



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

(11) PI 0600377-0 B1



(22) Data do Depósito: 14/02/2006

(45) Data de Concessão: 28/05/2019

(54) Título: CASCO FLUTUANTE CIRCULAR

(51) Int.Cl.: B63B 35/44; B63B 3/06; B63B 3/00; B63B 38/00.

(30) Prioridade Unionista: 22/02/2005 US 60/654.994; 29/08/2005 US 11/214.069.

(73) Titular(es): SPARTEC, INC..

(72) Inventor(es): ROBIN M. CONVERSE; YOUNG CHAN PARK.

(57) Resumo: "DISPOSIÇÃO ESTRUTURAL DE CASCO CILÍNDRICO". Uma disposição de construção de casco circular flutuante aperfeiçoada. O casco é dividido em seções por meio de chatas herméticas à água. As chatas são enrijecidas com ângulos ou vigas de bulbo curvadas de modo a formar círculos concêntricos que são, por sua vez, suportados pelas vigas radiais espaçadas em torno das chatas e que se estendem entre os revestimentos interno e externo. Em cada seção, vigas longitudinais espaçadas em um sentido radial em torno do lado interno do revestimento externo terminam nas chatas e se fixam às chatas e não penetram nas chatas. As vigas longitudinais são fixadas às chatas alinhadas com os locais das vigas radiais que se estendem através das chatas para os revestimentos interno e externo. Uma disposição de lastro de painel sobre a circunferência interna do revestimento externo é fixada ao revestimento externo e às vigas longitudinais. As vigas longitudinais espaçadas em torno da circunferência externa do revestimento interno se estendem ao longo do comprimento do revestimento interno e são fixadas às vigas radiais. Com as vigas longitudinais interna e externa ligadas às vigas radiais, são criadas estruturas de resistência ao momento que se dispõem em um sentido radial (...).

“CASCO FLUTUANTE CIRCULAR”

PEDIDOS RELACIONADOS

O presente pedido faz referência e reivindica o benefício do Pedido Provisório Número de Série 60/654.994, depositado em 22 de fevereiro de 2005.

CAMPO E FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se, de modo geral, a estruturas flutuantes em alto-mar e, mais particularmente, a cascos cilíndricos ou seções cilíndricas de cascos.

10 A indústria de petróleo e gás em alto-mar utiliza várias formas de sistemas flutuantes de modo a prover “plataformas” a partir das quais perfurar e produzir hidrocarbonetos em águas profundas para as quais plataformas fixas, armazenamentos de plataforma auto-elevatória, ou outros sistemas assentados ao fundo são comparativamente menos econômicos ou tecnicamente inexecutáveis. Os sistemas flutuantes mais comuns usados para estes fins são as plataformas Spar Buoy, as Plataformas de Perna de Tensão (TLP), as Plataformas Semi-Submergíveis (Semis), e as formas tradicionais de navio (Navios). Todos estes sistemas utilizam alguma forma de construção de chapa de lastro para criar seus cascos. A presente invenção, de modo geral, se aplica a estes sistemas, ou porções destes sistemas, nos quais a seção de chapa de lastro é cilíndrica, no amplo sentido da palavra. Aspectos adicionais da presente invenção se aplicam particularmente a cascos cilíndricos que são circulares em seção transversal. Os cascos cilíndricos circulares são mais comumente característicos das Vergôntes, das Plataformas TLP de

15

20

25

Mono-coluna, e pernas (colunas) das Plataformas do tipo Semis.

Na técnica anterior, as disposições estruturais e métodos de conjunto se baseiam em práticas de desenho de navio desenvolvidas há muitos anos. Nestes sistemas, a chapa de revestimento ou face estrutural é primeiramente de lastro na direção longitudinal do cilindro, geralmente com elementos menores, como, por exemplo, ângulos estruturais ou vigas de bulbo. Esta chapa, enrijecida em uma direção, é em seguida formada em um cilindro completo ou em seção de um cilindro com estes reforçadores paralelos à linha de centro do cilindro. Qualquer que seja a forma, curvada ou chata, o formato do cilindro é preso no lugar usando vigas ou estruturas orientadas no sentido transversal a estes reforçadores longitudinais. Estas estruturas se localizam a intervalos relativamente uniformes a fim de limitar os vãos dos reforçadores a distâncias aceitáveis. Os vãos destas vigas ou estruturas em si podem ser diminuídos usando suportes intermediários, conforme determinado pelo projetista, a fim de otimizar o desenho ao escolher fabricar os suportes extras ao invés de fabricar vigas ou estruturas mais largas para vãos maiores.

O espaçamento dos reforçadores longitudinais se baseia em: 1) uma distância mínima requerida para acesso entre os reforçadores para soldagem à chapa de revestimento (de aproximadamente 55,88 a 66,04 cm (22 a 26 polegadas)), e 2) uma balança entre a espessura da chapa de revestimento e o espaçamento do reforçador para as inspeções de curvatura

de chapa. As estruturas ou vigas transversais aos reforçadores são espaçadas pelo menos a 1,21 m (quatro pés) de distância para acesso de inspeção em serviço e até 2,43 m (oito pés) dependendo de como o engenheiro projetista escolhe equilibrar o tamanho do reforçador ao espaçamento das vigas.

Como em todos os sistemas flutuantes, os cascos cilíndricos são divididos em compartimentos herméticos à água a fim de acomodar quantidades específicas de danos (inundação) sem afundar ou emborcar. Com a exceção de uma versão especializada do conceito de Vergôntea que usa um grupamento de cilindros circulares de um diâmetro menor para criar muitos de seus compartimentos, as seções dos cascos cilíndricos são divididas em compartimentos por chatas e anteparas herméticas à água. Estes termos podem ter significados ligeiramente diferentes em cascos de Vergôntes, uma vez que estes cascos possuem cilindros que flutuam verticalmente em serviço em comparação aos cascos de navio que flutuam horizontalmente. Nas Vergôntes, nas Plataformas TLP, e em outros cascos de coluna de corrente profunda, as chatas são perpendiculares aos reforçadores longitudinais, e as anteparas são paralelas a estes reforçadores, enquanto nos navios, os mesmos são o oposto. As presentes descrições usarão os termos conforme aplicados às Vergôntes e a outros navios com seções cilíndricas orientadas verticalmente.

Com base nas práticas de desenho de navio da técnica anterior, os reforçadores longitudinais são feitos estruturalmente contínuos através das chatas, de modo que os reforçadores possam ser considerados a atuar juntamente em

termos estruturais com a chapa de revestimento ao computar a capacidade de curvatura total para o cilindro. Isto é feito ao fazer os reforçadores passarem continuamente através das chatas ou ao interromper os reforçadores junto às chatas ou
5 ao acrescentar suportes em ambos os lados que substituem a continuidade estrutural que se perdeu na interrupção dos reforçadores. Quando os reforçadores atravessam uma chata, os furos na chata têm de ser fechados até manter a integridade hermética à água da chata. Quando os reforçadores não atra-
10 vessam a chata, um grande número de suportes deve ser acrescentado e estes suportes devem se alinhar no sentido axial através da chata. Ambas as abordagens são muito trabalhosas e, conseqüentemente, muito onerosas.

Nos navios, quando o desenho é muito controlado
15 por cargas a partir da curvatura longitudinal ao invés de a partir da hidrostática, esta continuidade dos reforçadores sobre o comprimento da chapa de revestimento é uma garantia estrutural. Nos 1) cascos de cilindro único, verticalmente orientados, 2) nas Plataformas TLP de múltiplas pernas, e 3)
20 nas Plataformas do tipo Semis com colunas e pontões submersos bem fundo em comparação ao calado do navio, as cargas a partir da hidrostática, ao invés da carga a partir da curvatura longitudinal, controlam grande parte da dimensão da estrutura de casco. Para estes sistemas flutuantes, a conti-
25 nuidade estrutural dos reforçadores, que é tão valiosa em um desenho de navio, não é particularmente valiosa em cascos do tipo não navio. No entanto, na técnica anterior, esta diferença fundamental nas cargas não se reflete no desenho da

Vergôntea ou em cascos cilíndricos similares.

