviço 312. Enquanto em serviço 312 por um cliente, a aeronave 320 pode ser programa para manutenção de rotina e serviço 314 (o que também pode incluir a modificação, reconfiguração, remodelagem e outros serviços adequados).

[0137] Cada um dos processos de fabricação da aeronave e método de serviço 300 pode ser realizado ou executado por um integrador de sistema, uma terceira parte, e/ou um operador (por exemplo, um cliente). Para os propósitos desta descrição, um integrador de sistema pode incluir, entre outros, qualquer número de fabricantes de aeronave e sub empreiteiros do sistema principal. Uma terceira parte pode incluir, entre outros, qualquer número de vendedores, sub empreiteiros e fornecedores. Um operador pode incluir uma linha aérea, companhia de leasing, entidade militar, organização de serviço, e outros operadores adequados.

[0138] Conforme mostrado na FIG. 9, a aeronave 320 produzida por meio da fabricação de aeronave exemplar e método de serviço 300 pode incluir uma fuselagem 322 com uma pluralidade de sistemas 324 e um interior 326. Exemplos da pluralidade de sistemas 324 podem incluir um ou mais sistemas de propulsão 328, um sistema elétrico 330, um sistema hidráulico 332, e um sistema ambiental 334. Qualquer número de outros sistemas pode ser incluído. Apesar de um exemplo aeroespacial ser mostrado, os princípios da revelação podem

ser aplicados a outras indústrias, tal como a indústria automotiva.

[0139] Método e sistemas incorporados aqui podem ser empregados durante qualquer uma ou mais das etapas de fabricação da aeronave e método de serviço 300. Por exemplo, componentes ou sub conjuntos correspondentes a fabricação de sub conjunto e componente 306 podem ser fabricados ou manufaturados de uma maneira similar aos componentes ou sub conjuntos produzidos enquanto a aeronave 320 está em serviço 312. Também, uma ou mais realizações de aparelho, realizações de método, ou uma combinação destes, podem ser utilizadas durante a fabricação de componentes e sub conjunto 306 e integração do sistema 308, por exemplo, acelerando substancialmente a montagem ou reduzindo o custo da aeronave 320. Similarmente, uma ou mais realizações do aparelho, realizações do método ou uma combinação destes, pode ser utilizada enquanto a aeronave 320 está em serviço 312, por exemplo e sem limitação, para manutenção e serviço 314.

[0140] As realizações reveladas do aparelho 30 (vide FIG. 2A), sistema 100 (vide FIGS. 3A, 5), e método 160 (vide FIG. 6) permitindo que o teste seja realizado nas amostras de teste 80 (vide FIG. 2H), tal como na forma de painéis de teste 80a (vide FIG. 2H), em uma taxa de teste muito mais alta usando certas instalações de teste. Isto é devido ao tempo reduzido necessário para configuração do teste e teste.

[0141] Por exemplo, as amostras de teste 80 (vide FIG. 2H), tal como na forma de painéis de teste 80a (vide FIG. 2H), usando as realizações reveladas do aparelho 30 (vide FIG. 2A), sistema 100 (vide FIGS. 3A, 5), e método

160 (vide FIG. 6), podem ser testados em uma faixa de teste de dez (10) a vinte (20) ou mais amostras de teste 80 por dia. Em contraste, as amostras de teste 28 (vide FIG. 1) usando uma instalação de teste existente 10 (vide FIG. 1), por exemplo, uma ampla instalação de teste de compressão de encaixe existente 10a (vide FIG. 1), pode tipicamente ser testada em uma faixa de teste de somente um (1) a duas (2) painéis de amostra de teste 28 (vide FIG. 1) por dia.

[0142] Além disso, as realizações reveladas do aparelho 30 (vide FIG. 2A), sistema 100 (vide FIGS. 3A, 5), e método 160 (vide FIG. 6), não necessitam do uso e instalação de extensômetro 14 (vide FIG. 1) para teste. Isto reduz o tempo de trabalho, instalação e fluxo necessário para teste. Isto, por sua vez, pode resultar em uma redução geral no tempo e gasto do teste. Tal redução no tempo e gasto do teste pode preferencialmente ser reduzida em no máximo dez (10) a vinte (20) vezes, conforme comparado ao tempo e gasto do teste usando uma instalação de teste existente 10 (vide FIG. 1), por exemplo, ampla instalação de teste de compressão de encaixe existente 10a (vide FIG. 1).

[0143] Além disso, as realizações reveladas do aparelho 30 (vide FIG. 2A), sistema 100 (vide FIGS. 3A, 5), e método 160 (vide FIG. 6), podem ser usadas com um sistema de medição da tensão óptica 120 (vide FIGS. 3A, 4A), devido a configuração transparente das grades de suporte 34 (vide FIG. 2A) do aparelho 30 (vide FIG. 2A) usada para teste. Em contraste, a instalação de teste existente 10 (vide FIG. 1), por exemplo, a ampla instalação de teste de compressão de encaixe existente 10a (vide FIG. 1), não pode usar o sistema de medição da tensão óptica 120 (vide FIGS. 3A, 4A). Isto é

devido a primeira placa de suporte 12a (vide FIG. 1) e segunda placa de suporte 12b (vide FIG. 1) da ampla instalação de teste de compressão de encaixe 10a cobrir completamente e obstruir qualquer visão do painel da amostra de teste 28 (vide FIG. 1).

[0144] Adicionalmente, as realizações reveladas do aparelho 30 (vide FIG. 2A), sistema 100 (vide FIGS. 3A, 5), e método 160 (vide FIG. 6), utilizam uma plataforma de base 62 (vide FIG. 2A) que é rígida e esmagável, e utilizam um elemento de carga final 74 (vide FIG. 2A) montada sobre o conjunto de base 60 (vide FIG. 2A). O elemento de carga final 74 (vide FIG. 2A) pode ser substituído após um ou mais testes de compressão e é projetado para proteger o conjunto de base 60 (vide FIG. 2A) durante o teste de compressão.

[0145] Desta forma, o conjunto de base 60 é projetado para aguentar o desgaste e quebra em numerosos testes de compressão, conforme comparado as estruturas de base de certas instalações de teste existentes. Por exemplo, a parte de base 22 (vide FIG. 1) da instalação de teste existente 10 (vide FIG. 1), tal como a ampla instalação de teste de compressão de encaixe 10a (vide FIG. 1), pode ser fina e se desgastar rapidamente após diversos teste de compressão.

[0146] Além disso, as realizações reveladas do aparelho 30 (vide FIG. 2A), sistema 100 (vide FIGS. 3A, 5), e método 160 (vide FIG. 6), utilizam uma plataforma de base 62 (vide FIG. 2A) que não necessita de calçamento para reforçar a plataforma de base 62. Isto pode resultar em tempo e gasto reduzidos para instalar o calçamento para cada teste. Em contraste, por exemplo, a parte de base 22 (vide FIG. 1) de

uma instalação de teste existente 10, tal como a ampla instalação de teste de compressão de encaixe 10a (vide FIG. 1), pode necessitar do uso de calços 20 (vide FIG. 1) para reforçar a parte de base 22 (vide FIG. 1).

[0147] Finalmente, as realizações reveladas do aparelho 30 (vide FIG. 2A), sistema 100 (vide FIGS. 3A, 5), e método 160 (vide FIG. 6), utilizam um ou mais dispositivos de nivelamento da carga 92 (vide FIG. 3B) que pode ser usada para auto nivelamento ou ato equilíbrio da carga durante o teste de compressão da amostra de teste 80 (vide FIG. 2H).

[0148] Muitas modificações e outras realizações da revelação virão a mente para os técnicos no assunto a qual esta revelação pertence tendo o benefício dos ensinamentos apresentados nas descrições acima e desenhos associados. As realizações descritas aqui são destinadas a serem ilustrativas e não são destinadas a serem limitativas ou exaustivas. Apesar de termos específicos serem empregadas aqui, eles são usados em um sentido genérico e descritivo somente e não para propósitos de limitação.

[0149] Também é revelado um aparelho para teste de compressão, o aparelho compreendendo um conjunto de base tendo um elemento de carga final conectado ao conjunto de base, o conjunto de base sendo rígido; um conjunto de suporte conectado ao conjunto de base, o conjunto de suporte tendo uma pluralidade de partes de janela; e um conjunto central instalado dentro do conjunto de suporte, o conjunto central sendo esmagável e configurado para proteger o conjunto de suporte e o conjunto de base das cargas de fratura geradas durante o teste de compressão; o conjunto de base, o conjunto de suporte, e o conjunto central juntos compreendendo um

aparelho para teste de compressão de uma amostra de teste tendo uma parte chanfrada, o aparelho configurado para uso com um sistema de medição da tensão óptica, em que quando a amostra de teste é instalada no conjunto de suporte, a amostra de teste e a parte chanfrada são visíveis para o sistema de medição da tensão óptica através da pluralidade de partes de janela.

[0150] O conjunto de suporte pode compreender uma primeira grade de suporte configurada para se conectar a uma segunda grade de suporte, o conjunto central e a amostra de teste sendo instalados entre a primeira grade de suporte e a segunda grade de suporte.

[0151] A primeira grade de suporte e a segunda grade de suporte podem cada compreender uma parte de estrutura, uma pluralidade de membros verticais, e uma pluralidade de membros horizontais, a pluralidade de membros verticais e membros horizontais formando a pluralidade de partes de janela.

[0152] O conjunto central pode compreender uma pluralidade de elementos centrais verticais, cada elemento central vertical compreendendo um conjunto central em sanduíche alveolar.

[0153] O conjunto central pode ter uma zona de esmagamento correspondente a um local da parte chanfrada na amostra de teste quando a amostra de teste está instalada no conjunto de suporte.

[0154] O aparelho pode compreender ainda uma primeira alça e uma segunda alça, a primeira alça acoplada ao conjunto de base e configurada para segurar uma primeira extremidade da amostra de teste quando a amostra de teste

está instalada no conjunto de suporte e a segunda alça conectada a uma segunda extremidade da amostra de teste e configurada para aplicar uma carga de pressão ao longo da segunda extremidade da amostra de teste.

[0155] O elemento de carga final pode compreender uma faixa de desgaste da carga final que é removível, substituível e configurada para proteger o conjunto de base durante o teste de compressão.

[0156] Também é revelado um sistema para teste de compressão, o sistema compreendendo um aparelho compreendendo um conjunto de base tendo um elemento de carga final conectado ao conjunto de base, o conjunto de base sendo rígido; um conjunto de suporte conectado ao conjunto de base, o conjunto de suporte tendo uma pluralidade de partes de janela; e um conjunto central instalado dentro do conjunto de suporte, o conjunto central sendo esmagável e configurado para proteger o conjunto de suporte e o conjunto de base das cargas de fratura geradas durante o teste de compressão; uma amostra de teste tendo uma parte chanfrada, a amostra de teste instalada no conjunto de suporte do aparelho; uma máquina de teste configurada para aplicar uma ou mais cargas de compressão a amostra de teste quando o aparelho com a amostra de teste está instalado na máquina de teste; um controlador da máquina de teste acoplado a máquina de teste e configurado para controlar a operação da máquina de teste; um sistema de medição da tensão óptica posicionado em relação ao aparelho com a amostra de teste instalado na máquina de teste, de forma que amostra de teste e a parte chanfrada sejam visíveis para o sistema de medição da tensão óptica através da pluralidade de partes de janela; e um sistema de

aquisição de dados acoplado ao sistema de medição da tensão óptica, o aparelho, a amostra de teste, a máquina de teste, o controlador da máquina de teste, o sistema de medição da tensão óptica, e o sistema de aquisição de dados juntos compreendendo um sistema para teste de compressão da amostra de teste.

