



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2014년04월07일  
 (11) 등록번호 10-1382127  
 (24) 등록일자 2014년04월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*E21B 17/01* (2006.01) *F16L 9/00* (2006.01)  
*F16L 9/21* (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2013-0070151  
 (22) 출원일자 2013년06월19일  
 심사청구일자 2013년06월19일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 US20040013473 A1\*  
 US4474129 A1  
 US7628569 B2  
 US6755595 B2  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
 한국지질자원연구원  
 대전광역시 유성구 과학로 124 (가정동)  
 (72) 발명자  
**박종명**  
 대전 유성구 어은로 57, 109동 1202호 (어은동, 한빛아파트)  
**김영주**  
 경남 진주시 하대로 142, 101동 905호 (하대동, 현대아파트)  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
**최영규, 장순부, 허조영**

전체 청구항 수 : 총 2 항

심사관 : 김우철

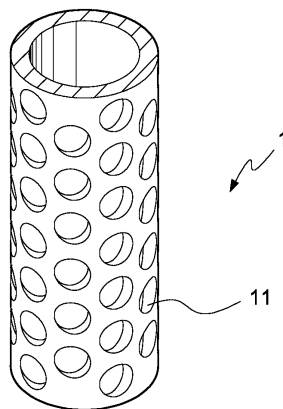
(54) 발명의 명칭 **와류 유동 진동 저감 구조를 가진 해양플랜트용 라이저 및 그 제조방법**

**(57) 요약**

본 발명은 와류 유동 진동 저감 구조를 가진 해양플랜트용 라이저 및 그 제조방법에 관한 것으로, 그 목적은 라이저의 둘레 표면에 다양한 오목 형상의 진동저감 구조를 형성하여 해류와의 충돌에 의해 발생하는 상하방향 와류 유도 진동을 감소시킨 해양플랜트용 라이저 및 그 제조방법을 제공하는 데 있다.

본 발명의 구성은 금속재질의 원통 형상 라이저와, 라이저 양측단에 형성된 플랜지간을 연결하여 필요한 길이 만큼 라이저를 연장 조립하여 심해저 시추시 사용되는 해양플랜트용 라이저에 있어서, 해류에 의한 상하 방향 와류 유동 진동을 저감하도록 상기 원통 형상 라이저의 둘레 표면에 프레스 가공된 경사 원기둥 형상, 원통 형상, 경사 삼각기둥 형상 중에서 선택된 어느 하나의 요철이 복수개 배열되어 형성된 와류 유동 진동 저감 구조를 가진 해양플랜트용 라이저 및 그 제조방법을 발명의 특징으로 한다.

**대표도** - 도1



(72) 발명자

**김원식**

대전 서구 도안북로 125, 104동 105호 (도안동, 예  
미지아파트)

**우남섭**

경기 수원시 영통구 봉영로1517번길 27, 911동  
1203호 (영통동, 벽적골9단지아파트)

**권재기**

경남 진주시 봉수대길16번길 6-7, (망경동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	NP2010-012
부처명	지식경제부
연구사업명	산업원천기술개발사업
연구과제명	Drill Riser System 기술개발
기여율	1/1
주관기관	한국지질자원연구원
연구기간	2010.04.01 ~ 2015.03.31

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

금속재질의 원통 형상 라이저와, 라이저 양측단에 형성된 플랜지간을 연결하여 필요한 길이 만큼 라이저를 연장 조립하여 심해저 시추시 사용되되, 원통형상 라이저의 둘레 표면에 요철이 형성된 해양플랜트용 라이저에 있어서,

해류에 의한 상하 방향 와류 유동 진동을 저감하도록 상기 원통 형상 라이저의 둘레 표면에 프레스 가공된 경사 삼각기둥 형상 요철이 복수개 배열되어 형성되되,

상기 경사 삼각기둥 형상 요철은 표면 입구에 가상의 원 안에 들어가는 정삼각형으로 형성하고, 최대 깊이/ 요철 원주 지름의 비가 0.3이 되도록 형성하고,

상기 경사 삼각기둥 형상 요철의 경사 방향은 수직하게 설치된 라이저에 측방향 해류가 충돌시 경사지게 진입하도록 측방향으로 경사지게 위치시켜 구성하고,

상기 복수개 배열된 요철은 1열당 12개가 배열되고 이웃하는 상하 열과는 엇갈리게 배열하되, 상하 요철간의 간격은 요철의 지름에 0.81을 곱한 지점에 또 다른 1개열의 요철을 형성하고, 상하열간의 배치는 제 1열의 2개 요철의 중심과 중심 사이를 가상의 선으로 연결하고 그 중점에서 수직으로 내리거나 올린 간격에 새로운 요철의 중심이 오도록 배치한 것을 특징으로 하는 와류 유동 진동 저감 구조를 가진 해양플랜트용 라이저.

**청구항 2**

삭제

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

삭제

**청구항 5**

삭제

**청구항 6**

삭제

**청구항 7**

삭제

**청구항 8**

요철이 형성된 해양플랜트용 라이저의 제조방법에 있어서,

금속 판재에 금형을 이용하여 경사 삼각기둥 요철을 프레스 가공하여 복수개를 배열하여 형성 후, 금속 판재를 구부려 원통관으로 성형후, 판재의 양측단 연결부를 용접하여 원통관을 형성한 다음, 원통관의 양측단에 플랜지를 용접하여 형성하되,

상기 경사 삼각기둥 형상 요철은 표면 입구에 가상의 원 안에 들어가는 정삼각형으로 형성하고, 최대 깊이/ 요철 원주 지름의 비가 0.3이 되도록 형성하고,

상기 경사 삼각기둥 형상 요철의 경사 방향의 위치는 수직하게 설치된 라이저에 측방향 해류가 충돌시 경사지게

진입하도록 측방향으로 경사지게 가공하고,

상기 복수개 배열된 요철은 1열당 12개가 배열되고 이웃하는 상하 열과는 엇갈리게 배열하되, 상하 요철간의 간격은 요철의 지름에 0.81을 곱한 지점에 또 다른 1개열의 요철을 형성하고, 상하열간의 배치는 제 1열의 2개 요철의 중심과 중심 사이를 가상의 선으로 연결하고 그 중점에서 수직으로 내리거나 올린 간격에 새로운 요철의 중심이 오도록 배치한 것을 특징으로 하는 와류 유동 진동 저감 구조를 가진 해양플랜트용 라이저의 제조방법.