As Figuras 1 e 2 ilustram seções transversais de uma disposição de construção de casco de Vergôntea, cilíndrica, da técnica anterior. Um poço de centro inundado, de lado chato 100 que é quadrado ou retangular em formato é provido de modo a acomodar um arranjo regular de tubos ascendentes. As anteparas radiais 180 ligam as arestas do poço de centro 100 ao revestimento cilíndrico externo e se estendem pelo comprimento total do cilindro. Os reforçadores longitudinais 120 do revestimento externo, do revestimento do poço de centro, e dos revestimentos das anteparas radiais são contínuos e atravessam as vigas 140, e também as chatas 160 que separam o cilindro em compartimentos herméticos à água. Uma vez que os compartimentos devem ser herméticos à água, qualquer passagem provida nas chapas 160 para permitir a continuidade dos reforçadores longitudinais 120 deve ser vedada após conjunto. Isto requer uma grande quantidade de trabalho e também aumenta o risco de um vazamento devido ao grande número de áreas que devem ser vedadas por meio de soldagem.

As anteparas radiais 180 criam pontos muito rígidos de suporte para as vigas 140 sobre o revestimento externo. Sob a carga dominante, que é hidrostática, estes suportes inadvertidamente fazem com que estas vigas atuem como elementos de curvatura que se estendem entre estes suportes e, no caso de cilindros circulares, impedem que as mesmas atuem de uma forma mais eficiente como anéis em compressão. Uma vez que as vigas 140 são atuantes em uma "ação de viga"

ao invés de atuar como anéis de compressão, a capacidade da chapa de revestimento nos cilindros circulares para suportar cargas hidrostáticas é também muito sub-utilizada, uma vez que apenas parte da chapa é eficaz como o flange de compressão das vigas ("largura efetiva").

Os lados retos 200 do poço de centro 100 necessariamente fazem com que as vigas 140 do poço de centro 100 atuem como elementos de curvatura sob as cargas hidrostáticas dominantes. As anteparas radiais 180 em si vêem apenas a carga hidrostática nas circunstâncias em que um compartimento adjacente enche, mas, em tais circunstâncias, as vigas também atuam como elementos de curvatura que se estendem entre o revestimento do poço de centro e o revestimento externo. Todas as vigas para estes revestimentos e anteparas devem ser localizar no mesmo plano horizontal de modo que suas terminações finais possam ser amarradas juntas a fim de prover uma continuidade estrutural. Conseqüentemente, estas terminações finais possuem transições curvadas complexas nas quais as mesmas se juntam umas às outras. Estas transições muito trabalhosas são requeridas a fim de mitigar as tensões de "ponto quente" nestes locais altamente carregados, mas as mesmas apenas reduzem, sem eliminar, a extensão destas tensões. Como um resultado, são normalmente incluídas chapas de inserção trabalhosas adicionais nas esteiras de viga a fim de reduzir as tensões de ponto quente remanescentes a valores abaixo tensão permissíveis. "Suportes de desengate" 220 (treliça lateral do tipo cantoneira fora de plano para as vigas) são adicionados a fim de escorar as vigas contra cur-

vatura torcional.

A disposição do quadro estrutural para cascos cilíndricos na técnica anterior impacta diretamente o plano para a fabricação de sub-conjuntos e a içamento do casco inteiro. Nos cascos de Vergôntea da técnica anterior, os tanques cilíndricos são divididos em seções (sub-conjuntos), tanto no plano (com anteparas radiais) como longitudinalmente (com chatas). Estas porções do cilindro são pré-fabricadas em bastidores e em seguida movidas para o local de conjunto final, onde as mesmas são ligadas a fim de produzir seções circulares completas. Estes sub-conjuntos são normalmente construídas, por seu lado, basicamente para usar o peso da seção a fim de conformar o revestimento externo à curvatura do bastidor ou forma. Estes sub-conjuntos são removidas dos bastidores em um estado avançado do término estruturais e giradas cento e oitenta graus a fim de completar o pré-encaixe sobre o revestimento externo e em seguida giradas mais uma vez para serem juntadas ao cilindro de casco, que é montado por seu lado. As colunas cilíndricas para as Plataformas Semis e para as Plataformas TLP são normalmente montadas verticalmente, enquanto os cilindros de pontão para as Plataformas Semis e os cilindros para as Vergônteadas são normalmente montados horizontalmente. O conjunto dos cilindros quando são suportados por seu lado pelos suportes de fabricação requer que os sub-conjuntos sejam muito rígidas a fim de evitar uma distorção inaceitável da seção inferior quando as demais seções acima da seção inferior são adicionadas. Enquanto estas seções são naturalmente muito rígidas

quando feitas como quadrantes nos bastidores e, deste modo, suscetíveis às cargas do conjunto horizontal, esta rigidez trabalha contra a necessidade de flexibilidade para encaixar as seções entre si. O resultado é uma contradição nas exigências de rigidez de manuseio de içamento versus encaixe, o
5 que complica o processo de conjunto.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

A presente invenção trata das falhas na técnica conhecida por meio da provisão de uma estrutura mais simplificada e da mudança das trajetórias de carga na estrutura principal a fim de utilizar a capacidade de suporte de carga nas chatas que não era utilizada na técnica conhecida.
10

A presente invenção provê uma disposição de construção de casco circular flutuante aperfeiçoada. O casco é dividido em seções por meio de chatas herméticas à água. Em cada seção, vigas longitudinais espaçadas no sentido radial em torno do lado interno do revestimento externo terminam antes de atingir as chatas e nas chatas e não penetram nas chatas. Uma extremidade das vigas longitudinais é fixada às
15 vigas radiais que se estendem através das chatas para os revestimentos interno e externo e as outras extremidades são fixadas às chatas diretamente em linha com as vigas radiais. Uma disposição de fixação de painel sobre a circunferência interna do revestimento externo é fixada ao revestimento externo e às vigas longitudinais. As vigas longitudinais espaçadas ao redor da circunferência externa do revestimento interno se estendem ao longo do comprimento do revestimento interno e são fixadas às vigas radiais e à chata da mesma
20
25

maneira que as vigas longitudinais sobre o revestimento externo. As chatas são enrijecidas com ângulos ou vigas de bulbo a fim de formar círculos concêntricos que são, por sua vez, suportados pelas vigas radiais espaçadas em torno das chatas e se estendem entre os revestimentos interno e externo. Os compartimentos são montados com as seções circulares em uma orientação vertical a fim de minimizar a distorção de peso próprio durante a içamento. As seções circulares completadas giram para o lado horizontal para serem ligadas às demais seções de modo a formar um cilindro completo.

Os vários aspectos de novidade que caracterizam a presente invenção são destacados com particularidade nas reivindicações em anexo e que fazem parte desta apresentação. Para um melhor entendimento da presente invenção, e das vantagens de custo ligadas ao seu uso, faz-se referência aos desenhos em anexo e à matéria descritiva, que fazem parte desta apresentação, na qual uma modalidade preferida é ilustrada.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Nos desenhos em anexo que fazem parte deste relatório descritivo e nos quais numerais de referência mostrados nos desenhos designam partes similares ou correspondentes através dos mesmos:

As Figuras 1 e 2 ilustram vistas em seção transversal da disposição de casco da técnica anterior em diferentes níveis.

A Figura 3 ilustra um casco cilíndrico de acordo com a presente invenção.

A Figura 4 ilustra um casco cilíndrico de acordo com a presente invenção.

As Figuras 5 e 6 ilustram vistas em seção transversal da presente invenção.

5 A Figura 7 ilustra uma estrutura radial para um compartimento compreendido de vigas longitudinais e vigas radiais.

A Figura 8 ilustra uma porção do lastro do revestimento externo entre duas chatas.

10 A Figura 9 ilustra a ligação detalhada das vigas longitudinais e das vigas radiais no revestimento externo e no revestimento de poço de centro.

As Figuras 10A e B ilustram o conjunto do revestimento externo, da viga longitudinal com a chata de um compartimento e a ligação de um compartimento a outro.

A Figura 11 ilustra um compartimento completo com o lastro completo no lugar.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

A Figura 3 é uma vista em elevação lateral de um
20 casco cilíndrico 10 de acordo com a presente invenção que é usada em conjunto com uma estrutura de espaço aberto inferior ou seção de viga mestra 12. A combinação de um casco superior flutuante com uma estrutura de espaço aberto é apresentada na Patente U.S. No. 5.558.467. O exterior do casco
25 10 tem a mesma aparência dos cascos flutuantes construídos de acordo com a técnica conhecida. A disposição estrutural da presente invenção é ilustrada nas Figuras 4 a 11. O casco 10 é essencialmente formado a partir de uma pluralidade de

seções cilíndricas fixadas entre si de ponta a ponta. Com exceção do tamanho de alguns componentes internos que dependem da profundidade de água de cada seção, a construção interna de cada seção é essencialmente igual a partir do ponto de vista da engenharia. Enquanto um casco flutuante cilíndrico pode ser formado de seções tendo uma construção interna diferente, é preferível, de um ponto de vista de custo e eficiência, que todas as seções sejam feitas usando o mesmo tipo interno de construção.

