(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년01월13일
(11) 등록번호 10-1696019
(24) 등록일자 2017년01월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F03D 13/20 (2016.01) *E04H 12/08* (2006.01)
F16B 5/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0037730
(22) 출원일자 2014년03월31일
심사청구일자 2016년02월25일
(65) 공개번호 10-2015-0114073
(43) 공개일자 2015년10월12일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020100117641 A*
KR1020120000315 A*
KR1020120084674 A*
KR200387799 Y1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
주식회사 포스코
경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동)
(72) 발명자
김종민
인천광역시 연수구 센트럴로 194 201동 3505호 (송도동, 더샵 센트럴파크2)
황민오
경기도 용인시 수지구 신봉1로330번길 15-2 102동 203호 (신봉동,삼성쉐르빌1차아파트)
(74) 대리인
특허법인씨엔에스

전체 청구항 수 : 총 9 항 심사관 : 박종오

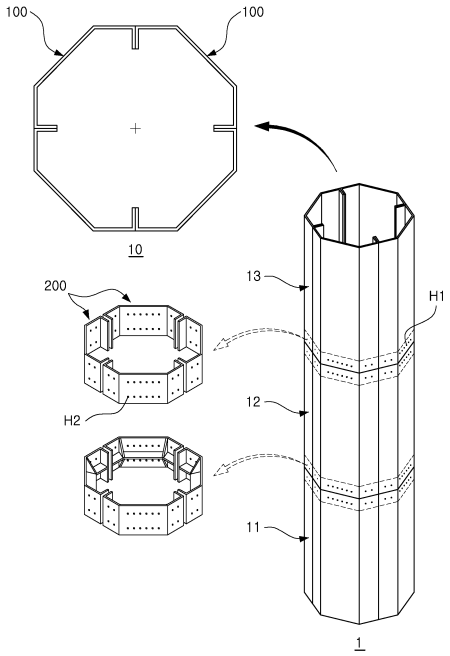
(54) 발명의 명칭 **모듈러 풍력타워**

(57) 요 약

본 발명은 복수의 다각모듈을 높이방향으로 연속적으로 적층하여 형성한 모듈러 풍력타워에 있어서, 동일한 형상으로 구비되는 복수의 모듈부재가 둘레방향으로 연속적으로 연결되어 상기 모듈러 풍력타워의 단면을 형성하는 다각모듈; 및, 높이방향으로 적층되는 인접하는 상기 다각모듈을 연결하는 수직연결부재;를 포함하고, 상기 수직

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



연결부재는 높이방향으로 적층되는 인접하는 상기 모듈부재의 접합부의 내면과 대응되는 형상으로 구비되어, 상측의 상기 모듈부재 및, 하측의 상기 모듈부재를 접합하고, 상기 모듈부재는, 상기 다각모듈의 둘레방향의 외주면을 형성하는 모듈본체와, 상기 모듈본체의 양측면 단부에서 절곡되어 형성되는 모듈플랜지를 구비하고, 상기 수직연결부재는, 상기 다각모듈의 접합부의 내면과 대응되는 형상으로 형성되는 연결본체와, 상기 연결본체의 양측면 단부에서 절곡되어 형성되는 연결플랜지를 구비하고, 둘레방향으로 연결되는 인접한 상기 모듈플랜지 및, 인접한 상기 연결플랜지는 서로 겹쳐진 상태에서 볼트와 너트를 포함하는 일반볼트로 체결되고, 높이방향으로 연결되는 상기 수직연결부재와, 상측의 상기 모듈부재 및, 하측의 상기 모듈부재는 상기 모듈러 풍력타워의 내부에서 외부로 삽입되는 일방향볼트에 의해 체결되는 모듈러 풍력타워를 제공한다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	12기술혁신E09
부처명	국토교통부
연구관리전문기관	국토교통과학기술진흥원
연구사업명	국토교통기술촉진연구사업
연구과제명	10MW급 강재 및 3MW급 복합 합성구조 풍력발전타워 설계기술 개발
기 여 율	1/1
주관기관	(재)포항산업과학연구원
연구기간	2012.11.28 ~ 2017.07.27

명 세 서

청구범위

청구항 1

복수의 다각모듈을 높이방향으로 연속적으로 적층하여 형성한 모듈러 풍력타워에 있어서,

동일한 형상으로 구비되는 복수의 모듈부재가 둘레방향으로 연속적으로 연결되어 상기 모듈러 풍력타워의 단면을 형성하는 다각모듈; 및,

높이방향으로 적층되는 인접하는 상기 다각모듈을 연결하는 수직연결부재;를 포함하고,

상기 수직연결부재는 높이방향으로 적층되는 인접하는 상기 모듈부재의 접합부의 내면과 대응되는 형상으로 구비되어, 상측의 상기 모듈부재 및, 하측의 상기 모듈부재를 접합하고,

