



등록특허 10-2115000



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년05월26일

(11) 등록번호 10-2115000

(24) 등록일자 2020년05월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

F03D 17/00 (2016.01) *G01C 9/02* (2006.01)

G01D 21/02 (2006.01) *G01L 1/22* (2006.01)

G01L 7/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류

F03D 17/00 (2016.05)

G01C 9/02 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0166719

(22) 출원일자 2018년12월20일

심사청구일자 2018년12월20일

(56) 선행기술조사문헌

CN206470003 U*

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 3 항

(73) 특허권자

제타이앤디 주식회사

전라북도 군산시 산단남북로 169, 411호 (오식도동, 군산알앤디센터)

(72) 발명자

선민영

전라북도 전주시 덕진구 세병로 175, 1003동 2001호(송천동2가, 에코시티더샵2차)

(74) 대리인

이승현

심사관 : 박종오

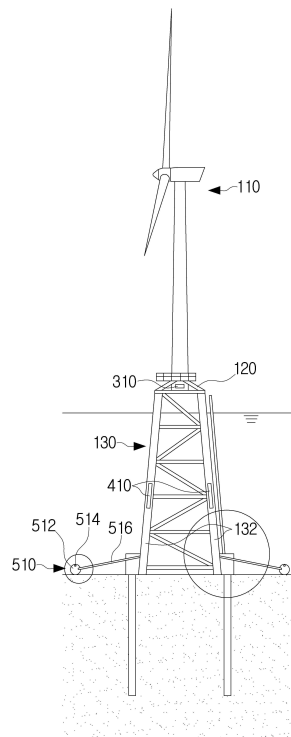
(54) 발명의 명칭 해상풍력 지지구조물의 상태 모니터링 시스템

(57) 요약

본 발명은 해상풍력 지지구조물의 경사도, 각 레그부에 작용하는 하중 및 세굴도를 측정할 수 있을 뿐만 아니라 지지구조물의 부식을 방지할 수 있는 해상풍력 지지구조물의 상태 모니터링 시스템에 관한 것으로서, 풍력발전부의 하부방향에 형성되는 트랜지션피스와, 상기 트랜지션피스의 하부에 형성되고 해저면에 고정되는 지지구조물의

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



상태 모니터링 시스템에 있어서, 상기 트랜지션피스에 구비되는 기울기센서와, 상기 기울기센서의 검출값을 토대로 상기 지지구조물의 경사도를 검출하는 경사도 검출부와, 상기 지지구조물의 각 레그부에 설치되는 복수의 스트레인게이지와; 상기 복수의 스트레인게이지의 저항 변화량을 기초로 각 레그부의 하중을 측정하는 레그 하중측정부와, 상기 경사도 검출부에 의해 검출된 상기 지지구조물의 경사도 데이터, 상기 레그 하중측정부에 의해 측정된 각 레그부의 하중 데이터를 포함한 상태 데이터를 수집하는 데이터 수집부와, 상기 데이터 수집부에 의해 수집된 상태 데이터를 해저전력 케이블 내의 통신라인을 통해 전송하는 데이터 전송부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

(52) CPC특허분류

G01D 21/02 (2013.01)

G01L 1/22 (2013.01)

G01L 7/00 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

JP2008039407 A*

KR101510539 B1*

KR101524480 B1*

KR1020180134585 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

풍력발전부의 하부방향에 형성되는 트랜지션피스와, 상기 트랜지션피스의 하부에 형성되고 해저면에 고정되는 지지구조물의 상태 모니터링 시스템에 있어서,

상기 트랜지션피스에 구비되는 기울기센서와,

상기 기울기센서의 검출값을 토대로 상기 지지구조물의 경사도를 검출하는 경사도 검출부와,

상기 지지구조물의 각 레그부에 설치되는 복수의 스트레인게이지와;