**청구항 9**

삭제

**청구항 10**

삭제

**청구항 11**

삭제

**청구항 12**

삭제

**청구항 13**

삭제

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 와류 유동 진동 저감 구조를 가진 해양플랜트용 라이저 및 그 제조방법에 관한 것으로, 자세하게는 해저에 매장된 원유나 천연가스 등을 시추하는 해양플랜트에 설치된 데릭에서 시추공까지 설치되어 그 내부에 수납된 드릴링 파이프를 보호하는 라이저가 해류에 의한 와류 유동 때문에 발생하는 해류의 유동방향에 수직 방향 진동을 저감토록 표면에 요철이 형성된 라이저 및 그 제조방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 육상에 매장된 석유나 천연가스의 매장량이 점차 드러나고, 또한 이를 채굴시 발생하는 비용의 증가로 인한 경제성 때문에 최근에는 해저 유전 개발이 활발히 일어나고 있다.

[0003] 이러한 해저 유전 개발에 사용되는 장비가 해양플랜트이다. 해양플랜트는 여러가지 형태가 존재하고 있는데, 종래에는 해상의 일 지점에 정박한 상태에서 해저 시추 작업을 하는 시추 전용 리그선(rig ship)이나 고정식 플랫폼이 주로 사용되었으나, 최근에는 첨단 시추 장비를 탑재하고 자체 동력으로 항해를 할 수 있도록 일반 선박과 동일한 형태로 제작된 운항 가능한 드릴쉽(drillship, 시추선)이 개발되어 해저 시추에 사용되고 있다.

[0004] 해양플랜트의 구조는 자력 추진과 관련된 구조를 제외한 시추 관련 구조는 대부분 비슷한데, 그 구조를 살펴보면 중심부에는 해저의 지하에 존재하는 석유나 가스 등을 시추하기 위한 드릴 라이저(riser) 또는 드릴 파이프(drilling pipe)가 상하로 이동될 수 있도록 문풀(moonpool)이 형성되어 있으며, 빔과 각종 시추장비로 구성된 복잡한 형태의 대형 구조물인 데릭(derrick)이 데크(deck)에 고정되어 있다. 이러한 데릭은 시추선에서 문풀(moon pool) 부근에 설치되며 모든 시추장비가 집약된 일종의 타워로써, 시추장비에 연결된 와이어 로프를 윈치의 운전에 의해 권선하거나 풀게 됨으로써 드릴 파이프 등의 시추장비를 승강시킨다(출처- 대한민국 특허 출원 제10-2010-0121282호)

[0005] 또한 드릴 라이저와 드릴 파이프를 이용하여 해저면 굴착시 시추지점에 갇혀 있던 고압의 가스나 물, 석유 등이

시추공 내로 갑자기 분출하는 것을 방지하기 위해 시추공의 입구에 BOP(Blow-Out Preventer)가 설치되어 이를 방지하게 된다.

- [0006] 상기 드릴 라이저의 구조는 일반적으로 양측단에 플랜지가 형성된 원통형 파이프 구조로 이루어진다. 이러한 드릴 라이저는 해양플랜트 데크상에 설치된 데릭에서 상하로 이웃하는 단위 드릴 라이저간을 결합하여 시추에 필요한 길이 만큼 연장하여 수직방향으로 하강시키게 된다. 참고로 한 실시예에 따른 라이저 형상을 예시하자면 대한민국 특허 출원 제 10-2012-7028934호에 잘 나타나 있다.(도 10 참조)
- [0007] 드릴 라이저의 역할은 내경부에 삽입된 드릴 파이프가 심해저의 유정을 시추시 드릴 파이프 외부를 보호하는 역할과 함께 시추 과정에서 발생된 진흙(Mud) 등을 외부로 배출하는 통로 역할을 하고, 시추 완료 후 드릴 파이프가 라이저로부터 인출된 후에는 유정에 저장된 원유 또는 천연가스를 뽑아 내는 통로 역할을 하게 된다.
- [0008] 하지만 상기와 같은 드릴 라이저의 문제점은 그 형상이 원통형 파이프로 구성되어 해양 속에 잠겨 있을 경우 해류에 의해 와류(vortex)를 발생시킨다는 점이다.
- [0009] 즉, 아음속의 유동장 내에서 드릴 라이저는 와류를 발생시키며, 그 모양은 한쪽에서 와류가 생성되어 나가고 그 다음 반대쪽에서 와류가 생성되어 나가는 모습으로 발생된다. 이런 Vortex를 겪으면서(이런 것을 vortex street 이라 함) 드릴라이저에 가해지는 압력은 서로 그 위치가 바뀌어 가면서 받게 된다. 이로인해 원통형의 드릴 라이저는 상하로 가장 큰 압력을 받게 되어 상하로 진동하게 된다. 이와 같이 원통형 드릴 라이저가 진동하게 되는 것을 와류 유도 진동 또는 VIV(Vortex induced vibration)라 한다. 특히 이 경우는 상하로 진동하게 되며, 이러한 진동은 전체 해양플랜트의 시추 시스템에 부정적인 영향을 끼치게 된다.(도 11 참조)
- [0010] 상기한 문제점을 해결하기 위해 최근 원통형 구조의 라이저에 여러 가지 장치를 부가하여 와류 유도 진동을 감소시키는 노력이 이루어지고 있다. 대표적인 것으로 나선형 구조의 스트레이크(strake)를 라이저 표면에 부가하는 것이다.(도 12 참조)
- [0011] 이와 같은 스트레이크(strake)가 형성되면 비록 스트레이크로 인해 항력은 증가하지만 유동방향에 수직방향 압력은 감소하여 진동은 줄어들게 되는 장점이 있다.
- [0012] 다만, 상기 나선형 구조의 스트레이크(strake)는 그 제조방법이 일일이 원통형 라이저 표면에 용접해야 하는 등 그 공정이 복잡하고, 해양플랜트의 협소한 공간에 적재시 돌출된 나선형 구조의 스트레이크(strake) 때문에 불편함과 동시에 그 적재량이 동일 원통형 파이프 구조에 비해 적고, 단가가 비싸진다는 문제점이 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

