



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년07월14일
(11) 등록번호 10-1419552
(24) 등록일자 2014년07월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
D07B 1/02 (2006.01) B63B 21/20 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-7023075
(22) 출원일자(국제) 2007년02월15일
심사청구일자 2012년01월31일
(85) 번역문제출일자 2008년09월22일
(65) 공개번호 10-2008-0106937
(43) 공개일자 2008년12월09일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2007/001426
(87) 국제공개번호 WO 2007/096121
국제공개일자 2007년08월30일
(30) 우선권주장
06075419.9 2006년02월23일
유럽특허청(EPO)(EP)
(56) 선행기술조사문헌
US04886691 A*
US06938571 B1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
디에스엠 아이피 어셋츠 비.브이.
네덜란드 엔엘-6411 티이 헤르렌 헤트 오버룬 1
(72) 발명자
보스맨 리고버트
네덜란드 엔엘-6371 씨엔 란트그라프 보슬란 11
(74) 대리인
제일특허법인, 장성구

전체 청구항 수 : 총 13 항

심사관 : 양성연

(54) 발명의 명칭 계류선

(57) 요약

본 발명은 800 미터 이상의 길이를 가지며 수 부유식 시스템을 적소에 고정시키는데 적합하며 합성 섬유를 포함하는 계류선에 관한 것으로서, 상기 계류선은 최소한 제 1 및 제 2 모듈을 포함하며, 최소한 제 1 및 제 2 모듈은 상이한 조성을 갖는다. 본 발명에 따른 계류선은 수 부유식 시스템을 적소에 고정시키는 용도에 적합하다. 상기 수 부유식 시스템은 수면 위에 부유하는 시스템이거나 특정의 수중 깊이에서의 수중 부유성 시스템일 수 있으며, 적합한 예로는 부유식 생산 저장 및 하역 용기, 원주 부표, 반-잠수성 시스템 또는 기타 탄화수소 저장 및/또는 처리 시스템 등을 포함한다.

특허청구의 범위

청구항 1

800 미터 이상의 길이를 가지며 일 단부(end)에서 수 부유식(water floating) 시스템과 연결되고 다른 단부에서 고정된 정박점(anchoring point)과 연결되는 계류선(mooring line)으로서,

상기 계류선은 최소한 제 1 모듈 및 제 2 모듈을 포함하되, 최소한 상기 제 1 모듈 및 제 2 모듈은 상이한 조성의 합성 섬유를 갖고,

상기 제 1 모듈에는 상기 계류선을 상기 수 부유식 시스템에 정박시키기 위한 접속부가 제공되고,

상기 제 2 모듈에는 상기 계류선을 상기 정박점에 연결시키기 위한 접속부가 제공되며,

상기 제 1 모듈 및 제 2 모듈에는 한 모듈의 일 단부와 다른 모듈의 일 단부를 연결하기 위한 접속부가 제공되고,

상기 제 2 모듈은 제 2 섬유로서 초고분자량 폴리에틸렌(UHMWPE) 섬유인 고성능 폴리올레핀 섬유를 51% 이상 포함하는 것을 특징으로 하는, 계류선.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 또는 제 2 모듈이 100 미터 이상의 길이를 갖는 것을 특징으로 하는, 계류선.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 모듈이 폴리에스터 섬유를 포함하는 것을 특징으로 하는, 계류선.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 모듈이 51 중량% 이상의 제 1 섬유를 포함하는 것을 특징으로 하는, 계류선.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 제 1 모듈이 60 중량% 이상의 제 1 섬유를 포함하는 것을 특징으로 하는, 계류선.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 제 1 모듈이 95 중량% 이상의 제 1 섬유를 포함하는 것을 특징으로 하는, 계류선.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 모듈이 60 중량% 이상의 UHMWPE 섬유를 제 2 섬유로서 포함하는 것을 특징으로 하는, 계류선.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제 2 모듈이 95 중량% 이상의 UHMWPE 섬유를 제 2 섬유로서 포함하는 것을 특징으로 하는, 계류선.

청구항 9

제 4 항에 있어서,

상기 제 1 모듈이 51 중량% 이상의 폴리에스터 섬유를 포함하는 것을 특징으로 하는, 계류선.