[0157] O sistema pode compreender ainda um ou mais dispositivos de nivelamento da carga acoplado ao aparelho instalado na máquina de teste.

[0158] O conjunto de suporte pode compreender uma primeira grade de suporte configurada para se conectar a uma segunda grade de suporte, a primeira grade de suporte e a segunda grade de suporte cada compreendendo uma parte de estrutura, uma pluralidade de membros verticais, e uma pluralidade de membros horizontais, a pluralidade de membros verticais e membros horizontais formando a pluralidade de partes de janela.

[0159] O conjunto central pode ter uma zona de esmagamento correspondente a um local da parte chanfrada na amostra de teste quando a amostra de teste está instalada no conjunto de suporte do aparelho.

[0160] A amostra de teste pode compreender um painel de teste de uma aeronave.

[0161] A parte chanfrada da amostra de teste pode ser perpendicular a uma direção da uma ou mais cargas de compressão aplicadas por meio da máquina de teste a amostra de teste.

[0162] O sistema de medição da tensão óptica pode compreender dois ou mais dispositivos ópticos configurados para ambos capturar e escanear as medições

ópticas em uma pluralidade de locais na amostra de teste.

[0163] Podem compreender ainda uma primeira unidade de processamento acoplada ao controlador da máquina de teste e uma segunda unidade de processamento do sistema de aquisição de dados, a segunda unidade de processamento acoplada a um controlador do sistema de medição da tensão óptica do sistema de aquisição de dados.

[0164] Também é revelado um método para teste de compressão, o método compreendendo as etapas de formação de um aparelho para teste de compressão de uma amostra de teste, o aparelho compreendendo um conjunto de base tendo um elemento de carga final conectado ao conjunto de base, o conjunto de base sendo rígido; um conjunto de suporte conectado ao conjunto de base, o conjunto de suporte tendo uma pluralidade de partes de janela; e um conjunto central instalado dentro do conjunto de suporte, o conjunto central sendo esmagável e configurado para proteger o conjunto de suporte e o conjunto de base das cargas de compressão geradas durante o teste de compressão; formação de uma parte chanfrada em uma amostra de teste; instalação da amostra de teste dentro do conjunto de suporte e adjacente ao conjunto central; instalação do aparelho em uma máquina de teste para teste de compressão; posicionamento de um sistema de medição da tensão óptica em relação ao aparelho, de forma que a amostra de teste e a parte chanfrada sejam visíveis para o sistema de medição da tensão óptica através da pluralidade das partes de janela; aplicação de uma ou mais cargas de compressão à amostra de teste; e, medição dos dados de tensão da amostra de teste com o sistema de medição de tensão óptica.

[0165] O método pode compreender ainda após a etapa de medição dos dados de tensão, a etapa de processamento dos dados de tensão com o sistema de aquisição de dados.

[0166] O método pode compreender ainda após a etapa de processamento dos dados de tensão, a etapa de substituição do elemento de carga final se danificado e substituindo quaisquer partes danificadas do conjunto central.

[0167] A etapa de instalação do aparelho na máquina de teste pode compreender o acoplamento de um ou mais dispositivos de nivelamento da carga ao aparelho.

[0168] A etapa de medição dos dados de tensão pode compreender dois ou mais dispositivos ópticos para capturar e escanear as medições ópticas em uma pluralidade de locais na amostra de teste.

REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho (30) para teste de compressão de uma amostra de teste (80) tendo uma parte chanfrada (82), o aparelho (30) caracterizado por compreender:

um conjunto de base (60) e um elemento de carga final (74) conectado ao conjunto de base (60), o conjunto de base (60) sendo rígido;

um conjunto de suporte (32) conectado ao conjunto de base (60), o conjunto de suporte (32) compreendendo uma primeira grade de suporte (34a) e uma segunda grade de suporte (34b), em que cada uma das primeira grade de suporte (34a) e segunda grade de suporte (34a) compreende uma parte de estrutura (36) e uma parte de grade (38), a parte de grade (38) compreendendo uma pluralidade de membros verticais (40) e uma pluralidade de membros horizontais (42) que intersectam a pluralidade de membros verticais (40) para formar uma pluralidade de partes de janela (44), a primeira grade de suporte (34a) configurada para conectar à segunda grade de suporte (34b), e a primeira grade de suporte (34a) e a segunda grade de suporte (34b) configuradas para ter um conjunto central (46) e a amostra de teste (80) instalada entre ambas; e

um conjunto central (46) instalado dentro do conjunto de suporte (32) entre a primeira grade de suporte (34a) e a segunda grade de suporte (34b), o conjunto central (46) sendo esmagável e configurado para estabilizar a amostra de teste (80) e proteger o conjunto de suporte (32) e o conjunto de base (60) das cargas de fratura (53) geradas pela amostra de teste (80) adjacente ao conjunto central (46) durante o teste de compressão absorvendo energia que é liberada lateralmente a partir da amostra de teste (80) após a fratura ou quebra da amostra de teste (80);

o aparelho (30) configurado para uso com um sistema de medição da tensão óptica (120), em que as partes de janela (44) são configuradas tal que a amostra de teste (80) e a parte chanfrada (82) são

visíveis para o sistema de medição da tensão óptica (120) através da pluralidade das partes de janela (44) quando a amostra de teste (80) está instalada no conjunto de suporte (32) entre a primeira grade de suporte (34a) e a segunda grade de suporte (34b).

2. Aparelho (30), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo conjunto central (46) compreender uma pluralidade de elementos centrais verticais (48), cada elemento central vertical (48) compreendendo um conjunto central em sanduíche alveolar (47).

3. Aparelho (30), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo conjunto central (46) ter uma zona de esmagamento (50) configurada para corresponder a um local da parte chanfrada (82) na amostra de teste (80) quando a amostra de teste (80) está instalada no conjunto de suporte (32) entre a primeira grade de suporte (34a) e a segunda grade de suporte (34b) e adjacente ao conjunto central (46).

4. Aparelho (30), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por compreender ainda uma primeira alça (56a) e uma segunda alça (56b), a primeira alça (56a) acoplada ao conjunto de base (60) e configurada para segurar a primeira extremidade (85a) da amostra de teste (80) quando a amostra de teste (80) está instalada no conjunto de suporte (32), e a segunda alça (56b) configurada para ser conectada a uma segunda extremidade (85b) da amostra de teste (80) e configurada para aplicar uma carga de pressão (59) ao longo da segunda extremidade (85b) da amostra de teste (80).

5. Aparelho (30), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo elemento de carga final (74) compreender uma faixa de desgaste da carga final (74a) que é removível, substituível e configurada para proteger o conjunto de base (60) durante o teste de compressão.

6. Sistema (100) para teste de compressão, caracterizado por compreender:

um aparelho (30) conforme definido na reivindicação 1;

uma máquina de teste (102) configurada para aplicar uma ou mais cargas de compressão (109) à amostra de teste (80) quando o aparelho (30) com a amostra de teste (80) está instalado na máquina de teste (102);

um controlador da máquina de teste (110) acoplado a máquina de teste (102) e configurado para controlar a operação da máquina de teste (102); e

um sistema de medição da tensão óptica (120); e

um sistema de aquisição de dados (130) acoplado ao sistema de medição da tensão óptica (120).

7. Sistema (100), de acordo com a reivindicação 6, caracterizado por compreender ainda um ou mais dispositivos de nivelamento da carga (92) acoplado ao aparelho (30) instalado na máquina de teste (102).

8. Sistema (100), de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo conjunto central (46) ter uma zona de esmagamento (50) configurada para corresponder a um local (84) da parte chanfrada (82) na amostra de teste (80) quando a amostra de teste (80) está instalada no conjunto de suporte (32) entre a primeira grade de suporte (34a) e a segunda grade de suporte (34b) e adjacente ao conjunto central (46).

9. Método (160) para teste de compressão, o método (160) caracterizado por compreender as etapas de:

formação de um aparelho (30) para teste de compressão de uma amostra de teste (80), o aparelho (30) compreendendo:

um conjunto de base (60) e um elemento de carga final (74) conectado ao conjunto de base (60), o conjunto de base (60) sendo rígido;

um conjunto de suporte (32) conectado ao conjunto de base (60), o conjunto de suporte (32) compreendendo uma primeira grade de suporte (34a) e uma segunda grade de suporte (34b), em que cada uma das primeira grade de suporte (34a) e segunda grade de suporte (34a) compreende

uma parte de estrutura (36) e uma parte de grade (38), a parte de grade (38) compreendendo uma pluralidade de membros verticais (40) e uma pluralidade de membros horizontais (42) que intersectam a pluralidade de membros verticais (40) para formar uma pluralidade de partes de janela (44), a primeira grade de suporte (34a) configurada para conectar à segunda grade de suporte (34b), e a primeira grade de suporte (34a) e a segunda grade de suporte (34b) configuradas para ter um conjunto central (46) e a amostra de teste (80) instalada entre ambas; e

um conjunto central (46) instalado dentro do conjunto de suporte (32), o conjunto central (46) sendo esmagável e configurado para estabilizar a amostra de teste (80) e proteger o conjunto de suporte (32) e o conjunto de base (60) das cargas de fratura (53) geradas pela amostra de teste (80) adjacente ao conjunto central (46) durante o teste de compressão absorvendo energia que é liberada lateralmente a partir da amostra de teste (80) após a fratura ou quebra da amostra de teste (80);

formação de uma parte chanfrada (82) em uma amostra de teste (80);

instalação da amostra de teste (80) dentro do conjunto de suporte (32) e adjacente ao conjunto central (46), em que a amostra de teste (80) e o conjunto central (46) estão instalados entre a primeira grade de suporte (34a) e a segunda grade de suporte (34b) do conjunto de suporte;

instalação do aparelho (30) em uma máquina de teste (102) para teste de compressão;

posicionamento de um sistema de medição da tensão óptica (120) em relação ao aparelho (30), de forma que a amostra de teste (80) e a parte chanfrada (82) sejam visíveis para o sistema de medição da tensão óptica (120) através da pluralidade de partes de janela (44);