상기 모듈부재는,

상기 다각모듈의 둘레방향의 외주면을 형성하는 모듈본체와,

상기 모듈본체의 양측면 단부에서 절곡되어 형성되는 모듈플랜지를 구비하고,

상기 수직연결부재는,

상기 다각모듈의 접합부의 내면과 대응되는 형상으로 형성되는 연결본체와,

상기 연결본체의 양측면 단부에서 절곡되어 형성되는 연결플랜지를 구비하고,

둘레방향으로 연결되는 인접한 상기 모듈플랜지 및, 인접한 상기 연결플랜지는 서로 겹쳐진 상태에서 볼트와 너트를 포함하는 일반볼트로 체결되고,

높이방향으로 연결되는 상기 수직연결부재와, 상측의 상기 모듈부재 및, 하측의 상기 모듈부재는 상기 모듈러 풍력타워의 내부에서 외부로 삽입되는 일방향볼트에 의해 체결되는 모듈러 풍력타워.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 모듈본체는,

상기 다각모듈의 다각형 단면의 한변 전체를 구성하는 모듈평판부와,

상기 평판부의 높이방향의 양단부에서 각각 절곡되어 연장 형성되는 모듈절곡판부를 포함하고,

상기 모듈절곡판부는 둘레방향으로 접합되는 인접한 상기 모듈절곡판부와 접합되어 상기 다각모듈의 다각형 단면의 한변 전체를 구성하도록 구비되는 것을 특징으로 하는 모듈러 풍력타워.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 모듈본체는,

상기 다각모듈의 다각형 단면의 한변 전체를 구성하는 적어도 하나 이상의 평판부로 구비되는 것을 특징으로 하는 모듈러 풍력타워.

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 수직연결부재의 내면에서 수평방향으로 연장 형성되는 좌굴보강부;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 모듈러 풍력타워.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 좌굴보강부는 높이방향으로 적층되는 상기 다각모듈의 연결에 사용되는 수직연결부재의 일부에만 구비되는 것을 특징으로 하는 모듈러 풍력타워.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 수직연결부재의 내주면과, 상기 좌굴보강부에 제공되어, 상기 수직연결부재와 상기 좌굴보강부를 보강 접합하는 수직리브;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 모듈러 풍력타워.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 수직연결부재의 외주면에서 수평방향으로 연장형성되어, 높이방향으로 적층되는 상기 모듈부재의 접합단부가 거치되는 돌출거치부;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 모듈러 풍력타워.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 모듈부재의 상측 단부측과 하측 단부측에는, 상기 모듈부재의 둘레방향으로 일정의 간격으로 이격하여 형성되는 복수의 제1 볼트공이 각각 적어도 1열 이상으로 형성되고,

상기 수직연결부재에는 상기 제1 볼트공에 대응되는 위치에 형성되는 제2 볼트공이 형성되고,

상기 모듈부재와 상기 수직연결부재는,

상기 제2 볼트공과 상기 제1 볼트공을 관통하여 상기 모듈러 풍력타워의 내부에서 외부로 삽입되어 고정되는 일방향볼트에 의해 볼트체결되어 연결되고,

상기 일방향볼트는,

상기 제1 볼트공과 상기 제2 볼트공의 직경보다 작은 직경을 가지는 분할된 형태의 분할볼트부와, 상기 분할볼트부 배면에서 내부로 삽입되어 상기 분할볼트부의 직경을 확경시켜 상기 제1 볼트공과 상기 제2 볼트공에 고정되는 쐐기볼트부를 구비하는 것을 특징으로 하는 모듈러 풍력타워.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 다각모듈은 4개의 상기 모듈부재가 둘레방향으로 접합되고, 상기 다각모듈은 8각형 또는 12각형의 단면으로 구비되는 것을 특징으로 하는 모듈러 풍력타워.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 모듈러 풍력타워에 관한 것이며, 더욱 상세하게는 복수의 모듈부재를 둘레방향으로 연속적으로 연결하여 모듈러 풍력타워의 대단면을 형성하는 다각모듈을 높이방향으로 연속적으로 적층하여 형성한 모듈러 풍력타워에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 풍력발전장치는 육상 또는 해상에 설치되어, 바람의 힘을 전기에너지로 전환하여 전력을 생산하는

장치이다.

[0003] 종래의 기술에 의한 풍력발전장치는 해상풍력발전장치로 구성된 경우에, 파일과 자켓으로 구성된 하부구조물 상에 지지되며 해상에 위치하는 지지구조물이 설치된다.

[0004] 또한, 상기 지지구조물 상에는 너셀을 높은 위치에서 지지하는 타워가 설치되며, 바람에 의해 회전하는 회전블레이드가 너셀에 장착될 수 있다.

[0005] 최근에, 풍력발전 대용량화에 대응하기 위해 풍력타워 요구 직경 또한 대형화되고, 10MW급 풍력발전터빈을 지지하기 위한 풍력타워 하단의 직경도 대구경화 되고 있는 상황이다.

[0006] 하지만, 기존의 원형관 형식은 운송중 제약이 동반되는데, 국내 운반가능한 최대높이는 저상 트레일러 사용시 4.2m이므로 8m에 달하는 풍력타워를 운송하는데 제약이 발생하는 문제점이 있다.