- [0013] (특허문헌 0001) 국내 공개특허공보 공개번호 10-2011-0069101(2011.06.22.)
- (특허문헌 0002) 국내 공개특허공보 공개번호 10-2013-0020676(2013.02.27.)
- (특허문헌 0003) 국내 공개특허공보 공개번호 10-2010-0116073(2010.10.29.)
- (특허문헌 0004) 국내 공개특허공보 공개번호 10-2005-0109516(2005.11.21.)

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0014] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은 라이저의 둘레 표면에 다양한 오목 형상의 진동저감 구조를 형성하여 해류와의 충돌에 의해 발생하는 상하방향 와류 유도 진동을 감소시킨 해양플랜트용 라이저 및 그

제조방법을 제공하는 데 있다.

**과제의 해결 수단**

- [0015] 상기한 바와 같은 목적을 달성하고 종래의 결점을 제거하기 위한 과제를 수행하는 본 발명은 금속재질의 원통형상 라이저와, 라이저 양측단에 형성된 플랜지간을 연결하여 필요한 길이 만큼 라이저를 연장 조립하여 심해저 시추시 사용되는 해양플랜트용 라이저에 있어서,
- [0016] 해류에 의한 상하 방향 와류 유동 진동을 저감하도록 상기 원통형상 라이저의 둘레 표면에 프레스 가공된 경사 원기둥형상, 원통형상, 경사 삼각기둥형상 중에서 선택된 어느 하나의 요철이 복수개 배열되어 형성된 것을 특징으로 하는 와류 유동 진동 저감 구조를 가진 해양플랜트용 라이저를 제공함으로써 달성된다.
- [0017] 본 발명은 바람직한 실시예로, 상기 경사 원기둥형상 또는 원기둥형상 요철은 최대 깊이/요철 원주 지름의 비가 0.3이 되도록 형성할 수 있다.
- [0018] 본 발명은 바람직한 실시예로, 상기 경사 삼각기둥형상 요철은 표면 입구에 가상의 원 안에 들어가는 정삼각형으로 형성하고, 최대 깊이/요철 원주 지름의 비가 0.3이 되도록 형성할 수 있다.
- [0019] 본 발명은 바람직한 실시예로, 상기 경사 원기둥형상 또는 경사 삼각기둥형상 요철은 경사 원기둥형상 또는 삼각기둥형상 금형을 금속 판재의 프레스 가공시 수평면에 대하여 일정 경사각도로 가압하여 형성될 수 있다.
- [0020] 본 발명은 바람직한 실시예로, 상기 경사 원기둥형상 또는 경사 삼각기둥형상 요철의 경사 방향은 수직하게 설치된 라이저에 측방향 해류가 충돌시 경사지게 진입하도록 측방향으로 경사지게 위치시킬 수 있다.
- [0021] 본 발명은 바람직한 실시예로, 상기 요철은 이웃하는 요철과 엇갈리게 배열되어 구성될 수 있다.
- [0022] 본 발명은 바람직한 실시예로, 상기 복수개 배열된 요철은 1열당 12개가 배열되고 이웃하는 상하 열과는 엇갈리게 배열하되, 상하 요철간의 간격은 요철의 지름에 0.81을 곱한 지점에 또 다른 1개열의 요철을 형성하고, 상하 열간의 배치는 제 1열의 2개 요철의 중심과 중심 사이를 가상의 선으로 연결하고 그 중점에서 수직으로 내리거나 올린 간격에 새로운 요철의 중심이 오도록 배치할 수 있다.
- [0023] 한편, 본 발명은 다른 실시 양태로, 해양플랜트용 라이저의 제조방법에 있어서, 금속 판재에 금형을 이용하여 경사 원기둥형상, 원통형상, 경사 삼각기둥 중에서 선택된 어느 하나의 요철을 프레스 가공하여 복수개를 배열하여 형성 후, 금속 판재를 구부려 원통관으로 성형후, 판재의 양측단 연결부를 용접하여 원통관을 형성한 다음, 원통관의 양측단에 플랜지를 용접하여 형성한 것을 특징으로 하는 와류 유동 진동 저감 구조를 가진 해양플랜트용 라이저의 제조방법을 제공함으로써 달성된다.
- [0024] 본 발명은 바람직한 실시예로, 상기 경사 원기둥형상 또는 원기둥형상 요철은 최대 깊이/요철 원주 지름의 비가 0.3이 되도록 형성할 수 있다.
- [0025] 본 발명은 바람직한 실시예로, 상기 경사 삼각기둥형상 요철은 표면 입구에 가상의 원 안에 들어가는 정삼각형으로 형성하고, 최대 깊이/요철 원주 지름의 비가 0.3이 되도록 형성할 수 있다.
- [0026] 본 발명은 바람직한 실시예로, 상기 경사 원기둥형상 또는 경사 삼각기둥형상 요철은 경사 원기둥형상 또는

삼각기둥 형상 금형을 금속 판재의 프레스 가공시 수평면에 대하여 일정 경사각도로 가압하여 형성될 수 있다.

