

(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO

(22) Data de pedido: 2008.12.15	(73) Titular(es): NV BEKAERT SA BEKAERTSTRAAT 2 8550 ZWEVEGEM BE
(30) Prioridade(s): 2008.01.30 EP 08101078	
(43) Data de publicação do pedido: 2010.10.13	(72) Inventor(es): XAVIER AMILS BE CHRISTOPH MATTHEEUWS BE
(45) Data e BPI da concessão: 2011.10.19 246/2011	(74) Mandatário: LUÍS MANUEL DE ALMADA DA SILVA CARVALHO RUA VÍCTOR CORDON, 14 1249-103 LISBOA PT

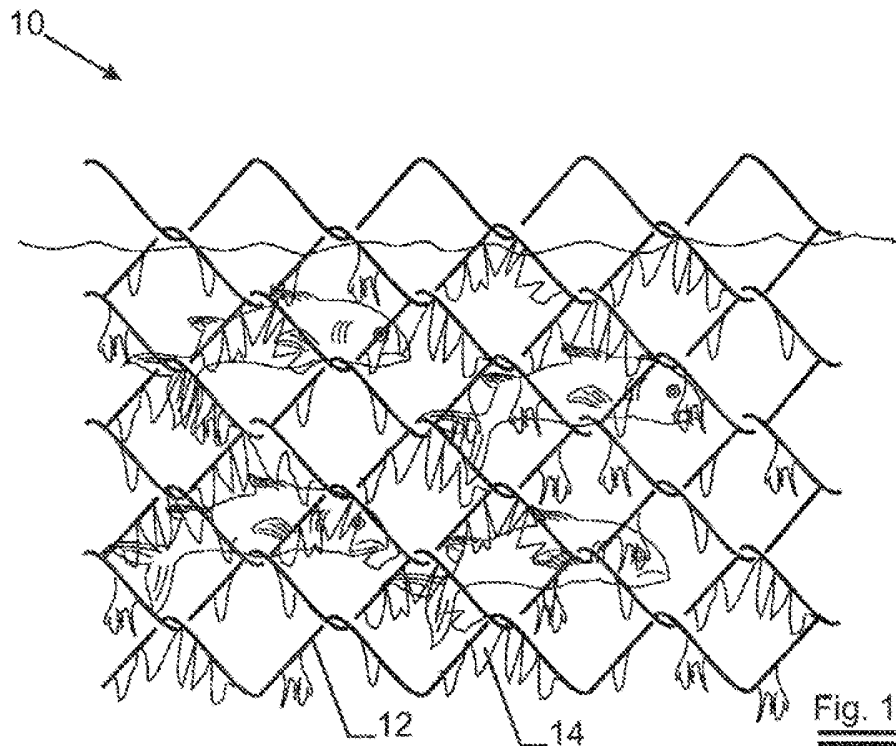
(54) Epígrafe: **REDE PARA AQUACULTURA COM ARAMES DE AÇO REVESTIDOS A TIRA METÁLICA**

(57) Resumo:

A INVENÇÃO REFERE-SE A UMA REDE DE AQUACULTURA (10) COMPREENDENDO ARAMES (12) TENDO UM NÚCLEO DE AÇO (14) E UM REVESTIMENTO METÁLICO ADAPTÁVEL (16) NA FORMA DE UMA TIRA PARA MELHORAR AS PROPRIEDADES DE ANTI-CORROSÃO E ANTI-SUJIDADE. EM COMPARAÇÃO COM A TÉCNICA ANTERIOR, O REVESTIMENTO METÁLICO PODE SER MAIS ESPESSO E PODE TER UMA COMPOSIÇÃO QUE SEJA HOMOGÉNEA EM TODA A SUA ESPESSURA.

