



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

(11) BR 112014008007-0 B1



(22) Data do Depósito: 01/02/2013

(45) Data de Concessão: 14/09/2021

(54) Título: ESTRUTURA DE FUNDAÇÃO PARA UMA INSTALAÇÃO OFFSHORE E MÉTODO PARA A INSTALAÇÃO DE UMA ESTRUTURA DE FUNDAÇÃO

(51) Int.Cl.: E02D 27/42; E02D 27/52.

(30) Prioridade Unionista: 03/02/2012 DE 10 2012 100 901.5.

(73) Titular(es): VALLOUREC DEUTSCHLAND GMBH.

(72) Inventor(es): ANDREAS DENKER; NICO GENGE; OLE JOSAT; CLAAS BRUNS; RALF HOJDA.

(86) Pedido PCT: PCT EP2013052031 de 01/02/2013

(87) Publicação PCT: WO 2013/113873 de 08/08/2013

(85) Data do Início da Fase Nacional: 03/04/2014

(57) Resumo: ESTRUTURA DE FUNDAÇÃO PARA UMA INSTALAÇÃO OFFSHORE, USO DE UMA ESTRUTURA DE FUNDAÇÃO E MÉTODO PARA A MONTAGEM DE UMA ESTRUTURA DE FUNDAÇÃO. A invenção refere-se a uma estrutura de fundação (1) para uma instalação offshore, em particular uma instalação offshore para a produção de energia eólica, tendo pelo menos um elemento de fundação o qual pode ser ancorado ao leito do oceano exceto por uma fundação de gravidade e exceto por uma fundação flutuante, e uma estrutura de suporte (2) a qual pode ser conectada ao mesmo para fixar a instalação offshore. Com o objetivo de conseguir um alto nível de compatibilidade ambiental para a estrutura de fundação (1) durante a instalação e para conseguir uma instalação que não seja cara, é proposta que o elemento de fundação seja uma estaca (5) a qual pode ser introduzida no leito do oceano sendo perfurada e/ou vibrada, a qual pode ser fixada no leito do oceano com um material orgânico e/ou inorgânico e a qual é direcionada em um ângulo com relação a uma vertical sobre o leito do oceano. A invenção também se refere a um método para a montagem desta estrutura de fundação (1) sobre o leito do oceano (4), no qual (...).

ESTRUTURA DE FUNDAÇÃO PARA UMA INSTALAÇÃO OFFSHORE E MÉTODO
PARA A INSTALAÇÃO DE UMA ESTRUTURA DE FUNDAÇÃO

[0001] A presente invenção refere-se a uma estrutura de fundação a qual pode ser instalada com um baixo nível de ruído, para instalações offshore, em particular para instalações offshore para a produção de energia eólica, e o método de montagem da mesma.

[0002] A presente invenção refere-se a uma estrutura de fundação para uma instalação offshore, em particular para uma instalação offshore para a produção de energia eólica, tendo pelo menos um elemento de fundação o qual pode ser ancorado no leito do oceano exceto por uma fundação de gravidade e exceto por uma fundação flutuante, e uma estrutura de suporte a qual pode ser fixada a mesma para fixar a instalação offshore. A invenção também se refere a um método para a montagem desta plataforma de fundação sobre o leito do oceano.

[0003] No contexto da presente invenção, o termo “plantas offshore” engloba plataformas offshore e plataformas offshore de energia eólica. As plataformas offshore também incluem as assim chamadas ilhas de perfuração. As fundações para plataformas offshore geralmente conhecidas, em particular as plataformas offshore para a produção de energia eólica (OWEPs = Offshore Wind Energy Plants), podem ser divididas em duas áreas de construção.

[0004] A primeira área de construção é uma estrutura de suporte a qual é altamente sujeita a fadiga e a qual começa sobre o leito do oceano e tem a sua parte final alcançando a torre da plataforma offshore para a produção de energia eólica OWEP em uma conexão de flange. A conexão de flange suporta a torre e uma turbina da plataforma offshore para a produção de energia eólica OWEP e dissipa as cargas e os efeitos ali produzidos. A segunda área de construção é um elemento de fundação o qual recebe as cargas resultantes a partir da estrutura de suporte, a torre e a turbina eólica, as dissipa no leito e é localizada no leito do oceano embaixo da estrutura de. Portanto, a plataforma offshore para a produção de energia eólica OWEP como um todo consiste da fundação

com o elemento de fundação e a estrutura de suporte e a torre e a turbina.

[0005] Com o objetivo de proporcionar uma fundação para a plataforma offshore para a produção de energia eólica OWEP no leito do oceano, o uso dos assim chamados estaca como elementos de fundação é algo conhecido a partir do pedido de patente DE 20 2010 010 094 U1, estes elementos de fundação tendo um diâmetro de cerca de 1.5 m até 6 m dependendo da construção. O número de estaca usado é dependente da estrutura de suporte em questão. De acordo com o corrente estado da técnica, várias construções de aço são conhecidas como estruturas de suporte, sendo proporcionadas com uma fundação de estaca: mono estaca, camisa/invólucro, triestaca e trípodes/triploides.

[0006] Uma estrutura de suporte de camisa/invólucro conhecida a partir da patente europeia EP 2 067 913 A2 é fixado ao leito do oceano por meio de quatro estacas, enquanto triestaca e triploides requerem estacas com um diâmetro maior. Para um mono estaca, uma única estaca será suficiente se a mesma tiver um diâmetro substancialmente maior do que as outras fundações. Adicionalmente, a partir da patente alemã DE 20 2011 101 599 U1 uma estrutura de suporte hexagonal é conhecida, tendo uma fundação de seis estacas.

[0007] Dependendo da construção e das propriedades do leito, as estacas são perfurados até 65 metros de profundidade no leito do oceano. Eles têm um peso de cerca de 220 a 700 toneladas dependendo das propriedades do leito e da estrutura de suporte selecionada. As extremidades inferiores da estrutura de suporte, os pés da estrutura de suporte, podem ser conectadas as estacas de fundação de tal maneira que os pés da estrutura de suporte são empurrados nos estaca da fundação perfurados os quais têm um diâmetro maior. A estaca de fundação e o pé da estrutura de suporte são então conectados, um ao outro, por exemplo, por meio de uma mistura de um cimento especial (composto de argamassa).

[0008] Adicionalmente a opção de fundações usando estaca, as fundações de gravidade também são conhecidas como fundações para plataformas

offshore de energia eólica a partir da patente alemã DE 10 2010 012 094 B3. As mesmas consistem de concreto reforçado/armado e podem pesar até cerca de 7000 toneladas.

[0009] Adicionalmente, a partir do pedido de patente internacional publicado sob o No. WO 2011/030167 A1, a fixação de turbinas em plataformas de geração de energia das marés abaixo do nível do mar por meio de estacas construídas com argamassa perfuradas verticalmente no leito do oceano é algo conhecido. O uso de estacas construídas com argamassa em relação a plataformas de geração de energia eólica é descrito no pedido de patente Norte Americano US 2011/0061321 A1. Todavia, as estacas construídas com argamassa são usadas conjuntamente com uma fundação de gravidade como um tipo de solução híbrida.

[0010] Adicionalmente, a patente britânica GB 800 467 descreve o uso de estacas direcionadas para fixar estruturas de fundação similares a mastros em treliça/reticulados no leito do oceano. O pedido de patente norte-americana publicado sob o No. US 2011/0293379 A 1 revela estruturas de ancoragem similares a mastros em treliça/reticulados, os quais são conectados ao leito do oceano por meio de estacas construídas com argamassa e aos quais linhas de atracação para as plataformas offshore flutuantes são conectadas da maneira de uma fundação flutuante.

[0011] O processo de aprovação para erigir e montar fazendas eólicas ao largo da costa tem uma profunda influência na seleção das técnicas a serem usadas ao largo da costa. Na Alemanha, o Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrografie (BSH) é responsável pela aprovação do processo. Adicionalmente, o Bundesamt für Naturschutz (BfN) participa do processo de aprovação toda e qualquer vez que questionamentos e conflitos resultam ou ocorrem em relação a proteção ambiental.

[0012] No que diz respeito a estruturas de suporte e elementos de fundação, é decidido durante o processo de aprovação, se a construção proposta pelo operador, formada a partir de um elemento de fundação e uma estrutura de suporte pode ser usada. Considerações significativamente ambientais e também requerimentos técnicos são de significância no processo de tomada de decisão. Quando do desenho de

OWEPs, deve se tomar muito cuidado e atentar em consideração, em particular, as soluções mais ambientalmente corretas possíveis, as quais evitam a redução de qualquer vedação do leito do oceano.