[0027] 본 발명은 바람직한 실시예로, 상기 요철은 이웃하는 요철과 엇갈리게 배열되어 구성될 수 있다.

[0028] 본 발명은 바람직한 실시예로, 상기 복수개 배열된 요철은 1열당 12개가 배열되고 이웃하는 상하 열과는 엇갈리게 배열하되, 상하 요철간의 간격은 요철의 지름에 0.81을 곱한 지점에 또 다른 1개열의 요철을 형성하고, 상하 열간의 배치는 제 1열의 2개 요철의 중심과 중심 사이를 가상의 선으로 연결하고 그 중점에서 수직으로 내리거나 올린 간격에 새로운 요철의 중심이 오도록 배치할 수 있다.

**발명의 효과**

[0029] 상기와 같이 본 발명은 라이저 표면에 진동 저감 구조인 다양한 오목 형상의 진동저감 구조를 형성함으로써 해류와의 충돌에 의해 발생하는 상하 방향 와류 유도 진동을 감소시켰다는 장점과,

[0030] 또한 라이저 제작시 별도의 용접작업 없이 오목 형상의 요철 구조를 형성할 수 있는 금형을 이용하여 판재를 프레스 가공시킨 후 파이프를 제작함으로써 원통형상 라이저 표면에 용접으로 스트레이크(strake) 등의 부가물을 부착하는 복잡한 공정이 제외됨으로써 저렴하고 신속하게 해양플랜트용 라이저를 생산할 수 있다는 장점을 가진 유용한 발명으로 산업상 그 이용이 크게 기대되는 발명이다.

**도면의 간단한 설명**

- [0031] 도 1은 본 발명의 한 실시예에 따른 경사 원기둥 형상 요철이 형성된 라이저의 일요부를 보인 예시도이고,
- 도 2는 도 1의 라이저 가공에 사용되는 판재에 경사 원기둥 형상 요철이 배열되어 형성된 것을 보인 예시도이고,
- 도 3은 도 2의 경사 원기둥 형상 요철의 단면 및 평면을 보인 예시도이고,
- 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 원기둥 형상 요철이 형성된 라이저의 일요부를 보인 예시도이고,
- 도 5는 도 4의 라이저 가공에 사용되는 판재에 원기둥 형상 요철이 배열되어 형성된 것을 보인 예시도이고,
- 도 6은 도 5의 원기둥 형상 요철의 단면 및 평면을 보인 예시도이고,
- 도 7은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 경사 삼각기둥 형상 요철이 형성된 라이저의 일요부를 보인 예시도이고,
- 도 8은 도 7의 라이저 가공에 사용되는 판재에 경사 삼각기둥 형상 요철이 배열되어 형성된 것을 보인 예시도이고,
- 도 9는 도 8의 경사 삼각기둥 형상 요철의 단면 및 평면을 보인 예시도이고,
- 도 10은 종래 원통형 라이저 구조를 보인 예시도이고,
- 도 11은 종래 원통형 라이저에서 발생하는 와류 유도 진동을 보인 예시도이고,
- 도 12는 종래 스트레이크(strake)가 형성된 라이저를 보인 예시도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0032] 이하 본 발명의 실시 예인 구성과 그 작용을 첨부도면에 연계시켜 상세히 설명하면 다음과 같다. 또한 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명은 생략한다.

[0033] 도 1은 본 발명의 한 실시예에 따른 경사 원기둥 형상 요철이 형성된 라이저의 일요부를 보인 예시도이고, 도 2



는 도 1의 라이저 가공에 사용되는 판재에 경사 원기둥 형상 요철이 배열되어 형성된 것을 보인 예시도이고, 도 3은 도 2의 경사 원기둥 형상 요철의 단면 및 평면을 보인 예시도이다. 참고로 이하 도면에서 보이는 요철의 크기 및 배열은 설명을 위해 예시적으로 도시한 것으로 이러한 예시 형태만이 본 발명을 한정하는 것은 아니다.