aplicação de uma ou mais cargas de compressão (109) à amostra de teste (80); e

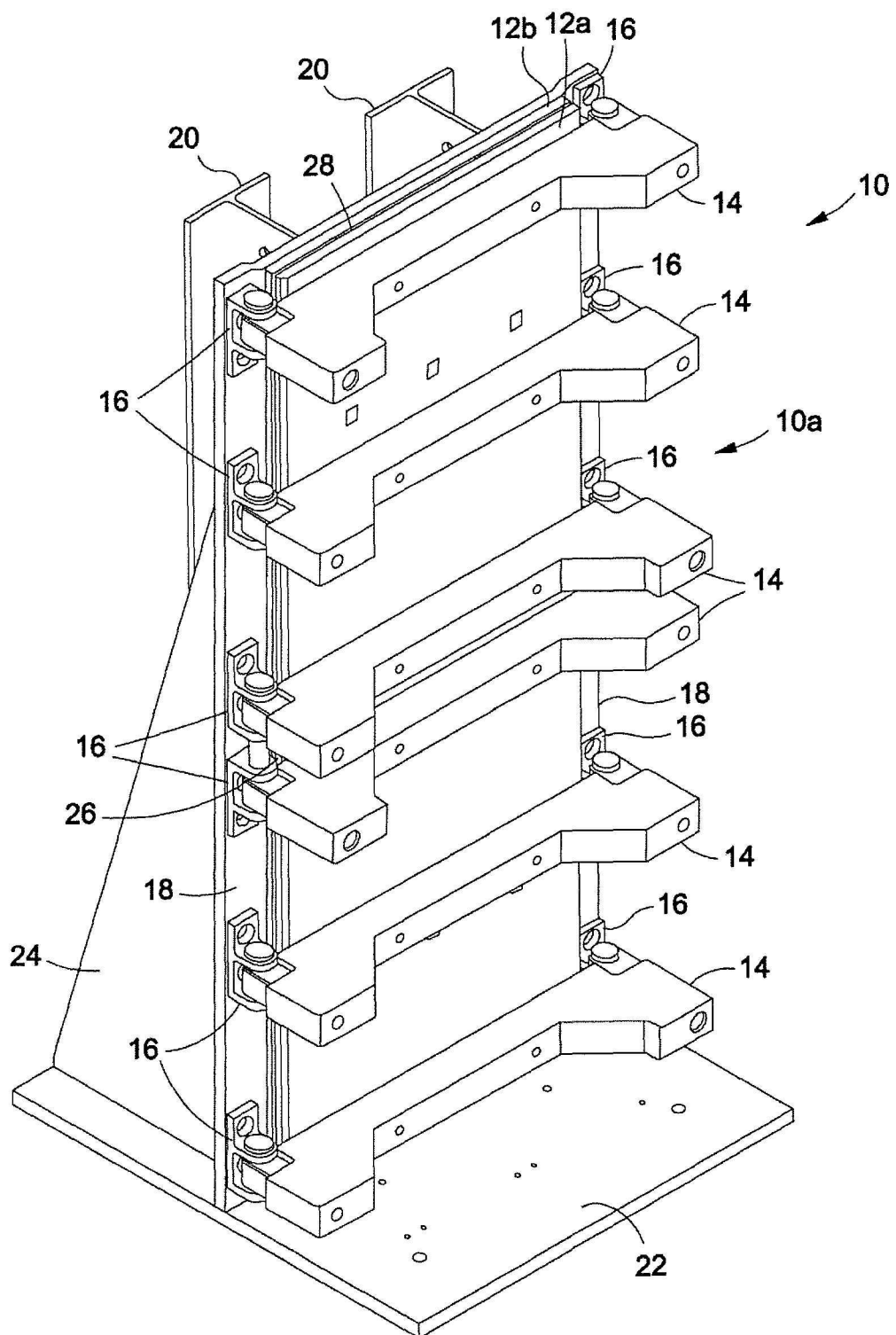
medição dos dados de tensão (127) da amostra de teste (80) com o sistema de medição da tensão óptica (120).

10. Método (160), de acordo com a reivindicação 9, caracterizado por compreender após a etapa de medição dos dados de tensão, a etapa de processamento dos dados de tensão (127) com um sistema de aquisição de dados (130).

11. Método (160), de acordo com a reivindicação 10, caracterizado por compreender ainda após a etapa de processamento dos dados de tensão (127), a etapa de substituição do elemento de carga final (74) se danificado e substituindo quaisquer partes danificadas do conjunto central (46).

12. Método (160), de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pela etapa de instalação do aparelho (30) na máquina de teste (102) compreender o acoplamento de um ou mais dispositivos de nivelamento da carga (92) ao aparelho (30).

13. Método (160), de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo sistema de medição da tensão óptica (120) compreender dois ou mais dispositivos ópticos (122), e a etapa de medição dos dados de tensão compreender o uso de dois ou mais dispositivos ópticos (122) para capturar e escanear medições ópticas (126) em uma pluralidade de locais (152) sobre a amostra de teste (80).

**FIG. 1**

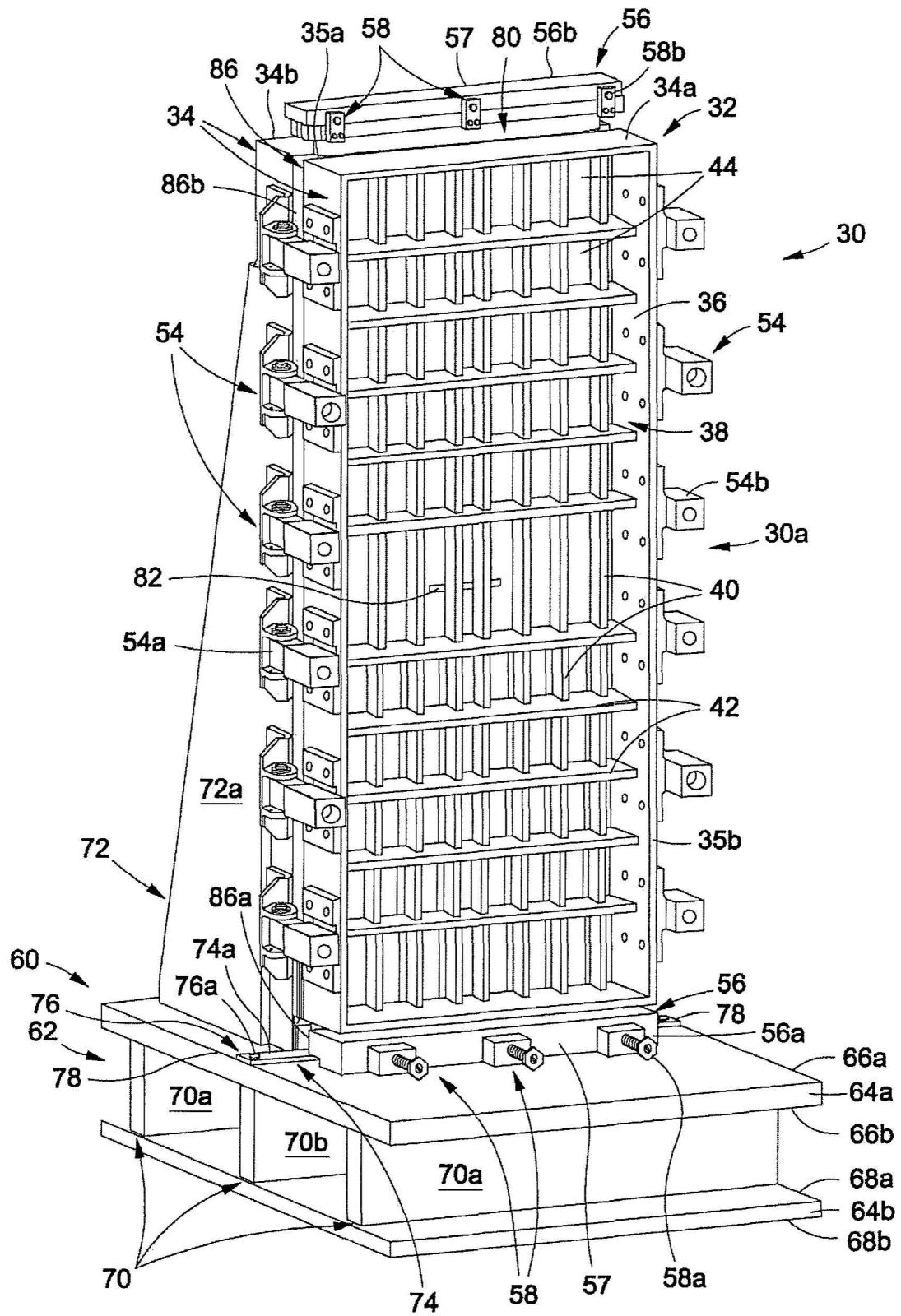


FIG. 2A

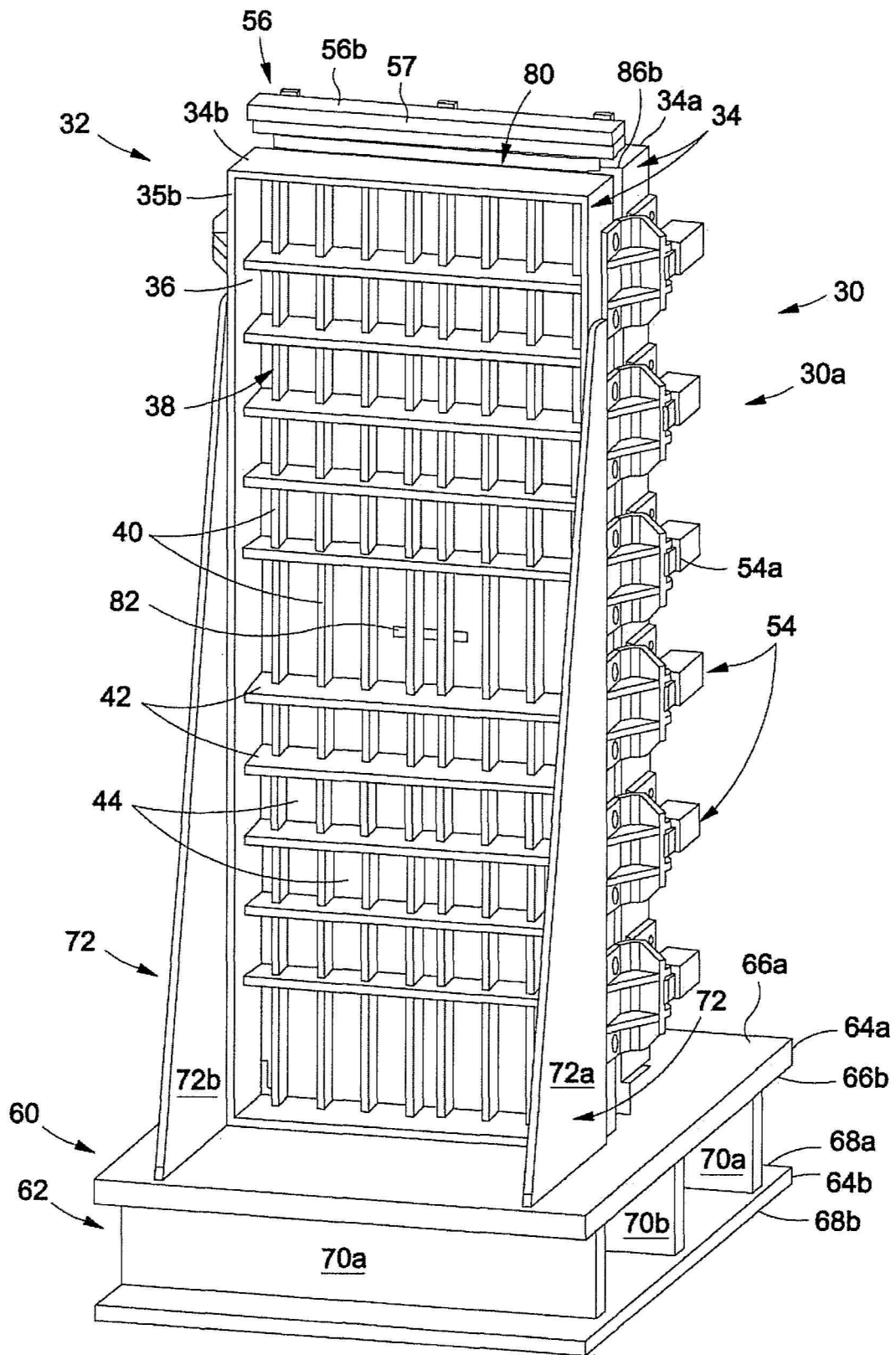
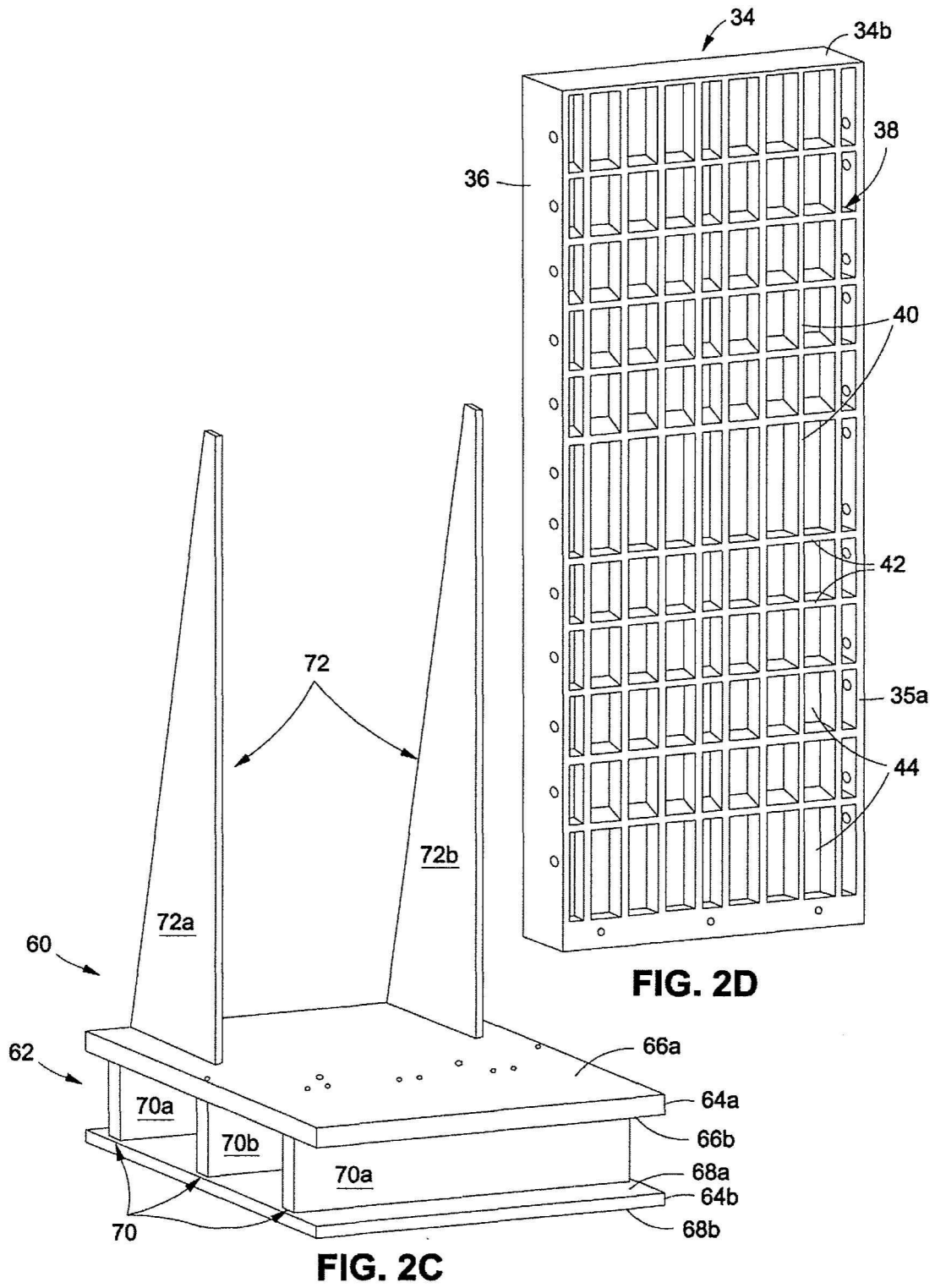


