



지지부; 상기 해양구조물의 외측면과 서포트 림 사이에 설치되어 탄성력을 부여하며, 전류에 의해 강성계수가 변화하는 탄성유닛; 상기 수직지지부에 설치되어 진동 감쇠 작용을 하며, 전류에 의해 감쇠계수가 변화하는 댐퍼유닛; 해양구조물에 가해지는 외력에 대한 데이터를 측정하여 상기 컨트롤러로 전송하는 센싱유닛; 및, 상기 센싱유닛에 의해 전송된 파도 및 지진파 데이터를 통해 해양구조물에 작용하는 하중의 주파수 대역을 산출하고, 산출된 주파수 대역에 따라 상기 탄성유닛과 댐퍼유닛에 전류를 공급하여 강성계수 및 감쇠계수를 조정하는 컨트롤러;를 포함할 수 있다.

(52) CPC특허분류

**F16F 15/022** (2013.01)

**G01C 13/004** (2013.01)

**G01V 1/18** (2013.01)

**B63B 2022/006** (2013.01)

**B63B 2231/48** (2013.01)

**F16F 2224/0283** (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

|             |                         |
|-------------|-------------------------|
| 과제고유번호      | 1711113372              |
| 과제번호        | 2017R1A5A101488314      |
| 부처명         | 과학기술정보통신부               |
| 과제관리(전문)기관명 | 한국연구재단                  |
| 연구사업명       | 이공분야기초연구사업              |
| 연구과제명       | 스마트 수중 터널 시스템 연구센터      |
| 기 여 율       | 1/1                     |
| 과제수행기관명     | 한국과학기술원                 |
| 연구기간        | 2020.03.01 ~ 2021.02.28 |

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

수중에 침지된 해양구조물의 외측면에 결합되는 서포트 림;

상기 서포트 림을 해저의 바닥면에 대해 지지하는 수직지지부;

상기 해양구조물의 외측면과 서포트 림 사이에 설치되어 탄성력을 부여하며, 전류에 의해 강성계수가 변화하는 탄성유닛;

상기 수직지지부에 설치되어 진동 감쇠 작용을 하며, 전류에 의해 감쇠계수가 변화하는 댐퍼유닛;

해양구조물에 가해지는 외력에 대한 데이터를 측정하여 상기 컨트롤러로 전송하는 센싱유닛; 및,

상기 센싱유닛에 의해 전송된 파도 및 지진파 데이터를 통해 해양구조물에 작용하는 하중의 주파수 대역을 산출하고, 산출된 주파수 대역에 따라 상기 탄성유닛과 댐퍼유닛에 전류를 공급하여 강성계수 및 감쇠계수를 조정하는 컨트롤러;

를 포함하는 해양구조물의 진동저감장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 탄성유닛은, 상기 컨트롤러에서 인가되는 전류에 의해 강성계수가 변화하는 자기유변 엘라스토머(Magnetorheological elastomer)를 포함하는 해양구조물의 진동저감장치.

#### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 수직지지부는, 해저의 바닥면 상에 놓여지는 받침판과, 상기 받침판의 상측에 상하로 이동가능하게 설치되는 가동판과, 상기 가동판과 서포트 림 사이를 연결하는 포스트를 포함하며,

상기 댐퍼유닛은 상기 받침판과 가동판 사이에 설치되는 해양구조물의 진동저감장치.

#### 청구항 4

제3항에 있어서, 상기 댐퍼유닛은 복수개가 상기 받침판과 가동판 사이에 병렬로 배치된 해양구조물의 진동저감장치.

#### 청구항 5

제3항 또는 제4항에 있어서, 상기 댐퍼유닛은 상기 컨트롤러에서 인가되는 전류에 의해 감쇠계수가 변하는 자기유변 댐퍼(Magnetorheological damper)로 된 해양구조물의 진동저감장치.

#### 청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 서포트 림은 원형의 링 형태로 되어 해양구조물의 외측면을 원주방향으로 둘러싸도록 설치되며, 상기 탄성유닛은 해양구조물의 외측면과 서포트 림 사이에 복수개가 원주방향을 따라 간격을 두고 배열된 해양구조물의 진동저감장치.