10 Levando em consideração a opção de construção, o conceito inventivo é direcionado a se ter pelo menos uma seção, e de preferência todas as seções, do casco 10 compreendidas de uma chapa circular chata 221 tendo um corte circular central 219, lastros 223, vigas radiais 228, um revestimento interno 222, vigas longitudinais 224, um revestimento
15 externo 225, vigas longitudinais 227, e uma disposição de enrijecimento de painel secundária 226.

 A chapa circular chata 221 (Figuras 5 e 6) é feita de múltiplas peças de metal ou cortada no formato a partir
20 de uma única peça grande de metal. A chapa circular chata 221 é posicionada sobre suportes que são adequados para a construção da seção de casco. A chapa circular chata tem um corte circular central 219 e pode também ser provida com um segundo corte circular 231 para uso como um eixo de acesso
25 232. Os lastros 223 (Figuras 5, 7, 9, 11), que são de preferência curvados de modo a ficarem concêntricos com a chapa 221, são posicionados sobre a chapa 221 e soldados no lugar por qualquer meio adequado, como, por exemplo, unidades de

soldagem semi-automáticas manuais ou do tipo trilha. Isto oferece a vantagem de todos os lastros cruzarem todas as vigas radiais em uma orientação perpendicular, o que facilita a soldagem dos lastros às vigas radiais. Uma outra vantagem de se usar lastros curvados é a igualação dos vãos da chapa chata entre os lastros e entre os lastros e os revestimentos interno e externo. É preferível que todas as seções dos lastros 223 sejam colocadas de tal forma que as juntas necessárias à formação de um lastro contínuo 233 não se sobreponham no sentido radial. As vigas radiais 228 (Figuras 4, 5, 7, 9 a 11), que são providas com espaços abertos de modo a receber os lastros 223, são posicionadas sobre a chapa 221 e soldadas na chapa 221 e aos lastros 223. As vigas radiais 228 são de preferência providas com um flange rigidamente fixado à borda das vigas para fins de lastro. Em um momento determinado pelo fabricante, um eixo de acesso tubular 232 é posicionado no corte 231 e soldado na chapa chata 221 e nas vigas radiais apropriadas 228 de modo a formara uma vedação hermética à água entre o eixo e chapa chata e suportar o peso do eixo de acesso durante o serviço.

A fim de facilitar o acesso, é preferível que o revestimento interno 222 seja formado e fixado à chapa chata 221 antes de o revestimento externo 225 ser completado.

O metal que formará o revestimento interno 222 é cortado em seções no comprimento de uma porção da circunferência (tipicamente de $1/8$ a $1/3$) e de preferência na altura (largura) de uma chapa laminada. A porção da altura da seção de casco e da circunferência dependerá do fabricante. A peça

de metal é mecanicamente laminada na circunferência do revestimento interno e disposta sobre uma forma de bastidor que corresponde à curvatura do revestimento interno. Peças de metal adicionais, se necessárias, são colocadas sobre a forma de bastidor e soldadas juntas de modo a formar a altura de uma seção de casco. As vigas longitudinais 224 são em seguida posicionadas sobre a peça de metal e soldadas no lugar. As seções restantes do revestimento interno são formadas de uma maneira similar.

Uma seção de revestimento interno é levantada, tendo uma de suas extremidades adjacente à chapa chata 221 e às vigas longitudinais 224 alinhadas com as vigas radiais 228, alinhadas e chumbadas na chapa chata 221, e a seção de revestimento é soldada na chapa chata de modo a formar uma vedação hermética à água. As vigas longitudinais 224 são também soldadas às vigas radiais 228. As seções restantes do revestimento interno são posicionadas e soldadas no lugar de uma maneira similar de modo a completar o revestimento interno. As seções que formam o revestimento interno são unidas entre si por meio de soldagem de modo a formar uma vedação hermética à água.

A chapa de metal que formará o revestimento interno 225 é cortada em pedaços que são ligados entre si de preferência de modo a formar uma chapa na altura de uma seção de casco completa ou parcial e uma porção da circunferência (normalmente de $1/8$ a $1/3$). As vigas longitudinais 227 podem ser posicionadas e soldadas no lugar enquanto a chapa de metal fica na posição plana. As porções longitudinais da dis-

posição de enrijecimento de painel secundária 226 podem também ser posicionadas e soldadas no lugar neste momento. As bordas superior e inferior da chapa de metal são colocadas sobre uma forma de bastidor que tem a curvatura desejada do revestimento externo. O peso da chapa forma a chapa à curvatura do revestimento externo sobre o bastidor com pouca ou nenhuma força adicional. As porções da disposição de enrijecimento de painel secundária 226 que seguem a circunferência interna do revestimento externo (melhor observado na Figura 8) são em seguida posicionadas e soldadas no lugar.

Uma porção do revestimento externo é levantada no lugar, tendo uma de suas extremidades adjacente à borda externa da chapa chata 221 e às vigas longitudinais 227 alinhadas com as vigas radiais 228. (Figuras 10A e 10B). A chapa de metal é soldada na chapa chata de modo a formar uma vedação hermética à água e as vigas longitudinais 227 são soldadas nas vigas radiais 228. As seções restantes que formam o revestimento externo são posicionadas e soldadas no lugar. As seções que formam o revestimento externo são unidas entre si por meio de soldagem de modo a formar uma vedação hermética à água. A Figura 11 ilustra uma seção de casco completa.

Aparelhos acessórios, tais como, cintas de casco externas ou escadas de acesso internas são adicionados a qualquer momento durante a pré-fabricação e sequências de içamento conforme o fabricante considere desejável para a estrutura e quando mais eficaz para o processo de construção.

Para ligar uma seção do casco à seguinte, um conjunto de escora de içamento temporária (não mostrada), similar aos raios de uma roda de bicicleta, é colocada entre o revestimento interno e o revestimento externo na extremidade oposta da chapa chata. A seção construída é ajustada sobre 5 embarcadouros e girada de modo que o eixo geométrico longitudinal da seção de casco fique em uma posição horizontal e colocado adjacente a uma seção de casco previamente construída que também fica em uma posição horizontal. O fim da seção de casco com a chata é colocado em seguida próximo da 10 extremidade da seção de casco adjacente onde o conjunto de escora se localiza. As duas seções se movimentam juntas e em seguida o revestimento externo, o revestimento interno, e as chapas de revestimento do eixo de acesso são soldados entre si. O processo se repete de modo a formar o casco desejado. 15

A presente invenção provê inúmeras vantagens.

As anteparas radiais são eliminadas completamente, com exceção do compartimento mais superior por ter o cilindro compartimentado somente com as chatas 221. Quer estas 20 divisões de compartimento sejam chamadas chatas ou anteparas depende da orientação do cilindro em serviço. Nesta apresentação, são referidas as divisões que são perpendiculares ao eixo geométrico do cilindro, deste modo os elementos que são “longitudinais” são paralelos ao eixo geométrico do cilindro. 25

As chapas de revestimento dos revestimentos interno e externo 222, 225 são enrijecidas usando-se uma disposição estrutural na qual os elementos de lastro primários são

as vigas 224, 227 que se estendem em um sentido longitudinal entre as chatas 221 que se localizam de modo a subdividirem o casco em compartimentos. Estas vigas longitudinais 224, 227 realizam as duas funções principais de liberar a carga
5 coletada da chapa de revestimento e sua disposição de enrijecimento de painel secundária 226 de ângulos e anéis intermediários / vigas diretamente para as chatas 221 e diretamente aumentando a capacidade das chapas de revestimento para transportar as cargas axiais globais em cada seção de
10 casco.

Esta disposição contrasta com a disposição de lastro tradicional para cilindros, a qual utiliza anéis e estruturas em anel, localizadas em planos paralelos às chatas / anteparas, a fim de coletar as cargas da chapa de revestimento e do lastro de painel secundária. No esquema estrutura
15 em anel, as cargas externas sobre a chapa de revestimento que são coletadas pelas estruturas em anel são distribuídas através e em torno de cada nível de estrutura em anel, de uma forma relativamente independente das cargas sobre os níveis de estrutura em anel ou chatas. Na técnica anterior,
20 uma chata simplesmente substitui uma estrutura em anel, na qual uma divisão em compartimentos é necessária para que a carga primária sobre a chata seja de uma hidrostática perpendicular à superfície de cada chata.