[0013] Essencialmente, há correntemente seis estruturas de fundação diferentes, mono estaca, fundação de gravidade, tripode/triploide, camisa/invólucro e uma ancoragem flutuante, as quais competem uma com a outra dependendo da profundidade do corpo d'água. Com a exceção das fundações de gravidade, todas as estruturas são usualmente proporcionadas com fundações de estaca. Os pesados martelos de estaca usados para o processo de instalação de estaca causam emissões de som e emissões de tremores consideráveis. Estas emissões atingem ambos o ar e a água e são consideravelmente prejudiciais ao mundo natural e ao ambiente.

[0014] Espécies ameaçadas incluem, entre várias outras, estoque pesqueiro, focas comuns e focas cinza, baleias e pequenos mamíferos marinhos e a fauna do leito do oceano (benthos). O limite para a pressão acústica é correntemente 160 dB a 750 m a partir da fonte da emissão. Todavia, este valor é geralmente e claramente excedido durante a perfuração/instalação de estaca.

[0015] Devido ao impacto sobre o meio ambiente marinho, os operadores de fazendas eólicas e as companhias de instalação são obrigados a usar medidas de amortecimento de som durante o trabalho de perfuração/instalação de estaca. Todavia, isto ainda se encontra em uma fase experimental.

[0016] O assim chamado de abafamento com água, entre outras coisas, é algo usado. Todavia, ainda não é claro se o amortecimento/abafamento de som é suficiente para permanecer abaixo do valor de limite. Adicionalmente, o abafamento com água é afetado por correntes marítimas de tal maneira que seu efeito de amortecimento/abafamento de som é reduzido. O uso de abafamento com água também é algo que leva muito tempo e é caro e, portanto é algo não econômico.

[0017] As fundações de gravidade também são criticamente avaliadas no que diz respeito a compatibilidade ambiental. As fundações de gravidade são

produzidas a partir de concreto reforçado/armado e – devido ao seu formato e princípio operacional – ocupam uma grande quantidade de área de superfície quando comparado com outras soluções e vedam o leito do oceano na região da fundação, o leito do oceano então não mais sendo propício para o uso e desfrute da fauna e da flora que habita o leito do oceano. Adicionalmente, tais fundações requerem uma preparação do leito oceânico muito elaborada e que consome muito tempo. Portanto, as fundações usando estaca e fundações sem gravidade são geralmente proporcionadas nas plataformas offshore de energia eólica.

[0018] Para os cálculos estáticos e dinâmicos dos efeitos de carga sobre o leito do oceano, investigações geológicas também são requeridas em cada uma das potenciais localizações. Estas investigações são demoradas e são caras.

[0019] Um ponto adicionalmente importante para a provação do processo é a segurança que as OWEPs podem ser removidas depois do uso. A duração do uso de uma OWEP é dada como de 20 a 25 anos. Depois do seu fechamento, a mesma tem que ser desmontada, nas quais as estacas e as fundações de gravidade têm que ser removidas.

[0020] O objetivo desta invenção é o de proporcionar uma estrutura de fundação, a qual pode ser instalada com um nível baixo de ruídos, para uma instalação offshore, em particular para uma instalação offshore de energia eólica, e um método de montagem da mesma, esta estrutura de fundação tendo um alto nível de compatibilidade ambiental durante a instalação e sendo capaz de ser produzida de uma maneira simples e com baixo custo.

[0021] Esse objetivo é alcançado por meio de uma estrutura de fundação com as características da reivindicação 1 e um método de montagem com as características da reivindicação 23. As realizações vantajosas da estrutura de fundação são fornecidas nas reivindicações de 1 a 22 e 24 e 25.

[0022] As instruções e ensinamentos da invenção incluem uma estrutura de fundação para uma instalação offshore, em particular uma instalação offshore

de energia eólica, tendo pelo menos um elemento de fundação, o qual pode ser ancorado no leito do oceano, exceto por uma fundação de gravidade e exceto por uma fundação flutuante, e uma estrutura de suporte ali fixada para fixar a instalação offshore, a qual é caracterizada pelo fato que o elemento de fundação é uma estaca a qual pode ser inserida no leito oceânico por meio de perfuração e/ou por meio de vibração, a qual pode ser fixada no leito do oceano com um material orgânico e/ou inorgânico e a qual é direcionada em um ângulo ao plano vertical sobre o leito do oceano.

[0023] Com uma ancoragem usando estaca, as quais podem ser inseridas no leito do oceano sendo perfurada ou vibrada, a presente invenção contém uma estrutura de fundação com um custo- benefício, que economiza tempo e que é ambientalmente correta, com a qual todas as especificações ambientais podem ser facilmente respeitadas.

[0024] O material orgânico e/ou inorgânico é vantajosamente curável com o objetivo de produzir uma fixação rápida e permanentemente durável da estaca no leito do oceano.

[0025] Subentende-se que ao contexto da invenção, a expressão “exceto por uma fundação de gravidade e exceto por uma fundação flutuante” significa que a estrutura de fundação é formada como uma dos seguintes tipos: mono estaca, tripode, quadrípode e camisa/invólucro. A expressão “em um ângulo com relação ao plano vertical sobre o leito do oceano” deve ser entendida de tal maneira que algo é normal em relação à superfície do leito do oceano, por exemplo, uma linha reta a qual é direcionada em um ângulo reto ao leito do oceano. Em conformidade, no caso de um leito do oceano horizontal, o vertical sobre o leito do oceano é um vertical em espaço e no caso de um leito do oceano o qual é inclinado no que di respeito ao horizontal, o vertical sobre o leito do oceano é uma linha reta em um ângulo a um vertical em espaço. No caso de um leito do oceano curvado, a referência é feita a uma tangente apropriada.

[0026] Adicionalmente, o termo “vibração” deve ser entendido em termos de aplicação de uma vibração direcionada perpendicularmente em um sentido para

baixo da estaca com o objetivo de criar uma distinção no que diz respeito à perfuração pela aplicação de golpes ou pancadas individuais a uma estaca sendo perfurada. Esta vibração também pode ser referida a como uma estaca perfurada vibratoriamente.

[0027] De acordo com os ensinamentos da invenção, o maior benefício é principalmente algo a ser encontrado no fato que quando usando estaca os quais podem ser inseridos sendo perfurados e/ou vibrados no leito do oceano, é possível dispensar a perfuração ruidosa de estaca. Estas estacas de acordo com a invenção podem ser inseridos no local da fundação com pouco ruído e na mais correta maneira ambientalmente falando, por meio de uma perfuração ou de uma vibração. Em comparação com as soluções conhecidas, a estrutura de fundação de acordo com a invenção é algo mais simples e mais rápido de produzir e é, portanto, uma solução muito mais econômica e de custo-benefício. O trabalho ruidoso de perfuração de estaca e de longo tempo se torna algo desnecessário.

[0028] A fundação usando as estacas de acordo com a invenção significa que o valor permitido de limite de 160 dB é definitivamente não atingido. Enquanto os métodos de perfuração de estaca correntes geram até cerca de 230 dB, com a instalação de uma plataforma offshore para a produção de energia eólica OWEP de acordo com a presente invenção, por exemplo, um nível de ruído de apenas cerca de 65 dB é emitido durante a perfuração de um estaca no leito e nenhuma solução elaborada e complexa de amortecimento de som, tal como abafamento com água se faz necessário ou requerido no processo de instalação. Os tempos de instalação offshore podem ser reduzidos e, portanto reduz-se também a dependência na estabilidade de condições climáticas.

[0029] As estacas de acordo com a invenção podem ser inseridas no leito do oceano como uma estaca de fundação com muito pouco ruído e trepidação e de uma maneira que economiza tempo. A estaca de fundação é perfurada no leito do oceano, no qual um espaço anular é produzido entre o furo e o estaca, o qual pode ser fixado no leito do oceano com um material curável orgânico e/ou inorgânico, tal como uma

argamassa de cimento, simultaneamente introduzida depois do processo de perfuração, e sendo preenchida por todo o seu comprimento no local da fundação. A força a ser absorvida no estado operacional é transferida ao longo de todo o comprimento da estaca pelo composto formado pela estaca e pela argamassa, na qual a transferência de carga no leito é efetuada pela adesão da estaca. O número de estaca requerido e a inclinação das estacas no que diz respeito ao vertical do leito do oceano é selecionada em dependência da carga a ser dissipada e das propriedades do local da fundação. As estacas são fixadas inclinadas em relação ao vertical com o objetivo de aumentar a dissipação da carga no plano do leito do oceano.