#### 청구항 7

제1항에 있어서, 상기 센싱유닛은, 해상 부이에 설치되어 파도의 시간 이력(time history)을 측정하는 파도 측정기와, 해저의 지진파에 대한 시간 이력(time history)을 측정하는 지진계를 포함하는 해양구조물의 진동저감장치.

#### 청구항 8

제7항에 있어서, 상기 컨트롤러는 상기 파도 측정기 및 지진계로부터 전송된 파도 및 지진파의 시간 이력(time

history)을 푸리에 변환(Fast Fourier Transform)을 실시하여 시계열을 주파수 대역(Frequency domain)으로 변환하고, 변환된 주파수 대역이 해양구조물의 고유 진동수(Natural frequency)와 유사한 것으로 판정되면 상기 탄성유닛 및 댐퍼유닛에 소정 크기의 전류를 인가하여 탄성유닛의 강성계수 및 댐퍼유닛의 감쇠계수를 조정하는 해양구조물의 진동저감장치.

## 청구항 9

수중에 침지된 해양구조물을 해저의 바닥면에 대해 지지하는 지지 구조물;

상기 해양구조물의 외측면과 지지 구조물 사이에 설치되어 탄성력을 부여하며, 전류에 의해 강성계수가 변화하는 탄성유닛;

상기 지지 구조물에 설치되어 진동 감쇠 작용을 하며, 전류에 의해 감쇠계수가 변화하는 댐퍼유닛;

해양구조물에 가해지는 외력에 대한 데이터를 측정하여 상기 컨트롤러로 전송하는 센싱유닛; 및,

상기 센싱유닛에 의해 전송된 파도 및 지진파 데이터를 통해 해양구조물에 작용하는 하중의 주파수 대역을 산출하고, 산출된 주파수 대역에 따라 상기 탄성유닛과 댐퍼유닛에 전류를 공급하여 강성계수 및 감쇠계수를 조정하는 컨트롤러;

를 포함하는 해양구조물의 진동저감장치.

## 청구항 10

제9항에 있어서, 상기 지지 구조물은,

해양구조물의 외측면을 둘러싸도록 결합되는 서포트 림;

해저의 바닥면 상에 놓여지는 받침판;

상기 받침판의 상측에 상하로 이동가능하게 설치되는 가동판; 및,

상기 가동판과 서포트 림 사이를 연결하는 포스트;

를 포함하며,

상기 탄성유닛은 해양구조물의 외측면과 서포트 림 사이에 원주방향을 따라 간격을 두고 배열된 복수개의 자기유변 엘라스토머(Magnetorheological elastomer)를 포함하며,

상기 댐퍼유닛은 상기 받침판과 가동판 사이에 설치되는 자기유변 댐퍼(Magnetorheological damper)를 포함하는 해양구조물의 진동저감장치.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 해양구조물의 진동저감장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 전류에 따라 강성계수 또는 감쇠계수가 변하는 스마트 재료인 자기유변 엘라스토머(MRE; Magnetorheological elastomer) 및 자기유변 댐퍼(MRD; Magnetorheological damper)를 이용하여 해양에 침지된 해양구조물의 진동을 제어할 수 있도록 한 해양구조물의 진동저감장치에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 해양구조물의 진동저감을 하기 위한 여러가지 방법들이 제시되었다. 감쇠판(Damping plate)을 구조물 하부에 설치하거나, 동조질량댐퍼(Tuned mass damper)를 활용하거나, 자기유변 댐퍼(MRD: Magnetorheological damper)를 활용하는 방법이 연구되고 있다. 하지만 물 속에 침지된 해양구조물의 경우 현재까지 특별한 진동저감 장치가 제안되어 있지 않은 실정이다. 이러한 해양구조물의 대표적인 예는 해중 터널(Submerged floating tunnel)과 해중 배관(Submerged floating pipeline)이 있다.

[0003] 일반적으로 해수면에 떠 있는 해양 구조물의 경우 구조물은 기본적으로 구조물의 부력과 자중이 밸런스를 이루고 있어서 계류선은 일반적으로 느슨하게 디자인 하며 계류선에 걸리는 초기 장력이 적다. 이런 구성의 경우 지진이 발생하게 되면 지진파의 경우 계류선을 타고 구조물에 전달된다. 하지만, 계류선이 느슨하기 때문에 계류

선을 통해 이동하는 과정에서 대부분의 지진파가 감쇄되고 구조물에 전달되는 지진파는 극히 적게 된다. 이 경우 해양구조물의 동적 거동은 파도에 의해서 영향을 받으며 지진에 의한 영향은 적다.