[0007] 이를 해결하기 위하여, 풍력타워 세그먼트를 길이방향으로 쪼개어 운반한 뒤, 현장에서 조립하여 시공하는 모듈러 형식의 풍력타워가 대안으로 제시되고 있다.

[0008] 모듈러 형식이란, 하나의 제품을 구성하기 위해, 복수의 모듈부재를 미리 공장에서 대량으로 생산하고, 이를 현장으로 운반하여 각각의 모듈부재들을 현장에서 조립하여 설계된 구조물을 시공하는 형식을 말한다.

[0009] 그리고, 종래의 모듈러 형식의 풍력타워는 모듈과 모듈을 결합하기 위한 기존의 연결상세는 볼트의 방향이 단면 내부와 외부를 서로 관통하는 방향으로 되어 있어, 타워 외부에서의 작업이 동반되어야 하고, 풍력타워의 높이가 높아지거나, 풍력타워가 해상에서 시공할 경우, 타워 외부 작업은 인명피해를 초래할 수 있는 문제점이 있다.

본 발명의 종래기술에는 한국공개특허공보 2010-0117641호(타워 요소, 2010.11.03 공개)가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 상기와 같은 종래의 모듈러 풍력타워에서 발생되는 요구 또는 문제들 중 적어도 어느 하나를 인식하여 이루어진 것이다.

[0011] 본 발명은 일 측면으로서, 풍력발전 대용량화에 대응하기 위해 풍력타워의 대형화된 요구직경을 충족시키면서도, 운송이 용이한 모듈부재를 활용한 모듈러 풍력타워를 제공하고자 한다.

[0012] 본 발명은 일 측면으로서, 적층되는 다각모듈마다 공통적으로 적용이 가능한 모듈부재를 활용하여, 모듈부재의 대량생산을 가능하도록 하여, 풍력타워의 제작 및 설치에 따른 제조원가의 절감 및 시공비용의 절감이 가능한 모듈러 풍력타워를 제공하고자 한다.

[0013] 본 발명은 일 측면으로서, 높이방향으로 적층되는 인접하는 모듈부재를 수직연결부재를 통해 모듈러 풍력타워 내부에서만의 작업으로 상호 간을 연결가능하도록 하여, 풍력타워를 해상에서 시공하는 경우에도 타워 외부에서의 작업으로 인한 작업자의 안전사고 및, 인명피해를 최소화할 수 있는 풍력타워를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0014] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 일 측면으로서, 본 발명은 복수의 다각모듈을 높이방향으로 연속적으로 적층하여 형성한 모듈러 풍력타워에 있어서, 동일한 형상으로 구비되는 복수의 모듈부재가 둘레방향으로 연속적으로 연결되어 상기 모듈러 풍력타워의 단면을 형성하는 다각모듈; 및, 높이방향으로 적층되는 인접하는 상기 다각모듈을 연결하는 수직연결부재;를 포함하고, 상기 수직연결부재는 높이방향으로 적층되는 인접하는 상기 모듈부재의 접합부의 내면과 대응되는 형상으로 구비되어, 상측의 상기 모듈부재 및, 하측의 상기 모듈부재를 접합하고, 상기 모듈부재는, 상기 다각모듈의 둘레방향의 외주면을 형성하는 모듈본체와, 상기 모듈본체의 양측면 단부에서 절곡되어 형성되는 모듈플랜지를 구비하고, 상기 수직연결부재는, 상기 다각모듈의 접합부의 내면과 대응되는 형상으로 형성되는 연결본체와, 상기 연결본체의 양측면 단부에서 절곡되어 형성되는 연결플랜지를 구비하고, 둘레방향으로 연결되는 인접한 상기 모듈플랜지 및, 인접한 상기 연결플랜지는 서로 겹쳐진 상태에서 볼트와 너트를 포함하는 일반볼트로 체결되고, 높이방향으로 연결되는 상기 수직연결부재와, 상측의 상기 모듈부재 및, 하측의 상기 모듈부재는 상기 모듈러 풍력타워의 내부에서 외부로 삽입되는 일방향볼트에 의해 체결되

는 모듈러 풍력타워를 제공한다.

[0015] 삭제

[0016] 바람직하게, 모듈본체는, 상기 다각모듈의 다각형 단면의 한변 전체를 구성하는 모듈평판부와, 상기 평판부의 높이방향의 양단부에서 각각 절곡되어 연장 형성되는 모듈절곡판부를 포함하고, 상기 모듈절곡판부는 둘레방향으로 접합되는 인접한 상기 모듈절곡판부와 접합되어 상기 다각모듈의 다각형 단면의 한변 전체를 구성하도록 구비될 수 있다.

[0017] 바람직하게, 모듈본체는, 상기 다각모듈의 다각형 단면의 한변 전체를 구성하는 적어도 하나 이상의 평판부로 구비될 수 있다.

[0018] 삭제

[0019] 바람직하게, 수직연결부재의 내면에서 수평방향으로 연장 형성되는 좌굴보강부;를 더 포함할 수 있다.