[0030] O ângulo da estaca com relação à vertical é preferivelmente 5° a 85° particularmente 10° a 45° . As cargas transferidas para o leito do oceano podem, portanto ser aumentada.

[0031] De uma maneira particularmente vantajosa, as estacas têm um diâmetro de pelo menos 60 mm.

[0032] Em uma realização em particular, o pelo menos um estaca dissipa cargas no leito do oceano em direções espaciais. Portanto, as cargas horizontais transferidas no leito do oceano podem ser adicionalmente aumentadas em comparação as estacas inseridas verticalmente.

[0033] Uma provisão adicionalmente vantajosa é feita pelo fator que o elemento de fundação consiste de uma pluralidade de estaca e forma um sistema de fundação.

[0034] Com o objetivo de aumentar as cargas que podem ser transferidas para o leito do oceano, pelo menos três estacas estão posicionadas no leito do oceano de tal maneira que as suas extensões longitudinais se encontram em três direções mutuamente divergentes.

[0035] De acordo com um ensinamento adicional da invenção, a estaca é preferivelmente um estaca de ancoragem com um cano de aço estriado/acanelado como um membro de suporte, o qual similarmente funciona como uma

haste de perfuração perdida, como um cano de injeção e como um membro de suporte de aço remanescente (membro de reforço). Uma construção de aço tal como a do exemplo S 355 J2H ou S 460NH pode ser usada como o material para a estaca.

[0036] Devido ao uso de estaca, a construção de acordo com a invenção pode suportar tração, pressão, dobragem e fadiga. Portanto, todas as forças aero – servo – hidro - elásticas podem ser absorvidas e podem ser dissipadas.

[0037] Uma característica essencial adicional da construção de acordo com a invenção é a possibilidade de proporcionar conexões liberáveis e destacáveis, as quais substancialmente simplificam a montagem e a desmontagem da construção.

[0038] De acordo com o estado corrente da técnica, as soluções offshore devem ser soldadas conjuntamente em terra próxima a costa e enviadas por embarcações a partir dali. Devido ao tamanho de tais construções, o transporte sobre terra não é possível, assim sendo a produção deve ocorrer próximo a um porto com uma infraestrutura adequada. Isto requer um alto nível de gastos, de tempo, de logística e isto limita a seleção de locais de produção a apenas algumas localizações.

[0039] A invenção permite aos componentes da plataforma offshore para a produção de energia eólica OWEP serem facilmente montados e removidos por meio de conexões destacáveis tais como conexões do tipo parafuso ou baioneta e as similares. Assim sendo, os componentes podem, até um tamanho ainda transportável, ser construídos e então levados para um porto de carga e conectados, uns aos outros, ali mesmo ou em uma embarcação de montagem.

[0040] Adicionalmente, tendo conexões destacáveis, os requerimentos para a desmontagem tornam-se substancialmente mais fáceis, e com um poder custo-benefício mais fácil de atingir.

[0041] De acordo com um desenvolvimento vantajoso da invenção, as estacas e a estrutura de suporte são conectadas uma a outra – preferivelmente destacavelmente – por meio de um elemento de acoplamento separado. A conexão entre o elemento de acoplamento e a estrutura de suporte e a conexão entre o elemento de

acoplamento e a estaca pode ser formada de uma maneira integralmente unida e/ou não positiva e/ou positiva. Com este propósito, o elemento de acoplamento tem conexões correspondentes para a fixação de ambas a estrutura de suporte e também as estacas, nas quais, por exemplo, no caso de mono estaca, a conexão para a fixação da estrutura de suporte, por exemplo, o centro do elemento de acoplamento correspondente e as conexões para a fixação das estacas podem ser dispostos, por exemplo, nas cantos do elemento de acoplamento.

[0042] Uma característica vantajosa adicional da invenção realiza a provisão para o elemento de acoplamento ser formado com um elemento de uma estrutura em treliça, a qual preferivelmente consiste de tubos. Os tubos podem ser formados como tubos enrolados a calor sem emendas e tubos formados a frio e/ou como tubos soldados produzidos a partir de uma tira quente e/ou perfis com uma seção transversal aberta e podem ter a mesma geometria ou diferentes geometrias de seção transversal tais como uma seção transversal angular, triangular, retangular, quadrada ou poligonal ou uma combinação das mesmas, conforme for requerido.

[0043] Uma vez que os elementos de acoplamento devem introduzir a carga da plataforma de energia eólica na estaca de fundação através de a estrutura de suporte e são mecanicamente estressadas até um grau bastante alto, investigações com amplas variações tem sido realizadas para determinar estruturas de fundação otimizadas.

[0044] O elemento de estrutura em treliça é, em conformidade, vantajosamente formado como uma estrutura tridimensional dependendo de como a mesma é estressada, sendo de um desenho cúbico ou um desenho como um tetraedro truncado, uma pirâmide de cone ou truncada e com uma superfície de base circular, triangular, quadrada ou poligonal. Vantajosamente, o elemento de estrutura em treliça tem uma estrutura de quadro ou moldura (armação) de Vierendeel com o objetivo de ser capaz de dissipar as cargas de uma maneira melhorada. No caso de uma superfície de base circular, as estacas são preferivelmente arranjadas como um círculo. Se o elemento de estrutura em treliça tiver uma superfície de base angular, estacas de canto são dispostas

nas cantos, sendo suportadas sobre o leito do oceano e funcionando como algo para receber as estacas.

[0045] O elemento de estrutura em treliça é preferivelmente produzido a partir de aço e/ou cimento ou concreto e/ou materiais compostos.

[0046] A produção da fundação é enormemente simplificada pelo fato que o elemento de acoplamento é repousado sobre o leito do oceano antes da montagem da estrutura de suporte e pode ser ancorada no leito do oceano através de as conexões por meio das estacas.

[0047] Alternativamente, uma provisão pode ser feita para o elemento de acoplamento ser disposto acima do leito do oceano, preferivelmente a uma distância de 1 e 5 m para que o mesmo seja capaz de ser ancorado no leito do oceano por meio de pelo menos uma estaca.

[0048] A conexão entre a estaca e o elemento de acoplamento pode ser efetuada em ambos, sobre o lado de dentro, sobre o lado de fora, em ambos os lados ou centralmente no elemento de estrutura em treliça.

[0049] De acordo com uma característica vantajosa adicional da invenção, as estacas de canto do elemento de estrutura em treliça, as quais são sedimentadas sobre o leito do oceano, servem como guias para as estacas de tal maneira que – dependendo do desenho do elemento de estrutura em treliça – as estacas podem ser perfuradas ou vibradas no leito do oceano em um ângulo no que diz respeito ao vertical através das estacas de canto e podem ser sedimentadas (com argamassa) no leito do oceano, por exemplo, por uma suspensão de cimento. Isto tem a vantagem de que nenhuma conexão separada é requerida.

[0050] Em relação a planejamento, a invenção tem vantagens em termos de redução de custos e de poupar tempo. Conforme descrito, investigações caras sobre o leito do oceano podem ser correntemente realizadas. A técnica de sedimentação (com argamassa) de perfuração e/ou a vibração de acordo com a invenção para a ancoragem dos elementos de acoplamento no leito do oceano substitui o processo de

perfuração de estacas. A perfuração pode ser realizada sobre o leito do oceano, por exemplo, sob um sino de sucção/aspiração ou na água por intermédio de mergulhadores, mácantos ou robôs. Também é inteiramente viável perfurar e/ou vibrar a partir de acima da superfície da água usando um longo cano de guia.

[0051] Uma vantagem destas técnicas resulta a partir da habilidade de adaptação flexível as condições limítrofes geológicas. Pela seleção de cabeçotes de perfuração adequados é possível perfurar através de areia, sedimentos e até mesmo rochas sólidas. Devido as estas propriedades positivas, investigações sobre leito do oceano que são caras e complicadas são requeridas num grau bastante reduzido.

[0052] De acordo com os ensinamentos da invenção, a remoção de amostras de leito do oceano é algo reduzido, assim sendo alcançando uma vantagem ambiental adicional. Adicionalmente, a vedação do leito do oceano é limitada pela maneira da construção da estrutura de fundação. Uma característica única e adicional é que a desmontagem requerida é algo facilmente possibilitada.

[0053] De uma maneira particularmente vantajosa, a estaca é uma estaca perfurada e sedimentada (com argamassa), em particular uma estaca perfurada por injeção.

[0054] O uso da estrutura de fundação de acordo com a invenção para uma fundação de uma instalação offshore de energia eólica é algo particularmente vantajoso.