- [0034] 먼저, 도시된 바와 같은 본 발명의 한 실시예에 따른 라이저의 제작방법을 살펴보면, 금속 재질의 판재에 형성하고자 하는 경사 원기둥 형상 요철(dimple, 11)이 형성되도록 해당 형상이 가공된 금형을 판재에 프레스 가압하여 경사 원기둥 형상 요철을 오목하게 형성하였다. 프레스 가공은 일정 면적을 동시에 프레스하도록 다수개의 경사 원기둥 형상 요철이 배열된 금형을 이용하여 프레스 가공하는 것이 바람직하다. 상부에 위치한 금형의 프레스 방법은 원기둥 형상 금형을 판재에 경사지게 가압하여 형성한다.
- [0035] 이와 같이 요철이 형성된 판재는 필요로 하는 라이저의 직경을 가지도록 판재 폭을 정하여 절단 후, 지그 역할을 하는 원통부재를 준비 후 그 둘레에 판재를 둘러 곡률 성형하고, 이후 판재의 양측단 경계부간을 용접한다. 이와 같은 원통형 라이저가 완성되면 원통관의 양측단에 플랜지(도시생략)를 위치 후 용접하면 본 발명의 한 실시예에 따른 요철이 형성된 원통형 라이저(1)가 완성된다.
- [0036] 참고로 판재를 이용한 원통관의 제조방법은 공지된 방법이므로 구체적인 세부 제조 공정은 생략한다. 본 발명에서 중요한 제조방법은 필요로 하는 요철 구조가 형성된 판재로 이루어진 원통관형 라이저의 제조이다. 이하 여러 요철 형상을 가지는 라이저 역시 동일한 방법을 가지고 원통관을 만드는 것으로 중복 설명은 생략한다.
- [0037] 상기 경사 원기둥 형상 요철은 이웃하는 경사 원기둥 형상 요철과 엇갈리게 배열한다. 이와 같이 엇갈리게 배열하는 것이 격자 배열하는 것보다 해류에 의한 와류 유도 진동 저감 효과가 더 컸다.
- [0038] 물론 엇갈리게 배열하지 않아도 되지만 그 효과가 작고 해류는 어떤 방향으로 들어올지 모르기 때문에 비교적 엇갈리게 배열하는 것이 더 안정하기 때문에 바람직하다.
- [0039] 구체적으로 배열은 정배열(inline)과 엇갈린 배열(staggered)이 있는데 inline 보다는 엇갈린 형태의 성능이 훨씬 뛰어나고, 그 이유는 엇갈린 형태가 해류의 방향성을 훨씬 덜 타기 때문이다. inline은 해류의 어떤 방향으로든 좋은 성능을 보이지만 다른 방향으로서는 성능이 좋지 않지만 엇갈린 형태는 비교적 해류의 방향이 바뀌더라도 꾸준한 성능을 보이기 때문이다.
- [0040] 또한 경사 원기둥 형상 요철의 경사 방향의 위치는 수직하게 설치된 라이저에 측방향 해류가 충돌시 경사지게 진입하도록 측방향(해류의 주유동 방향)으로 경사지게 위치시킨다. 이와 같이 위치시키는 것이 것이 상하로 경사지게 위치시키는 것 보다 해류에 의한 와류 유도 진동을 저감시키는 효과가 더 컸다.
- [0041] 상기 경사 원기둥 형상 요철은 최대 깊이/ 표면 입구 직경의 비가 0.3이 되도록 형성하는 것이 바람직하다. 따라서 직경이나 깊이의 값은 어떤 값을 취하더라도 상관없고 단지 상기 깊이(depth)/직경(diameter)의 비가 0.3를 만족하도록 해야 한다. 여기서 직경(diameter)을 print diameter 혹은 요철 원주 지름이라 한다.
- [0042] 예를 들어 상기 경사 원기둥 형상 요철은 표면 입구 직경이 0.0508m 크기로 형성하고, 가장 깊은 지점의 깊이는 0.01524m로 할 수 있다.
- [0043] 이와 같은 비율이 중요한 것은 0.3보다 크거나 작은 비는 본 발명에서 요구하는 효과가 덜하거나(비가 작을 때) separation이 심해(비가 클 때) 손실이 크게 되기 때문이다.
- [0044] 상기 경사 원기둥 형상 요철은 원통형상 금형을 금속 판재의 프레스 가공시 수평면에 대하여 경사 각도로 가압되어 형성된다. 이와 같이 경사를 가질때 와류 유도 진동 저감 효과가 가장 좋았다. 예를 들어 상기 경사각도는 90도를 중심으로 변의 길이가 0.0508m와 0.01524m인 각처럼 가공할 수 있다.
- [0045] 상기와 같은 크기, 깊이 및 경사를 가지는 경사 원기둥 형상 요철은 복수개 배열시 1열당 12개가 배열되고 이웃하는 상하 열과는 엇갈리게 배열하되, 상하 요철간의 간격은 요철의 지름에 0.81을 곱한 지점에 또 다른 1개열의 요철을 형성하고, 상하열간의 배치는 제 1열의 2개 요철의 중심과 중심 사이를 가상의 선으로 연결하고 그 중점에서 수직으로 내리거나 올린 간격에 새로운 요철의 중심이 오도록 배치하는 것이 바람직하다.