- [0004] 하지만 물속에 침지된 해양 구조물의 경우 구조물의 부력이 자중보다 크며 이 차이를 일정 간격으로 설치된 타워와 타워 사이에 위치하는 계류선(Mooring line)의 장력으로 작용하게 된다. 이 경우 타워와 계류선에 걸리는 초기 장력이 크고 계류선이 팽팽하게 유지되기 때문에 파도 뿐만 아니라 지진에 의해서도 큰 영향을 받을 수 있다. 파도에 비해 지진파는 고주파에 해당되고, 이로 인해 진동저감을 위해서 커버해야 하는 주파수 대역에 넓어지게 된다. 따라서 구조물의 고유진동수(Natural frequency)를 파도 및 지진 하중에서 벗어나도록 설정하는 것은 매우 어렵다. 이 경우 종래에 사용되어 왔던 방법들을 가지고는 파도와 지진에 의해 발생하는 넓은 주파수 대역을 효과적으로 커버하기 어려운 문제가 있다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

- [0005] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제10-2015-0094280호(2015.08.19. 공개)  
(특허문헌 0002) 대한민국 공개특허 제10-2017-0010558호(2017.02.01. 공개)  
(특허문헌 0003) 대한민국 등록실용신안 제20-0484985호(2017.11.09. 등록)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0006] 본 발명은 상기한 종래의 문제를 해결하기 위한 것으로, 본 발명의 목적은 수중에 침지된 해양구조물에 대해 파도와 지진에 의해 발생하는 넓은 주파수 대역의 진동을 효과적으로 제어할 수 있는 해양구조물의 진동저감장치를 제공하는 것이다.

### 과제의 해결 수단

- [0007] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 해양구조물의 진동저감장치는, 수중에 침지된 해양구조물의 외측면에 결합되는 서포트 림; 상기 서포트 림을 해저의 바닥면에 대해 지지하는 수직지지부; 상기 해양구조물의 외측면과 서포트 림 사이에 설치되어 탄성력을 부여하며, 전류에 의해 강성계수가 변화하는 탄성유닛; 상기 수직지지부에 설치되어 진동 감쇠 작용을 하며, 전류에 의해 감쇠계수가 변화하는 댐퍼유닛; 해양구조물에 가해지는 외력에 대한 데이터를 측정하여 상기 컨트롤러로 전송하는 센싱유닛; 및, 상기 센싱유닛에 의해 전송된 파도 및 지진파 데이터를 통해 해양구조물에 작용하는 하중의 주파수 대역을 산출하고, 산출된 주파수 대역에 따라 상기 탄성유닛과 댐퍼유닛에 전류를 공급하여 강성계수 및 감쇠계수를 조정하는 컨트롤러;를 포함할 수 있다.
- [0008] 상기 탄성유닛은, 상기 컨트롤러에서 인가되는 전류에 의해 강성계수가 변화하는 자기유변 엘라스토머(Magnetorheological elastomer)를 포함할 수 있다.
- [0009] 상기 수직지지부는, 해저의 바닥면 상에 놓여지는 받침판과, 상기 받침판의 상측에 상하로 이동가능하게 설치되는 가동판과, 상기 가동판과 서포트 림 사이를 연결하는 포스트를 포함하며, 상기 댐퍼유닛은 상기 받침판과 가동판 사이에 설치될 수 있다.
- [0010] 상기 댐퍼유닛은 복수개가 상기 받침판과 가동판 사이에 병렬로 배치될 수 있다.
- [0011] 또한 상기 댐퍼유닛은 상기 컨트롤러에서 인가되는 전류에 의해 감쇠계수가 변하는 자기유변 댐퍼(Magnetorheological damper)로 이루어질 수 있다.
- [0012] 상기 서포트 림은 원형의 링 형태로 되어 해양구조물의 외측면을 원주방향으로 둘러싸도록 설치되며, 상기 탄성유닛은 해양구조물의 외측면과 서포트 림 사이에 복수개가 원주방향을 따라 간격을 두고 배열될 수 있다.
- [0013] 상기 센싱유닛은, 해상 부이에 설치되어 파고의 시간 이력(time history)을 측정하는 파도 측정기와, 해저의 지진파에 대한 시간 이력(time history)을 측정하는 지진계를 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 컨트롤러는 상기 파도 측정기 및 지진계로부터 전송된 파도 및 지진파의 시간 이력(time history)을 푸리