청구항 10

제 3 항에 있어서,

상기 폴리에스터 섬유가 0.6 GPa 이상의 인장 강도 및 3% 이상의 파단 신도를 갖는 것을 특징으로 하는, 계류선.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 UHMWPE 섬유가 1.5 GPa 이상의 인장 강도 및 35 GPa 이상의 강성도를 갖는 것을 특징으로 하는, 계류선.

청구항 12

제 3 항에 있어서,

폴리에스터 섬유를 포함하는 제 1 모듈의 길이가 2000 미터 이하인 것을 특징으로 하는, 계류선.

청구항 13

제 1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,

폴리에스터 섬유를 포함하는 모듈의 길이와 UHMWPE 섬유를 포함하는 모듈의 길이 사이의 비가 90% 이하인 것을 특징으로 하는, 계류선.

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 합성 섬유를 포함하는 계류선에 관한 것으로, 상기 계류선은 800 미터 이상의 길이를 가지며, 수 부유식 시스템(water floating system)을 적소에 고정시키는 데 적합하다.

배경기술

[0002] 합성 섬유를 포함하고 800 미터 이상의 길이를 갖는 상기 계류선은 높은 강도 및 높은 강성도의 이점을 제공하므로, 예를 들어 수 부유식 시스템을 적소에 고정하기 위한 해양 중장비 목적으로 이미 사용되고 있다. 언급될 추가의 중요한 이점은 감소된 중량 및 비부식(corrosion-free) 특성이다.

[0003] 합성 섬유를 포함하고 800 미터 이상의 길이를 갖는 현 계류선의 문제점은 수 부유식 시스템의 크기 및 톤수가 계속 증가하고 있다는 데 있다. 따라서, 최근의 계류선의 디자인, 크기 및 기계적 성질에 필요한 요건이 더욱 더 정밀해지고 있다. 고정된 정박점과 수 부유식 시스템 사이의 거리가 멀어짐에 따라 대형 수 부유식 시스템을 적소에 고정시키기가 더 어려워지고 있다. 바람, 수면 파도 또는 수류와 같은 외부적 요소들이 수 부유식 시스템의 움직임에 강한 영향을 준다. 여러 경우가 있지만, 예를 들어 오일 또는 천연 가스 생산용으로 사용되

는 시스템의 경우, 부유 시스템을 적소에 정확하게 고정시키는 것이 매우 중요하다.

- [0004] 상기 계류선을 구성하는 합성 섬유를 생산할 때 일반적으로 사용되는 재료로는 폴리에스터, 나일론, 폴리프로필렌, 아라미드, 폴리에틸렌 등이 있으며, 이들은 각각의 장단점을 갖는다.
- [0005] 원유 시추선(oilrig) 등을 적소에 고정시킬 때 사용되는 공지된 계류선의 예는 폴리에스터 섬유를 포함하는, 양호한 강도 및 강성 및 낮은 크리프성(low creep)을 제공하는 계류선이다. 그러나, 폴리에스터 섬유를 포함하고 800 미터 이상의 길이를 갖는 계류선은 250 mm 이상의 직경을 가지므로 매우 무겁고 취급하기도 매우 힘들다. 다른 단점으로는, 비교적 낮은 강성의 폴리에스터 섬유 때문에, 수 부유식 시스템이 풍류 또는 수면 파도와 같은 외적 요인에 노출되었을 때 원래 위치에서 더 크게 벗어날 수 있다는 점이다.
- [0006] 800 미터 이상의 길이를 갖는 계류선은 또한 스틸 와이어로 제조되긴 하지만, 매우 무겁다는 점 외에도, 수심이 2,000 미터를 초과하는 장소에서는 사용될 수 없다는 단점을 갖는다. 수심이 2,000 미터를 초과하는 경우, 스틸 와이어 계류선은 자체의 증가된 길이로 말미암아 자신의 하중을 견디다 못해 파단될 위험이 대단히 크다. 더욱이, 이러한 스틸 와이어 계류선은 종종 여분의 부력을 필요로 하며, 하중 하에서의 결함(failure)인 경우, 고중량의 스틸 와이어 계류선은 접촉되어질 수 있는 하드웨어를 손상시키는 위험을 증가시킨다.
- [0007] 상기 계류선을 제조하는 데 높은 강성도의 폴리에틸렌 섬유가 또한 사용된다. 폴리에틸렌 섬유를 포함하는 계류선은, 예를 들어 직경이 같으면서 폴리에스터 섬유를 포함하는 계류선보다 더 높은 강도를 갖는다. 이는 또한 경량이고 우수한 취급 특성의 이점을 갖는다. 800 미터 이상의 길이를 갖고 수 부유식 시스템을 적소에 고정하기 위한 용도를 갖는 계류선의 단점은, 폴리에틸렌 섬유의 더 높은 강성도 때문에 수류 또는 수면 파도로 인한 수 부유식 시스템의 상하 운동으로 말미암아 상기 계류선의 결함을 초래할 수 있는 높은 장력과 높은 피크 하중을 유발할 수 있다는 점이다.
- [0008] 상기 열거된 단점들로 인해, 800 미터 이상의 길이를 갖는 공지의 계류선은, 고정된 정박점과 수 부유식 시스템 사이의 거리가 너무 긴 경우, 수 부유식 시스템의 영구적인 계류용으로는 덜 적합하다.