25 Na disposição de viga longitudinal da presente invenção, as cargas externas sobre a chapa de revestimento são coletadas pelo lastro de painel secundária 226 ou diretamente da chapa de revestimento, de modo geral similar à técnica

anterior, mas, ao invés das vigas 224, 227 que atuam independentemente das chatas 221, as cargas de painel externo são liberadas pelas vigas diretamente para as chatas 221 em cada extremidade destas vigas 224, 227. As cargas nas extremidades das vigas 224, 227 são significantes, mas as chatas 221 possuem inerentemente uma capacidade muito grande de transportar cargas no plano de sua chapa de lastro, como, por exemplo, as cargas das vigas 224, 227. Ao incorporar as chatas de lastro cilíndricas no esquema estrutural global, a grande capacidade de reserva das chatas 221 no plano horizontal (não utilizada na técnica anterior) é mobilizada com pouco custo ou sem nenhum custo adicionado, enquanto a capacidade das chatas 221 para subdividir o casco em compartimentos e transportar as cargas de desenho hidrostático associadas não é afetada pelas cargas adicionais das vigas 224, 227.

No esquema da presente invenção, cada extremidade de cada viga longitudinal 224, 227 fica alinhada com uma viga radial 228 sobre a chata 221 diretamente acima ou abaixo da viga 224, 227. Através das fixações simples 238 mostradas nos desenhos, as vigas longitudinais 224, 227 combinam com as vigas radiais 228 de modo a formarem quadros estruturais de resistência ao momento 230 que são orientados em um padrão radial uniforme em torno de cada compartimento.

Os reforçadores de painel secundária longitudinais (ângulos ou vigas de bulbo) 226 ao longo do comprimento do revestimento externo e localizados entre as vigas longitudinais 224, 227 terminam na face de uma chata 221 ou antes da

chata 221 de tal modo que os reforçadores 226 fiquem intencionalmente não contínuos em termos estruturais através das chatas 221. Isto elimina a prática de se penetrar as chatas com os reforçadores ou de se adicionar suportes sobre cada lado da chata a fim de criar uma continuidade estrutural. Sendo assim, a função dos reforçadores 226 torna-se especializada para atuar somente no sentido de aumentar a capacidade de curvatura da chapa de revestimento externo e não tem a função adicional de contribuir para a área em seção transversal efetiva do cilindro 222 no sentido de transportar tensões axiais e de curvatura. O aumento da chapa de revestimento axial e da capacidade de curvatura é feito por meio das vigas longitudinais 224, 227. O fato de se ter apenas uma função especializada como um reforçador de curvatura simplifica muito a fabricação dos reforçadores 226, tendo em vista não se ter mais a necessidade de se alinhar os mesmos e de se produzir os mesmos estruturalmente contínuos através de cada chata 221.

O poço de centro de fundo aberto (inundado) 218 é circular ao invés de retangular e, sem as anteparas radiais, sua chapa de revestimento abaixo da linha de água fica livre para sempre atuar em tensão a partir das cargas hidrostáticas da água contida no seu interior. O uso de vigas longitudinais 224, 227 sobre este revestimento completa as estruturas radiais e garante que o poço de centro tenha uma significativa capacidade extra de curvatura.

A disposição das vigas primárias no sentido longitudinal apresenta diversas vantagens:

1) Faz uso da grande capacidade “no plano” das chatas 221, que era inutilizada na técnica anterior, para transportar e equilibrar as cargas hidrostáticas externas sobre cada seção de casco. Isto resulta diretamente em um
5 uso mais eficaz do material de aço.

2) Permite que as vigas maiores fiquem retas ao invés de curvadas ou parcialmente curvadas. Estas vigas retas podem ter profundidades variadas ao longo de seus comprimentos de modo a acomodar cargas variadas, como, por
10 exemplo, a carga hidrostática que muda de acordo com a profundidade. As vigas retas de profundidade constante ou de profundidade variada são muito mais baratas de se fabricar e escoram fora do plano melhor que as vigas curvadas da técnica anterior.

15 3) As vigas retas são muito mais fáceis de se analisar e desenhar.

4) As estruturas de resistência ao momento produzidos por meio do alinhamento das vigas longitudinais 224, 227 sobre os revestimentos com as vigas radiais 228 sobre as
20 chatas 221 têm diversas vantagens em comparação à técnica anterior que não possuía tais estruturas, quais sejam:

a) A fixidez final das vigas em uma configuração de estrutura oferece às mesmas uma capacidade muito maior para transportar cargas de curvatura para qualquer tamanho
25 de viga dado, em comparação às vigas de “ponta em pino”;

b) As vigas longitudinais ficam contínuas em termos estruturais, sem fisicamente penetrar nas chatas. Esta continuidade permite que estas vigas ajudem as chapas de re-

vestimento a transportar as cargas axiais globais no cilindro sem a necessidade de se fechar vários furos de penetração nas chatas;

5 c) O lastro destas estruturas radiais em cada compartimento se acumula no sentido de transportar uma parte significativa do cisalhamento axial no cilindro que existe entre o revestimento de poço de centro e o revestimento externo.

10 5) A natureza direta da transferência de carga das reações nas extremidades das vigas nas chatas permite que estas conexões sejam feitas com simples filetes de solda.

Os compartimentos sem anteparas radiais podem ser acessados a partir de um único eixo de acesso 232.

15 As formas simplificadas e conexões das vigas e outros elementos de lastro virtualmente eliminam as “tensões de ponto quente” no sistema estrutural, eliminando, assim, “chapas de inserto” nos anéis de reforçador de revestimento, as quais eram comuns na técnica anterior.

20 O término do ângulo / reforçadores de viga de bulbo antes da chata sobre o lado onde ocorrem as junções de revestimento aumenta a flexibilidade da chapa de revestimento para encaixe e alinhamento e aumenta o acesso ao lado interno da chapa de revestimento para a produção e teste da solda.

REIVINDICAÇÕES

1. Casco (10) flutuante circular formado a partir de uma pluralidade de seções fixadas conjuntamente, extremidade com extremidade, tendo pelo menos uma seção do casco (10), compreendendo:

a) uma chapa circular chata (221) tendo um corte circular central (219);

b) uma pluralidade de reforçadores curvados (223) fixados à dita chapa circular chata (221);

10 c) um revestimento interno (222) fixado ao corte circular central (219) na dita chapa circular chata (221);

CARACTERIZADO pelo fato de

d) uma pluralidade de vigas radiais (228) fixadas à dita chapa circular chata (221) e aos ditos reforçadores 15 curvados (223);

e) uma pluralidade de vigas longitudinais (224) que se estendem ao longo do comprimento da circunferência externa do dito revestimento interno (222) e estão espaçadas no sentido radial em torno da circunferência externa do dito 20 revestimento interno (222);

f) um revestimento externo (225) fixado à circunferência externa da dita chapa circular chata (221);

g) uma pluralidade de vigas longitudinais (227) fixadas à circunferência interna do dito revestimento externo (225) que param na dita chapa circular chata (221) e nas 25 ditas vigas radiais (228); e

h) uma disposição de enrijecimento de painel secundária (226), fixada à circunferência interna do dito re-

vestimento externo (225) e das ditas vigas longitudinais (227).

2. Casco (10) flutuante circular, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a fixação do dito revestimento interno (222) à dita chapa circular chata (221) forma uma vedação hermética à água.

3. Casco (10) flutuante circular, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a fixação do dito revestimento externo (225) à dita chapa circular (221) forma uma vedação hermética à água.

4. Casco (10) flutuante circular, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que as ditas vigas longitudinais (227) fixadas ao dito revestimento externo (225) ficam alinhadas com as ditas vigas radiais (228) sobre a dita chapa circular chata (221).

5. Casco (10) flutuante circular, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que as ditas vigas longitudinais (227) fixadas ao dito revestimento externo (225) não penetram na dita chapa circular chata (221).

6. Casco (10) flutuante circular, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita disposição de enrijecimento de painel secundária (226) compreende uma cantoneira metálica.

7. Casco (10) flutuante circular, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita disposição de enrijecimento de painel secundária (226) compreende perfis bulbo em T.