[0055] O método de acordo com a invenção para a montagem desta estrutura de fundação é caracterizado pelo fato que o elemento de acoplamento é primeiramente ancorado por meio de estacas inseridas no leito do oceano e a estrutura de suporte é então conectada ao elemento de acoplamento.

[0056] De acordo com uma primeira alternativa, o elemento de acoplamento é posicionado sobre o leito do oceano e então é ancorado naquela localização.

[0057] Em uma segunda alternativa, a estaca ou as estacas é ou são

inseridas no leito do oceano de tal maneira que as mesmas terminam acima do leito do oceano e o elemento de acoplamento é então conectado as estacas assim inseridas e a estrutura de suporte são subsequentemente conectadas ao elemento de acoplamento.

Breve Descrição dos Desenhos

[0058] A presente invenção é explicada adicionalmente com o auxílio de realizações e aspectos adicionais e em conjunto com as seguintes figuras, sem ser a isto limitada. As realizações conjuntamente com as suas variações e com os aspectos adicionais da invenção podem ser combinadas, umas com as outras conforme for desejado contanto quer a associação não produza claramente o resultado oposto. Nas figuras:

[0059] A Figura 1 mostra uma ilustração esquemática, como uma vista lateral, de uma estrutura de fundação de acordo com a invenção com um elemento de acoplamento e uma conexão a um tripode/tripé;

[0060] A Figura 2 mostra uma ilustração como a Figura 1, mas com uma conexão a uma camisa/invólucro.

[0061] A Figura 3 mostra uma ilustração como a Figura 1, mas com uma conexão a uma estaca tripla.

[0062] A Figura 4 mostra uma ilustração como a Figura 1, mas com uma conexão a uma mono estaca.

[0063] A Figura 5 mostra uma vista de plano esquemático de exemplos de elementos de acoplamentos de acordo com a invenção;

[0064] As Figuras de 6 a 14 mostram uma vista em 3-D de elementos de acoplamento de acordo com a invenção como elementos de estrutura em treliça.

Descrição Detalhada da Realização Preferida

[0065] A Figura 1 mostra uma vista lateral de uma estrutura de fundação 1 de acordo com a invenção com um elemento de acoplamento 3 e conexão a um tripode para uma instalação offshore, a qual é formada como uma instalação offshore de energia eólica. A estrutura de fundação 1 é mostrada consistindo de uma estrutura de

suporte 2 formada como um tripode, elementos de acoplamento 3 e estacas 5 como elementos de fundação sobre o leito do oceano 4. A estrutura de suporte 2 é ancorada sobre o leito do oceano 4 com estacas 5 por meio de três elementos de acoplamento 3. As estacas 5 são preferivelmente formadas como estacas de argamassa as quais podem ser inseridas no leito do oceano sendo perfuradas e/ou vibradas. As estacas 5 são então fixadas no leito do oceano 4, preferivelmente, com um material curável orgânico e/ou inorgânico. Uma vez que isto seja feito, as estacas 5 são direcionadas com a sua extensão longitudinal em um ângulo até um vertical sobre o leito do oceano. No presente caso, o leito do oceano 4 estende horizontalmente de tal maneira que o vertical sobre o leito do oceano 4 coincide com o vertical no espaço. Se o leito do oceano 4 é inclinado, um vertical sobre o leito do oceano 4 em termos de um normal para o leito do oceano, forma um ângulo a um vertical no espaço. O ângulo da estaca 5 para o vertical sobre o leito do oceano 4 é de $5 - 85^\circ$, preferivelmente de $10 - 45^\circ$. Adicionalmente, a estaca tem um diâmetro de pelo menos 60 mm.

[0066] A pelo menos uma estaca 5 também pode dissipar cargas no leito do oceano 4 em todas as direções espaciais, uma vez que a extensão longitudinal é direcionada em um ângulo ao vertical sobre o leito do oceano 4. O ângulo é de $5 - 85^\circ$ e, portanto exclui o normal sobre o leito do oceano. Preferivelmente, pelo menos três estacas 5 por elemento de acoplamento, na realização exemplificada e ilustrada quatro estacas 5, são dispostas no leito do oceano 4 de tal maneira que as estacas 5 são direcionadas com as suas extensões longitudinais em direções mutuamente divergentes.

[0067] Portanto, os elementos de acoplamento 3 formam um tipo de adaptador para conectar as estacas 5 a estrutura de suporte 2. Adicionalmente, os elementos de acoplamento 3 são formados como elementos de estrutura em treliça, no presente exemplo na forma de uma pirâmide truncada como uma estrutura de Vierendeel (por favor, refira-se também a Figura 9), na qual o elemento de estrutura em treliça consiste de tubos com uma seção transversal arredondada. Neste exemplo, as estacas de canto 6 dispostas nas quatro cantos da pirâmide truncada vantajosamente servem como tubos de

guia para as estacas 5 para ancorar os elementos de acoplamento 3 no leito do oceano 4 de tal maneira que guias separadas, dispostas sobre o elemento de acoplamento 3, para as estacas não são necessárias.

[0068] Quando da instalação da estrutura de fundação 1, os elementos de acoplamento 3 são primeiramente posicionados sobre o leito do oceano 4. Então as estacas 5, preferivelmente formadas como âncoras perfuradas por injeção são neste exemplo empurradas através das estacas de canto 6 nas quatro cantos da pirâmide truncada e ancoradas no leito do oceano 4 por meio de perfuração e preenchida com argamassa. A conexão entre as estacas 5 e os elementos de acoplamento 3 pode ser produzida de tal maneira a ser destacável por meio de uma conexão de parafuso (não é aqui mostrada).

[0069] Alternativamente, uma provisão pode ser feita para o elemento de acoplamento 3 ser disposto acima do leito do oceano 4, preferivelmente a uma distância de 1 e 5 m, e ser ancorado no leito do oceano 4 por meio de pelo menos uma estaca.

[0070] Assim sendo, em contraste a técnica anterior, a estrutura de suporte 2 não é mais ancorada diretamente sobre o leito do oceano 4, mas indiretamente através de os elementos de acoplamento 3. Depois da instalação ou da ancoragem dos elementos de acoplamento 3 no leito do oceano 4, a estrutura de suporte 2 é posicionada por sobre o elemento de acoplamento 3 e conectada por meios adequados de uma maneira integralmente unida, positiva e /ou não positivamente.

[0071] Dependendo do desenho da estrutura de suporte 2 e dos elementos de acoplamento 3, as estacas 5 e a estrutura de suporte 2 são dispostas no centro do elemento de acoplamento correspondente 3 e/ou sobre os seus lados de fora, lados de dentro, nos seus centros ou nas suas cantos.

[0072] Em uma realização preferida, a estaca 5 é uma estaca de perfuração por injeção, em particular uma estaca de âncora com um cano de aço estriado/acanelado como um membro de suporte o qual igualmente serve como uma haste de perfuração perdida, como um cano de injeção e como um membro de suporte de aço

remanescente (membro de reforço). Uma construção de aço tal como a do exemplo S 355 J2H ou S 460NH pode ser usada como o material para a estaca de perfuração por injeção.

[0073] O método de acordo com a invenção para a montagem da estrutura de fundação 1 sobre o leito do oceano 4, essencialmente compreende as seguintes etapas de método:

[0074] - posicionar a estrutura de fundação 1 de acordo com a invenção sobre a superfície do leito do oceano 4, quando e onde isto inclui pelo menos um elemento de acoplamento 3 receber os componentes acima localizados, tal como a estrutura de suporte 2, a torre e a turbina da OWEP;

[0075] - perfurar ou vibrar pelo menos uma estaca 5 no leito do oceano 4 para ancorar o elemento de acoplamento 3;

[0076] - injetar pasta fluida de cimento, concreto, argamassa ou outros materiais de construção através da âncora de injeção no leito do oceano 4 ao seu redor, assim sendo formando uma área solidificada; e

[0077] - conectar a âncora de injeção ao elemento de acoplamento 3.

[0078] Também é possível que primeiramente a estaca ou estacas 5 seja/sejam inseridas no leito do oceano 4 de tal maneira que as mesmas terminem acima do leito do oceano 4 e o elemento de acoplamento 3 seja então conectado as estacas 5 assim sendo inseridas e a estrutura de suporte 2 é então conectada ao elemento de acoplamento 3.

[0079] A Figura 2 mostra uma vista lateral de uma estrutura de fundação 1 de acordo com a invenção com uma conexão a uma camisa como uma estrutura de suporte 2. A construção da estrutura de fundação 1 e a fundação por meio das estacas 5 é comparável aquela da Figura 1 de tal maneira que uma descrição detalhada não se faz necessária. Em contraste a fundação de um tripode, no caso presente, os suportes para a camisa não são posicionados por sobre os elementos de acoplamento 3, mas estes são dispostos centralmente no elemento de acoplamento 3 e ali conectados e permanecem diretamente sobre o leito do oceano 4.