[0020] 바람직하게, 좌굴보강부는 높이방향으로 적층되는 상기 다각모듈의 연결에 사용되는 수직연결부재의 일부에만 구비될 수 있다.

[0021] 바람직하게, 수직연결부재의 내주면과, 상기 좌굴보강부에 제공되어, 상기 수직연결부재와 상기 좌굴보강부를 보강 접합하는 수직리브;를 더 포함할 수 있다.

[0022] 바람직하게, 수직연결부재의 외주면에서 수평방향으로 연장형성되어, 높이방향으로 적층되는 상기 모듈부재의 접합단부가 거치되는 돌출거치부;를 더 포함할 수 있다.

[0023] 바람직하게, 모듈부재의 상측 단부측과 하측 단부측에는, 상기 모듈부재의 둘레방향으로 일정의 간격으로 이격하여 형성되는 복수의 제1 볼트공이 각각 적어도 1열 이상으로 형성되고, 상기 수직연결부재에는 상기 제1 볼트공에 대응되는 위치에 형성되는 제2 볼트공이 형성되고, 상기 모듈부재와 상기 수직연결부재는, 상기 제2 볼트공과 상기 제1 볼트공을 관통하여 상기 모듈러 풍력타워의 내부에서 외부로 삽입되어 고정되는 일방향볼트에 의해 볼트체결되어 연결되고, 상기 일방향볼트는, 상기 제1 볼트공과 상기 제2 볼트공의 직경보다 작은 직경을 가지는 분할된 형태의 분할볼트부와, 상기 분할볼트부 배면에서 내부로 삽입되어 상기 분할볼트부의 직경을 확경시켜 상기 제1 볼트공과 상기 제2 볼트공에 고정되는 쐐기볼트부를 구비할 수 있다.

[0024] 바람직하게, 다각모듈은 4개의 상기 모듈부재가 둘레방향으로 접합되고, 상기 다각모듈은 8각형 또는 12각형의 단면으로 구비될 수 있다.

발명의 효과

[0025] 이상에서와 같은 본 발명의 일 실시예에 따르면, 복수의 모듈부재를 둘레방향으로 연속적으로 연결하여 모듈러 풍력타워의 대단면을 형성하는 다각모듈을 높이방향으로 연속적으로 적층하여 형성함으로써, 풍력발전 대용량화에 대응하기 위해 풍력타워의 대형화된 요구직경을 충족시키면서도, 풍력타워의 설치를 위한 모듈부재의 운송이 용이한 효과가 있다.

[0026] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 수직연결부재의 내면에서 수평방향으로 연장 형성되는 좌굴보강부의 구성을 포함함으로써, 다각모듈의 연결부에 가해지는 하중에 의한 모듈러 풍력타워의 좌굴을 효과적으로 보강할 수 있는 효과가 있다.

[0027] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 좌굴보강부를 높이방향으로 적층되는 상기 다각모듈의 연결에 사용되는 수직연결부재의 일부에만 설치함으로써, 좌굴보강부에 의해 수직연결부재의 횡좌굴에 대한 강성이 보강되어 다각모듈의 연결부의 구조적안정성이 향상되고, 과도한 좌굴보강부의 설치를 방지하여 현장에서의 용접 등의 작업량이 과도하게 증가되어 시공성이 저하되는 것을 방지할 수 있는 효과가 있다.

[0028] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 수직연결부재의 외주면에서 수평방향으로 연장형성되어, 높이방향으로 적층되는 상기 모듈부재의 접합단부가 거치되는 돌출거치부의 구성을 포함함으로써, 모듈부재와 수직연결부재의 높이방향의 위치가 정확히 일치될 수 있어 모듈부재에 형성되는 제1 볼트공과 수직연결부재에 형성되는 제2 볼트공이 정확히 일치시켜 모듈부재와 수직연결부재의 체결시 발생할 수 있는 볼트공의 불일치에 의한 시공오차로 인

한 시공기간의 지연을 방지하여 현장에서 작업효율을 향상시킬 수 있다.

[0029] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 모듈본체와 연결본체의 볼트공에 설치되는 볼트는 상기 볼트공의 직경보다 작은 직경을 복수의 분할된 형태의 분할볼트부와, 상기 분할볼트부의 내부에 삽입되어 상기 분할볼트부의 직경을 확경시키는 쐐기볼트부를 포함하는 볼트유닛으로 구비될 수 있다. 이와 같이, 모듈본체와 연결본체를 분할볼트부와 쐐기볼트부를 구비하는 볼트유닛으로 연결하는 할 경우, 모듈러 풍력타워의 내부에서의 작업만으로 모듈본체와 연결본체를 연결할 수 있어 모듈러 풍력타워가 해상에서 시공되는 경우 풍력타워 외부에서의 연결 작업이 배제되어 작업자의 인명피해를 최소화할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 모듈러 풍력타워를 도시한 도면이다.

도 2a는 본 발명의 모듈부재 및, 용접 방식에 의한 다각모듈 접합을 도시한 도면이다.