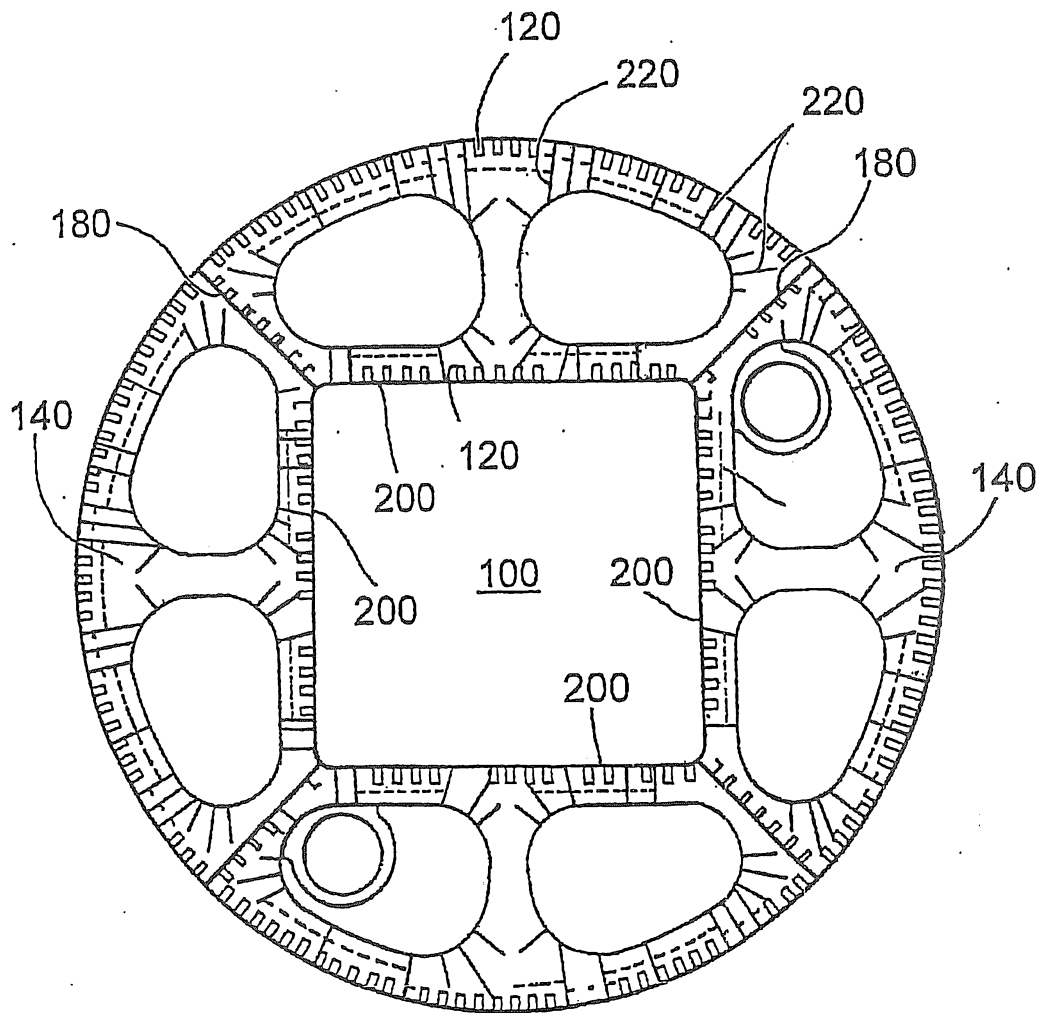
8. Casco (10) flutuante circular, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de compreender adicionalmente:

um revestimento externo (225) com uma extremidade
5 fixada à circunferência externa da dita chapa circular chata (221) e formando uma vedação hermética com a dita chapa circular chata (221);

uma pluralidade de vigas longitudinais (224) fixadas à circunferência interna do dito revestimento externo
10 (225) que param na dita chapa circular chata (221) e nas ditas vigas radiais (228), alinhando-se com as ditas vigas radiais (228) sobre ambos os lados da dita chapa circular chata (221) de modo a não penetrar na dita chapa circular chata (221).