- [0046] 즉, 요철의 직경은 임의의 라이저의 직경(지름)을 기준으로 할때 원둘레 길이를 24개로 나눈 값의 길이를 요철의 직경으로 할 수 있다. 예를 들자면 직경이 10cm일 경우 원주길이는 31.4cm가 되고 이를 24로 나누면 1.31cm이다. 따라서 직경이 10cm 일 경우 직경이 1.31cm가 되는 요철을 둘레 방향을 12개 형성하면 된다. 즉, 24개의 요철로 배열되어 이루어지는 배열에서 이웃하는 하나씩을 삭제하면 30도각도로 1개씩의 요철이 형성되어 하나의 열을 이루게 된다.
- [0047] 또한 상기와 같은 조건으로 형성된 하나의 열과 상하로 이웃하는 다른 열간의 간격 조건을 설명하자면, 상하 요철간 간격의 요철의 지름에 0.81을 곱한 지점에 또 다른 1개열의 요철 즉, 12개의 요철을 형성하면 된다. 이때 상하열간의 배치는 제 1열의 2개 요철의 중심과 중심사이를 가상의 선으로 연결하고 그 중점에서 수직으로 내리거나 올린 간격에 새로운 요철의 중심이 오도록 배치하면 된다. 이와 같은 배치 방법에 따라 상하 요철 열간은 엇갈리게 배열되게 된다.
- [0048] 이와 같이 엇갈린 배열로 한 이유는 정배열보다 상하방향 와류 유동 진동 저감이 잘되기 때문이다. 만약 상기 한정된 배열보다 간격이 좁으면 요철간에 서로 간섭의 영향이 커서 와류 유동 진동 저감 효과를 얻을 수 없고, 마찬가지로 이보다 간격이 멀면 이 역시 와류 유동 진동 저감 효과가 적기 때문이다.
- [0049] 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 원기둥 형상 요철이 형성된 라이저의 일요부를 보인 예시도이고, 도 5는 도 4의 라이저 가공에 사용되는 판재에 원기둥 형상 요철이 배열되어 형성된 것을 보인 예시도이고, 도 6은 도 5의 원기둥 형상 요철의 단면 및 평면을 보인 예시도이다.
- [0050] 먼저, 도시된 바와 같은 본 발명의 한 실시예에 따른 라이저의 제작방법을 살펴보면, 금속 재질의 판재에 형성하고자 하는 원기둥 형상 요철(11)이 형성되도록 해당 형상이 가공된 금형을 판재에 수직하게 프레스 가압 가공하여 원기둥 형상 요철을 오목하게 형성하였다. 프레스 가공은 일정 면적을 동시에 프레스하도록 다수개의 원기둥 요철이 배열된 금형을 이용하여 프레스 가공하는 것이 바람직하다. 상부에 위치한 금형의 프레스 방법은 원기둥 형상 금형을 판재에 수직하게 가압하여 형성한다.
- [0051] 이와 같이 요철이 형성된 판재는 필요로 하는 라이저의 직경을 가지도록 판재 폭을 정하여 절단 후, 지그 역할을 하는 원통부재를 준비 후 그 둘레에 판재를 둘러 곡률 성형하고, 이후 판재의 양측단 경계부간을 용접한다. 이와 같은 원통형 라이저가 완성되면 원통관의 양측단에 플랜지(도시생략)를 위치 후 용접하면 본 발명의 한 실시예에 따른 요철이 형성된 원통형 라이저(1)가 완성된다.
- [0052] 상기 원기둥 형상 요철은 이웃하는 원기둥 형상 요철과 엇갈리게 배열한다. 이와 같이 엇갈리게 배열하는 것이 격자 배열하는 것보다 해류에 의한 와류 유도 진동 저감 효과가 더 컸다. 구체적인 이유는 상기에서 이미 설명하였으므로 생략함.
- [0053] 상기 원기둥 형상 요철은 최대 깊이/ 표면 입구 직경의 비가 0.3이 되도록 형성하는 것이 바람직하다. 구체적인 이유는 상기에서 이미 설명하였으므로 생략함.
- [0054] 예를 들어 표면 입구 직경이 0.0508m 크기로 형성하고, 깊이는 0.01524m로 할 경우 이러한 비를 가지게 된다.
- [0055] 상기와 같은 크기, 깊이 및 경사를 가지는 원기둥 형상 요철은 복수개 배열시 1열당 12개가 배열되고 이웃하는 상하 열과는 엇갈리게 배열되되, 상하 요철간의 간격은 요철의 지름에 0.81을 곱한 지점에 또 다른 1개열의 요철을 형성하고, 상하열간의 배치는 제 1열의 2개 요철의 중심과 중심 사이를 가상의 선으로 연결하고 그 중점에서 수직으로 내리거나 올린 간격에 새로운 요철의 중심이 오도록 배치하는 것이 바람직하다. 구체적인 이유는 상기에서 이미 설명하였으므로 생략함.
- [0056] 도 7은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 경사 삼각기둥 형상 요철이 형성된 라이저의 일요부를 보인 예시도이고, 도 8은 도 7의 라이저 가공에 사용되는 판재에 경사 삼각기둥 형상 요철이 배열되어 형성된 것을 보인 예시도이고, 도 9는 도 8의 경사 삼각기둥 형상 요철의 단면 및 평면을 보인 예시도이다.

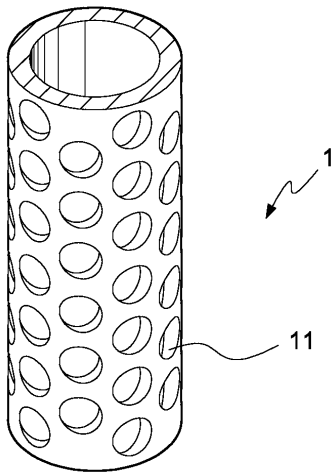
- [0057] 먼저, 도시된 바와 같은 본 발명의 한 실시예에 따른 라이저의 제작방법을 살펴보면, 금속 재질의 판재에 형성하고자 하는 경사 삼각등 요철이 형성되도록 해당 형상이 가공된 금형을 판재에 프레스 가압하여 경사 삼각기둥 형상 요철을 오목하게 형성하였다. 프레스 가공은 일정 면적을 동시에 프레스하도록 다수개의 경사 삼각기둥 형상 요철이 배열된 금형을 이용하여 프레스 가공하는 것이 바람직하다. 상부에 위치한 금형의 프레스 방법은 경사 삼각기둥 형상 금형을 판재에 수직하게 가압하여 형성한다.
- [0058] 이와 같이 요철이 형성된 판재는 필요로 하는 라이저의 직경을 가지도록 판재 폭을 정하여 절단 후, 지그 역할을 하는 원통부재를 준비 후 그 둘레에 판재를 둘러 곡률 성형하고, 이후 판재의 양측단 경계부간을 용접한다. 이와 같은 원통형 라이저가 완성되면 원통관의 양측단에 플랜지(도시생략)를 위치 후 용접하면 본 발명의 한 실시예에 따른 요철이 형성된 원통형 라이저(1)가 완성된다.
- [0059] 상기 경사 삼각기둥 형상 요철은 이웃하는 경사 삼각기둥 형상 요철과 엇갈리게 배열한다. 이와 같이 엇갈리게 배열하는 것이 격자 배열하는 것보다 해류에 의한 와류 유도 진동 저감 효과가 더 컸다. 구체적인 이유는 상기에서 이미 설명하였으므로 생략함.
- [0060] 또한 경사 삼각기둥 형상 요철의 경사 방향의 위치는 수직하게 설치된 라이저에 측방향 해류가 충돌시 경사지게 진입하도록 측방향으로 경사지게 가공한다. 이와 같이 가공하는 것이 상하로 경사지게 가공하는 것 보다 해류에 의한 와류 유도 진동 저감 효과가 더 컸다.
- [0061] 상기 경사 삼각기둥 형상 요철은 라이저 표면 입구에 가상의 원 안에 들어가는 정삼각형으로 형성하고, 최대 깊이/ 가상 표면 입구 직경의 비가 0.3이 되도록 형성할 수 있다. 예를 들어 가상의 원 직경 0.0508m 크기 안에 들어가는 정삼각형으로 형성하고, 가장 깊은 일 지점의 깊이는 0.01524m로 할 수 있다.
- [0062] 상기 경사 삼각기둥 형상 요철은 삼각기둥형상 금형을 금속 판재의 프레스 가공시 수평면에 대하여 경사각도로 가압하여 형성한다. 이와 같은 구간 각도일 때 와류 유도 진동 저감 효과가 가장 좋았다.
- [0063] 상기와 같은 크기, 깊이 및 경사를 가지는 경사 삼각기둥 형상 요철은 복수개 배열시 1열당 12개가 배열되고 이웃하는 상하 열과는 엇갈리게 배열하되, 상하 요철간의 간격은 요철의 지름에 0.81을 곱한 지점에 또 다른 1개 열의 요철을 형성하고, 상하열간의 배치는 제 1열의 2개 요철의 중심과 중심 사이를 가상의 선으로 연결하고 그 중점에서 수직으로 내리거나 올린 간격에 새로운 요철의 중심이 오도록 배치하는 것이 바람직하다. 구체적인 이유는 상기에서 이미 설명하였으므로 생략함.
- [0064] 상기 예시한 요철들은 제작성에 있어 우월한 면을 보이고 있고, 항력 감소 뿐만 아니라 해류에 의한 진동(flow induced vibration)의 감소 효과까지 가지게 된다. 즉, 해류에 의한 진동은 해류의 방향에 수평인 진동과 해류의 방향에 수직인 진동이 존재하고, 이 진동은 전체 시스템을 붕괴시킬 수 있도록 위험하다. 라이저의 해류방향의 수직/수평진동을 감소시키기 위하여 해양플랜트 설계 회사들은 스트레이크를 장착한 라이저를 설계해 왔다. 본 발명은 표면에 요철을 삽입함으로써 이 수직/수평 진동을 감소시킬 수 있는 라이저를 제공할 수 있게 되었다.
- [0065] 본 발명은 상술한 특성의 바람직한 실시 예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 그와 같은 변경은 청구범위 기재의 범위 내에 있게 된다.