도 2b는 본 발명의 모듈부재 및, 볼트부재에 의한 접합방식의 다각모듈을 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 수직연결부재의 다양한 실시예를 도시한 도면이다.

도 4a 및,도 4b는 도 3(a)의 수직연결부재에 의한 모듈부재의 접합을 도시한 도면이다.

도 5a 및, 5b는 도 3(d)의 수직연결부재에 의한 모듈부재의 접합을 도시한 도면이다.

도 6은 돌출거치부를 포함하는 다른 실시예에 따른 수직연결부재를 도시한 도면이다.

도 7은 돌출거치부를 포함하는 또 다른 실시예에 따른 수직연결부재에 의하 모듈부재의 접합을 도시한 도면이다.

도 8은 10MW급 풍력타워에 대한 단면의 형상에 따른 CFD의 해석을 통한 항력계수(Drag coefficient)를 비교한 도면이다.

도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 다각모듈을 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 형태들을 설명한다. 그러나, 본 발명의 실시형태는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 이하 설명하는 실시 형태로 한정되는 것은 아니다. 또한, 본 발명의 실시형태는 당해 기술분야에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위해서 제공되는 것이다. 도면에서 요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있다.

[0032] 도 1 내지 도 9를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 모듈러 풍력타워(1)는 다각모듈(10) 및, 수직연결부재(200)를 포함할 수 있다.

[0033] 도 1에 도시된 바와 같이, 모듈러 풍력타워(1)는 복수의 다각모듈(10)을 높이방향으로 연속적으로 적층하여 형성될 수 있다.

[0034] 본 발명의 모듈러 풍력타워(1)는 동일한 형상으로 구비되는 복수의 모듈부재(100)가 둘레방향으로 연속적으로 연결되어 상기 모듈러 풍력타워(1)의 단면을 형성하는 다각모듈(10) 및, 높이방향으로 적층되는 인접하는 상기 다각모듈(10)을 연결하는 수직연결부재(200)를 포함하고, 상기 수직연결부재(200)는 높이방향으로 적층되는 인접하는 상기 모듈부재(100)의 접합부의 내면과 대응되는 형상으로 구비되어, 상측의 상기 모듈부재(100) 및, 하측의 상기 모듈부재(100)를 접합하도록 구성될 수 있다.

[0035] 도 2a 및, 도 2b에 도시된 바와 같이, 다각모듈(10)은 동일한 형상으로 구비되는 복수의 모듈부재(100)가 둘레방향으로 연속적으로 연결되어 상기 모듈러 풍력타워(1)의 단면을 형성하도록 구성될 수 있다.

[0036] 도 1 및, 도 7을 참조하면, 수직연결부재(200)는 높이방향으로 적층되는 인접하는 상기 다각모듈(10)을 연결하는 부재이다. 구체적으로 수직연결부재(200)는 높이방향으로 인접하게 적층되는 모듈부재(100) 상호 간을 연결

하도록 구비될 수 있다.

[0037] 먼저, 도 1 내지 도 9를 참조하여 모듈부재(100)에 대하여 살펴본다.

[0038] 도 2a 및, 도 2b에 도시된 바와 같이, 모듈부재(100)는 상기 다각모듈(10)의 둘레방향의 외주면을 형성하는 모듈본체(110)와, 상기 모듈본체(110)의 양측면 단부에서 절곡되어 형성되는 모듈플랜지(130)를 포함할 수 있다.

[0039] 모듈부재(100)는 복수 개가 둘레방향으로 연속적으로 연결되어 상기 모듈러 풍력타워(1)의 단면을 형성하는 다각모듈(10)을 구성하는 부재이다.

[0040] 모듈본체(110)는 인접하는 모듈부재(100)가 둘레방향으로 결합되어, 다각모듈(10)을 형성할 경우 다각모듈(10)의 둘레방향의 외주면으로 노출되는 부분이다.

[0041] 도 1에 도시된 바와 같이, 모듈본체(110)의 상측 단부측과 하측의 단부측에는, 상기 모듈본체(110)의 둘레방향으로 소정의 간격으로 이격하여 형성되는 제1 볼트공(H1)이 적어도 1열 이상 형성될 수 있다.

[0042] 모듈본체(110)에 형성되는 제1 볼트공(H1)과 연결본체(210)에 형성되는 제2 볼트공(H2)은 동일한 직경 및 형상으로 구성될 수 있다

[0043] 도 2a 및, 도 2b에 도시된 바와 같이, 모듈플랜지(130)는 모듈본체(110)의 양측면의 단부에서 절곡 형성되어, 둘레방향으로 연결되는 인접한 상기 모듈부재(100)의 모듈플랜지(130)와 접합될 수 있고, 이러한 접합방식으로는 볼트 접합 또는 용접 접합 등의 다양한 접합방식이 활용될 수 있다.