[0080] A Figura 3 mostra uma aplicação possível adicional para uma estrutura de suporte 2 formada como um tripode e a Figura 4 mostra uma aplicação possível adicional para uma estrutura de suporte 2 formada como uma mono estaca.

[0081] A Figura 5 mostra uma vista de plano esquemático de exemplos com formas básicas de elementos de acoplamento 3 de acordo com a invenção, os quais podem ser usados dependendo dos requerimentos do caso. Os dados exemplos não constituem uma lista exaustiva e não são limitados no que diz respeito a formas possíveis e adicionais. Os elementos de acoplamento 3 são formados como elementos de estrutura em treliça com uma estrutura de treliça, formados como fundações planas, armações, sistemas de Vierendeel e tendo superfícies de base triangular (não mostradas aqui), circular, quadrada ou poligonal. No caso de uma superfície de base circular, as estacas 5 são preferivelmente dispostas como um círculo.

[0082] As Figuras de 6 a 14 mostram vistas em 3-D de realizações adicionais de elementos de acoplamento 3 de acordo com a invenção como um elemento de estrutura em treliça.

[0083] As Figuras 6 e 7 mostra uma estrutura de treliça tridimensional de um desenho cúbico para uma fundação plana.

[0084] As Figuras de 8 a 12 mostram exemplos de uma realização tetraédrica (Figura 8) e realizações em pirâmide truncadas (Figuras 9 e 10) de elementos de estrutura em, treliça com uma armação (Figuras 8, 10, 12) ou um sistema de Vierendeel (Figuras 9 e 11). Formas cônicas também são algo viável.

[0085] Nas Figuras 13 e 14, elementos de estrutura em treliça octogonais como elementos de acoplamento 3 são ilustrados como exemplos adicionais da superfície de base. O elemento de estrutura em treliça conforme é mostrado na Figura 13 tem uma estrutura de Vierendeel e o elemento mostrado na Figura 14 tem uma estrutura de armação. Os elementos de acoplamento 3 de ambos os elementos de estrutura em treliça têm, sobre a extremidade superior, uma abertura central para receber, por exemplo, uma mono estaca como uma estrutura de suporte 2, a qual é passada através da abertura

no elemento de acoplamento 3 e é então ali conectada. Nestes exemplos os receptores para a ancoragem do elemento de acoplamento 3 no leito do oceano 4 são vantajosamente formados pelas estacas de canto inclinadas 6 as quais são formadas com perfis quadrados, assim chamados de perfis ocos. A âncora perfurada por injeção é empurrada através destas estacas de canto 6 (não ilustradas aqui) e é conectada com o elemento de acoplamento 3 de uma maneira destacável, por exemplo, por meio de parafusos depois da ancoragem no leito do oceano 4.

[0086] Em sumário, as seguintes vantagens da estrutura de fundação 1 de acordo com a invenção podem ser mencionadas:

[0087] Distintamente menos emissão de som durante o processo de instalação em comparação com o estado atual da técnica

[0088] Distintamente uma rigidez maior devido a profundidades reduzidas de submersão.

[0089] Proteção da fauna e flora marinha do leito do oceano devido a uma enormemente reduzida vedação do leito do oceano;

[0090] Economia nos custos e no tempo devido a:

[0091] - economia de materiais por meio de uma estrutura efetivamente aperfeiçoada para a estrutura de fundação,

[0092] - menos investigações elaboradas e complexas de locais para a fundação,

[0093] - uso de pequenas embarcações para a instalação,

[0094] - posicionamento mais simples do corpo da fundação devido a redução do seu peso,

[0095] - uma janela de tempo mais longo para a instalação devido a um processo aperfeiçoado e aos elementos de acoplamento selecionados de acordo com a invenção.

[0096] Combinação aperfeiçoada e mutuamente adaptada do elemento de acoplamento e da estaca;

[0097] A estrutura de fundação pode ser adaptada sem maiores dispensas das estruturas de suporte atualmente sendo usadas.

[0098] O elemento de estrutura em treliça é produzido a partir de aço e/ou cimento ou concreto e/ou materiais compostos. Os elementos de estrutura em treliça são preferivelmente tubos, em particular tubos enrolados a calor sem emendas e tubos formados a frio e/ou como tubos soldados produzidos a partir de uma tira quente e/ou perfis com uma seção transversal aberta. Os tubos têm a mesma ou têm uma geometria ou diferentes geometrias de seção transversal tais como uma seção transversal angular, triangular, retangular, quadrada ou poligonal ou uma combinação das mesmas.

[0099] A presente realização exemplificada refere-se a plataformas offshore de energia eólica. A estrutura de fundação 1 de acordo com a invenção também pode ser usada, geralmente, para plataformas offshore tais como as assim chamadas ilhas de perfuração.

Lista de números de referência

- 1 Estrutura de fundação
- 2 Estrutura de suporte
- 3 Elemento de acoplamento
- 4 Leito oceânico
- 5 Estaca
- 6 Estaca de quina

Reivindicações

1. Estrutura de fundação para uma instalação offshore, em particular uma instalação offshore para a produção de energia eólica, incluindo pelo menos um elemento de fundação o qual pode ser ancorado ao leito do mar, exceto por uma fundação por gravidade e exceto por uma fundação flutuante, e uma estrutura de suporte (2) conectada ao mesmo para fixar a instalação offshore, caracterizada pelo fato que o elemento de fundação é uma estaca (5) que pode ser inserida no leito do mar por perfuração e/ou por vibração, a qual pode ser fixada no leito do mar por um material orgânico e/ou inorgânico e a qual está posicionada em um ângulo com relação a uma vertical sobre o leito do mar.

2. Estrutura de fundação de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato que o ângulo da estaca (5) com relação à vertical é de 5° a 85° , particularmente de 10° a 45° .

3. Estrutura de fundação de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizada pelo fato que a estaca tem um diâmetro de pelo menos 60 mm.

4. Estrutura de fundação de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizada pelo fato que a pelo menos uma estaca (5) dissipa cargas no leito do mar em todas as direções espaciais.

5. Estrutura de fundação de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizada pelo fato que o elemento de fundação consiste de uma pluralidade de estacas (5).

6. Estrutura de fundação de acordo com a reivindicação 5, caracterizada pelo fato que de modo a aumentar as cargas que podem ser transferidas para o leito do mar, pelo menos três estacas (5) estão posicionadas no leito do mar de tal maneira que as suas extensões longitudinais se estendem em três direções mutuamente divergentes.

7. Estrutura de fundação de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizada pelo fato que a pelo menos uma estaca (5) e a estrutura de suporte (2) estão conectadas uma a outra por meio de um elemento de

acoplamento (3) que transmite força.

8. Estrutura de fundação de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizada pelo fato que a pelo menos uma estaca (5) e o elemento de suporte (2) estão conectados de forma liberável um ao outro por meio de um elemento de acoplamento (3).

9. Estrutura de fundação de acordo com a reivindicação 7 ou 8, caracterizada pelo fato que a conexão entre o elemento de acoplamento (3) e a estrutura de suporte (2) e a conexão entre o elemento de acoplamento (3) e a pelo menos uma estaca (5) é do tipo de ligação e/ou de fricção e/ou de interferência positiva.

10. Estrutura de fundação de acordo com qualquer uma das reivindicações 7 a 9, caracterizada pelo fato que o elemento de acoplamento (3) é construído como um elemento estrutural em treliça.

11. Estrutura de fundação de acordo com a reivindicação 10, caracterizada pelo fato que o elemento estrutural em treliça consiste de tubos, particularmente tubos laminados a quente sem costura e/ou tubos formados a frio e/ou produzidos por solda a quente e/ou perfis com uma seção transversal aberta.

12. Estrutura de fundação de acordo com a reivindicação 11, caracterizada pelo fato que os tubos podem ter a mesma geometria ou diferentes geometrias de seção transversal, tal como uma seção transversal circular ou angular, triangular, retangular, quadrada ou poligonal ou uma combinação das mesmas.

13. Estrutura de fundação de acordo com uma ou mais das reivindicações 10 a 12, caracterizada pelo fato que o elemento estrutural em treliça tem uma superfície de base angular com estacas de canto (6) dispostas em seus cantos, as quais são suportadas sobre o leito do mar e servem como receptores para as estacas (5).

14. Estrutura de fundação de acordo com qualquer uma das reivindicações 10 a 13, caracterizada pelo fato que o elemento estrutural em treliça tem uma superfície de base circular, triangular, retangular ou poligonal.