FIG. 2B



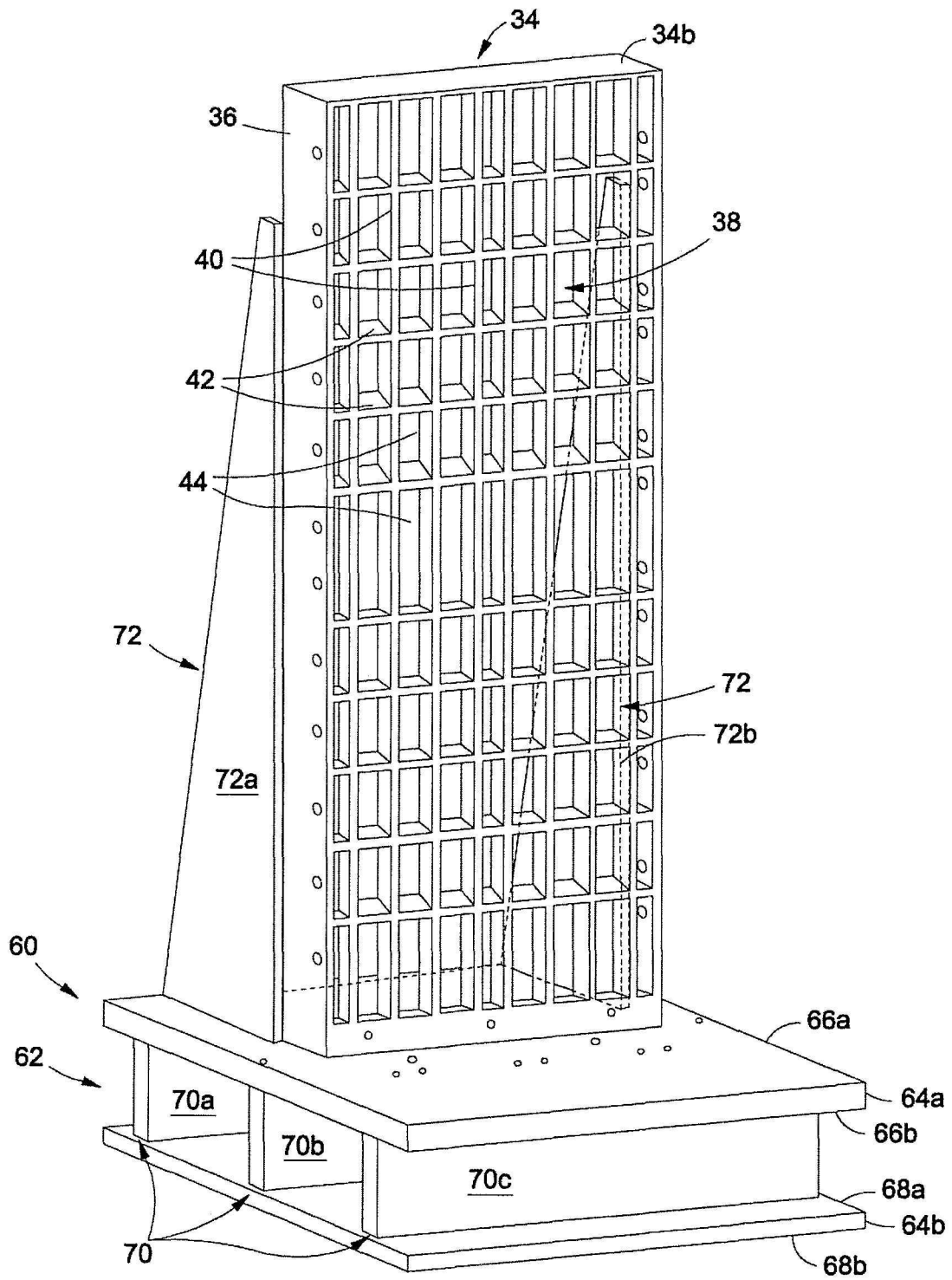


FIG. 2E

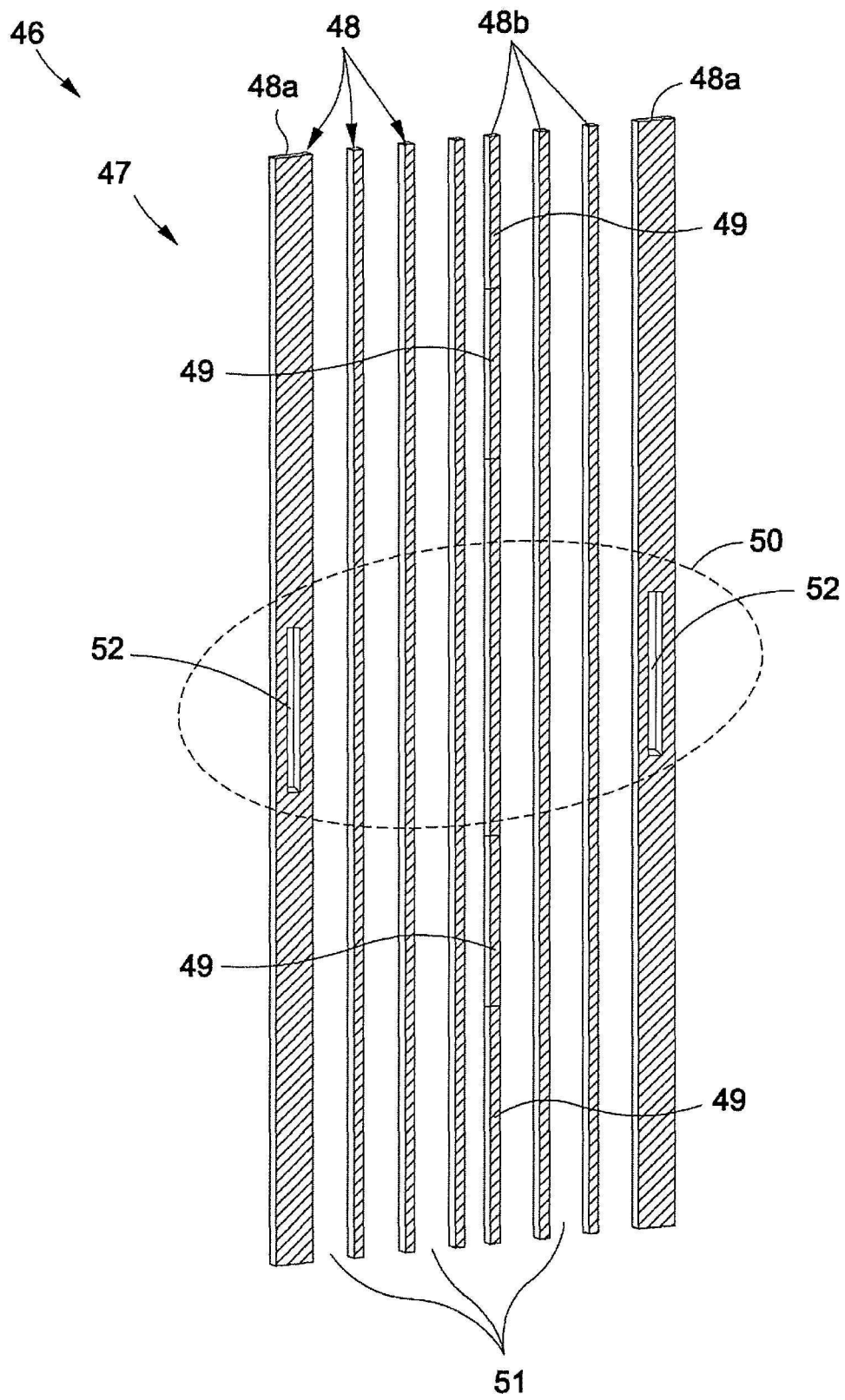
**FIG. 2F**

FIG. 2G

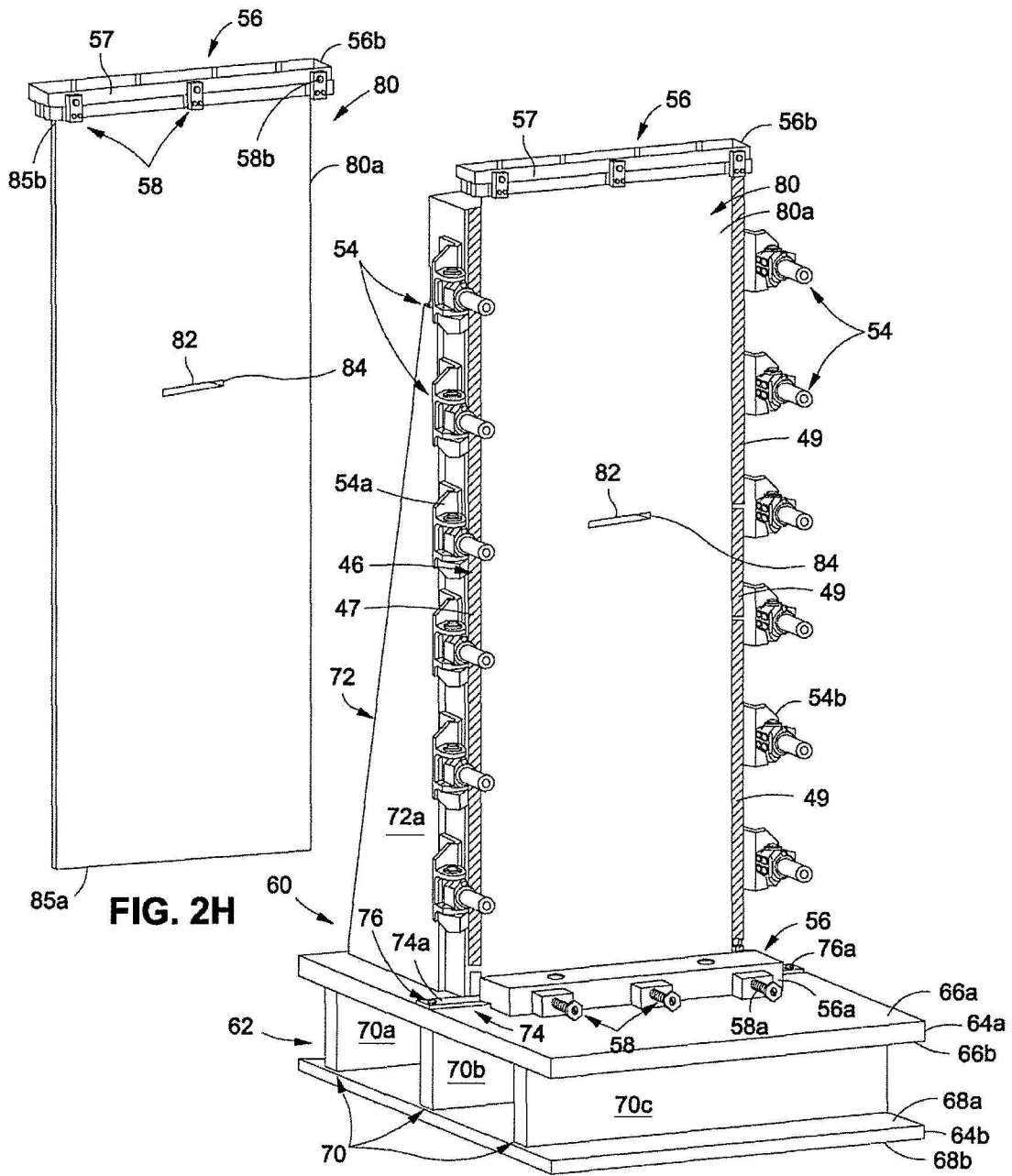


FIG. 2I