RESUMO**"REDE PARA AQUACULTURA COM ARAMES DE AÇO REVESTIDOS A TIRA METÁLICA"**

A invenção refere-se a uma rede de aquacultura (10) compreendendo arames (12) tendo um núcleo de aço (14) e um revestimento metálico adaptável (16) na forma de uma tira para melhorar as propriedades de anti-corrosão e anti-sujidade. Em comparação com a técnica anterior, o revestimento metálico pode ser mais espesso e pode ter uma composição que seja homogênea em toda a sua espessura.

**Fig. 1**

DESCRIÇÃO

"REDE PARA AQUACULTURA COM ARAMES DE AÇO REVESTIDOS A TIRA METÁLICA"

Domínio Técnico

A invenção refere-se a uma rede para aquacultura com arames de aço.

Técnica Anterior

As redes de aquacultura ou redes para a cultura de peixes são usadas para criar vida aquática, tal como peixe. A rede de aquacultura mantém a vida aquática controlada e contida e protege a vida aquática dentro da rede contra predadores tais como tubarões e lobos marinhos.

As redes de aquacultura são usualmente do tipo de rede metálica simples. Esta é uma vedação de arames de aço tecidos num padrão em diamante. As malhas têm uma dimensão que é inferior à dimensão dos peixes contidos nas redes. Cada arame de aço é pré-formado por dobragem, de maneira a exibir um padrão ondulado com máximos e mínimos. Os máximos de um arame de aço encaixam nos mínimos de um arame vizinho para formar os padrões de uma série de diamantes.

A experiência mostrou, contudo, que as redes de aquacultura do tipo de rede metálica simples, também têm certas desvantagens. Descobriram-se redes de aquacultura com um ou mais dos arames de aço partidos depois de um limitado tempo de vida.

A investigação das redes de aquacultura deficientes revelou que, particularmente, os arames de aço superiores da rede de aquacultura se partiram. Com efeito, o oceano ou o mar forma um enorme desafio no que respeita a resistência à corrosão. Além deste ambiente altamente corrosivo as ondas e as marés sujeitam a rede de aquacultura a um movimento contínuo e repetido. Numa rede de aquacultura do tipo de rede metálica simples, cada arame de aço deve suportar o peso do resto da rede que lhe fica por baixo. O arame superior estabelece contactos pontuais com o arame imediatamente por baixo. Estes contactos pontuais estão localizados num ponto onde tanto o arame superior como o arame imediatamente por baixo são ambos submetidos a deformação por dobragem e torção. Os movimentos impostos, contínuos e repetidos, neste ambiente agressivo criam fricção nos pontos de contacto e podem resultar na quebra dos arames da rede.

As redes de aquacultura com arames de aço galvanizado oferecem uma resistência aceitável contra a sujidade biológica, isto é, contra o material que pode crescer na estrutura metálica, sujando-o. No contexto da presente invenção, o termo material de sujidade refere-se a

organismos de sujidade tais como cracas, algas ou moluscos, que podem ligar-se ao e crescer no material de arame da estrutura de malha. Contudo, este mecanismo de sujidade pode ser tão persistente que todas as aberturas nas malhas podem ser cheias bloqueando qualquer introdução de água fresca ou de nutrição no volume dentro da estrutura de malha.

Portanto, há necessidade de redes de aquacultura com melhores propriedades anti-sujidade e anti-corrosão.

A JP-A-2004-261023 divulga um arame de aço para redes de aquacultura. O arame de aço tem um núcleo de aço inoxidável e um revestimento metálico de cuproníquel: uma liga de cobre e níquel com um teor em níquel que vai desde 10% e 30% em peso. O revestimento de metal pode ser aplicado quer por mergulho a quente do núcleo de aço inoxidável num banho de cobre e níquel quer por plaqueamento do núcleo de aço inoxidável com cobre, depois com níquel e, finalmente, aplicando um tratamento de difusão térmico.

Os revestimentos de cobre e níquel provaram conferir uma boa resistência contra a corrosão devido ao níquel e têm provado fornecer uma boa resistência contra a sujidade devido ao efeito do cobre. Contudo, aos arames de aço existentes da técnica anterior com revestimentos de cobre e níquel falta a possibilidade de regular com exactidão a espessura e a composição do revestimento de

cobre e níquel devido às razões que se seguem ou não oferecem arames de aço de elevada qualidade com um revestimento espesso.