15. Estrutura de fundação de acordo com a reivindicação 10,

caracterizada pelo fato que no caso de uma superfície de base circular, as estacas são preferivelmente dispostas como um círculo.

16. Estrutura de fundação de acordo com a reivindicação 10, caracterizada pelo fato que o elemento estrutural em treliça é produzido a partir de aço e/ou cimento ou concreto e/ou de materiais compostos.

17. Estrutura de fundação de acordo com qualquer uma das reivindicações 10 a 16, caracterizada pelo fato que o elemento estrutural em treliça tem um formato cúbico piramidal triangular truncado, cônico ou piramidal truncado.

18. Estrutura de fundação de acordo com qualquer uma das reivindicações 10 a 17, caracterizada pelo fato que o elemento estrutural em treliça tem uma estrutura de quadro ou de armação de Vierendeel.

19. Estrutura de fundação de acordo com qualquer uma das reivindicações 7 a 18, caracterizada pelo fato que o elemento de acoplamento (3) repousa sobre o leito do mar (4) e pode ser ancorado no leito do mar por meio de pelo menos uma estaca (5).

20. Estrutura de fundação de acordo com qualquer uma das reivindicações 7 a 18, caracterizada pelo fato que o elemento de acoplamento (3) está disposto acima do leito do mar (4), preferivelmente a uma distância entre 1 e 5 m, e pode ser ancorado no leito do mar por meio de pelo menos uma estaca (5).

21. Estrutura de fundação de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 20, caracterizada pelo fato que a estaca (5) é uma estaca de injeção perfurada.

22. Método para a instalação de uma estrutura de fundação conforme reivindicada em uma ou mais das reivindicações 1 a 21 sobre um leito do mar (4), caracterizado pelo fato que inicialmente o elemento de acoplamento (3) é ancorado por meio de estacas (5) introduzidas no leito do mar (4) e a estrutura de suporte (2) é então conectada ao elemento de acoplamento (3).

23. Método de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato

que o elemento de acoplamento (3) é posicionado sobre o leito do mar (4) e em seguida ancorado.

24. Método de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato que inicialmente a estaca ou estacas (5) é/são introduzidas no leito do mar de tal maneira que as mesmas terminam acima do leito do mar e o elemento de acoplamento (3) é então conectado as estacas (5), assim introduzidas e em seguida a estrutura de suporte (2) é conectada ao elemento de acoplamento (3).