발명의 상세한 설명

- [0009] 본 발명의 목적은 수 부유식 시스템을 적소에 고정할 때 적합한, 800 미터 이상의 길이를 갖는 계류선을 제공하기 위한 것으로, 이때 상기 계류선은 합성 섬유를 포함하고 크기와 기계적 성질 면에서 개선된 균형을 이룬다.
- [0010] 놀랍게도, 상기 목적은 계류선이 하나 이상의 제 1 및 제 2 모듈(module)을 포함하되, 상기 하나 이상의 제 1 및 제 2 모듈이 상이한 조성의 합성 섬유들을 갖는, 본 발명에 의해 달성된다.
- [0011] 놀랍게도, 본 발명에 따른 계류선(이하에서는 편의상 상기 계류선을 모듈식 계류선이라 지칭함)은 수 부유식 시스템을 원래 위치에 더욱 정확히 유지할 수 있다. 추가의 이점은, 모듈식 계류선이 상이한 조성을 갖는 모듈들을 포함함에 따라 상이한 기계적 성질을 가지므로, 파도, 바람 또는 수류로 인해 상기 모듈식 계류선에 발생하는 높은 피크 하중을 더욱 잘 완충(dampening)시킨다. 계류선의 모듈식 설계는, 수 부유식 시스템과 높은 피크 하중 간에 정확한 균형이 필요한 특정 용도에 대한 상기 계류선의 동조성(tunability)을 더욱 용이하게 한다. 추가의 이점은, 자체의 특수한 모듈식 설계 때문에, 상기 모듈식 계류선의 장력이 감소된다는 점이다. 상기 모듈식 계류선의 추가의 이점은, 본원 명세서로부터 명백해지는 바와 같이, 상기 모듈들의 조성을 조절하여 모듈식 계류선의 강도 및 크기의 올바른 균형을 수득함으로써 달성된다.
- [0012] 선(line)이란 로프(rope), 코드(cord), 트와인(twine), 케이블(cable), 스트링(string), 및 섬유를 포함하거나 섬유 및 단섬유(staple fiber)를 포함하는 유사 구조물로 이해된다. 본원에서 계류선이란 수 부유식 시스템을 고정된 정박점에 정박시킬 때 사용되는 선으로 이해된다.
- [0013] 모듈이란 섬유의 특징적인 조성을 갖는 계류선의 부분(segment)으로서, 상기 섬유의 조성은 상기 부분 또는 모듈에 인접하는 부분(들) 및 모듈(들)에 특징적인 섬유의 조성과는 상이한 것으로 이해된다.
- [0014] 바람직하게는, 상기 모듈에는 양 말단에 접속부(connector)가 제공되며, 상기 접속부는 모듈의 일 단부를 또 다른 모듈의 일 단부에 연결하여 상기 계류선을 형성할 때 사용된다. 더욱이, 접속부는 또한 상기 모듈식 계류선을 고정된 정박점 및 수 부유식 시스템과 연결할 때 사용될 수도 있다. 상기 접속부는, 예를 들어 상이한 유형의 새كل(shackle), 루프(loop) 등일 수 있다. 예를 들어, 상기 접속부를 사용하여 한 모듈의 일 단부와 또 다른 모듈의 일 단부를 연결하여 직렬 형태의 2개 모듈을 수득한다. 예를 들어 한 모듈의 일 단부와 둘 이상의

다른 모듈들의 일 단부를 연결하는 경우, 다발 형태의 모듈이 수득될 수 있다. 특정 용도에 따르면, 당업계의 숙련자는 적합한 조합을 선택하여 크기 및 기계적 성질 면에서 개선된 균형을 제공하는 모듈식 계류선을 제공할 수 있다.