[0044] 도 2a의 경우는 둘레방향으로 배치되는 모듈부재(100)의 모듈플랜지(130)를 용접 방식에 의해 접합하여 다각모듈(10)을 형성한 실시예이고, 도 2b는 둘레방향으로 배치되는 모듈부재(100)의 모듈플랜지(130)를 볼트부재(B)에 의한 접합하는 방식으로 다각모듈(10)을 형성한 실시예이다.

[0045] 모듈플랜지(130)는 상기 모듈본체(110)의 양단부에서 절곡되어 형성될 수 있다.

[0046] 모듈플랜지(130)는 둘레방향으로 연결되는 인접한 상기 모듈부재(100)의 모듈플랜지(130)와 볼트 접합 또는 용접 접합될 수 있다.

[0047] 도 2b에 도시된 바와 같이, 모듈플랜지(130)에는 높이방향으로 소정의 간격으로 이격하여 형성되는 볼트공이 적어도 1열 이상으로 구비되어, 둘레방향으로 연결되는 인접하는 모듈부재(100)의 모듈플랜지(130)가 대향하도록 접합된 상태에서 양측의 모듈플랜지(130)에 형성된 볼트공에 볼트가 체결되어 연결될 수 있다.

[0048] 도 2a 및 도 2b에 도시된 바와 같이, 모듈본체(110)는 상기 다각모듈(10)의 다각형 단면의 한변 전체를 구성하는 모듈평판부(111)와, 상기 모듈평판부(111)의 높이방향의 양단부에서 각각 절곡되어 연장 형성되는 모듈절곡판부(113)를 포함하고 상기 모듈절곡판부(113)는 둘레방향으로 접합되는 인접한 상기 모듈절곡판부(113)와 접합되어 상기 다각모듈(10)의 다각형 단면의 한변 전체를 구성될 수 있다.

[0049] 상기 모듈플랜지(130)는 상기 모듈본체(110)의 양단부에서 절곡되어 형성될 수 있다. 구체적으로, 모듈플랜지(130)는 상기 평판부의 양단부에 형성되는 각각의 상기 모듈절곡판부(113)의 외측의 단부에서 절곡되어 형성될 수 있다.

[0050] 도 2a 및 도 2b에 도시된 바와 같이, 모듈절곡판부(113)는 다각모듈(10)의 다각형 단면의 한변의 일부를 구성할 수 있고, 모듈절곡판부(113)는 상기 평판부의 폭의 1/2로 구비되어, 인접하는 모듈부재(100)가 둘레방향으로 접합될 경우, 인접한 2개의 모듈절곡판부(113)가 연결되어 상기 다각모듈(10)의 다각형 단면의 한변을 구성하도록 구비될 수 있다.

[0051] 도 9에 도시된 바와 같이, 모듈본체(110)는 다각모듈(10)의 다각형 단면의 한변 전체를 구성하는 적어도 하나 이상의 평판부로 구비될 수 있다.

[0052] 모듈본체(110)가 복수 개의 평판부를 포함하는 경우에는, 복수 개의 평판부가 연속적으로 형성된 상태의 모듈본

체(110)의 양단부에 모듈플랜지(130)가 형성될 수 있고, 인접하는 모듈부재(100)의 모듈플랜지(130)가 상호 접합되어 복수의 모듈부재(100)가 둘레방향으로 접합될 수 있다.

[0053] 도 9(a) 8각형이 단면을 가지는 다각모듈(10)이고, 도 9(b)는 12각형의 단면을 가지는 다각모듈(10)이다. 또한, 다각모듈(10)은 4개의 모듈부재(100)가 둘레방향으로 접합될 수 있다.

[0054] 도 9(a)에 도시된 바와 같이, 하나의 모듈부재(100)는 2개의 평판부로 구비될 수 있고, 연속적으로 형성되는 평판부의 양단에 모듈플랜지(130)가 형성될 수 있고, 인접하는 모듈부재(100)의 모듈플랜지(130)가 상호 접합되어 복수의 모듈부재(100)가 둘레방향으로 접합될 수 있다.

[0055] 도 9(b)에 도시된 바와 같이, 하나의 모듈부재(100)는 3개의 평판부로 구비될 수 있고, 연속적으로 형성되는 평판부의 양단에 모듈플랜지(130)가 형성될 수 있고, 인접하는 모듈부재(100)의 모듈플랜지(130)가 상호 접합되어 복수의 모듈부재(100)가 둘레방향으로 접합될 수 있다.

[0056] 다음으로, 도 1 내지 도 7을 참조하여 수직연결부재(200)에 대하여 살펴본다.

[0057] 도 3 및, 도 6에 도시된 바와 같이, 수직연결부재(200)는 연결본체(210)와 연결플랜지(230)를 포함하고, 추가적으로 좌굴보강부(250), 수직리브(270), 돌출거치부(290)를 포함할 수 있다.

[0058] 수직연결부재(200)는 높이방향으로 적층되는 인접하는 상기 다각모듈(10)을 연결하는 부재이다. 구체적으로 수직연결부재(200)는 높이방향으로 인접하게 적층되는 모듈부재(100) 상호 간을 연결하도록 구비될 수 있다.