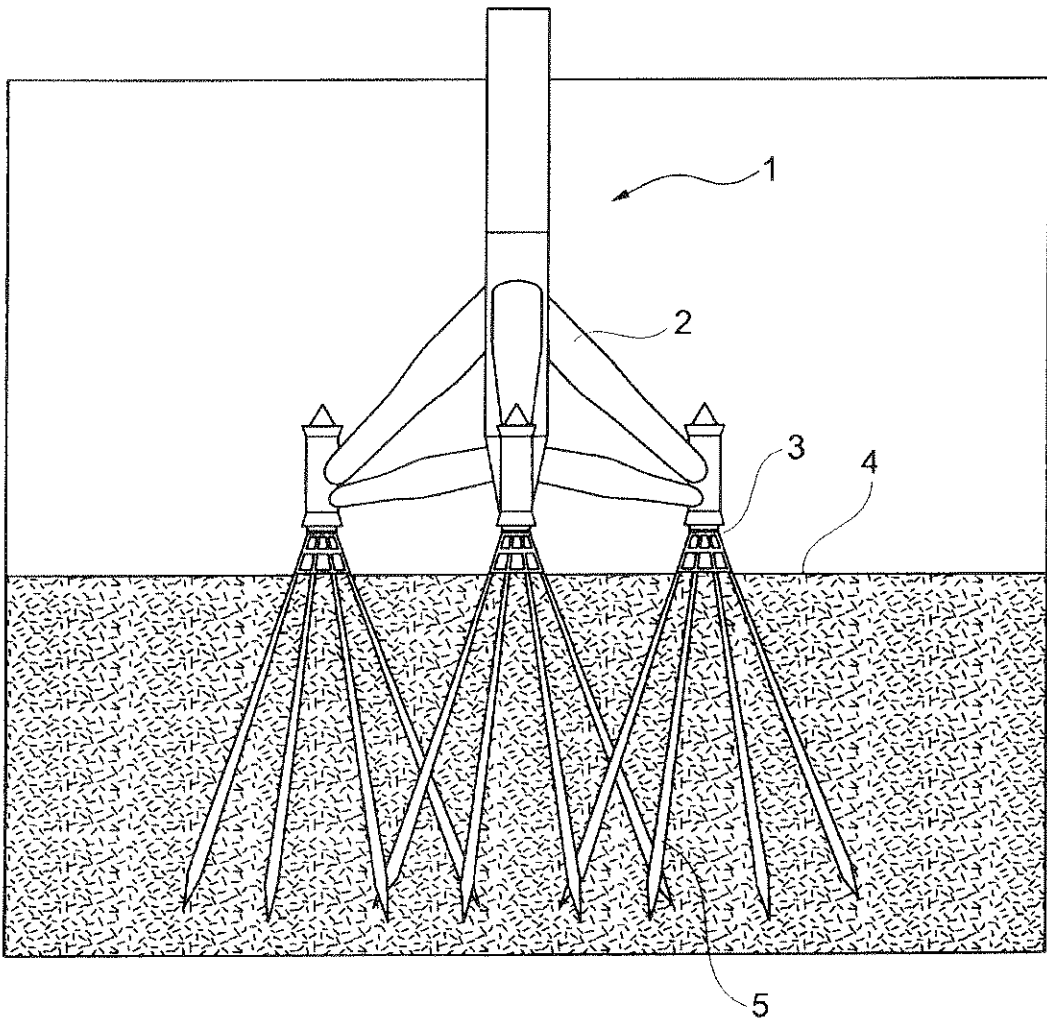


Fig. 1

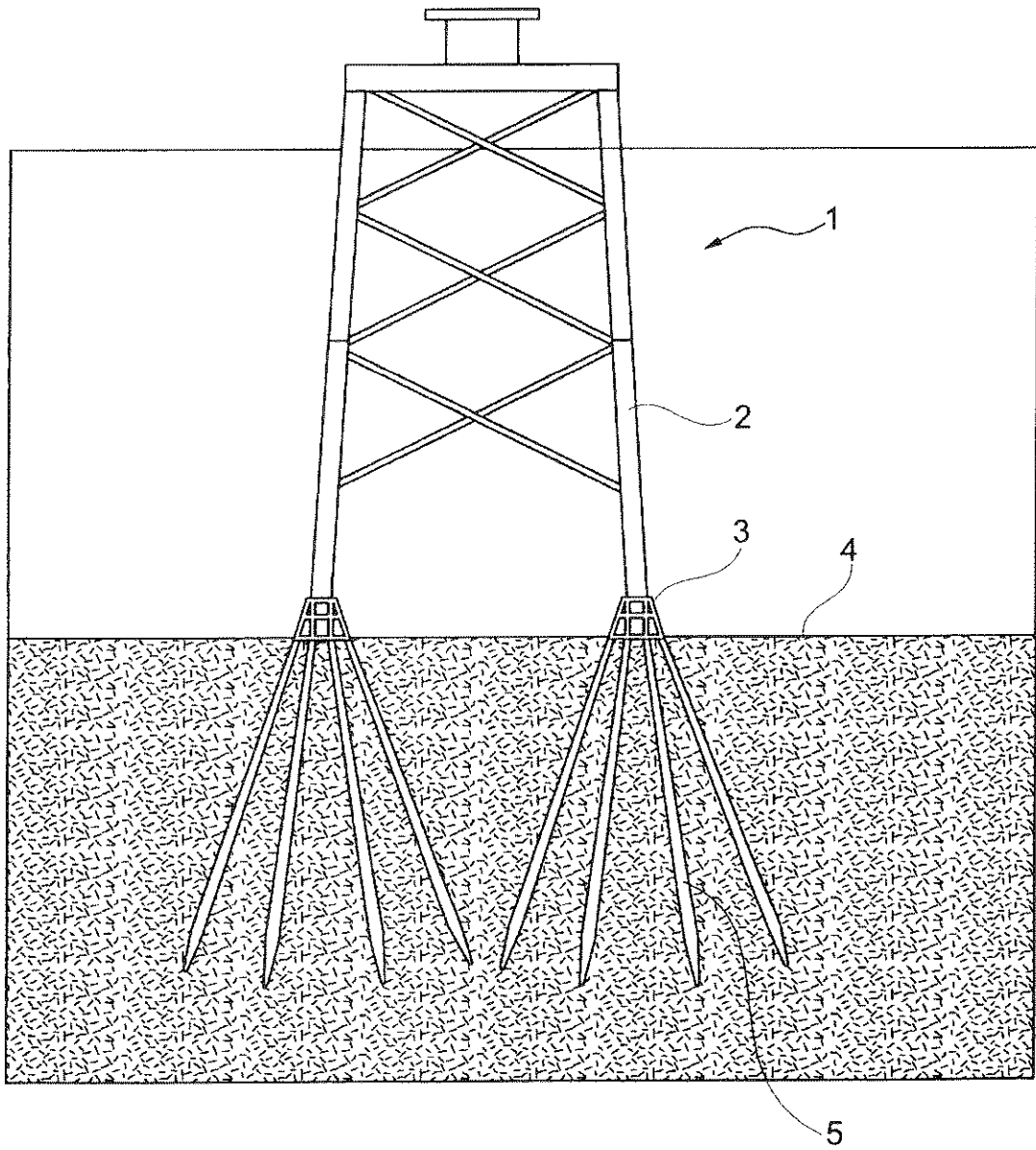


Fig. 2

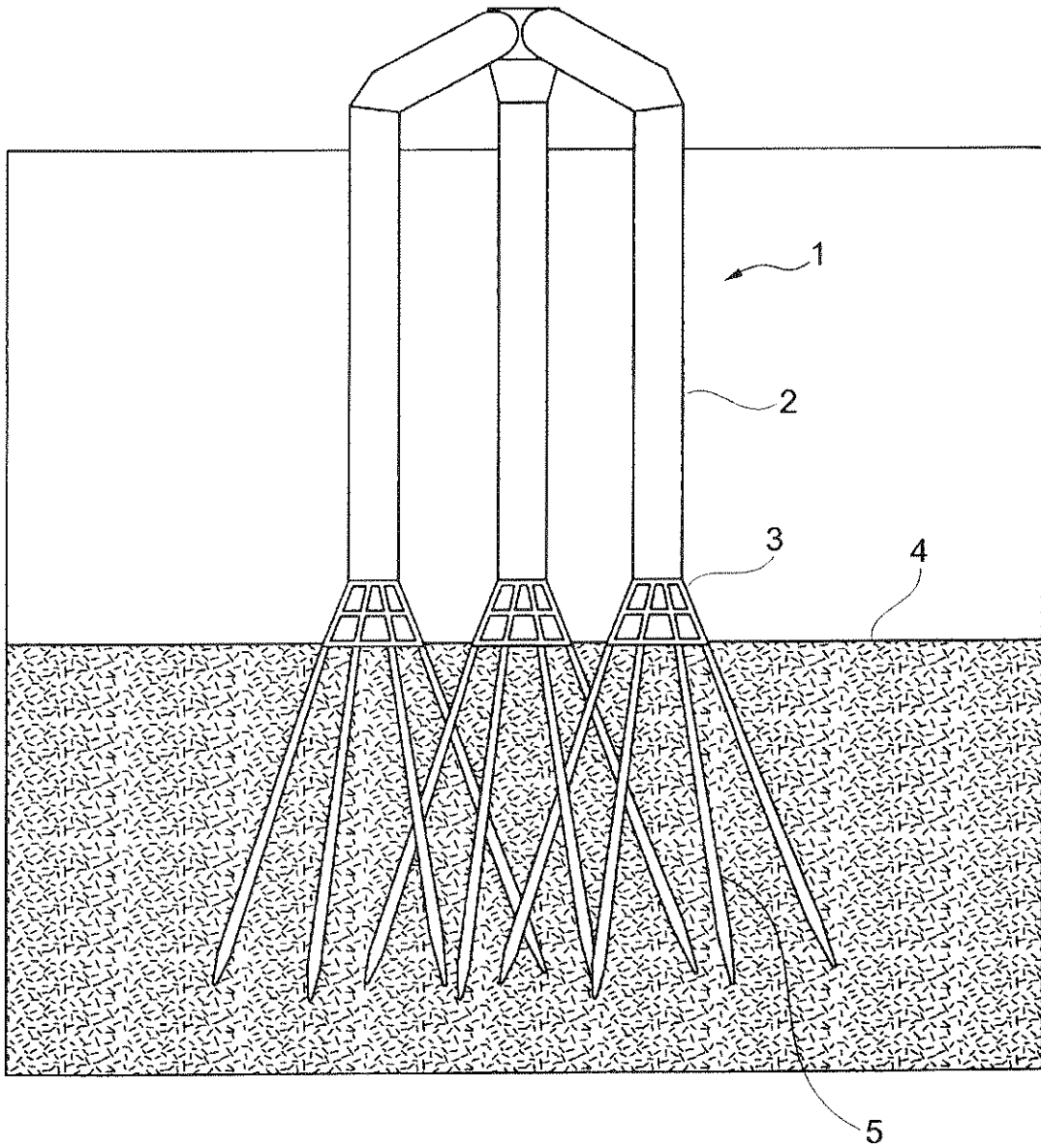


Fig. 3

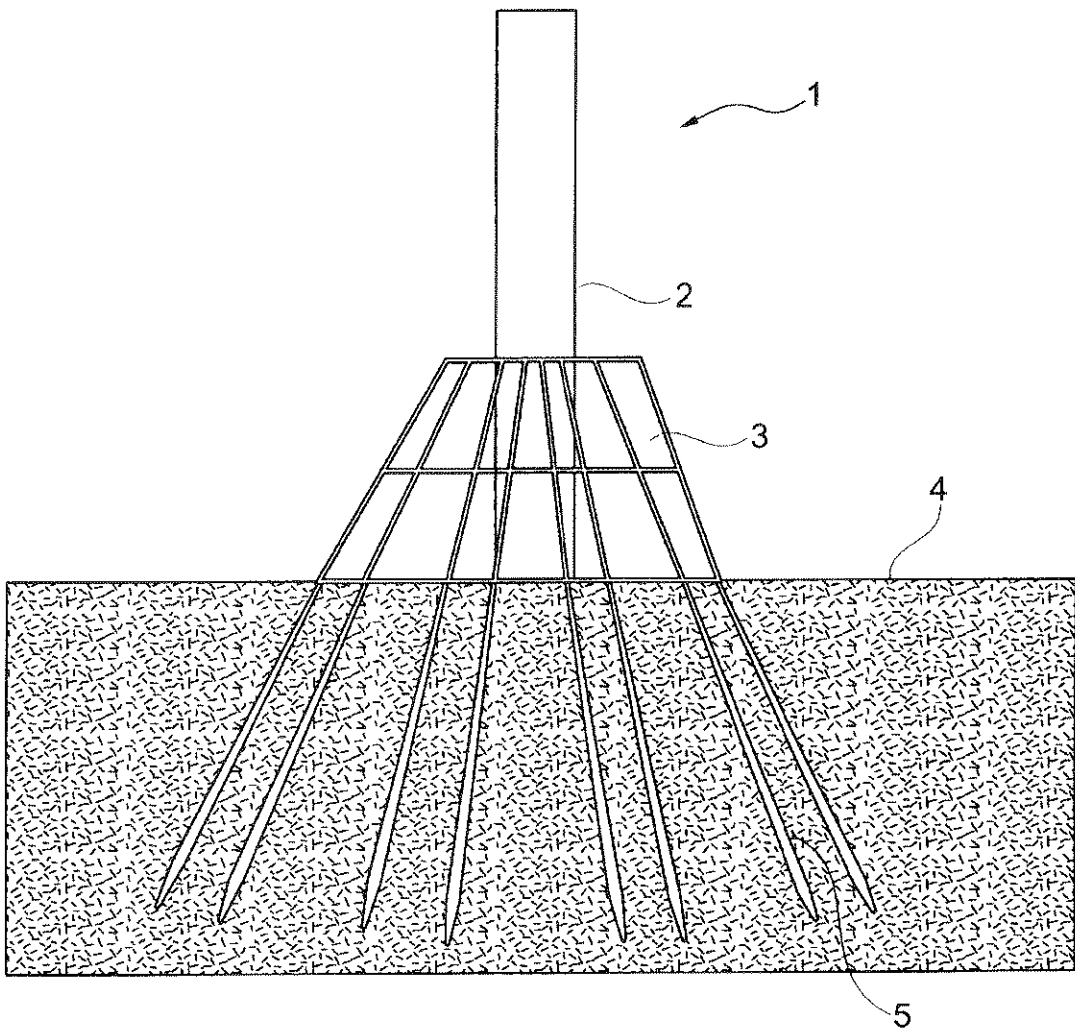


Fig. 4

5/8

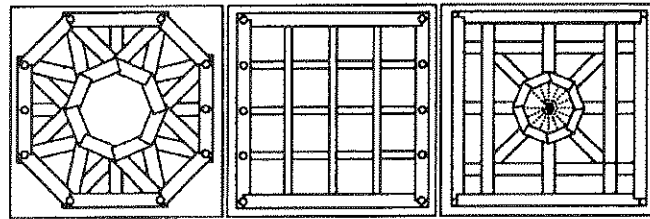


Fig. 5

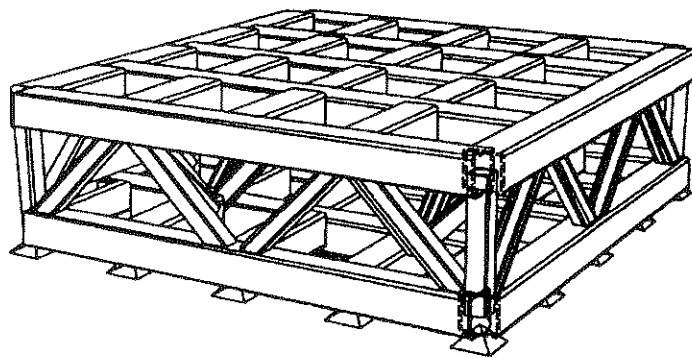


Fig. 6

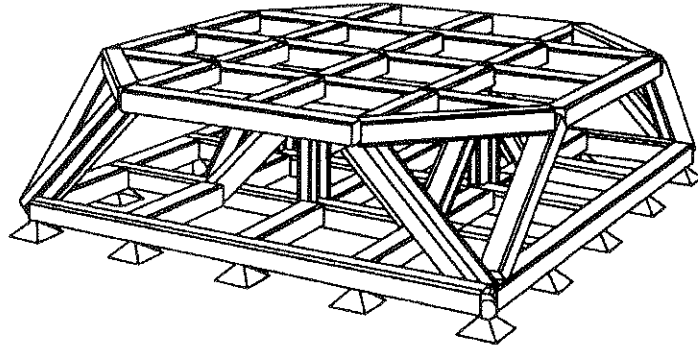