Se for usado um banho de cobre e níquel para mergulho a quente, a composição do revestimento de cobre e níquel pode variar, variando a composição do banho de cobre e níquel. A espessura, contudo, depende muito da velocidade a que o arame sai do banho e do grau final a que é laminado ou trefilado. É difícil, se não impossível, obter arames de aço com um revestimento cuja espessura exceda 30% do diâmetro do arame. Além disso, em relação à elevada temperatura de fusão tanto do cobre como do níquel em comparação com o zinco, é difícil manufacturar arames revestidos de alta qualidade devido a problemas de oxidação à superfície do núcleo de aço.

Se um tratamento de difusão térmico for aplicado, a espessura do revestimento de cobre e níquel pode ser predeterminada pelo aumento do tempo de (electro)-plaqueamento. É aqui entendido que, quanto mais longo for o tratamento do plaqueamento, tanto maior será o revestimento e vice-versa, sendo todos os outros parâmetros constantes. A composição, contudo, é mais difícil de controlar. Como o níquel é aplicado sobre o cobre, o níquel difunde-se através do cobre a partir do topo e também a partir do núcleo de aço visto o aço inoxidável também compreender níquel devido aos tratamentos de calor a jusante. Este processo de difusão, contudo, é difícil de controlar e de

regular com exactidão. Como resultado, com um tratamento de difusão térmica, é impossível obter um revestimento com, por exemplo, 90% em peso de cobre e 10% em peso de níquel e tendo esta mesma composição em toda a espessura do revestimento.

As dimensões de uma rede de aquacultura são consideráveis. Um exemplo de uma dimensão típica é de 30m x 30m x 15m, sendo a última dimensão a profundidade da rede dentro de água e sendo as primeiras duas dimensões a largura e o comprimento da rede à superfície da água. Apenas a título de exemplo, uma rede feita em aço galvanizado e com as dimensões atrás referidas tem um peso superior a 4 toneladas métricas. Um modelo de realização de uma rede de aquacultura tem sido divulgado em WO-A1-2007/031352. Como tal, o peso de uma rede de aquacultura necessita de ser mantido num mínimo. Um revestimento ajustável garante a espessura e, assim, o peso controlável dos arames e da rede.

Divulgação da Invenção

É um objecto da presente invenção verificar os inconvenientes da técnica anterior.

É outro objecto da presente invenção fornecer uma rede de aquacultura com arames de aço com um revestimento regulável.

É outro objecto da presente invenção fornecer uma rede de aquacultura com arames de aço tendo um revestimento espesso oferecendo assim resistência suficiente contra a corrosão e contra a sujidade.

É ainda outro objecto da presente invenção fornecer uma rede de aquacultura com arames de aço com um revestimento cuja composição seja homogênea em toda a sua espessura.

É ainda outro objecto da presente invenção fornecer uma rede de aquacultura onde a espessura do revestimento pode ser controlada sem comprometer a velocidade da produção.

De acordo com a presente invenção, é fornecida uma rede de aquacultura com arames de aço. Os arames de aço têm um núcleo de aço e um revestimento metálico para dar uma propriedade de anti-corrosão e anti-sujidade aos arames de aço. O revestimento metálico está na forma de uma tira ou de uma folha que é fixa em volta do núcleo de aço. Uma tira de um metal adequado de composição controlada e predeterminada e espessura desejada pode ser formada numa forma de tubo. A largura desta tira é um pouco maior ou igual à circunferência do núcleo de aço a ser coberto. A tira é fechada num tubo e soldada sobre ou em redor do núcleo de aço.

Alternativamente, duas tiras podem ser usadas

para cobrir o núcleo de aço. Em vez de soldar, estas duas tiras são trefiladas sobre o núcleo de aço.