- [0015] 수 부유식 시스템이란 계류선에 의해 정박점에 정박되는 소정의 시스템으로 이해된다. 상기 수 부유식 시스템은 수면 위에 부유하는 시스템이거나 특정의 수중 깊이에서의 수중 부유성 시스템일 수 있으며, 적합한 예로는 부유식 생산 저장 및 하역 용기, 원주 부표, 반-잠수성 시스템 또는 기타 탄화수소 저장 및/또는 처리 시스템 등을 포함한다.
- [0016] 본 발명에 따른 모듈식 계류선에서는, 모듈을 구성하는 합성 섬유가 합성 섬유를 생성하기에 적합한 모든 종류의 재료로부터 수득된 섬유, 예를 들어 프로필렌, 폴리에스터, 폴리프로필렌 또는 폴리에스터의 공중합체, 나일론, 아라미드, 폴리올레핀 등 및 이들의 조합일 수 있다.
- [0017] 모듈을 구성하는 합성 섬유는 합성 필라멘트들을 함께 트위스트(twisting)시킴으로써 수득된다. 바람직하게는, 상기 합성 섬유는 100개 이상의 합성 필라멘트, 더욱 바람직하게는 200개 이상의 합성 필라멘트, 더욱더 바람직하게는 300개 이상의 합성 필라멘트로 구성된다. 합성 필라멘트는 폭넓게 변하는 선형 밀도 또는 역가(titre)를 가질 수 있으며, 바람직하게는 상기 합성 필라멘트의 역가는 섬유당 0.2 내지 50 dtex, 더욱 바람직하게는 0.3 내지 20 dtex 및 가장 바람직하게는 0.4 내지 10 dtex이다.
- [0018] 또한, 합성 섬유는 바람직하게는 트위스트되어 얀(yarn)을 형성하며, 상기 얀은 바람직하게는 10개 이상의 합성 섬유, 더욱 바람직하게는 20개 이상의 합성 섬유, 더욱더 바람직하게는 50개 이상의 합성 섬유로 구성된다. 상기 얀은 바람직하게는 더욱 트위스트되어 스트랜드(strand)를 형성하며, 각 스트랜드는 바람직하게는 10개 이상의 얀, 더욱 바람직하게는 20개 이상의 얀, 가장 바람직하게는 50개 이상의 얀으로 구성된다. 모듈은 상기 스트랜드의 레잉(laying), 플레이팅(plaiting) 또는 브레이딩(braiding) 또는 이들의 조합에 의해 수득될 수 있다. 당업계의 숙련자는 그 자신의 지식에 기초하거나 일부 계산법 또는 실험의 도움을 받아 모듈에 바람직한 최종 구조 및 크기와 관련된 구조 유형을 선택할 수 있다. 적합한 예로는 공동형(hollow) 브레이드(braided) 또는 레이드(laid) 모듈, 고체형 브레이드 또는 고체형 레이드 모듈, 트위스트형 브레이드 모듈, 평직형(plain) 브레이드 또는 평직형 레이드 모듈 등을 포함한다. 모듈 구조는 위에 언급된 모듈 구성으로만 제한되지 않으며, 임의의 다른 모듈 구성도 본 발명에 따라 성공적으로 사용될 수 있다.
- [0019] 상기 모듈을 포함하는 섬유 및/또는 상기 모듈은 그 위에 도포되는 윤활 코팅제로 추가 코팅하여, 마모 및 내부 마찰을 감소시켜 찰상(galling) 및 침식(fretting)을 방지함으로써 모듈의 수명을 연장시키고 이물질의 모듈 내로의 유입 등을 방지할 수 있다. 모듈은 장벽으로 사용되는 입자 필터를 추가로 함유하여, 마모 입자의 유입을 방지하고 동시에 환경, 즉 공기 또는 물이 모듈 내부에서 순환하도록 할 수 있다.
- [0020] 이하에서는 본 발명의 모듈을 사용함으로써 얻게되는 이점들을 구현하는, 본 발명에 따른 모듈식 계류선의 바람직한 실시양태의 실시예들이 제시된다. 바람직한 실시양태들이 이하에 제시되는 것들로만 제한되지 않음을 이해하여야 하며, 당업계의 숙련자라면 청구의 범위와 더불어 하기의 상세한 설명으로부터 명백해지는 본 발명에 따른 추가의 실시양태들 및 이점들을 쉽게 확인할 것이다.
- [0021] 바람직한 실시양태에서, 본 발명에 따른 모듈식 계류선은 수 부유식 시스템을 적소에 고정하기 위한 용도에 적합하며, 이때 상기 모듈은 그 길이가 100 미터 이상, 더욱 바람직하게는 200 미터 이상, 더욱더 바람직하게는 300 미터 이상, 더욱더 바람직하게는 500 미터 이상, 가장 바람직하게는 700 미터 이상이다.
- [0022] 바람직하게는, 본 발명에 따른 모듈식 계류선의 모든 모듈은 합성 섬유를 포함하고, 보다 바람직하게는 모든 모듈은 합성 섬유로 구성된다.
- [0023] 보다 바람직한 실시양태에서, 본 발명에 따른 모듈식 계류선은 최소한 제 1 및 제 2 모듈을 포함하되, 상기 제 1 모듈은 폴리에스터 섬유를 포함한다.
- [0024] 보다 바람직한 다른 실시양태에서, 본 발명에 따른 모듈식 계류선은 최소한 제 1 및 제 2 모듈을 포함하되, 상기 제 2 모듈은 고성능 폴리올레핀 섬유를 제 2 섬유로서 포함한다.
- [0025] 보다 바람직한 다른 실시양태에서, 본 발명에 따른 모듈식 계류선은 최소한 제 1 및 제 2 모듈을 포함하되, 상기 제 1 모듈은 51 중량% 이상의 제 1 섬유를 포함하고, 상기 제 2 모듈은 51 중량% 이상의 고성능 폴리올레핀 섬유를 제 2 섬유로서 포함한다.
- [0026] 제 1 모듈에서의 제 1 섬유는 섬유 제조에 적합한 모든 종류의 물질로부터 수득된 섬유일 수 있으며, 예컨대 프