상기 복수의 스트레인게이지의 저항 변화량을 기초로 각 레그부의 하중을 측정하는 레그 하중측정부와,

상기 지지구조물의 상기 각 레그부의 주변에 배치되어 해저에 안착되는 웨이트부재와, 상기 웨이트부재의 상부에 상기 웨이트부재 몸체보다 상대적으로 낮은 비중으로 구비되는 자세유지부재와, 상기 자세유지부재에 탑재되어 수압을 측정하는 수압측정부와, 해저에 안착된 웨이트부재가 일정 범위 내에서 위치이동 가능하도록 상기 각 레그부에 상기 웨이트부재를 고정시키는 연결부재와, 상기 수압측정부에 의해 검출된 값을 기초로 상기 웨이트부재의 깊이와 세굴정도를 계산하는 세굴도 계산부를 포함하는 세굴도 검출부와;

상기 경사도 검출부에 의해 검출된 상기 지지구조물의 경사도 데이터, 상기 레그 하중측정부에 의해 측정된 각 레그부의 하중 데이터, 상기 세굴도 계산부에 의해 검출된 세굴도 데이터를 포함한 상태 데이터를 수집하는 데이터 수집부와,

상기 데이터 수집부에 의해 수집된 상태 데이터를 해저전력 케이블 내의 통신라인을 통해 전송하는 데이터 전송부를 포함하는 것을 특징으로 하는 해상풍력 지지구조물의 상태 모니터링 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 지지구조물의 각 레그부의 부식을 방지하는 전기방식부가 구비되는 것을 특징으로 하는 해상풍력 지지구조물의 상태 모니터링 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 전기방식부는 상기 지지구조물의 각 레그부에 배치되는 음극과, 상기 각 레그부의 주변에 배치되는 산화전극 및 기준전극과, 상기 기준전극에 의해 측정된 방식전위 값을 기초로 상기 음극 및 상기 산화전극에 방식전류를 공급하는 정류기를 포함하는 것을 특징으로 하는 해상풍력 지지구조물의 상태 모니터링 시스템.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 해상풍력 지지구조물의 상태 모니터링 시스템에 관한 것으로서, 특히 해상풍력 지지구조물의 경사도, 각 레그부에 작용하는 하중 및 세굴도를 측정할 수 있을 뿐만 아니라 지지구조물의 부식을 방지할 수 있는 해상풍력 지지구조물의 상태 모니터링 시스템에 관한 것이다.

배경기술

[0003] 풍력 발전은 신재생에너지 가운데 비교적 효율이 높으며 시장경쟁력을 갖추고 있어, 기술 개발 및 활용이 점차 늘어나고 있는 추세이다. 초기 풍력 발전은 육상 풍력 발전을 위주로 발달했으나, 터빈의 대형화, 소음 및 진동, 장소의 제한 등의 문제로 최근 해상 풍력 발전이 각광받고 있다. 특히, 우리나라는 삼면이 바다인 지형적 특성으로 인해 해상 풍력 발전에 매우 유리한 조건을 가지고 있어, 전망이 매우 밝다고 볼 수 있다.

[0004] 일반적으로 해상 풍력 발전기는 나셀, 블레이드 및 타워를 포함한 해상풍력발전부와, 풍력발전부의 하부방향에 형성되는 트랜지션피스와, 상기 트랜지션피스의 하부에 형성되고 해저면에 고정되는 지지구조물로 구성된다.

[0005] 해상 풍력 발전기와 같은 대형 구조물은 최초 준공 후 시간이 경과됨에 따라 결함 부분이 발생하며, 따라서 구조물의 건전성 여부를 파악하기 위한 상태 점검이 필요로 된다. 특히, 구조물에 파도나 바람, 해류 등의 외부 하중이 작용함에 따라 구조물과 해저면의 경계 부분이 특히 취약하다. 이에 따라, 구조물이 설치된 지반의 침하, 세굴 또는 구조물의 기울어짐 등의 문제가 발생하기 쉽다.

[0006] 일반적으로, 종래에는 대형 해상 구조물에 직접 침하, 세굴, 기울기 등을 측정하는 센서를 설치하여 구조물의 상태를 직접적으로 측정하였다. 그러나, 이는 수중에 센서를 설치해야 하므로 어려움이 있으며, 더 나아가 센서에 잦은 고장이 발생함에 따라 주기적으로 유지보수를 수행해야 하는 단점이 있다.

[0007] 한편, 해상 풍력발전기의 모니터링과 관련하여 특허문헌 0001이 제안된 바 있다.