에 변환(Fast Fourier Transform)을 실시하여 시계열을 주파수 대역(Frequency domain)으로 변환하고, 변환된 주파수 대역이 해양구조물의 고유 진동수(Natural frequency)와 유사한 것으로 판정되면 상기 탄성유닛 및 댐퍼유닛에 소정 크기의 전류를 인가하여 탄성유닛의 강성계수 및 댐퍼유닛의 감쇠계수를 조정한다.

[0015] 본 발명의 다른 한 형태에 따른 해양구조물의 진동저감장치는, 수중에 침지된 해양구조물을 해저의 바닥면에 대해 지지하는 지지 구조물; 상기 해양구조물의 외측면과 지지 구조물 사이에 설치되어 탄성력을 부여하며, 전류에 의해 강성계수가 변화하는 탄성유닛; 상기 지지 구조물에 설치되어 진동 감쇠 작용을 하며, 전류에 의해 감쇠계수가 변화하는 댐퍼유닛; 해양구조물에 가해지는 외력에 대한 데이터를 측정하여 상기 컨트롤러로 전송하는 센싱유닛; 및, 상기 센싱유닛에 의해 전송된 파도 및 지진파 데이터를 통해 해양구조물에 작용하는 하중의 주파수 대역을 산출하고, 산출된 주파수 대역에 따라 상기 탄성유닛과 댐퍼유닛에 전류를 공급하여 강성계수 및 감쇠계수를 조정하는 컨트롤러;를 포함할 수 있다.

[0016] 상기 지지 구조물은, 해양구조물의 외측면을 둘러싸도록 결합되는 서포트 림; 해저의 바닥면 상에 놓여지는 받침판; 상기 받침판의 상측에 상하로 이동가능하게 설치되는 가동판; 및, 상기 가동판과 서포트 림 사이를 연결하는 포스트;를 포함하며, 상기 탄성유닛은 해양구조물의 외측면과 서포트 림 사이에 원주방향을 따라 간격을 두고 배열된 복수개의 자기유변 엘라스토머(Magnetorheological elastomer)를 포함하며, 상기 댐퍼유닛은 상기 받침판과 가동판 사이에 설치되는 자기유변 댐퍼(Magnetorheological damper)를 포함할 수 있다.

### 발명의 효과

[0017] 본 발명에 따르면, 수중에 침지된 해양구조물에 작용하는 외력에 대한 데이터를 실시간으로 획득하여 주요한 주파수 대역을 분석하고, 분석한 주요한 주파수 대역이 해양구조물의 고유 진동수(Natural frequency)와 가까운 경우, 컨트롤러가 스마트 재료로 된 탄성유닛 및 댐퍼유닛에 전류를 인가하여 강성계수 및 감쇠계수를 조정함으로써 해양구조물의 고유 진동수를 변환하여 진동을 효과적으로 저감할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 해양구조물의 진동저감장치를 나타낸 도면이다.  
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 해양구조물의 진동저감장치의 일부분을 확대하여 나타낸 도면이다.  
 도 3은 본 발명에 따른 진동저감장치를 구성하는 탄성유닛의 일 실시예를 나타낸 단면도이다.  
 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 진동저감장치의 다른 일부분을 분해하여 나타낸 도면이다.  
 도 5는 본 발명에 따른 진동저감장치를 구성하는 댐퍼유닛의 일 실시예를 나타낸 단면도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 본 명세서에 기재된 실시 예와 도면에 도시된 구성은 개시된 발명의 바람직한 일 예에 불과할 뿐이며, 본 출원의 출원시점에 있어서 본 명세서의 실시 예와 도면을 대체할 수 있는 다양한 변형 예들이 있을 수 있다.

[0020] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 스마트 재료를 이용한 해양구조물의 진동저감장치를 후술된 실시 예에 따라 구체적으로 설명하도록 한다.