로필렌, 폴리에스터, 폴리프로필렌 또는 폴리에스터의 공중합체, 나일론 등 및 이들의 조합물이 있다. 바람직하게는, 제 1 모듈은 60 중량% 이상의 제 1 섬유, 보다 바람직하게는 75 중량% 이상의 제 1 섬유, 가장 바람직하게는 95 중량% 이상의 제 1 섬유를 포함한다. 제 1 섬유 다음으로, 제 1 모듈은 또한 고성능 폴리올레핀 섬유를 포함할 수 있다.

[0027] 본 발명에 따른 제 2 모듈에서의 제 2 섬유는 고성능 폴리올레핀 섬유이다. 바람직하게는, 제 2 모듈은 60 중량% 이상의 고성능 폴리올레핀 섬유, 보다 바람직하게는 75 중량% 이상의 고성능 폴리올레핀 섬유, 가장 바람직하게는 95 중량% 이상의 고성능 폴리올레핀 섬유를 제 2 섬유로서 포함한다. 고성능 폴리올레핀 섬유 다음으로, 제 2 모듈은 또한 다른 종류의 섬유를 포함할 수 있다.

[0028] 바람직하게는, 고성능 폴리올레핀 섬유를 포함하는 제 2 모듈의 자유 말단(free end)은 해저(seabed)에서의 정박점을 제공하게 되는 앵커에 접속된다. 따라서, 제 1 섬유를 포함하는 모듈의 자유 말단에는 바람직하게는 모듈식 계류선을 수 부유식 시스템에 정박시키기에 적합한 접속부가 제공된다. 본 발명에 따른 모듈식 계류선의 자유 말단과 수 부유식 시스템 및 해저에서의 정박점을 제공하게 되는 앵커와의 접속은 소정의 길이, 바람직하게는 100 미터 이하의 길이를 갖는 스틸 와이어 로프 또는 스틸 사슬을 사용하여 성취될 수 있다. 일단 설치되면, 상기 스틸 로프 또는 사슬은 마찰, 오취급(mishandling)등에 의해 모듈에 유도될 수 있는 실제 손상을 방지하기 위하여 본 발명에 따른 모듈식 계류선과 수 부유식 시스템 또는 해저에서의 정박점과의 직접적 접촉의 방지를 위해 사용된다.