[0008] 특허문헌 0001은 해상 풍력발전기 구조물이 갖는 고유 진동수를 측정하고 측정된 고유 진동수에 주변 환경의 영향을 제거한 후 기준 데이터와 비교함으로써 우수한 정확도로 상기 해상 풍력발전기 구조물의 건전성을 모니터링 할 수 있는 시스템 및 방법에 관한 것이다. 시뮬레이션 및/또는 통계적 데이터를 이용하여 미리 계산된 기준 고유 진동수와 비교를 통해 구조물이 설치된 지반과의 경계 조건을 파악하여 해상 구조물의 침하, 세굴, 기울어짐을 포함한 상태를 진단할 수 있으나, 해상 구조물의 침하, 기울어짐 등을 정밀하게 측정하는데 한계가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) KR10-1740896B1 (2017.05.23)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 이와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위한 본 발명은 해상풍력 지지구조물의 경사도, 각 레그부에 작용하는 하중 및 세굴도를 측정할 수 있을 뿐만 아니라 지지구조물의 부식을 방지할 수 있는 해상풍력 지지구조물의 상태 모니터링 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0013] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명은,

[0014] 풍력발전부의 하부방향에 형성되는 트랜지션피스와, 상기 트랜지션피스의 하부에 형성되고 해저면에 고정되는 지지구조물의 상태 모니터링 시스템에 있어서,

[0015] 상기 트랜지션피스에 구비되는 기울기센서와,

- [0016] 상기 기울기센서의 검출값을 토대로 상기 지지구조물의 경사도를 검출하는 경사도 검출부와,
- [0017] 상기 지지구조물의 각 레그부에 설치되는 복수의 스트레인게이지와;
- [0018] 상기 복수의 스트레인게이지의 저항 변화량을 기초로 각 레그부의 하중을 측정하는 레그 하중측정부와,
- [0019] 상기 경사도 검출부에 의해 검출된 상기 지지구조물의 경사도 데이터, 상기 레그 하중측정부에 의해 측정된 각 레그부의 하중 데이터를 포함한 상태 데이터를 수집하는 데이터 수집부와,
- [0020] 상기 데이터 수집부에 의해 수집된 상태 데이터를 해저전력 케이블 내의 통신라인을 통해 전송하는 데이터 전송부를 포함하는 것을 특징으로 하는 해상풍력 지지구조물의 상태 모니터링 시스템을 제공한다.
- [0022] 그리고 상기 지지구조물의 각 레그부의 부식을 방지하는 전기방식부가 구비되고, 상기 전기방식부는 상기 지지구조물의 각 레그부에 배치되는 음극과, 상기 각 레그부의 주변에 배치되는 산화전극 및 기준전극과, 상기 기준전극에 의해 측정된 방식전위 값을 기초로 상기 음극 및 상기 산화전극에 방식전류를 공급하는 정류기를 포함하는 것이 좋다.
- [0024] 또한, 상기 지지구조물의 상기 각 레그부의 주변에 배치되어 해저에 안착되는 웨이트부재와, 상기 웨이트 부재에 탑재되어 수압을 측정하는 수압측정부와, 해저에 안착된 웨이트부재가 일정 범위 내에서 위치이동 가능하도록 상기 각 레그부에 상기 웨이트부재를 고정시키는 연결부재와, 상기 수압측정부에 의해 검출된 값을 기초로 상기 웨이트부재의 깊이와 세굴정도를 계산하는 세굴도 계산부가 포함되어 이루어지는 것이 바람직하다.
- [0025] 특히, 상기 웨이트부재의 상부에는 상기 웨이트부재 몸체보다 상대적으로 낮은 비중으로 이루어진 자세유지부재가 구비되고, 상기 수압측정부는 상기 자세유지부재에 형성되는 것이 좋다.