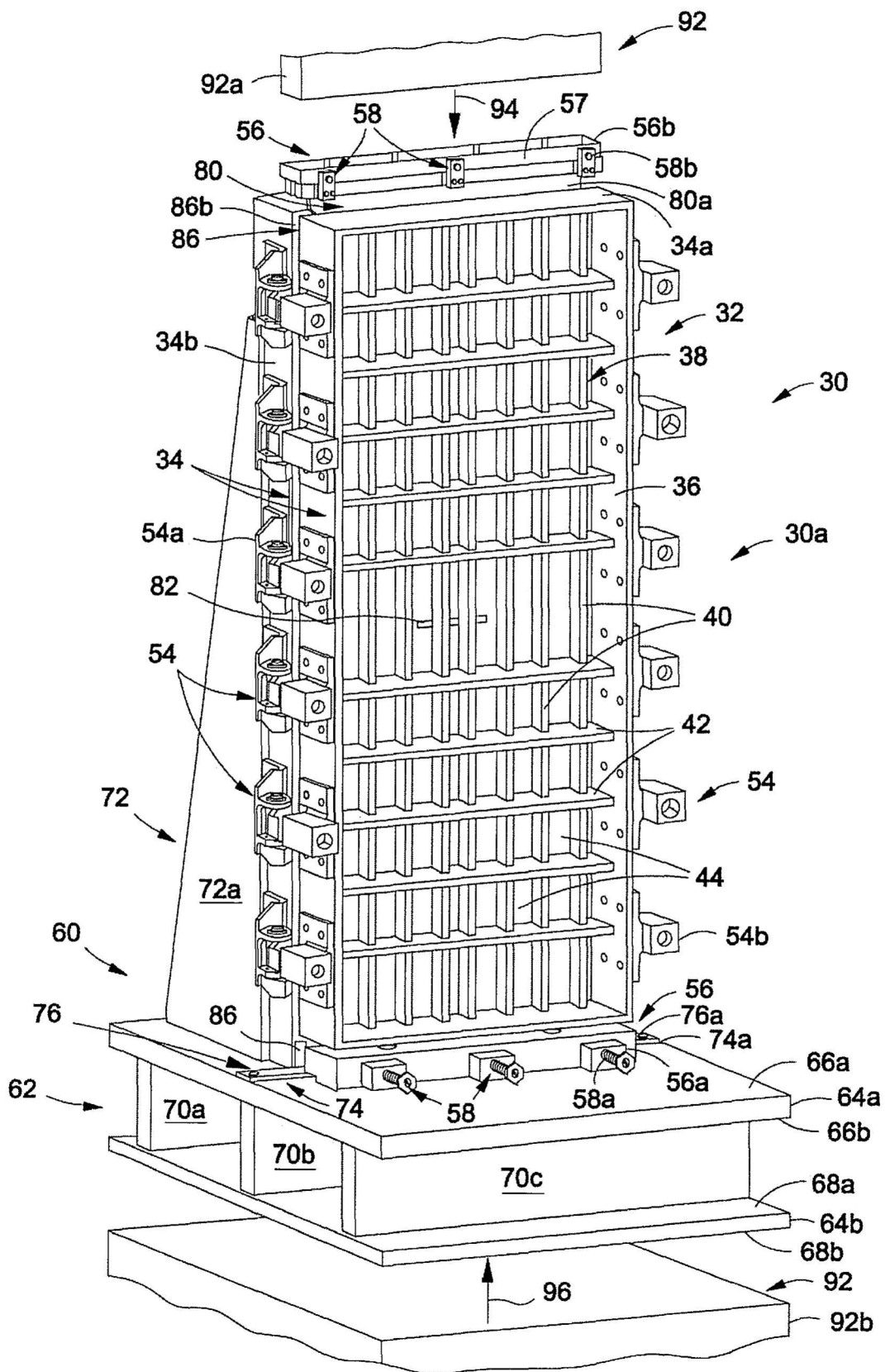


FIG. 2J

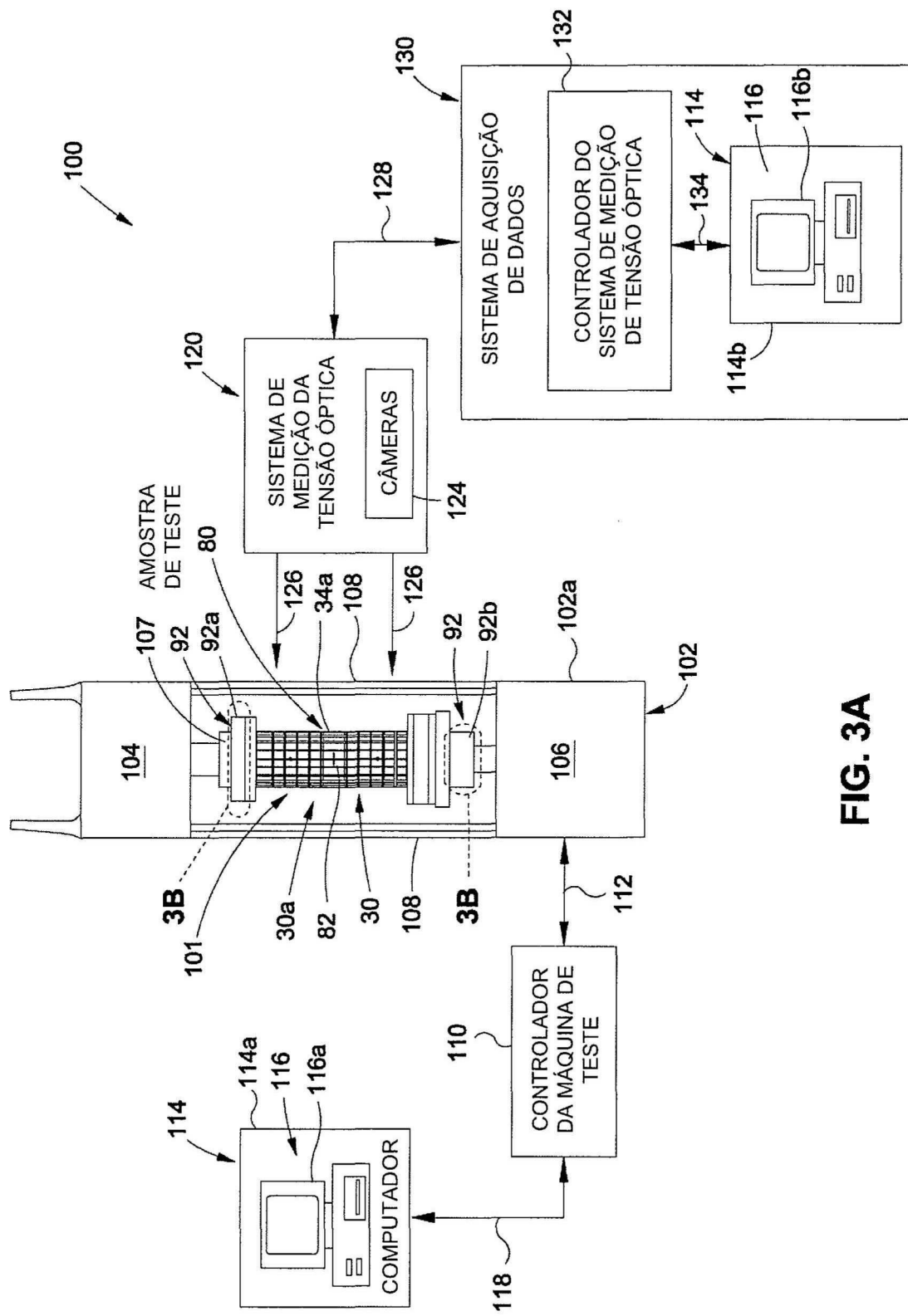


FIG. 3A

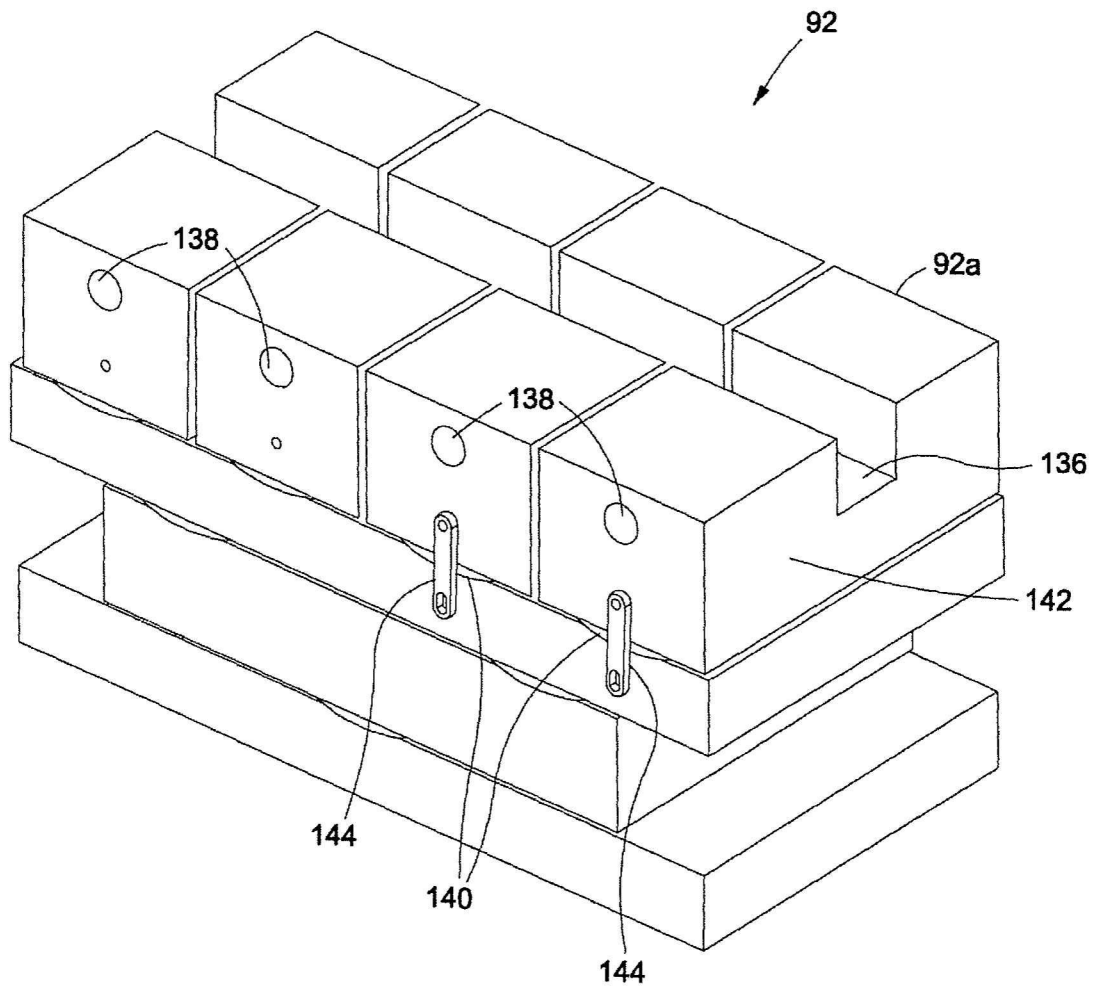


FIG. 3B