[0029] 또 다른 바람직한 실시양태는 최소한 제 1 및 제 2 모듈을 포함하는 본 발명에 따른 모듈식 계류선으로서, 상기 제 1 모듈은 51 중량% 이상의 폴리에스터 섬유를 포함하고, 상기 제 2 모듈은 51 중량% 이상의 고성능 폴리올레핀 섬유를 제 2 섬유로서 포함한다.

[0030] 상기 고성능 폴리올레핀 섬유를 제조하는데 사용될 수 있는 적합한 폴리올레핀은 예컨대 폴리에틸렌 단독중합체, 폴리프로필렌 단독중합체, 폴리에틸렌 공중합체 및 폴리프로필렌 공중합체 등 및 이들의 조합을 포함한다. 가장 바람직한 고성능 폴리올레핀 섬유는 초고분자량 폴리에틸렌(UHMWPE) 섬유가 바람직하다.

[0031] 이러한 본 발명에 따른 모듈식 계류선의 실시양태는, 폴리에스터 섬유에 특이적인 내구성 및 낮은 크리프성과 UHMWPE 폴리에틸렌 섬유에 특이적인 경량 및 고강도성을 결합시켜, 상기 모듈식 계류선의 총 중량 및 체적을 크게 감소시키고 취급성(handling properties)을 개선시킨다. 본 발명에 따른 모듈식 계류선의 중량 및 체적은 기존 폴리에스터 계류선과 비교 시에 상당히 감소되었음이 밝혀졌다. 추가의 이점은 상기 모듈식 계류선의 수중 파단 길이가 상당히 증가되는 것이다. 경량성 때문에, 상기 모듈식 계류선은 취급성이 개선되었고, 상기 모듈식 계류선의 설치 및 관리에 관여하는 요원에 대한 안전성이 증가되었을 뿐만 아니라, 상기 모듈식 계류선과 접촉될 수 있는 하드웨어에 대한 손상 위험성이 감소되었다. 또한, 본 발명에 따른 상기 모듈식 계류선은 증진된 장력, 비틀림 및 굴곡 피로를 보인다.

[0032] UHMWPE 섬유 보다 낮은 강성도를 갖는 폴리에스터 섬유를 포함하는 모듈의 존재는 시추선 등에 대한 히브(heave) 특성의 효과가 효율적으로 탈동조(detuned)되는 이점을 갖는다. 그러므로, 폴리에스터 섬유를 포함하는 모듈의 존재는 우수한 완충성을 상기 모듈식 계류선에 제공하여 모듈식 선에서 발생하는 피크 하중(peak load)을 감소시키는 것을 도와준다.

[0033] 또한, 상기 모듈식 계류선은 강성, 파단 신도 및 에너지 흡수도의 우수한 조합을 제공한다. 추가의 이점은 UHMWPE 섬유를 포함하는 모듈의 존재는 수 부유식 시스템을 보다 정확하게 원래의 위치에 유지하고 또한 장기간의 사용 기간 후에도 유지하도록 도와준다.

[0034] 그러므로, 본 발명에 따라 상기 모듈식 계류선이 사용되는 경우, 모듈식 계류선에서의 우수한 고착성, 수 부유식 시스템의 이동에 대한 우수한 제어성, 총 장력의 최소화가 성취된다. 상기 모듈식 계류선은 폭풍이 자주 발생하는 장소 또는 수류가 극히 강한 장소에서 수 부유식 시스템을 적소에 고정시키는데 사용하기에 특히 적합하다. 이런 장소로는 멕시코만을 예로 들 수 있으며, 여기에는 허리케인, 강풍 및 강한 수류가 부단히 발생하기 때문에 시추선 등의 우수한 고착성이 매우 중요하다.

[0035] 상기 폴리에스터 섬유를 제조하기 위해 사용될 수 있는 바람직한 폴리에스터는 선형 테레프탈레이트 폴리에스터, 즉 2 내지 20개의 탄소 원자를 함유하는 글라이콜 및 바람직하게는 75% 이상, 보다 바람직하게는 90% 이상의 테레프탈산을 함유하는 잔류 다이카복실산 성분의 폴리에스터이다. 상기 잔류 다이카복실산은 임의의 적당한 카복실산, 예컨대 세박산, 아디프산, 아이소프탈산, 설포닐-4,4'-다이벤조산, 2,8-다이벤조푸란-다이카복실산 또는 2,6-나프탈렌 다이카복실산일 수 있다. 상기 글라이콜은 사슬에 두 개 초과 탄소 원자를 함유

할 수 있으며, 예컨대 다이에틸렌 글라이콜 부틸렌 글라이콜, 데카메틸렌 글라이콜 및 비스-(1,4-하이드록시메틸)사이클로헥산이 있다. 가장 바람직한 선형 테레프탈레이트 폴리에스터는 폴리(에틸렌 테레프탈레이트)이다.