FIG. 1

Técnica Anterior



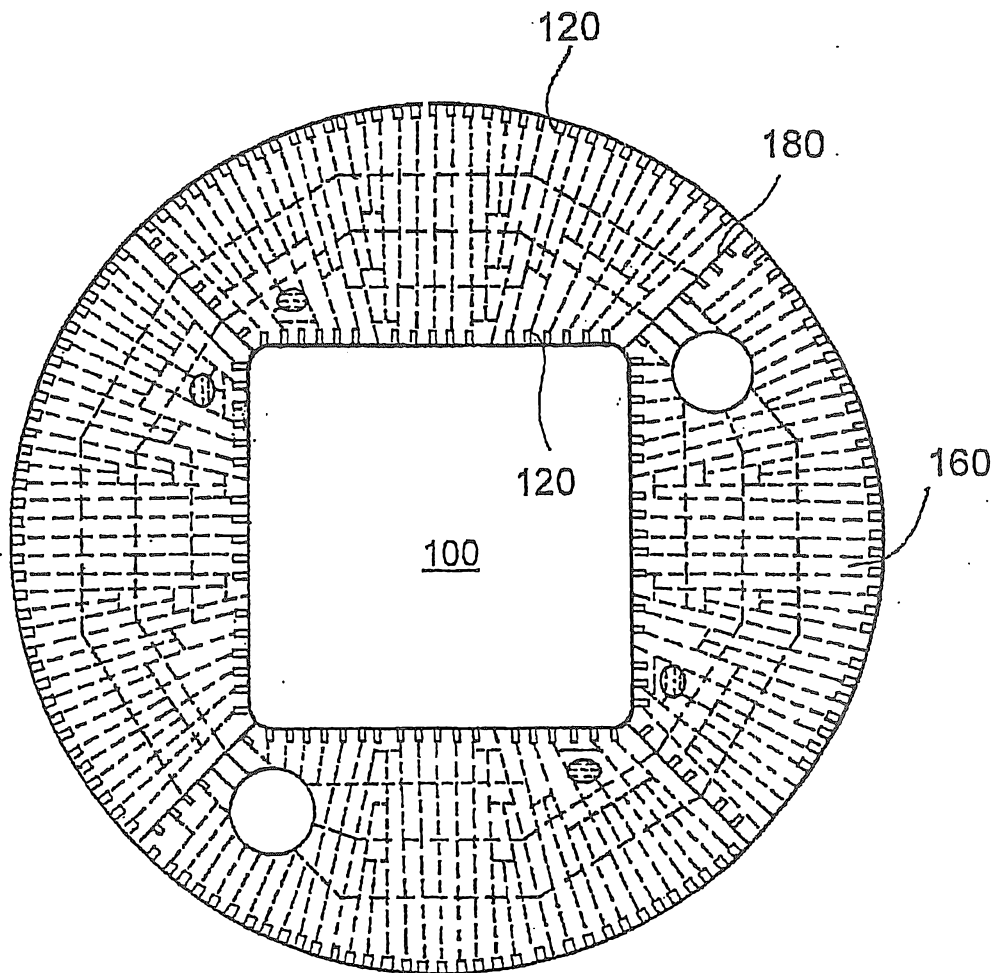


FIG. 2
Técnica Anterior

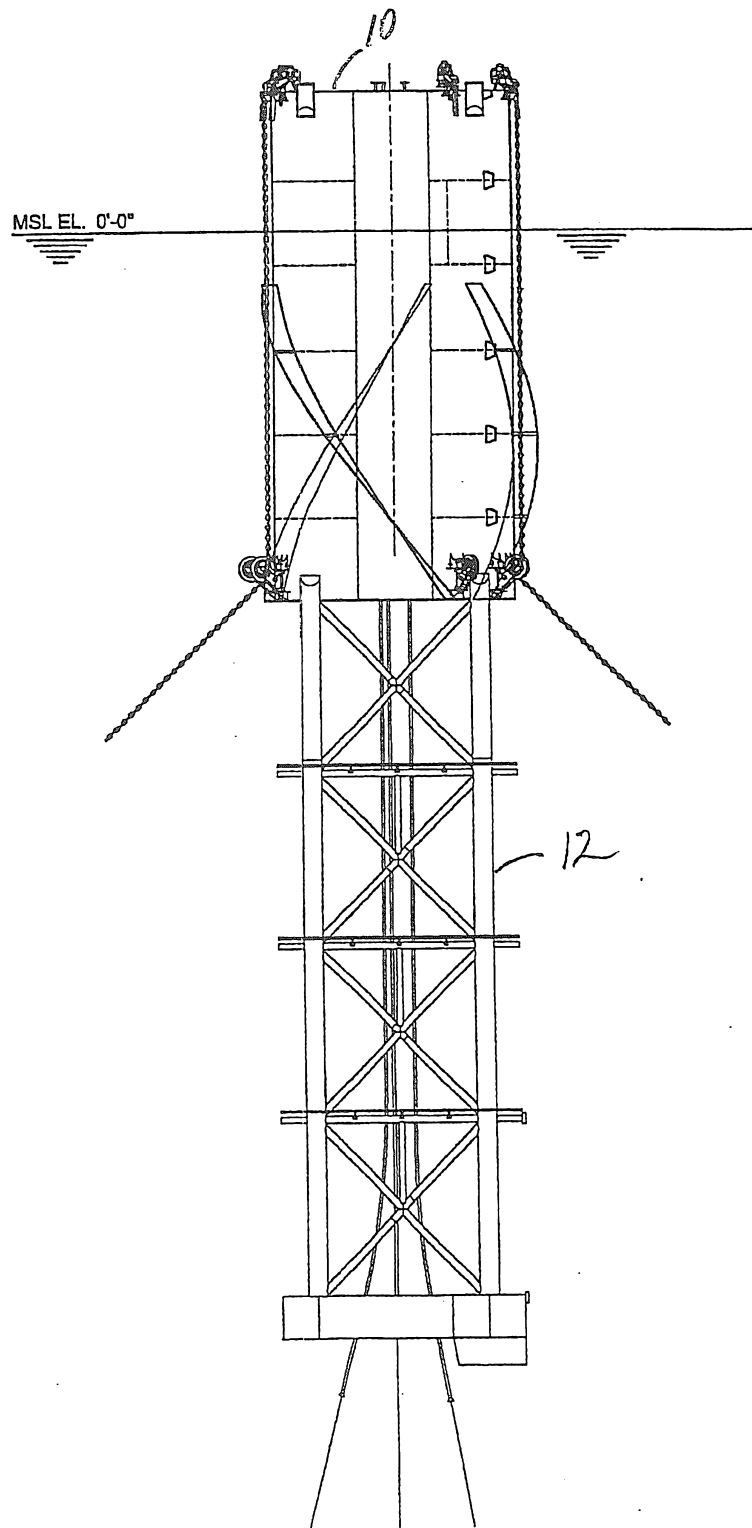


FIG. 3