Estas duas técnicas, que são conhecidas como tal, fornecem muitas vantagens para efeitos da presente invenção. Permitem determinar, independentemente, tanto a composição como a espessura do revestimento metálico em redor do núcleo de aço, conferindo propriedades de anti-sujidade e anti-corrosão. Também, o núcleo de aço pode ser melhorado optimamente independentemente do revestimento metálico, relativamente à resistência tênsil. Tanto o núcleo de aço e o revestimento metálico podem ser adaptados de maneira a fornecer uma aderência óptima entre os dois materiais compósitos. Assim, uma rede de aquacultura pode ser fornecida com óptimas propriedades anti-sujidade e anti-corrosão e ser, ao mesmo tempo, muito forte.

Num modelo de realização preferido o referido revestimento metálico é uma liga de cobre níquel. Os revestimentos de cobre níquel provaram ter uma boa resistência contra a corrosão devido ao níquel e boa resistência contra a sujidade devido ao efeito do cobre.

Num modelo de realização o referido revestimento metálico é Cu-NixFey pelo qual x é 9, 10 ou 11 e y é 1. Noutro modelo de realização, o referido revestimento metálico é CuNixSny pelo que x é 8, 9, 10 ou 11 e y é 1, 2 ou 3. Aqui x e y são percentagens em peso. Estas ligas particulares têm a vantagem de endurecerem durante um

processo de recozimento que resulta numa resistência à abrasão aumentada.

Outras ligas são também possíveis, tais como as ligas de CuZnSn e ligas de CuZnNi.

Noutro modelo de realização, a referida liga de cobre e níquel compreende pelo menos 80 por cento em peso de cobre e entre 5 por cento em peso e 15 por cento em peso de níquel. Uma composição de 90% em peso de Cu e 10% em peso de Ni provou ser uma composição aceitável.

Preferivelmente, o referido núcleo de acordo com a invenção é um arame de aço duro previamente trefilado. Um arame de aço duro trefilado tem uma dureza superficial muito maior do que uma vareta de arame que acabou de sair da fábrica. A maior dureza do núcleo interior aumenta a aderência do revestimento ao núcleo de aço. Um aço duro trefilado também aumenta a resistência à tracção do núcleo de aço não revestido usado nas redes de aquacultura. Trefilar ainda mais o arame de aço depois do revestimento aumenta ainda mais a resistência à tracção e melhora a aderência do revestimento ao núcleo de aço. Resistências à tracção finais acima de 1500 MPa, por exemplo, acima de 1800, por exemplo, acima de 2000 MPa e mais podem ser obtidas.

Num modelo de realização preferido de acordo com a invenção as folgas entre o núcleo de aço e do

revestimento metálico são inferiores a 50 μm , por exemplo, menores que 10 μm . O mais preferivelmente, não há folgas entre o referido núcleo de aço e o referido revestimento metálico. Por razões de corrosão na água salgada, todas as folgas são preferivelmente evitadas. A maneira como estas folgas são evitadas está explicada a seguir.

Noutro modelo de realização, o referido núcleo de aço compreende níquel, apresentando o referido níquel um gradiente próximo da interface entre o referido núcleo de aço e o referido revestimento metálico melhorando a aderência entre os dois materiais compósitos. Isto é mais descrito na Figura 5.

Num modelo de realização ainda mais preferível, o referido núcleo de aço tem uma estrutura cúbica centrada no corpo e o referido revestimento metálico tem uma estrutura cúbica centrada, mais uma vez para melhorar a aderência entre os dois materiais compósitos. O termo "estrutura cúbica centrada no corpo" refere-se à estrutura cristalográfica e significa que um cristal tem um ponto da estrutura no centro da unidade celular além dos oito pontos de canto. Tem uma contribuição de 2 pontos de estrutura por unidade celular $((1/8)*8+1)$. O termo "estrutura cúbica centrada na face" refere-se a uma estrutura cristalográfica com pontos de estrutura nas faces do cubo de que cada unidade de cubo obtém exactamente uma meia contribuição, além dos pontos de estrutura de canto, dando um total de 4 átomos por unidade celular $((1/8 \text{ para cada canto}) * 8 \text{ cantos}$

+ (1/2 para cada face)* 6 faces).