[0021] 도 1 내지 도 5를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 해양구조물의 진동저감장치는 수중에 침지된 해양구조물(1)을 해저의 바닥면에 대해 지지하기 위한 서포트 림(11)과 수직지지부, 해양구조물(1)의 진동을 저감시키기 위한 탄성유닛(20)과 댐퍼유닛(30), 해양구조물(1)의 주변 환경의 주파수 대역이 해양구조물(1)의 고유진동수와 비슷해질 경우 탄성유닛(20)과 댐퍼유닛(30)의 강성계수 및 감쇠계수를 조정하기 위한 센싱유닛 및 컨트롤러(50)를 포함한다.

[0022] 해양구조물(1)은 해중 터널(Submerged floating tunnel) 또는 해중 배관(Submerged floating pipeline)과 같이 수중에 침지된 터널 형태 또는 튜브 형태를 가지며, 상기 서포트 림(11)과 수직지지부와 같은 지지 구조물에 의해 해저 바닥면 상에서 지지된다.

[0023] 서포트 림(11)은 대략 원형의 링 형태로 되어 해양구조물(1)의 외측면을 둘러싸면서 해양구조물(1)의 외측면을 지지한다. 서포트 림(11)의 내측면과 해양구조물(1)의 외측면 사이에는 소정의 공간이 형성되고, 이 공간 내측에 상기 탄성유닛(20)이 설치된다.

[0024] 수직지지부는 상기 서포트 림(11)을 해저의 바닥면에 대해 지지하는 구조물로서, 해저의 바닥면 상에 놓여지는

받침판(12)과, 상기 받침판(12)의 상측에 상하로 이동가능하게 설치되는 가동판(14)과, 상기 가동판(14)과 서포트 림(11) 사이를 연결하는 복수의 포스트(15)를 포함한다.