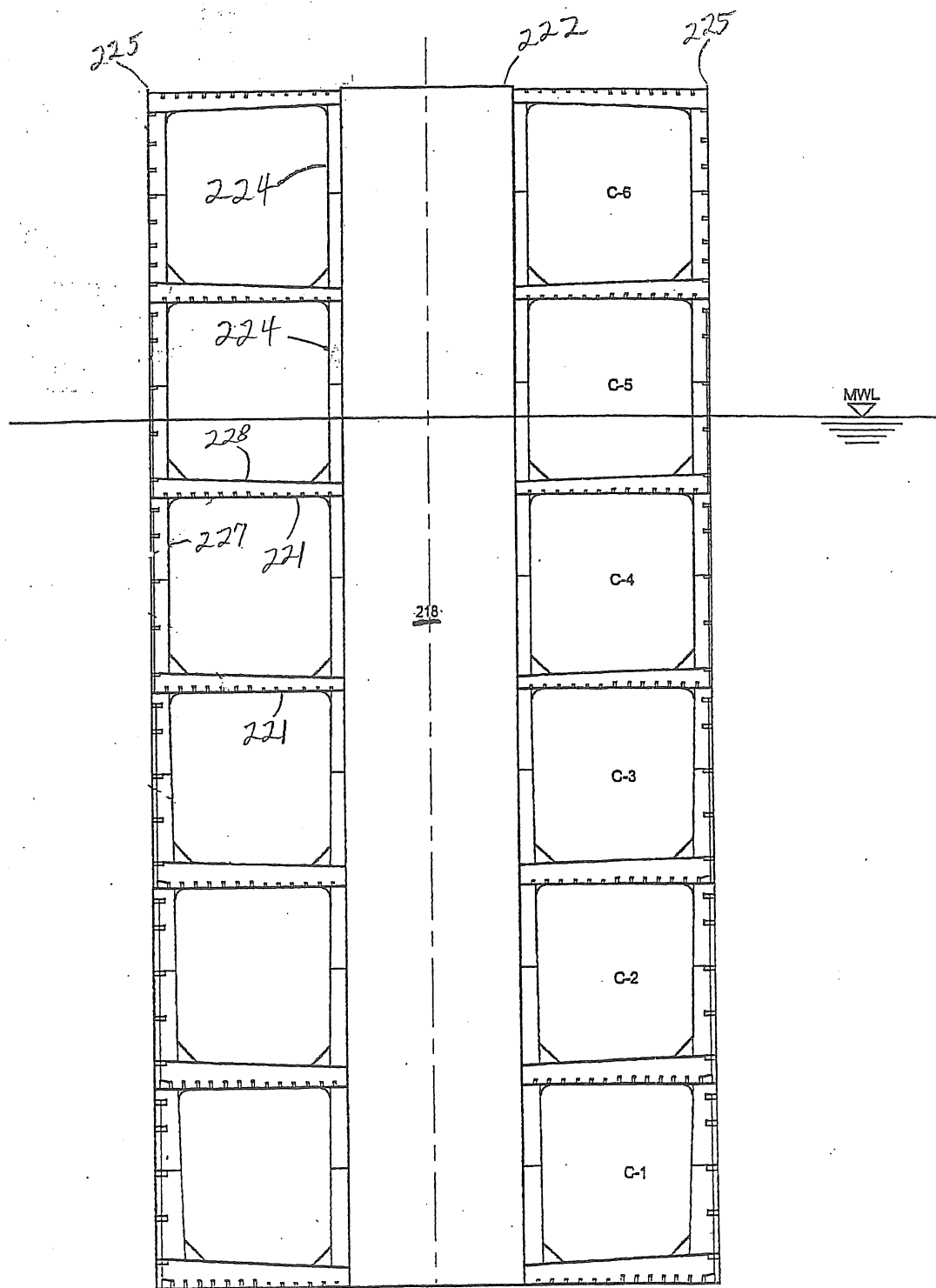


FIG. 4

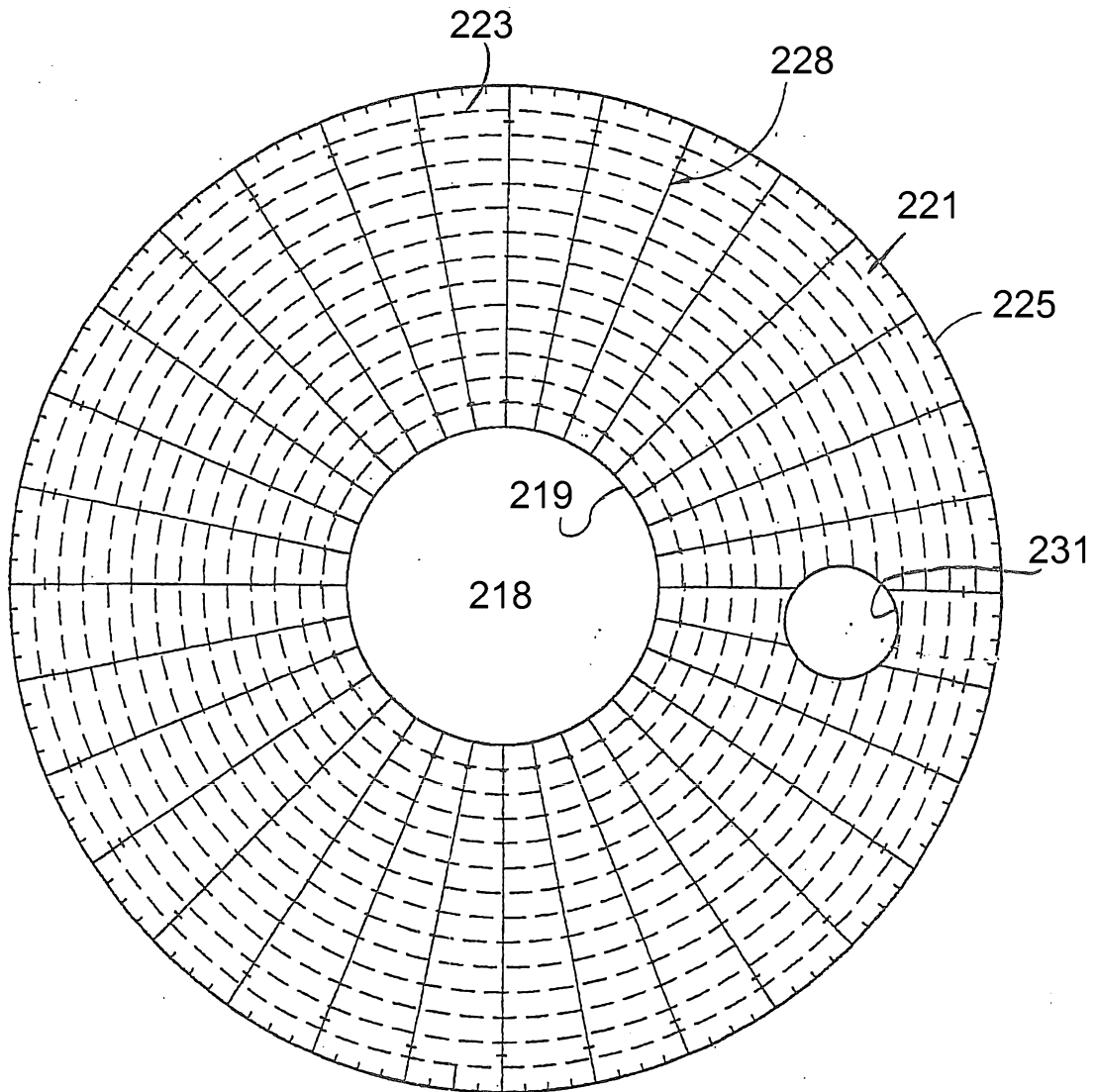


FIG. 5

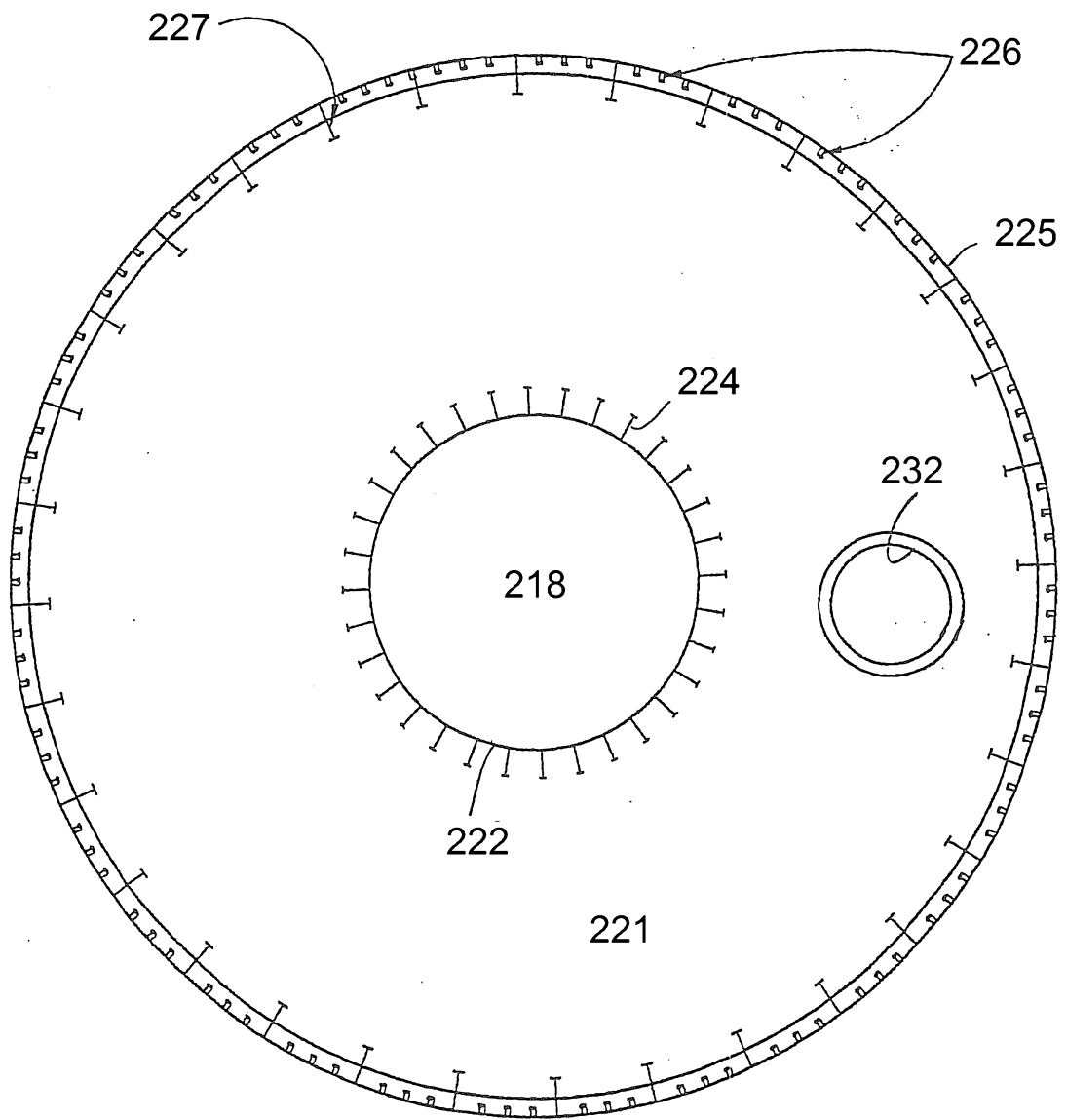


FIG. 6