Num modelo de realização o referido núcleo de aço é de aço macio, porque um aço macio tem uma estrutura cúbica centrada no corpo que confere uma boa aderência com uma estrutura cúbica centrada na face de um revestimento de CuNi.

Noutro modelo de realização, o referido núcleo de aço é um aço inoxidável. Alguns tipos de aço inoxidável têm uma estrutura cúbica centrada no corpo e outros tipos de aço inoxidável têm uma estrutura cúbica centrada na face. De qualquer forma, seja qual for o tipo de núcleo de aço inoxidável usado, em comparação com o aço macio, o aço inoxidável confere uma resistência excelente à corrosão mesmo no caso de a água do mar penetrar até ao núcleo de aço.

Caso o núcleo de aço tenha uma estrutura cúbica centrada na face, o nível direito de aderência é obtido por um tratamento de recozimento adequado e pela trefilagem do núcleo de aço e do revestimento até um grau elevado.

Breve descrição das figuras nos desenhos.

A Figura 1 mostra uma rede de aquacultura sobrecarregada com matéria de bio-sujidade.

A Figura 2 mostra um corte transversal de um fio

de acordo com a invenção.

A Figura 3 mostra um exemplo de má (3a) e boa (3b) aderência quando se solda um revestimento metálico em redor de um núcleo de aço.

A Figura 4 mostra um exemplo de má (4a) e boa (4b) aderência mecânica entre os materiais de diferente estrutura cristalográfica.

A Figura 5 mostra o efeito de recozimento a diferentes temperaturas.

A Figura 6 mostra o processo de soldar um revestimento metálico a um núcleo de aço.

Forma(s) de Efectuar a Invenção

A Figura 1 mostra uma rede de aquacultura 10 onde os arames de aço 12 da estrutura de malha estão sobrecarregados com organismos de bio-sujidade 14, tais como cracas, algas ou moluscos que se agarram à rede. O mecanismo de sujidade pode ser tão persistente que todas as aberturas nas malhas podem ser preenchidas, bloqueando qualquer introdução de água fresca ou de nutrição no volume dentro da estrutura da malha.

A Figura 2 mostra uma secção transversal de um arame de aço 12 de acordo com a invenção. Um revestimento

metálico 16 está soldado ao, ou em volta do, núcleo de aço 14.

Um problema conhecido com a soldadura de um revestimento metálico a um núcleo de aço é a aderência.

Vários processos e materiais têm sido usados para aumentar a aderência de arames revestidos.

No contexto da presente invenção, o termo "revestimento" significa o processo de fornecer um revestimento em redor de um núcleo de aço na forma de uma tira ou folha e de a fixar ao núcleo de aço por meio de soldadura ou por meio de trefilagem.

A Figura 3a mostra um exemplo de má aderência pelo qual um revestimento metálico 16 é soldado a um núcleo de aço 14 por meio de uma zona de soldadura 18 deixando folgas 20 e 22 na zona de soldadura.

A Figura 3b mostra um exemplo de boa aderência, pelo qual se evitam as folgas 20 e 22.

Num processo, a aderência de arame revestido foi aumentada usando-se cabeças Turks a temperatura elevada. As cabeças Turks foram aplicadas logo a seguir à mesa de soldadura para pressionar o revestimento sobre o arame de núcleo a uma temperatura mínima de 200 graus C. Todas as secções transversais mostraram aderência perfeita. Depois

de combinadas com a trefilagem numa passagem pela fieira, não se verificaram folgas na interface, mesmo na zona de soldadura. O compósito podia ser trefilado pelo menos mais 10% em diâmetro directamente na linha de revestimento. Não se observaram característicos vazios ou folgas na zona da soldadura durante a trefilagem posterior.