[0059] 수직연결부재(200)는 높이방향으로 적층되는 인접하는 상기 모듈부재(100)의 접합부의 내면과 대응되는 형상으로 구비되어, 상측의 상기 모듈부재(100) 및, 하측의 상기 모듈부재(100)를 접합할 수 있다.

[0060] 수직연결부재(200)는 상기 다각모듈(10)의 접합부의 내면과 대응되는 형상으로 구비되는 연결본체(210)와, 상기 연결본체(210)의 양측면 단부에서 절곡되어 형성되는 연결플랜지(230)로 구비될 수 있다.

[0061] 연결본체(210)는 상기 모듈평판부(111)의 내면에 대응되는 형태로 구비되는 연결평판부(211)와, 상기 모듈평판부(113)의 내면에 대응되는 형태로 구비되는 연결절곡판부(213)를 포함할 수 있다.

[0062] 도 1에 도시된 바와 같이, 수직연결부재(200)가 높이방향으로 적층되는 복수의 다각모듈(10)을 순차적으로 연결하여 모듈러 풍력타워(1)를 형성할 수 있다.

[0063] 상기 모듈부재(100)의 상측 단부측과 하측 단부측에는, 상기 모듈부재(100)의 둘레방향으로 일정의 간격으로 이격하여 형성되는 복수의 제1 볼트공(H1)이 각각 적어도 1열 이상으로 형성되고, 상기 수직연결부재(200)에는 상기 제1 볼트공(H1)에 대응되는 위치에 형성되는 제2 볼트공(H2)이 형성되고, 제1 볼트공(H1)과 제2 볼트공(H2)이 볼트에 의해 체결될 수 있다.

[0064] 수직연결부재(200)가 상측의 모듈부재(100) 및, 하측의 모듈부재(100)와 각각 볼트부재(B)에 의해 체결됨으로써, 상측의 다각모듈(10)과 하측의 다각모듈(10)이 적층 및 연결되어 모듈러풍력타워를 형성할 수 있다. 이때, 상측의 모듈부재(100)와 하측의 모듈부재(100)의 체결에 사용되는 볼트부재(B)는 일방향볼트(B1)가 사용될 수 있다.

[0065] 도 4a 및,도 5a에 도시된 바와 같이, 인접하는 모듈부재(100)의 모듈플랜지(130) 및, 인접하는 수직연결부재(200)의 연결플랜지(230) 통상적인 볼트와 너트를 포함하는 일반볼트로 체결되고, 수직연결부재(200)와, 상측의 모듈부재(100) 및, 하측의 모듈부재(100)는 일방향볼트(B1)에 의해 체결되도로 구성될 수 있다.

[0066] 구체적으로, 모듈부재(100)의 상측 단부측과 하측 단부측에는, 상기 모듈부재(100)의 둘레방향으로 일정의 간격으로 이격하여 형성되는 복수의 제1 볼트공(H1)이 각각 적어도 1열 이상으로 형성되고, 상기 수직연결부재(200)에는 상기 제1 볼트공(H1)에 대응되는 위치에 형성되는 제2 볼트공(H2)이 형성되고, 상기 모듈부재(100)와 상기 수직연결부재(200)는, 상기 제2 볼트공(H2)과 상기 제1 볼트공(H1)을 관통하여 모듈러 풍력타워(1)의 내부에서 외부로 삽입되어 고정되는 일방향볼트(B1)에 의해 볼트체결되어 연결될 수 있다.

[0067] 도 4b 및,도 5b에 도시된 바와 같이, 일방향볼트(B1)는 상기 제1 볼트공(H1)과 상기 제2 볼트공(H2)의 직경보다 작은 직경을 가지는 분할된 형태의 분할볼트부와, 상기 분할볼트부의 배면에서 내부로 삽입되어 상기 분할볼트

부의 직경을 확경시켜 상기 제1 볼트공(H1)과 상기 제2 볼트공(H2)에 고정되는 쐐기볼트부를 구비될 수 있다.

[0068] 일방향볼트(B1)는 모듈러 풍력타워(1)의 내부에서의 볼트의 삽입만으로 모듈부재(100)와 수직연결부재(200)의 체결이 가능하도록 하는 볼트로서, 별도로 너트를 체결할 필요가 없는 체결부재이다.

[0069] 일방향볼트(B1)는 상기 제1 볼트공(H1)과, 상기 제2 볼트공(H2)의 직경보다 작은 직경을 복수의 분할된 형태의 분할볼트부와, 상기 분할볼트부의 내부에 삽입되어 상기 분할볼트부의 직경을 확경시키는 쐐기볼트부를 포함하는 볼트부재(B)로 구비될 수 있다. 이와 같이, 모듈부재(100)와 수직연결부재(200)를 분할볼트부와 쐐기볼트부를 구비하는 볼트부재(B)로 연결하는 할 경우, 모듈러 풍력타워(1)의 내부에서의 작업만으로 모듈부재(100)와 수직연결부재(200)를 연결할 수 있어 모듈러 풍력타워(1)가 해상에서 시공되는 경우 풍력타워 외부에서의 연결작업이 배제되어 작업자의 인명피해를 최소화할 수 있는 효과가 있다.