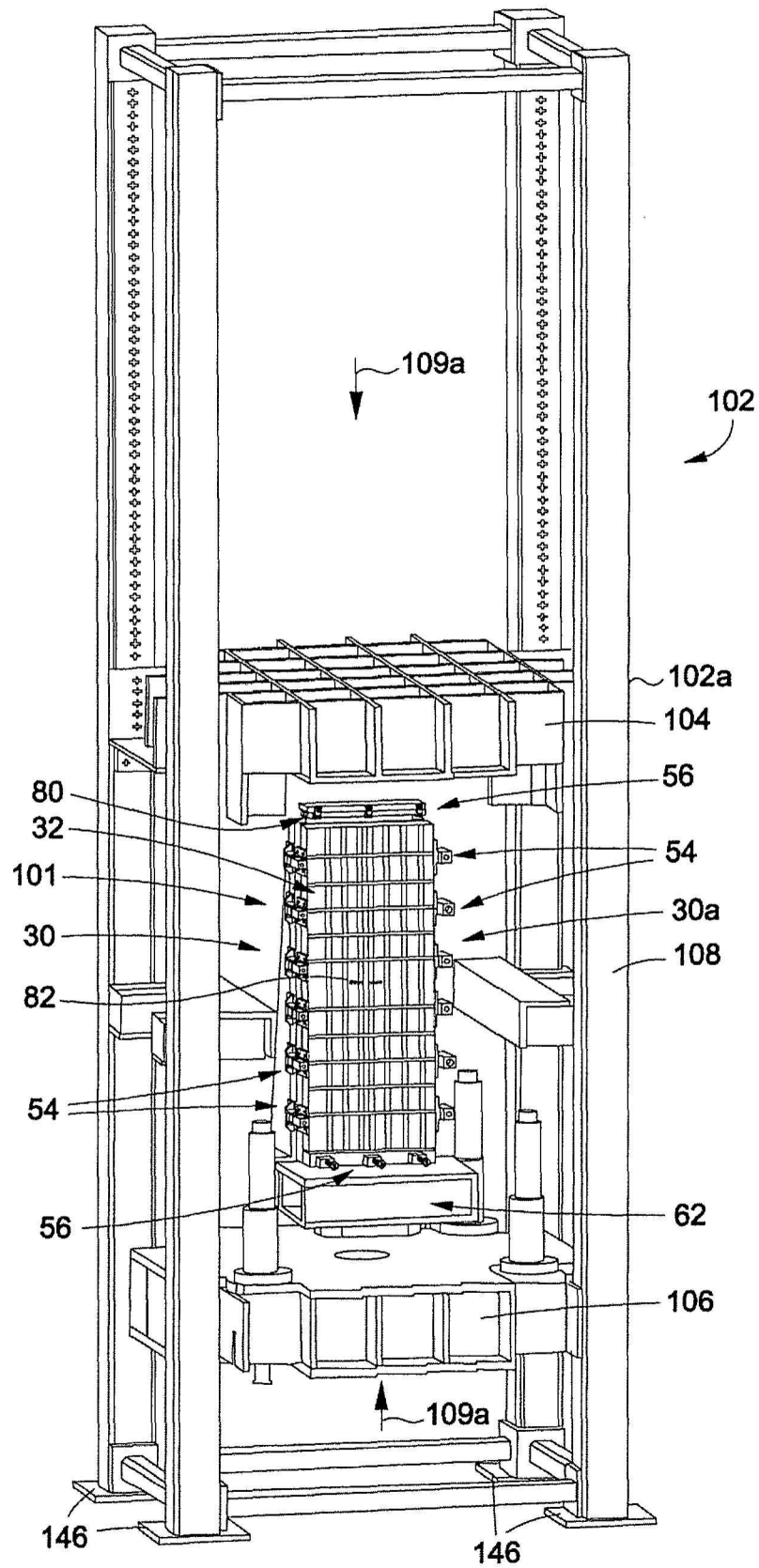


FIG. 3C

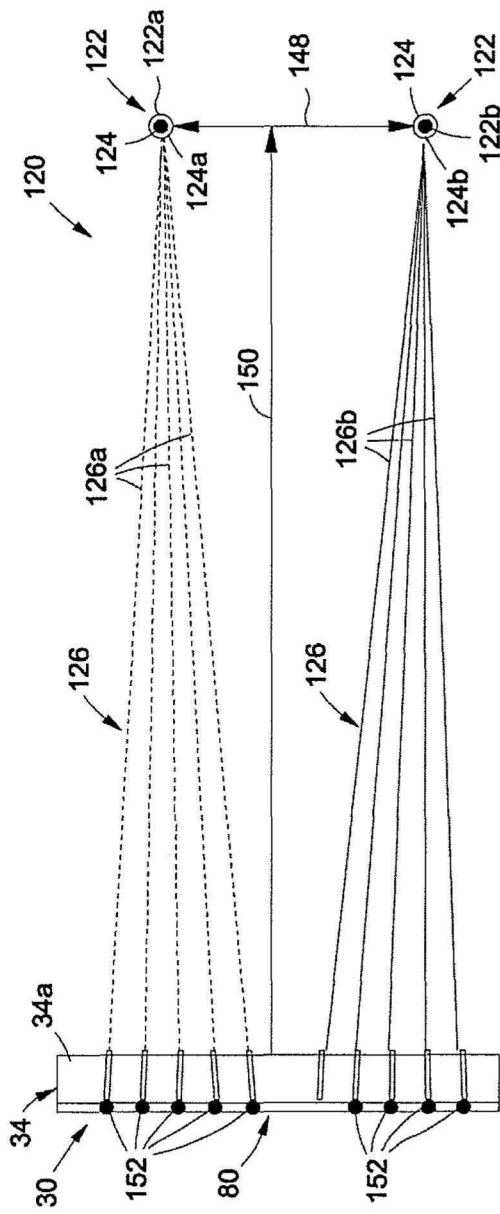


FIG. 4A

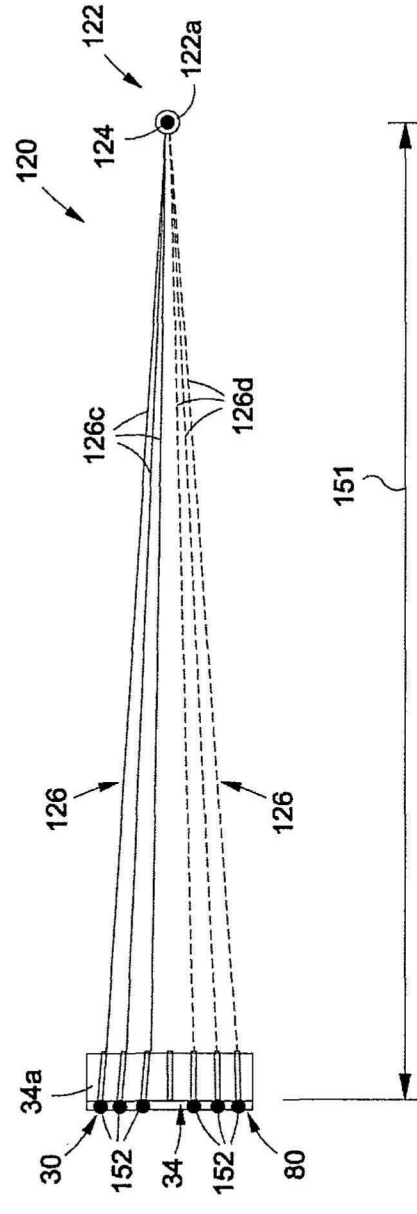
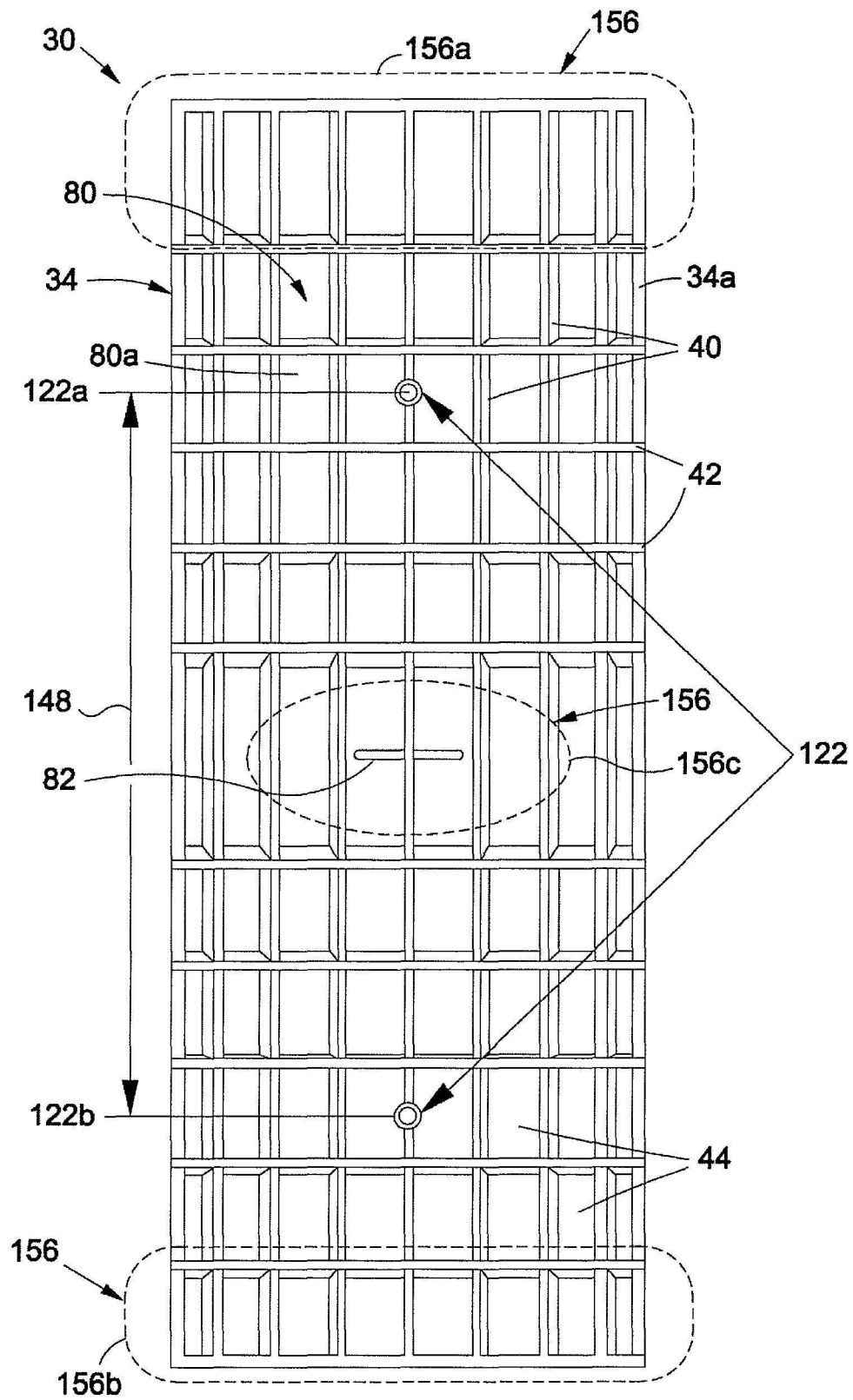