**부호의 설명**

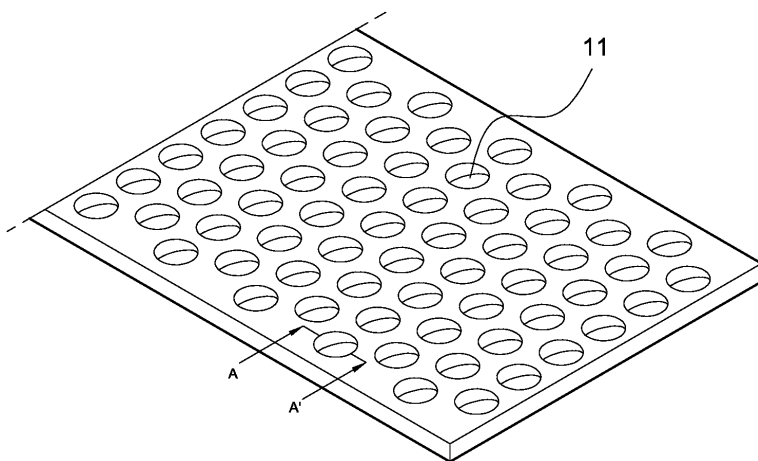
- [0066] <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>
- (1) : 라이저
- (11) : 요철