Fig. 7

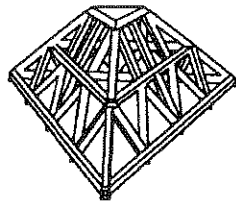


Fig. 8

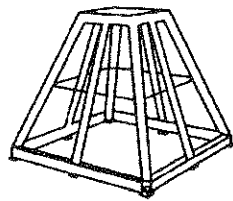


Fig. 9

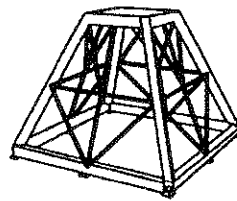


Fig. 10

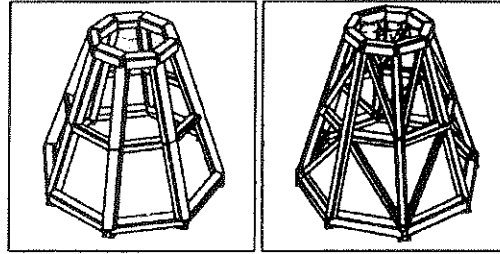


Fig. 11 Fig. 12

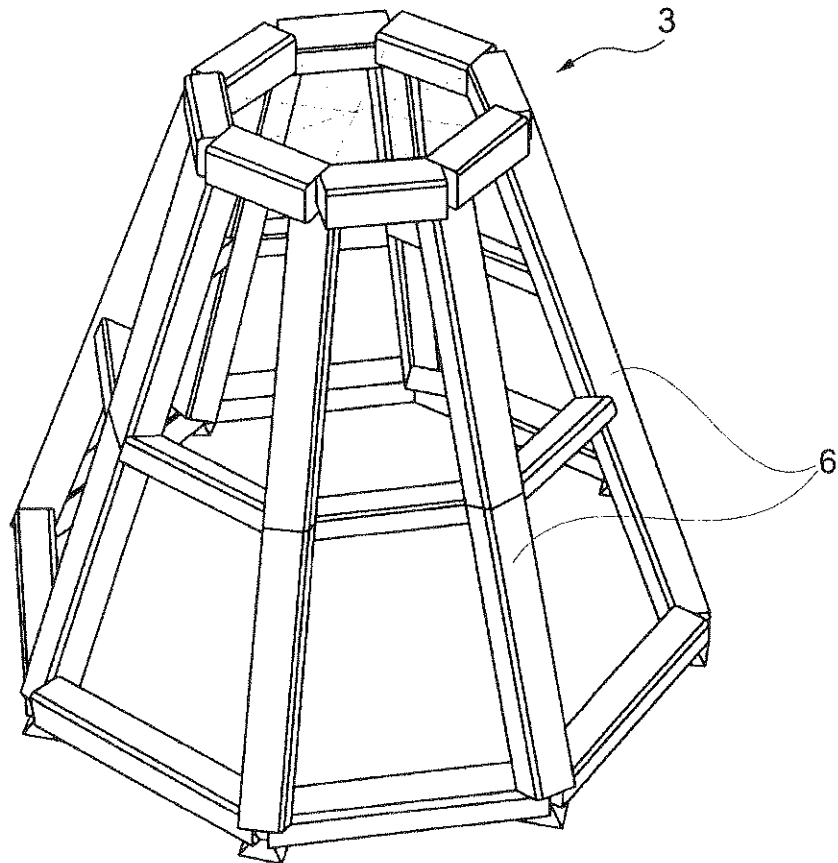


Fig. 13

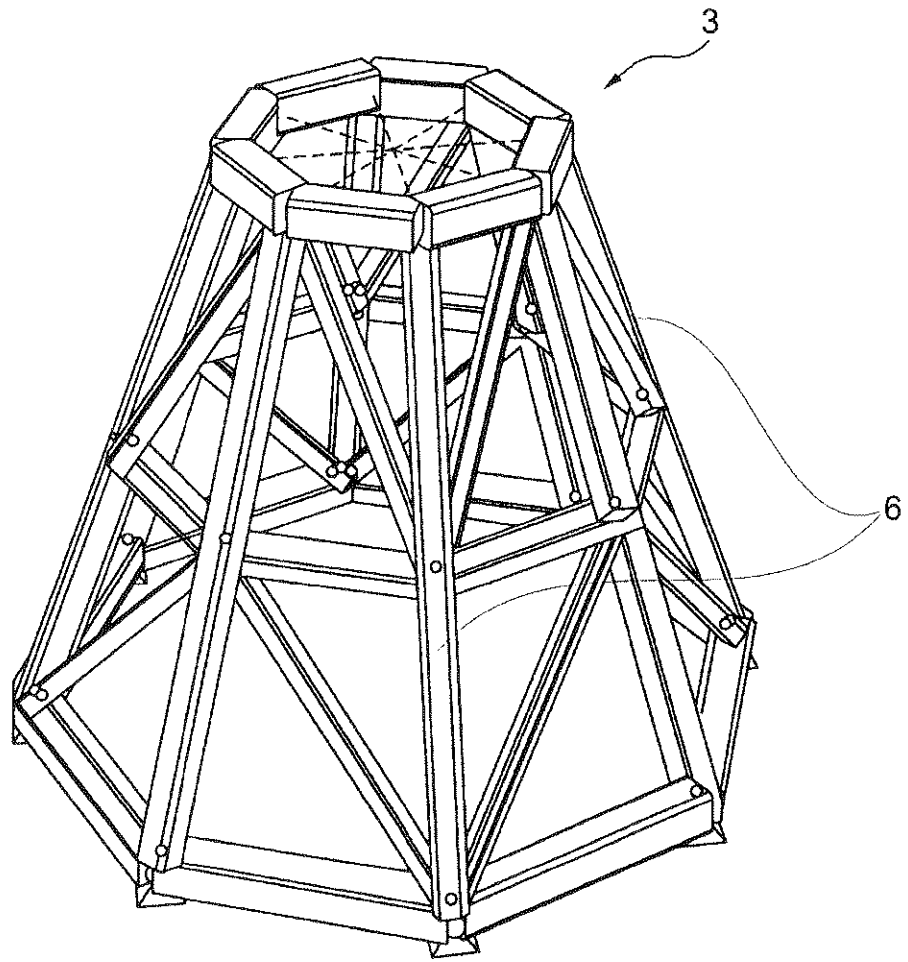


Fig. 14