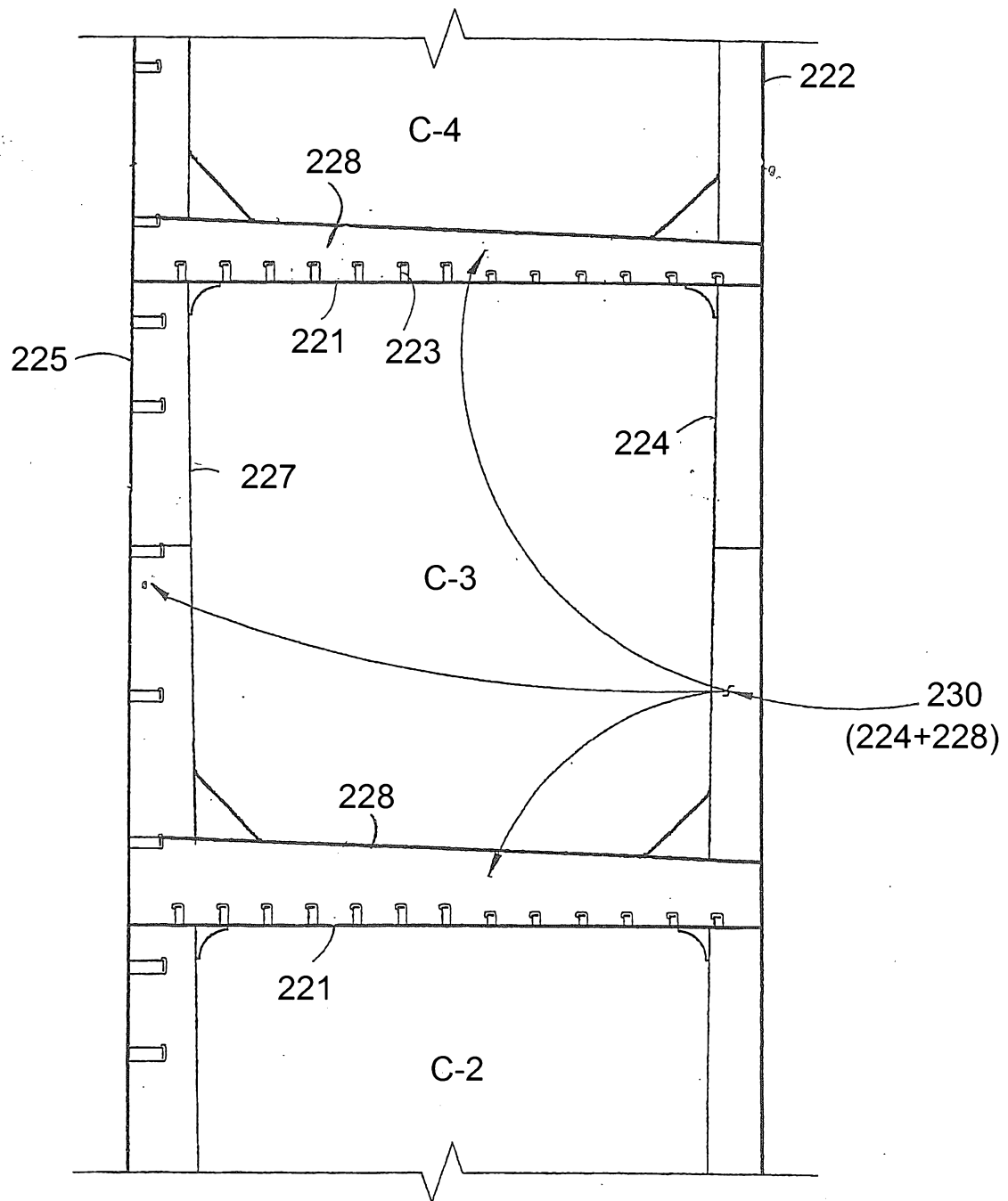


FIG. 7

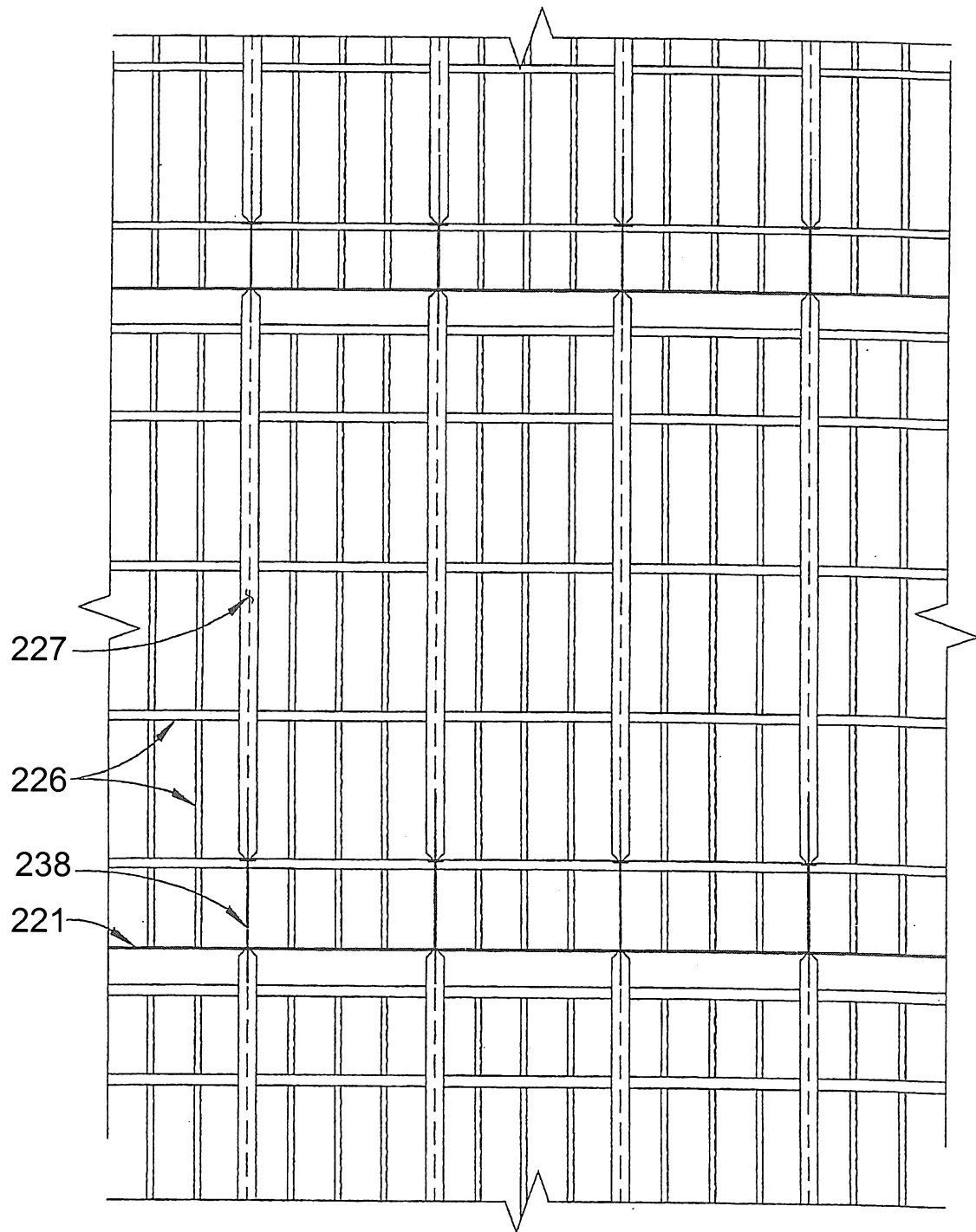


FIG. 8

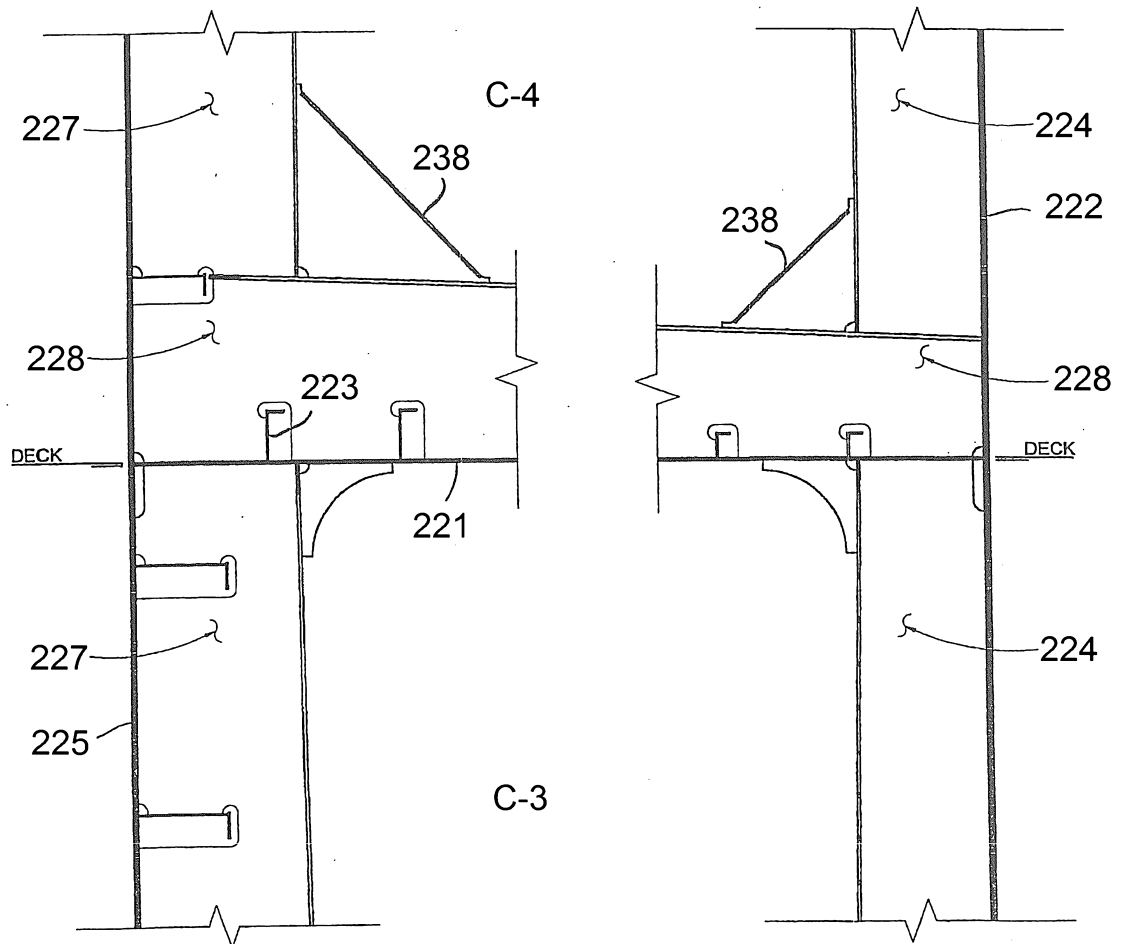


FIG. 9