- [0025] 상기 받침판(12)은 사각 평판 형태로 되어 해저의 바닥면에 놓여진다. 받침판(12)의 상부면에는 상기 댐퍼유닛(30)이 설치되는 수용공간을 갖는 댐퍼설치부재(13)가 설치될 수 있다. 댐퍼설치부재(13)는 받침판(12)에 일체로 형성될 수도 있지만, 받침판(12)과 개별체로 만들어진 후 받침판(12) 상에 앵커볼트 등의 체결수단이나 용접되어 고정될 수 있다.
- [0026] 가동판(14)은 받침판(12)과 대응하는 사각 평판 형태로 되어 받침판(12)의 상부에 상하로 이동이 가능하게 설치되며, 댐퍼유닛(30)과 결합되어 상하로 일정 정도 유동이 가능하게 구성된다.
- [0027] 포스트(15)는 원형이나 다각형 기둥 또는 프레임 형태로 되어 상기 가동판(14)의 양측부에서 연직방향으로 연장되게 설치되며, 상단이 상기 서포트 림(11)의 양측부에 결합된다.
- [0028] 상술한 것과 같은 서포트 림(11)과 수직지지부로 이루어진 지지 구조물은 해양구조물(1)의 길이방향으로 복수개가 간격을 두고 배치되어 해저의 바닥면 상에서 해양구조물(1)을 지지한다.
- [0029] 상기 탄성유닛(20)은 진동을 저감하기 위하여 해양구조물(1)의 외측면과 서포트 림(11) 사이에서 탄성력을 부여하도록 된 것으로, 컨트롤러(50)에서 인가되는 전류에 의해 강성계수가 변화하는 스마트 재료를 적용하여 구성된다. 탄성유닛(20)은 복수개가 해양구조물(1)의 외측면과 서포트 림(11) 사이에 원주방향을 따라 간격을 두고 배열될 수 있다. 탄성유닛(20)은 전류에 의해 강성계수가 변하는 자기유변 엘라스토머(Magnetorheological elastomer)를 포함하는 구성으로 이루어질 수 있다.
- [0030] 자기유변 엘라스토머(MRE)는 고무와 같은 고체 재료의 내부에 강자성 입자(Ferromagnetic particle)가 위치하며, 전류(Electric current)의 크기에 따라서 내부의 전자의 배열 방법이 변하게 되는데, 강한 전류를 가하게 되면 흩어져 있던 전자가 일렬로 배열되게 되고 내부의 강성(stiffness)은 증가한다. 이를 통해 강성계수를 조절할 수 있다. 탄성유닛(20)은 서로 분리된 복수의 자기유변 엘라스토머(MRE)가 서포트 림(11)과 해양구조물(1)의 원주방향을 따라 간격을 두고 배열될 수 있지만, 자기유변 엘라스토머(MRE)는 임의의 형태로 제작이 용이하므로 도 2에 도시한 것과 같이 원형 또는 반원형 등으로 제작되어 서포트 림(11)과 해양구조물(1) 사이에 설치될 수 있다.
- [0031] 또한 도 3은 자기유변 엘라스토머(MRE)가 적용된 탄성유닛(20)의 다른 실시예를 나타낸 것으로, 판형의 요크베이스(221)와, 요크베이스(221)의 상측에 소정의 갭(gap)을 두고 설치되는 하부면이 개방된 원통형의 요크(222)와, 요크(222)의 내주면에 감겨져 컨트롤러(50)로부터 전류를 공급받는 코일(223), 요크(222)와 요크베이스(221) 사이에 적층되는 상부 스틸필러(steel pillar)(224)와 복수의 MRE적층체(226) 및 하부 스틸필러(225)를 포함할 수 있다.
- [0032] 상기 요크베이스(221)는 해양구조물(1)의 외측면에 고정되며 요크(222)는 서포트 림(11)의 내측면에 고정될 수 있다. 물론 이와 반대로 요크베이스(221)가 서포트 림(11)의 내측면에 고정되며 요크(222)가 해양구조물(1)의 외측면에 고정될 수도 있다.
- [0033] 이외에도 다양한 공지의 자기유변 엘라스토머(MRE)를 적용하여 탄성유닛(20)을 구성할 수 있을 것이다.
- [0034] 해양구조물(1)의 진동 저감을 최적화하기 위해서는 감쇠계수도 적절히 선정되어야 한다. 댐퍼유닛(30)은 컨트롤러에서 인가되는 전류에 의해 감쇠계수가 조절될 수 있는 자기유변 댐퍼(MRD: Magnetorheological damper)를 적용하여 구성할 수 있다. 도 4에 도시한 것과 같이 댐퍼유닛(30)은 받침판(12)의 댐퍼설치부재(13)에 설치될 수 있는데, 이 때 댐퍼유닛(30)은 복수개가 댐퍼설치부재(13)에 일정한 간격을 두고 병렬로 배치되는 것이 바람직하다. 이 실시예에서는 4개의 댐퍼유닛(30)이 90° 간격으로 배열된다.
- [0035] 자기유변 댐퍼(MRD)를 적용한 댐퍼유닛(30)은 도 5에 도시한 것과 같이, 피스톤(302)에 전선(304)을 통해 전류가 인가되는 코일(303)이 감겨지고, 실린더(301) 내부에 자기유변 유체(MR fluid)(305)가 채워진 구성으로 이루어질 수 있는데, 상기 자기유변 엘라스토머(MRE)의 원리와 비슷하게 전류에 따라 자기유변 유체(305) 내부의 입자의 배열방향이 달라진다. 자기유변 유체(305)에 가해지는 전류의 양이 커질수록 유체 내부의 입자는 일직선으로 배열되고 이는 유체 내부의 점성계수를 높여준다. 이를 통해 감쇠계수를 조절할 수 있다. 상기 피스톤(302)은 가동판(14)에 고정되고 실린더(301)는 댐퍼설치부재(13)의 수용공간 내측에 고정될 수 있지만, 이와 반대로 실린더(301)가 가동판(14)에 고정되고 피스톤(302)이 댐퍼설치부재(13)의 수용공간 내측에 고정될 수도 있을 것이다.