Noutro processo a aderência é aumentada pela escolha do material com diferente estrutura cristalográfica para o núcleo de aço e o revestimento metálico. A Figura 4b mostra um exemplo de boa aderência mecânica para um núcleo de aço com uma estrutura cúbica centrada no corpo e um revestimento metálico com uma estrutura cúbica centrada na face. Em contraste com a Figura 4b, a Figura 4^a mostra uma secção transversal de um núcleo de aço e um revestimento metálico onde ambos têm uma estrutura cúbica centrada na face. A interface entre o núcleo de aço e o revestimento tem uma área superficial que é mais pequena do que a da Figura 4b, conferindo, por isso, menor aderência entre os dois materiais.

Ainda noutro processo, a aderência é aumentada pelo recozimento a uma temperatura apropriada. Testes têm sido efectuados a diferentes temperaturas. A Figura 5 mostra o efeito de recozer durante 2 horas a 1070 graus C. Observa-se um enriquecimento significativo em Ni em direcção à superfície exterior de um núcleo de aço inoxidável 14. Por outras palavras, nota-se um gradiente em Ni próximo da interface entre o referido núcleo de aço e o

referido revestimento metálico.

Num quarto processo, a aderência é aumentada pelo aumento da dureza e melhoria da qualidade superficial do arame interior. Como se disse, um arame duro trefilado como material de núcleo de partida confere melhor aderência comparado com uma vareta como material de partida.

A aderência do arame revestido pode ser medida por meio de métodos indirectos, tais como por corte do arame compósito com alicates de corte ou outros e observar as extremidades.

Outro método indirecto é seguir a corrosão nas extremidades cortadas num teste de água do mar quente. A má aderência tem um impacto directo na corrosão da extremidade cortada. Ainda outro método indirecto é por microscopia óptica e medições da aspereza transversal. Um quarto método indirecto é por SEM e EDXS para verificar a difusão.

A Figura 6 mostra o processo de soldar um revestimento de metal 16 a um núcleo de aço 14. Uma tira de um metal adequado 16 e espessura predeterminada pode ser formada numa forma de tubo. A largura desta tira é pouco superior ou igual à circunferência do núcleo de aço 14 a ser coberto. A tira é fechada num tubo e soldada em volta do núcleo de aço. Depois da soldadura, as cabeças Turks 60 pressionam o revestimento metálico 16 até ao núcleo de aço 14.

Como tal, é fornecido um processo onde um revestimento metálico de composição e espessura predefinidas é aplicado sobre um arame de núcleo em aço. O referido revestimento é uma liga de cobre níquel. O revestimento metálico é soldado em volta ou sobre um núcleo de arame em aço.

Preferivelmente, o passo do processo de soldadura pode ser precedido por um passo de trefilar o arame de aço para fornecer um arame de aço com maior dureza e com maior resistência à tracção.

Preferivelmente, o passo do processo de soldar pode ser seguido por um passo de pressionar o revestimento contra o núcleo de aço por meio de cabeças Turks a uma temperatura mínima de 200 graus Célsius.

Alternativa ou adicionalmente, o passo de processo de fechar o núcleo de aço com uma tira ou folha de metal pode ser seguido por um passo de recozer o núcleo de aço com o revestimento metálico a uma temperatura acima de 950 °C durante um período de tempo de pelo menos uma hora.

Lisboa, 6 de Dezembro de 2011

REIVINDICAÇÕES

1. Uma rede de aquacultura (10) compreendendo arames de aço (12), tendo os referidos arames de aço um núcleo de aço (14) e um revestimento metálico (16) para dar uma propriedade de anti-corrosão e anti-sujidade aos referidos arames de aço, **caracterizado por** o referido revestimento metálico estar na forma de uma tira fixa em redor do referido núcleo de aço.

2. Uma rede de aquacultura (10) de acordo com a reivindicação 1, onde a referida tira tenha sido soldada sobre ou em volta do referido núcleo de aço (14).

3. Uma rede de aquacultura (10) de acordo com a reivindicação 1 ou 2, onde a referida tira tenha sido trefilada sobre o referido núcleo de aço (14).