발명의 효과

- [0027] 본 발명의 해상풍력 지지구조물의 상태 모니터링 시스템은 해상풍력 지지구조물의 경사도, 각 레그부에 작용하는 하중 및 세굴도를 측정할 수 있을 뿐만 아니라 지지구조물의 부식을 방지할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0029] 도 1은 해상풍력 지지구조물을 개략적으로 나타내는 도면이고,
- 도 2는 본 발명의 해상풍력 지지구조물의 상태 모니터링 시스템의 구성을 개략적으로 나타내는 블록도이다.
- 도 3은 자세유지부재가 구비된 웨이트부재를 개략적으로 나타내는 도면이다.
- 도 4는 전기방식부의 구성을 개략적으로 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 이하, 본 발명의 해상풍력 지지구조물의 상태 모니터링 시스템의 실시예를 도면을 참조하여 상세히 설명하면 다음과 같고, 본 발명의 권리범위는 하기의 실시예에 한정되는 것은 아니다.
- [0032] 도 1은 해상풍력 지지구조물을 개략적으로 나타내는 도면이고, 도 2는 본 발명의 해상풍력 지지구조물의 상태 모니터링 시스템의 구성을 개략적으로 나타내는 블록도이다.
- [0034] 본 발명의 해상풍력 지지구조물의 상태 모니터링 시스템은 풍력발전부(110)의 하부방향에 형성되는 트랜지션피스(120)와, 상기 트랜지션피스(120)의 하부에 형성되고 해저면에 고정되는 지지구조물(130)의 상태를 모니터링하기 위한 것으로서, 도 1 및 도 2와 같이 기울기센서(310), 경사도 검출부(320), 복수의 스트레인게이지(410), 레그 하중측정부(420), 세굴도 검출부(510), 데이터 수집부(610) 및 데이터 전송부(620)를 포함한다.
- [0036] 상기 기울기센서(310)는 상기 트랜지션피스(120)에 구비되어 상기 트랜지션피스(120)의 기울기를 검출한다.
- [0037] 상기 기울기센서(310)는 상기 트랜지션피스(120)의 기울기를 검출할 수 있는 자이로센서, 가속도센서 등으로 이루어질 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0038] 그리고 상기 경사도 검출부(320)는 상기 기울기센서(310)의 검출값을 토대로 상기 트랜지션피스(120) 및 지지구조물(130)의 경사도를 검출할 수 있다. 또한, 상기 경사도 검출부(320)는 상기 트랜지션피스(120) 및 상기 지지구조물(130)의 경사도 뿐만 아니라 상기 기울기센서(310)의 검출값에 의해 진동을 검출할 수도 있다.