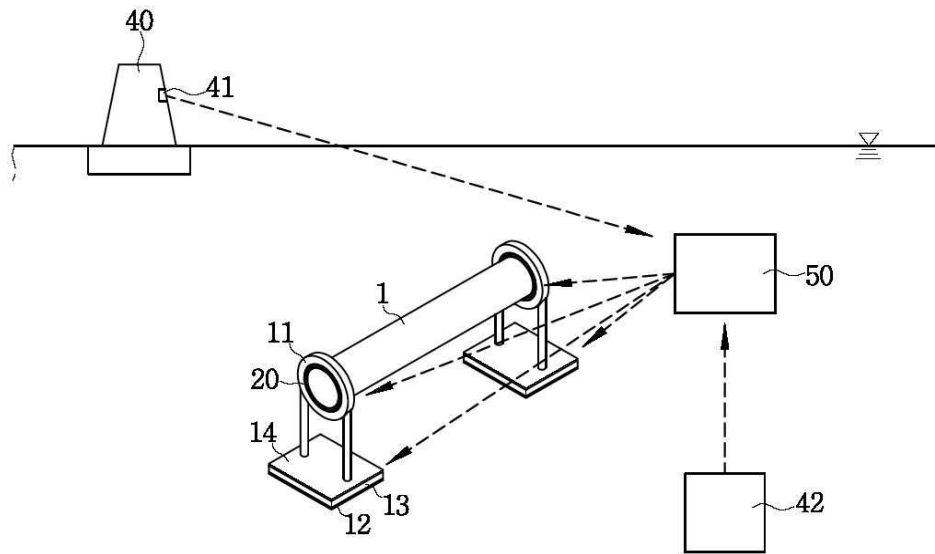
- [0036] 이외에도 다양한 공지의 자기유변 댐퍼(MRD)를 적용하여 댐퍼유닛(30)을 구성할 수 있다.
- [0037] 상술한 것과 같이 해양구조물(1)은 수중에 침지된 상태에서 파도와 지진, 외부 물체와의 충돌이나 순간적인 유체 유동 등에 의해 외력을 받게 된다. 본 발명의 해양구조물(1)은 전류에 의해 강성계수가 변하는 탄성유닛(20)과 감쇠계수가 변하는 댐퍼유닛(30)에 의해 해저의 바닥면 상에서 지지되므로, 해양구조물(1)에 가해지는 외력의 주파수 대역이 고유진동수와 유사하게 될 경우, 탄성유닛(20) 및/또는 댐퍼유닛(30)에 전류를 인가하여 강성계수와 감쇠계수를 조정하여 해양구조물(1)의 고유진동수를 변화시킴으로써 더욱 우수한 진동 저감 효과를 얻을 수 있다.
- [0038] 파도와 지진 등에 의해 해양구조물(1)에 가해지는 외력에 대한 데이터를 실시간으로 측정하고 분석하기 위하여 센싱유닛이 구성되는데, 센싱유닛은 예를 들어 해상 부이(40)에 설치되어 파고의 시간 이력(time history)을 측정하는 파도 측정기(41)와, 해저의 지진파에 대한 시간 이력(time history)을 측정하는 지진계(42)를 포함할 수 있다.
- [0039] 컨트롤러(50)는 센싱유닛을 구성하는 파도 측정기(41) 및 지진계(42)와 유선 또는 무선 통신을 통해 데이터를 전송받으며, 탄성유닛(20)과 댐퍼유닛(30)에 전선을 통해 전기적으로 연결되어 탄성유닛(20)과 댐퍼유닛(30)에 전류를 공급한다. 컨트롤러(50)는 상기 센싱유닛에 의해 측정된 외력에 대한 데이터, 즉 파도의 주파수 데이터와 지진파의 주파수 데이터를 분석하고, 분석한 데이터에 따라 강성계수 및 감쇠계수를 계산하여 필요한 전류의 크기를 산정한 후 정류기를 통해서 탄성유닛(20)과 댐퍼유닛(30)에 전류를 인가한다.
- [0040] 예를 들어, 파도 측정기(41)와 지진계(42)가 파도와 지진파의 시간이력(Time history)을 측정하여 이를 컨트롤러(50)로 전송하면, 컨트롤러(50)에서는 푸리에 변환(Fast Fourier Transform)을 실시하여 시계열을 주파수 대역(Frequency domain)으로 변환하며, 이를 통해 해양구조물(1)에 작용하는 주요한 주파수 대역을 분석한다. 이때 주요한 주파수 대역이 해양구조물(1)의 고유 진동수(Natural frequency)와 가까운 경우 공진(Resonance)이 발생한다. 이 경우 컨트롤러(50)는 탄성유닛(20) 및/또는 댐퍼유닛(30)에 소정 크기의 전류를 인가하여 탄성유닛(20)의 강성계수 및/또는 댐퍼유닛(30)의 감쇠계수를 조정함으로써 해양구조물(1)의 고유 진동수를 변화시켜 진동을 효과적으로 저감할 수 있다.
- [0041] 이상에서 본 발명은 실시 예를 참조하여 상세히 설명되었으나, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기에서 설명된 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 부가 및 변형이 가능할 것임은 당연하며, 이와 같은 변형된 실시 형태들 역시 아래에 첨부한 특허청구범위에 의하여 정하여지는 본 발명의 보호 범위에 속하는 것으로 이해되어야 할 것이다.