[0036] 바람직하게 상기 폴리에스터 섬유는 0.6 GPa 이상, 보다 바람직하게는 0.7 GPa 이상, 가장 바람직하게는 0.8 GPa 이상의 인장 강도를 갖는다. 상기 폴리에스터 섬유의 파단 신도는 바람직하게는 3% 이상, 보다 바람직하게는 10% 이상 및 가장 바람직하게는 16% 이상이다. 상기 폴리에스터 섬유의 역가는 바람직하게는 50 dtex 이하, 보다 바람직하게는 110 dtex 이하, 가장 바람직하게는 220 dtex 이하이다.

[0037] UHMWPE 섬유는 바람직하게는 겔 방사(spinning) 공정에 따라 제조된다. UHMWPE의 겔 방사는 당업계의 숙련자에게 공지되어 있고, EP 0205960 A, EP 0213208 A1, US 4413110, GB 2042414 A, EP 0200547 B1, EP 0472114 B1, WO 01/73173 A1 및 문헌[Advanced Fiber Spinning Technology, Ed. T. Nakajima, Woodhead Publ. Ltd (1994), ISBN 1-855-73182-7] 및 이들에 인용된 참고문헌들을 비롯한 많은 문헌들에 기재되어 있다. 겔 방사는, 방사 용매 중의 초고분자량의 폴리에틸렌의 용액으로부터 하나 이상의 섬유를 방사하고; 수득된 섬유를 냉각시켜 겔 섬유를 형성하고; 상기 겔 섬유로부터 방사 용매를 적어도 부분적으로 제거하고; 방사 용매의 제거 전, 중 또는 후에 하나 이상의 인발 단계에서 상기 섬유를 인발하는 것을 포함한다. 적합한 방사 용매는 예컨대 파라핀, 미네랄 오일, 케로센 또는 데칼린을 포함한다. 방사 용매는 증발, 추출 또는 증발 및 추출 경로의 조합에 의해 제거될 수 있다. 상기 섬유의 단면 모양은 방사 개구(aperture) 모양의 선택에 의해 선택될 수 있다.

[0038] 본 발명의 내용에 있어서, 초고 몰 질량의 폴리에틸렌(UHMWPE)은 5 dl/g 이상의 고유 점도(IV)를 갖는 폴리에틸렌인 것으로 이해된다. IV는 135℃의 온도에서 UHMWPE에 대한 용매로서 데칼린을 사용하고, 16 시간의 용해 시간, 2 g/ℓ 용액의 양의 항산화제 DBPC를 사용하고, 상이한 농도에서의 점도들을 0 농도로 외삽하여 PTC-179(히클레스 인코포레이티드, 1982년 4월 29일 개정) 방법에 따라 측정했다. 바람직하게는 8 내지 40 dl/g, 보다 바람직하게는 10 내지 30 dl/g, 보다 더 바람직하게는 12 내지 28 dl/g, 가장 바람직하게는 15 내지 25 dl/g의 IV를 갖는 UHMWPE가 특히 적합하다.

[0039] 바람직하게는, UHMWPE는 100개의 탄소 원자 당 하나 미만의 분지쇄 및 측쇄를 갖는, 바람직하게는 300개의 탄소 원자 당 하나 미만의 측쇄를 갖고, 분지는 보통 10개 이상의 탄소 원자를 함유하는 선형 폴리에틸렌이다. 상기 선형 폴리에틸렌은 하나 이상의 공단량체, 예컨대 프로필렌, 부텐, 펜텐, 4-메틸펜텐 또는 옥텐과 같은 알켄을 5 몰% 이하로 추가로 함유할 수 있다.