FIG. 4B

**FIG. 4C**

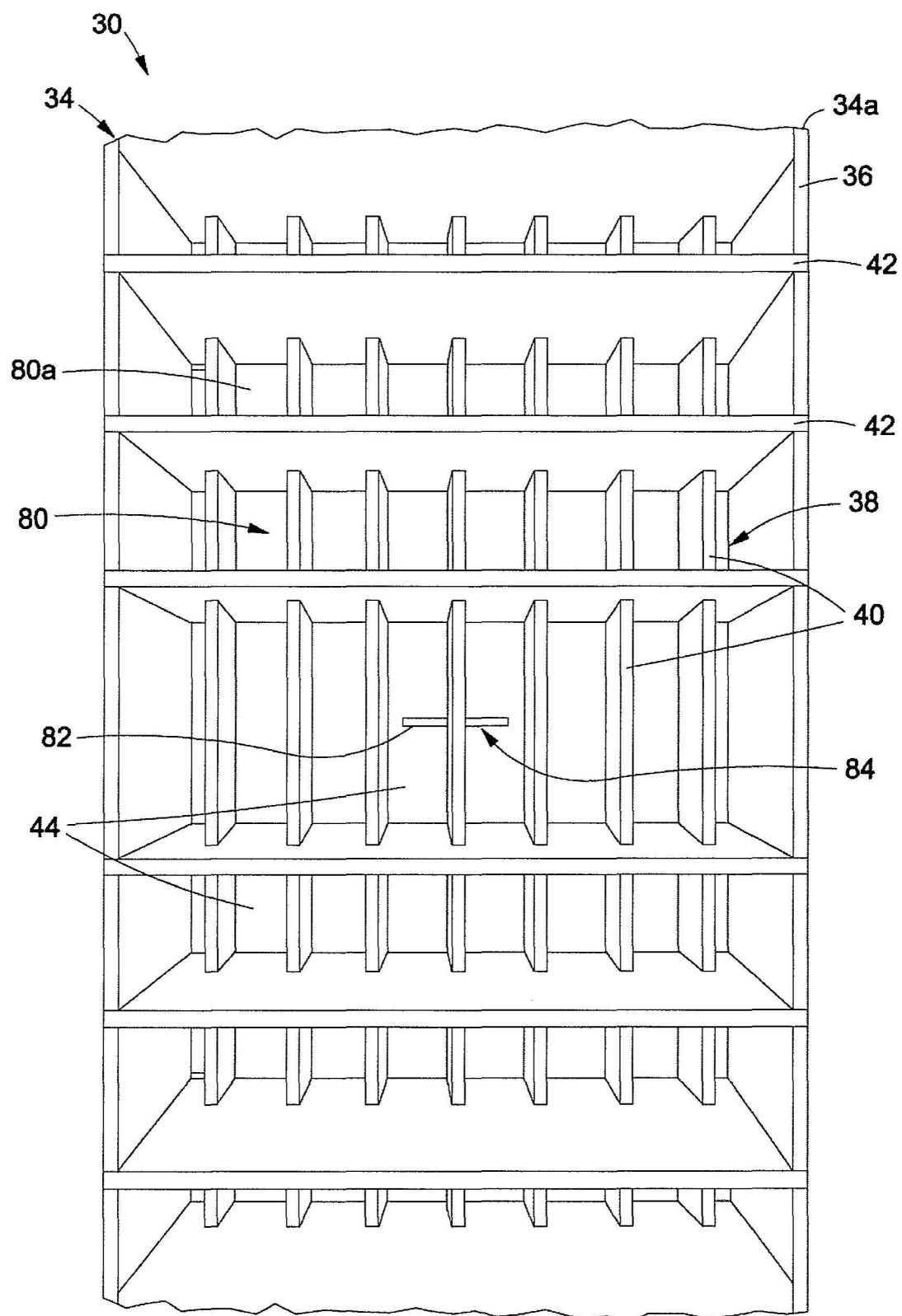


FIG. 4D

SISTEMA 100

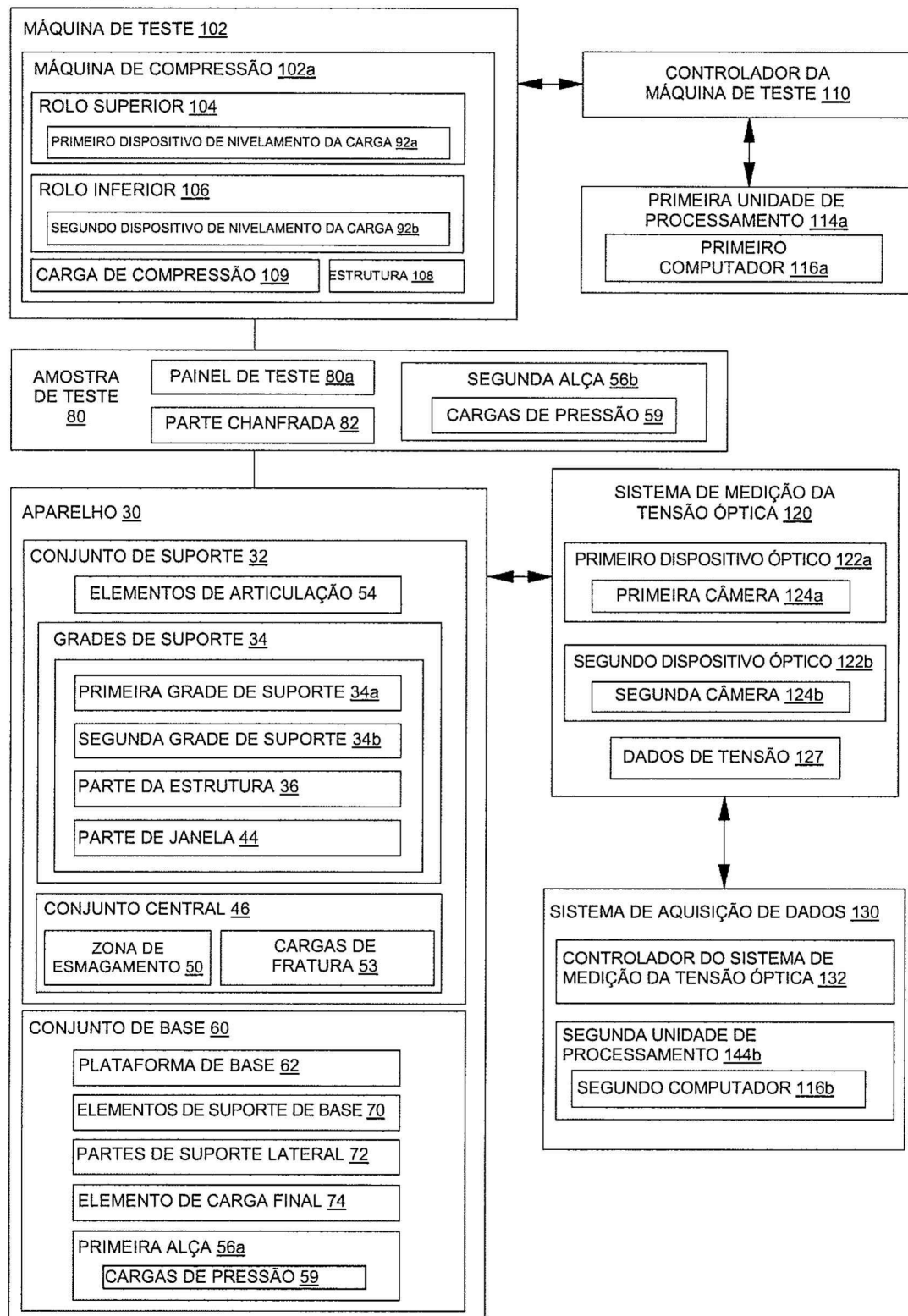


FIG. 5

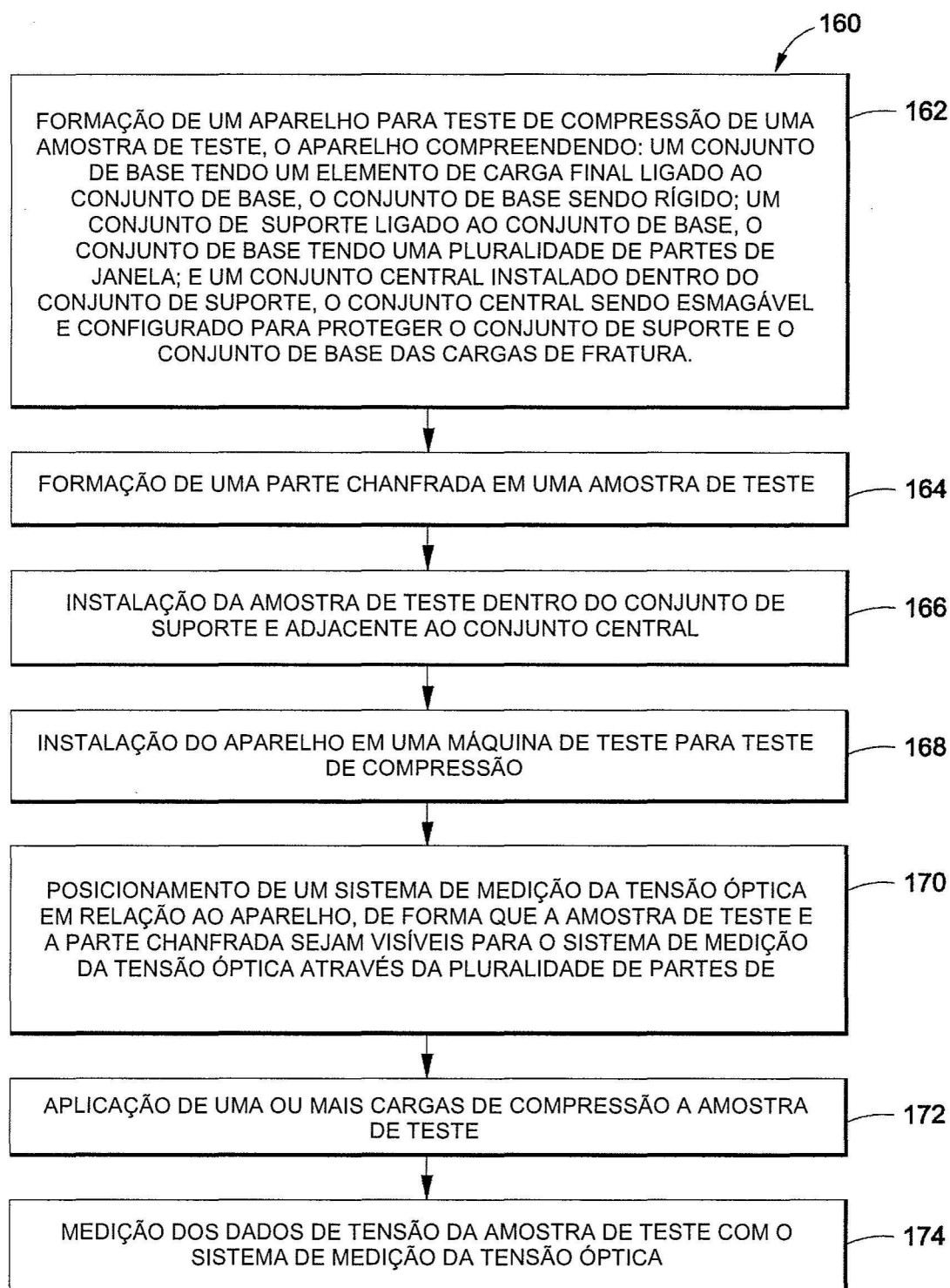