4. Uma rede de aquacultura (10) de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, onde o referido revestimento metálico (16) é uma liga de cobre níquel.

5. Uma rede de aquacultura (10) de acordo com a reivindicação 4, onde a referida liga de cobre e níquel compreende pelo menos 80 por cento em peso de cobre e entre 5 por cento em peso e 15 por cento em peso de níquel.

6. Uma rede de aquacultura (10) de acordo com

qualquer uma das reivindicações anteriores, onde o referido núcleo de aço é um arame de aço previamente trefilado

7. Uma rede de aquacultura (10) de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, onde não há folgas (20, 22) entre o núcleo de aço (14) e o revestimento metálico (16).

8. Uma rede de aquacultura (10) de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, onde o referido núcleo de aço (14) compreende níquel, representando o referido níquel um gradiente próximo da interface entre o referido núcleo de aço (14) e o referido revestimento metálico (16).

9. Uma rede de aquacultura (10) de acordo com a qualquer uma das reivindicações anteriores, onde o referido núcleo de aço (14) tenha uma estrutura cúbica centrada no corpo e o referido revestimento metálico tenha uma estrutura cúbica centrada na face.

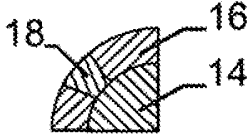
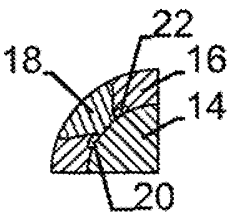
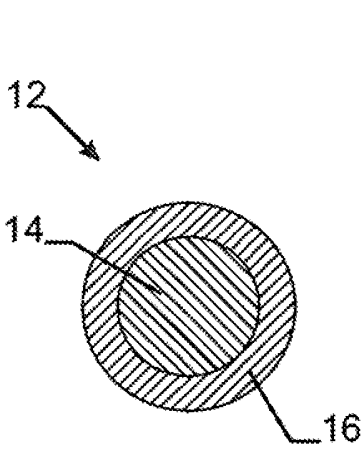
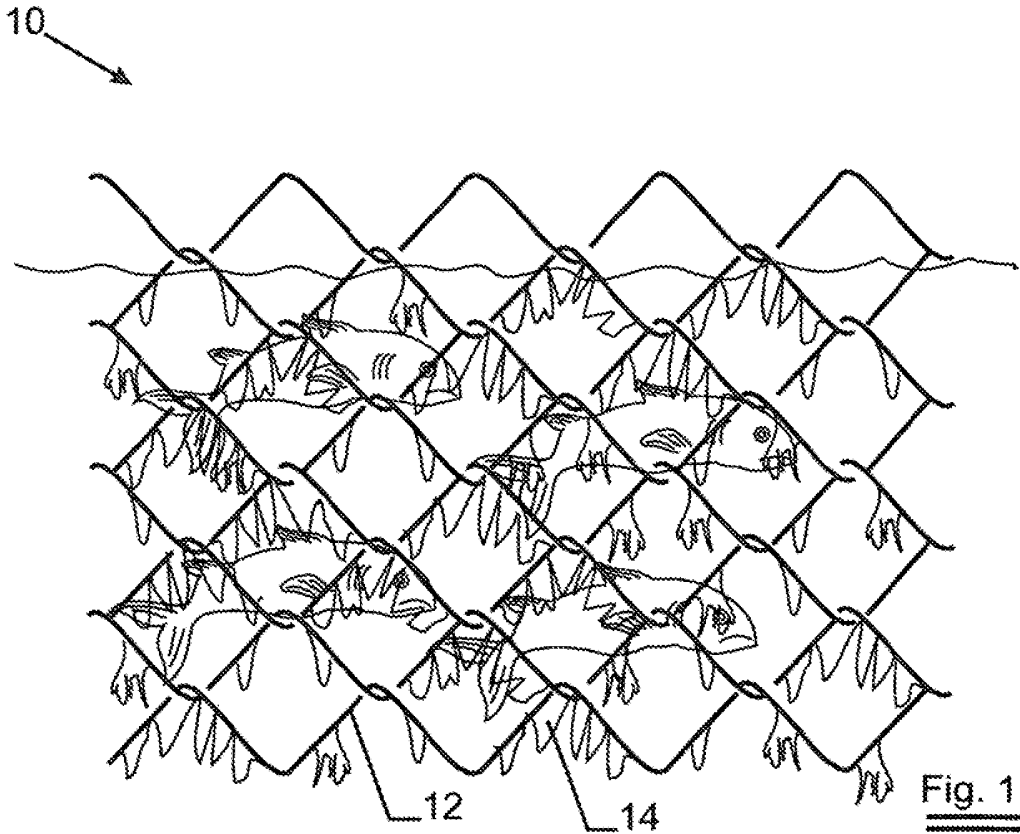
10. Uma rede de aquacultura (10) de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, onde o referido núcleo de aço (14) é um aço macio.