- [0039] 그리고 상기 복수의 스트레인게이지(410)는 상기 지지구조물(130)의 각 레그부(132)에 설치된다. 상기 지지구조물(130)에는 통상 4개의 레그부(132)가 형성되고, 상기 복수의 스트레인게이지(410)는 4개의 레그부(132)에 각각 설치된다.
- [0040] 그리고 상기 레그 하중측정부(420)는 상기 복수의 스트레인게이지(410)의 저항 변화량을 기초로 각 레그부(132)의 하중을 각각 측정한다. 상기 레그 하중측정부(420)에 의해 각 레그부(132)의 하중을 각각 측정하고 비교하여 상기 타워부 등의 해상풍력발전부(110)의 변형 등을 감지할 수 있을 뿐만 아니라 변형의 원인이 타워부 등의 변형 또는 외부하중에 의한 변형인지 여부를 검출할 수 있다.
- [0042] 또한, 상기 지지구조물(130)을 구성하는 각 레그부(132)의 주변에 침하 또는 세굴의 발생여부를 검출할 수 있는 세굴도 검출부(510)가 구비되는 것이 좋다.
- [0043] 상기 세굴도 검출부(510)는 웨이트부재(512), 수압측정부(514), 연결부재(516) 및 세굴도 계산부(518)를 포함하여 구성된다.
- [0044] 상기 웨이트부재(512)는 상기 지지구조물(130)의 상기 각 레그부(132)의 주변에 배치되어 해저에 안착된다. 상기 웨이트부재(512)의 재질은 크게 한정되는 것은 해저에서 쉽게 유동되지 않고 안착될 수 있는 비중을 가지는 재질이면 족하다. 예를 들면, 콘크리트, 알루미늄, 철, 납 등으로 이루어질 수 있다.
- [0045] 그리고 상기 수압측정부(514)는 상기 웨이트부재(512)에 하나 이상 설치되어 수압을 측정한다. 수압은 수심과 비례하기 때문에, 수압을 측정함에 따라 수심을 계산할 수 있어 상기 웨이트부재(512)가 위치한 깊이를 측정할 수 있다.
- [0046] 상기 연결부재(516)는 해저에 안착된 웨이트부재(512)가 일정 범위 내에서 위치이동 가능하도록 상기 각 레그부(132)에 상기 웨이트부재(512)를 고정시키기 위한 것으로서, 양단부가 축고정된 링크, 체인 및 플렉시블 와이어 등으로 이루어질 수 있다. 상기 연결부재(516)의 길이는 서로 인접한 연결부재(516)가 엉키지 않을 정도의 길이이면 족하다.
- [0047] 그리고 상기 연결부재(516)에는 상기 수압측정부(514)와 연결된 케이블이 내장되거나 고정될 수 있다.
- [0048] 도 3은 자세유지부재가 구비된 웨이트부재를 개략적으로 나타내는 도면이다.
- [0049] 한편, 해류에 의해 상기 웨이트부재(512)가 이동하여 상기 수압측정부(514)가 설치된 부분이 해저에 접한 경우 상기 수압측정부(514)에 의해 수압을 정밀하게 검출하기 어렵기 때문에 상기 웨이트부재(512)의 상부에는 도 3과 같이 상기 웨이트부재(512) 몸체보다 상대적으로 낮은 비중으로 이루어진 자세유지부재(513)가 구비되고, 상기 자세유지부재(513)에 상기 수압측정부(514)가 설치되는 것이 바람직하다.
- [0050] 그리고 상기 세굴도 계산부(518)는 상기 수압측정부(514)에 의해 검출된 값을 기초로 상기 웨이트부재(512)의 깊이와 세굴정도를 계산한다.
- [0052] 상기 데이터 수집부(610)는 상기 경사도 검출부(320)에 의해 검출된 상기 지지구조물(130)의 경사도 데이터, 상기 레그 하중측정부(420)에 의해 측정된 각 레그부(132)의 하중 데이터 및 상기 세굴도 계산부(518)에 의해 검출된 세굴도 데이터를 포함한 상태 데이터를 수집한다.
- [0053] 그리고 상기 데이터 수집부(610)에 의해 수집된 상태 데이터는 상기 데이터 전송부(620)에 의해 해저전력 케이블 내의 통신라인을 통해 지상의 관리실로 전송한다.
- [0055] 도 4는 전기방식부의 구성을 개략적으로 나타내는 도면이다.
- [0056] 한편, 상기 지지구조물(130)의 각 레그부(132)의 부식을 방지하는 전기방식부(70)가 구비된다.
- [0057] 상기 전기방식부(70)는 상기 지지구조물(130)의 각 레그부(132)에 배치되는 음극(710)과, 상기 각 레그부(132)의 주변에 배치되는 산화전극(720) 및 기준전극(730)과, 상기 기준전극(730)에 의해 측정된 방식전위 값을 기초로 상기 음극(710) 및 상기 산화전극(720)에 방식전류를 공급하는 정류기(740)를 포함하여 구성된다.
- [0058] 상기 산화전극(720)은 부식을 방지하기 위한 상기 지지구조물(130)의 각 레그부(132)에 방식전류가 공급되게 하는 통로 기능을 갖는 것으로서, 상기 정류기(740)의 (+)극과 연결된다. 상기 산화전극(720)은 산화성이 큰 아연, 알루미늄, 마그네슘 등으로 이루어진다.
- [0059] 상기 기준전극(730)은 상기 지지구조물(130)의 각 레그부(132)를 방식할 수 있는 방식전위 값을 측정하기 위한

것으로서, 해수와의 전위차를 검출하여 방식전위를 얻을 수 있다. 상기 기준전극(730)은 환원성이 큰 흑연, 자철석, 백금, 티타늄 등으로 이루어진다.

[0060] 상기 정류기(740)는 상기 산화전극(720)과 상기 음극(710)에 직류전압을 인가하여 필요한 방식전류를 공급하기 위한 것으로, 방식전류의 크기는 상기 기준전극(730)을 통해 검출된 전위차에 의해 결정된다.