FIG. 6

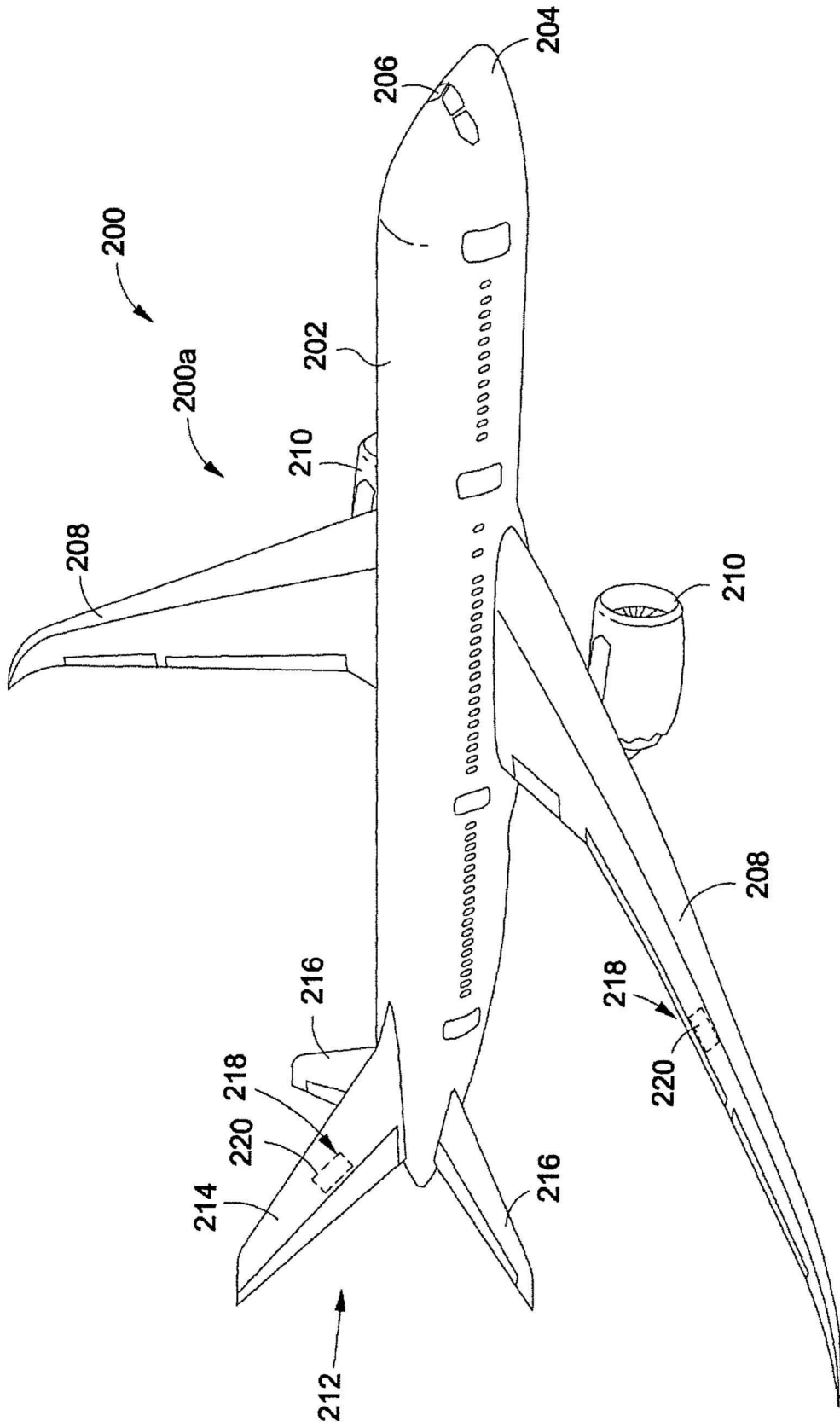
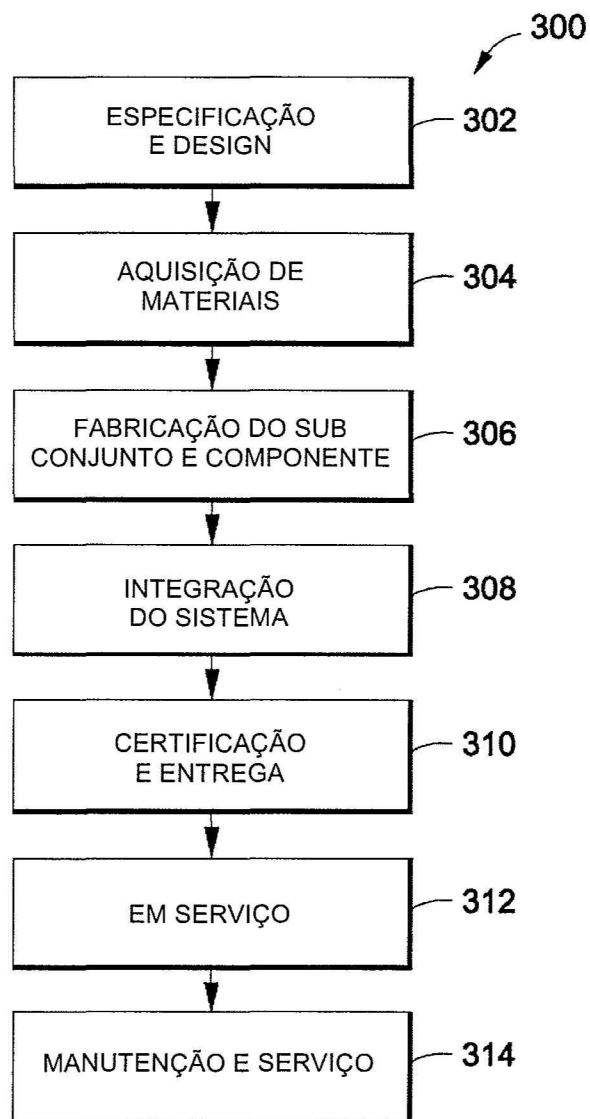
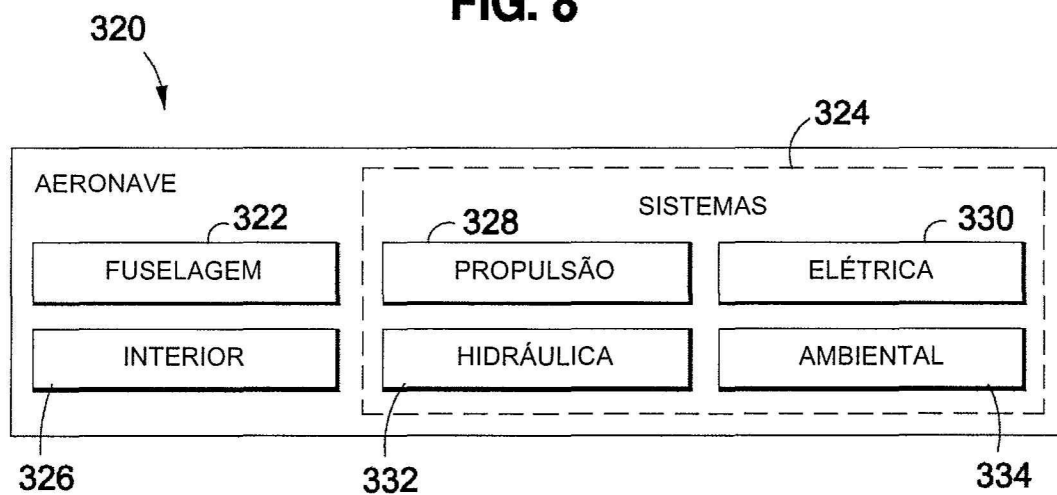


FIG. 7

**FIG. 8****FIG. 9**