### 부호의 설명

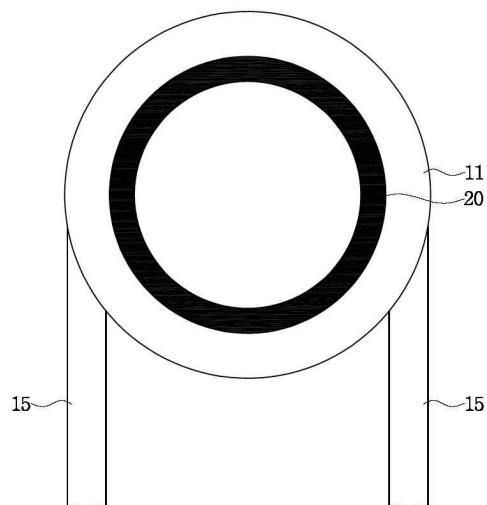
- [0042] 1 : 해양구조물    11 : 서포트 림  
12 : 받침판    13 : 댐퍼설치부재  
14 : 가동판    15 : 포스트  
20 : 탄성유닛    30 : 댐퍼유닛  
40 : 해상 부이    41 : 파도 측정기  
42 : 지진계    50 : 컨트롤러  
221 : 요크베이스    222 : 요크  
223 : 코일    224 : 상부 스틸필러  
225 : 하부 스틸필러    226 : MRE적층체  
301 : 실린더    302 : 피스톤  
303 : 코일    304 : 전선  
305 : 자기유변 유체(MR fluid)

도면

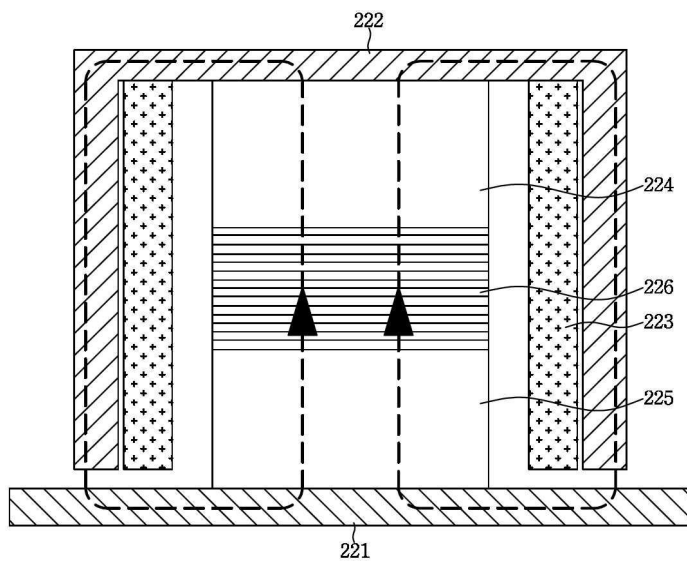
도면1



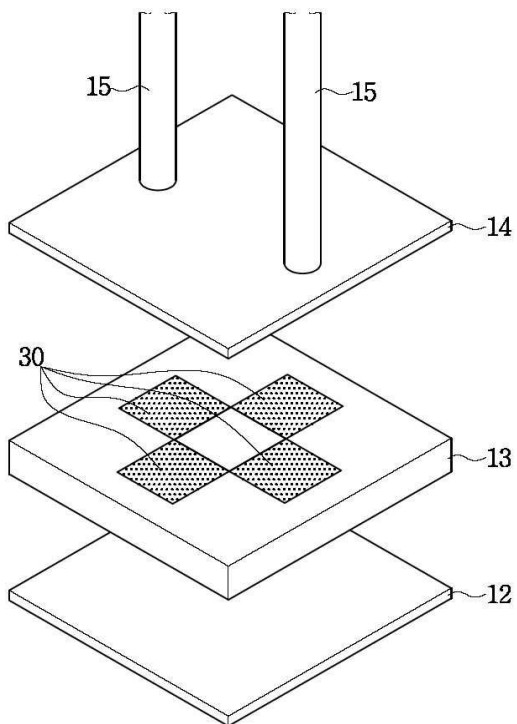
도면2



도면3



도면4



도면5