[0040] 바람직한 실시양태에서, UHMWPE는 특정량의 비교적 작은 기, 예컨대 C1-C4 알킬기를 측쇄로서 함유한다. 이런 기를 특정 함유하는 UHMWPE로부터의 섬유는 감소된 크리프성을 보임이 밝혀졌다. 측쇄가 너무 긴 경우, 또는 측쇄의 양이 너무 많은 경우, 이들의 존재는 가공 및 특히 UHMWPE 섬유의 가공에서의 인발 성질에 부정적 영향을 줄 것이다. 이런 이유로, UHMWPE는 바람직하게는 메틸 또는 에틸기 또는 이들의 조합을 측쇄로서 함유하고, 보다 바람직하게는 오직 메틸기만을 측쇄로서 함유한다. 측쇄의 양은 바람직하게는 1000 개의 탄소 원자 당 0.3 개 이상, 보다 바람직하게는 1000 개의 탄소 원자 당 0.5 개 이상, 가장 바람직하게는 1000 개의 탄소 원자 당 1 개 이상이다. 측쇄의 양은 바람직하게는 1000 개의 탄소 원자 당 20 개 이하, 보다 바람직하게는 1000 개의 탄소 원자 당 10 개 이하이다.

[0041] UHMWPE는 단일 중합체 등급일 수 있지만, 또한 둘 이상의 상이한 UHMWPE 등급의 혼합물일 수 있다. UHMWPE 등급이란 특정 IV 또는 몰 질량 분포를 갖고, 특정 구성을 갖는 특정 수의 측쇄를 갖는 UHMWPE로 이해된다.

[0042] UHMWPE 중합체는 통상적 양, 일반적으로 5 중량% 미만의 통상의 첨가제, 예컨대 항산화제, 열 안정화제, 착색제, 기백제, 유동 촉진제, 촉매 잔사 등을 추가로 함유할 수 있고, 또한 다른 중합체, 바람직하게는 폴리에틸렌계 중합체, 예컨대 다른 폴리에틸렌, 폴리프로필렌 또는 이들의 공중합체(EPDM, EPR 등과 같은 고무성 공중합체 포함)를 함유할 수 있다.

[0043] UHMWPE 섬유는 폭 넓은 범위의 필라멘트 선형 밀도 또는 역가를 가질 수 있다. 바람직하게는 UHMWPE 필라멘트의 역가는 섬유당 0.2 내지 20 dtex, 보다 바람직하게는 0.3 내지 10 dtex, 가장 바람직하게는 0.4 내지 5 dtex이다.

[0044] 바람직하게는, UHMWPE 섬유의 인장 강도는 1.5 GPa 이상, 보다 바람직하게는 2.0 GPa 이상, 가장 바람직하게는 3.0 GPa 이상이다. 인장 강도는 500 mm의 섬유 공칭 게이지 길이, 50%/분의 크로스헤드 속도 및 인스트론(Instron) 2714 클램프, 유형 화이버 그립(Fibre Grip) D5618C를 이용하여 ASTM D885M에 기재된 바와 같이 다중-섬유 상에서 측정된다.

[0045] 바람직하게는 UHMWPE 섬유의 강성도는 35 GPa 이상, 보다 바람직하게는 50 GPa 이상, 보다 더 바람직하게는 70

GPa 이상, 보다 좀 더 바람직하게는 100 GPa 이상, 가장 바람직하게는 140 GPa 이상이다. 바람직한 실시양태에서, UHMWPE 섬유는 강성도는 110 GPa 내지 135 GPa이다.

[0046] 폴리에스터 섬유를 포함하는 제 1 모듈의 길이는 바람직하게는 2000 미터 이하, 보다 바람직하게는 1500 미터 이하, 보다 더 바람직하게는 1000 미터 이하, 보다 좀 더 바람직하게는 500 미터 이하, 보다 더욱 더 바람직하게는 350 미터 이하, 가장 바람직하게는 200 미터 이하이다. 폴리에스터 섬유를 포함하는 모듈의 길이와 UHMWPE 섬유를 포함하는 모듈의 길이 사이의 비는 바람직하게는 90% 이하, 보다 바람직하게는 60% 이하, 가장 바람직하게는 30% 이하이다.

[0047] 상기 비를 조정하는 것의 이점은, 모듈식 계류선이 사용되는 장소에 따라 UHMWPE 섬유를 포함하는 모듈이, 수온이 바람직하게 15° 미만인 수심에 위치되는 것이다. 이는, 수온이 UHMWPE 섬유의 기계적 성질을 보존하는 것을 돕는 수심에서 상기 UHMWPE를 포함하는 모듈을 사용하는 것을 보증한다.