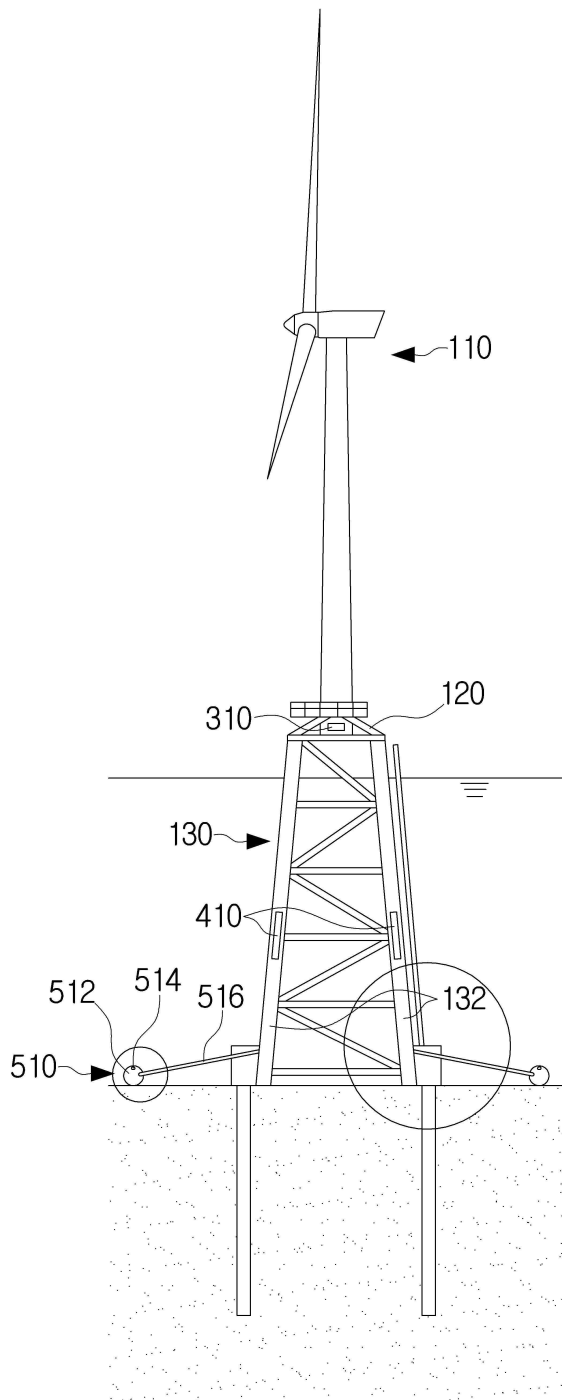
[0061] 이와 같이 상기 전기방식부(70)가 구비됨에 따라 상기 지지구조물(130)의 부식을 효율적으로 방지할 수 있는 이점이 있다.

부호의 설명

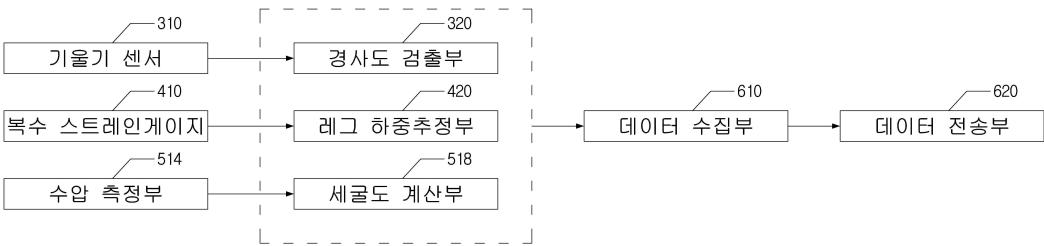
[0063] 110: 풍력발전부,
120: 트랜지션피스,
130: 지지구조물,
132: 레그부,
310: 기울기센서,
410: 스트레인게이지,
510: 세굴도 검출부

도면

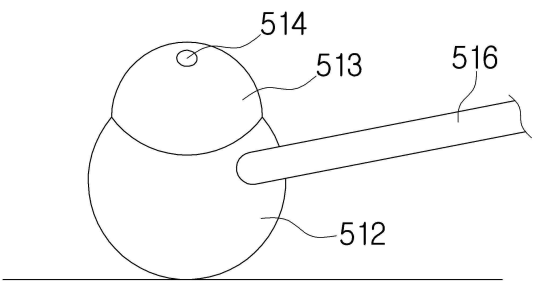
도면1



도면2



도면3



도면4