11. Uma rede de aquacultura (10) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, onde o referido núcleo de aço (14) tem uma estrutura cúbica centrada na face e o referido revestimento metálico tem uma estrutura

cúbica centrada na face.

12. Uma rede de aquacultura (10) de acordo com a reivindicação 9 ou a reivindicação 11, onde o referido núcleo de aço (14) é um aço inoxidável.

Lisboa, 6 de Dezembro de 2011



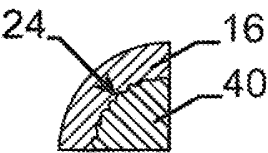


Fig. 4a

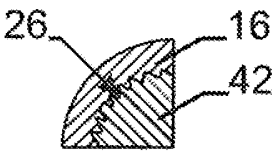


Fig. 4b

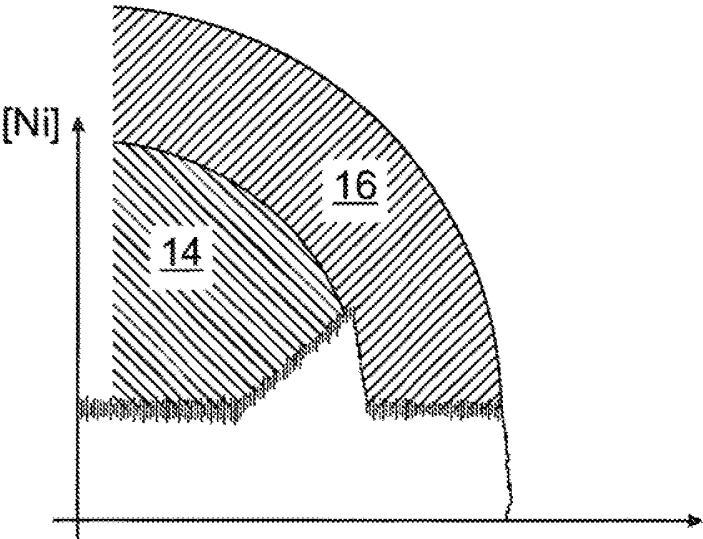


Fig. 5

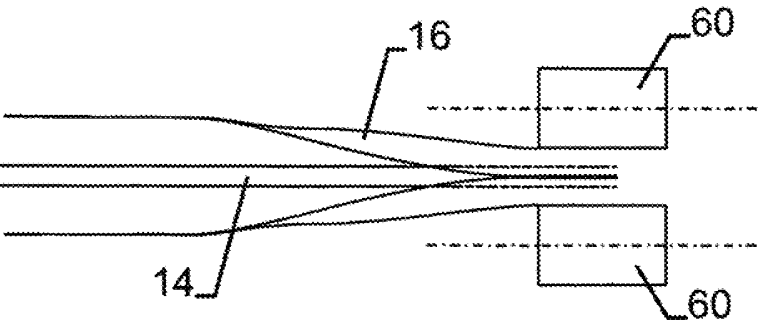


Fig. 6