도면

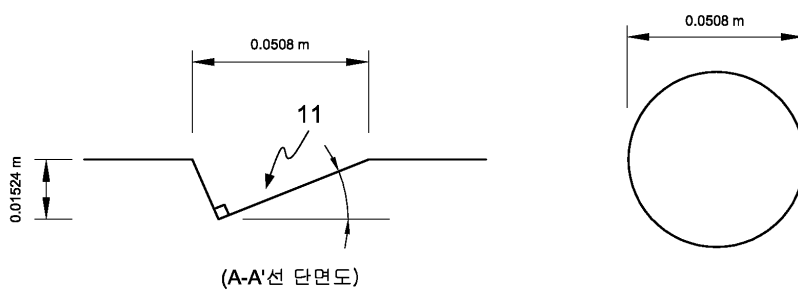
도면1



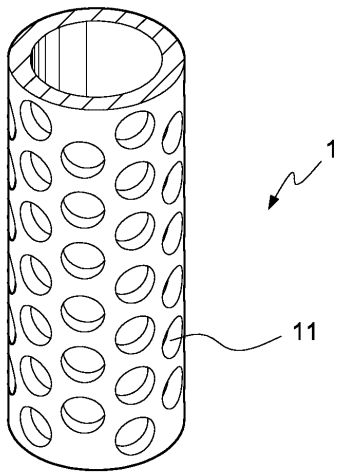
도면2



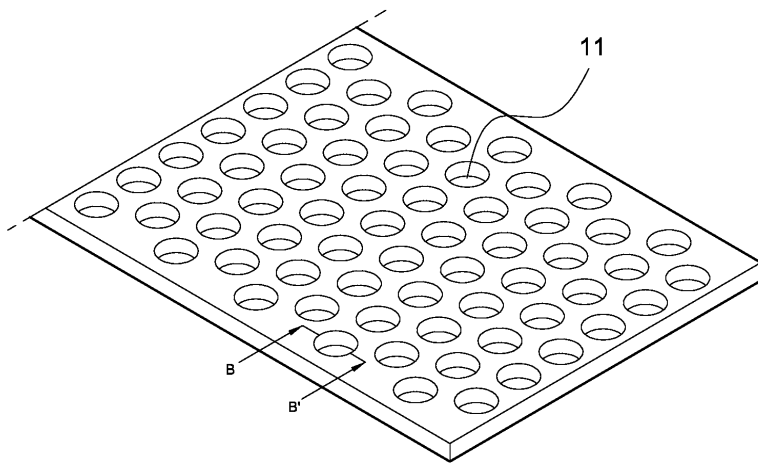
도면3



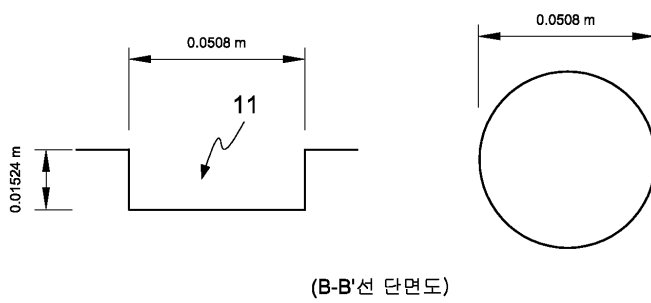
도면4



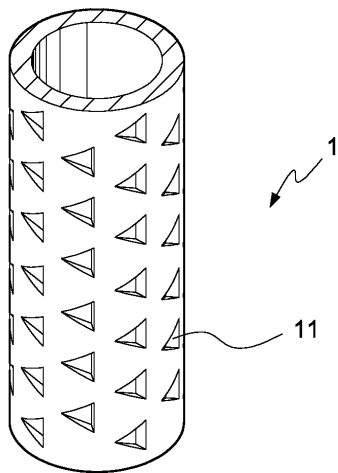
도면5



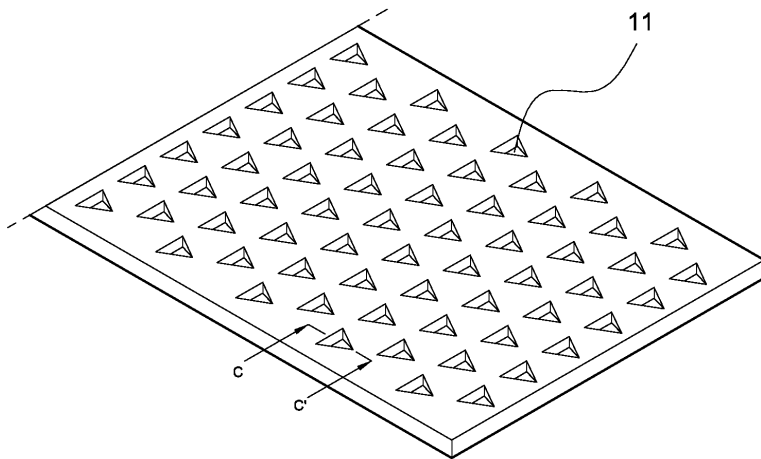
도면6



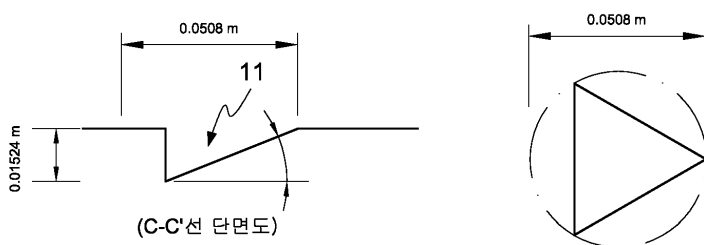
도면7



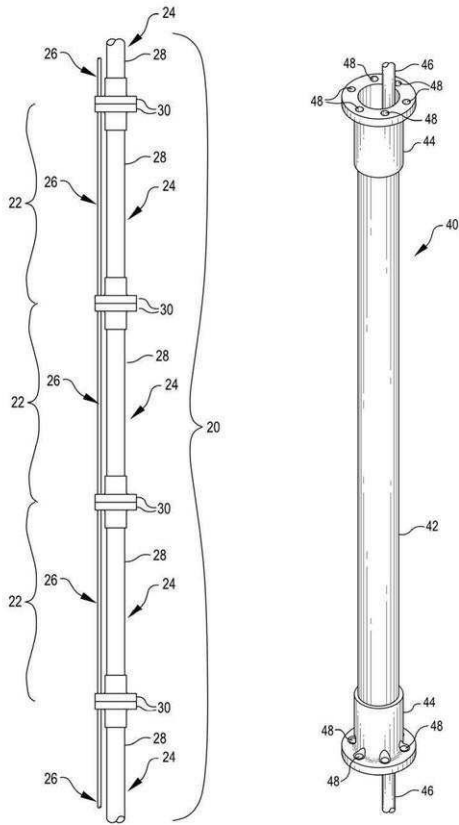
도면8



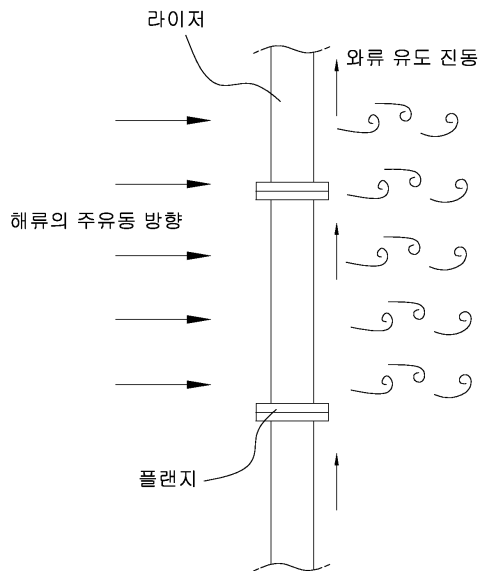
도면9



도면10



도면11



도면12