[0070] 구체적으로, 분할볼트부의 전면이 제2 볼트공(H2)과 제1 볼트공(H1)을 관통한 상태에서 분할볼트부의 후면으로 쐐기볼트부가 삽입되면서, 분할볼트부의 직경이 확경되어 제2 볼트공(H2) 및, 제1 볼트공(H1)에 압착되어 수직연결부재(200)와 모듈부재(100)는 체결될 수 있다.

[0071] 도 3(b)에 도시된 바와 같이, 수직연결부재(200)는 상기 수직연결부재(200)의 내면에서 수평방향으로 연장 형성되는 좌굴보강부(250)를 더 포함할 수 있다.

[0072] 좌굴보강부(250)는 상기 연결본체(210)와 상기 연결플랜지(230)의 높이방향의 중심에서 수평방향으로 연장 형성될 수 있다.

[0073] 좌굴보강부(250)는 중앙의 보강평판부(251)와, 상기 보강평판부(251)이 양단부에서 일정한 각도를 이루는 형태로 수평방향으로 접합되는 보강측면판부(253)로 구성될 수 있다.

[0074] 도 에 도시된 바와 같이, 좌굴보강부(250)의 폭은 연결플랜지(230)의 폭에 대응되는 폭으로 구성될 수 있다.

[0075] 물론, 도 3(c)에 도시된 바와 같이, 연결플랜지(230)의 폭이 길게 형성되는 경우에, 상기 보강측면판부(253)는 보강평판부(251)의 폭에 대응되는 형태로 구성되는 제1 보강측면판부(253)와, 상기 제1 보강측면판부(253)에서 모듈러 풍력타워(1)의 중심방향으로 연장형성되고, 연결플랜지(230)의 폭에 대응되는 부분까지 연장형성되는 제2 보강측면판부(253)를 포함할 수 있다.

[0076] 도 7에 도시된 바와 같이, 좌굴보강부(250)는 높이방향으로 적층되는 다각모듈(10)을 연결하는 각각의 수직연결부재(200) 모두에 형성될 수 있다.

[0077] 또한, 도 1에 도시된 바와 같이, 높이방향으로 적층되는 다각모듈(10)의 연결에 사용되는 수직연결부재(200)의 일부에만 좌굴보강부(250)를 구비하도록 할 수 있다.

[0078] 도 1에 도시된 바와 같이, 수직연결부재(200)의 구조적 안정성과, 시공성의 향상의 조화의 관점에서, 최하단의 제1 다각모듈(11)과 중단의 제2 다각모듈(12)의 사이에 설치되는 수직연결부재(200)는 좌굴보강부(250)를 설치하고, 제2 다각모듈(12)과 최상단의 제3 다각모듈(13)의 사이에 설치되는 수직연결부재(200) 내에는 좌굴보강부(250)를 설치하지 않는 형태로 구성할 수 있다.

[0079] 좌굴보강부(250)의 설치가 필요한 이유는 적층 다각모듈(10)의 수량에 따른 모듈러 풍력타워(1)의 높이를 고려하여 통상적으로 20 ~ 30 M의 높이마다, 좌굴보강부(250)를 설치하여 모듈러 풍력타워(1)에 가해지는 하중에 의한 좌굴을 방지하여 구조적 안정성을 향상시킬 필요가 있기 때문이다.

[0080] 다만, 도 1에 도시된 바와 같이, 적층되는 다각모듈(10)의 연결을 위해 설치되는 수직연결부재(200)의 전체에 좌굴보강부(250)를 설치하지 않는 실시예를 채택한 이유는, 수직연결부재(200)의 연결본체(210)에 좌굴보강부(250)를 용접 접합하는 점에서 현장에서의 작업량이 증가되어 시공성이 저하될 수 있기 때문이다.

[0081] 도 3(d)에 도시된 바와 같이, 수직연결부재(200)는 상기 수직연결부재(200)의 내주면과, 상기 좌굴보강부(250)에 제공되어, 상기 수직연결부재(200)와 상기 좌굴보강부(250)를 보강하는 수직리브(270)를 더 포함할 수 있다.

[0082] 수직리브(270)는 상기 연결본체(210)의 내주면과 상기 좌굴보강부(250)의 상면에 제공되거나, 상기 연결본체(210)의 하면에 제공되어 상기 연결본체(210)와 상기 좌굴보강부(250)를 보강 접합할 수 있다.

[0083] 수직리브(270)는 연결본체(210)의 절곡된 모서리의 내면과, 상기 좌굴보강부(250)에 접하는 형태로 구비될 수 있다.

[0084] 또한, 수직리브(270)의 보강력의 강화를 위해 좌굴보강부(250)의 상면에 접합되는 상측수직리브(271)와, 좌굴보강부(250)의 하면에 접합되는 하측수직리브(273)는 상기 좌굴보강부(250)를 기준으로 대칭되게 배치될 수 있다.

[0085] 수직리브(270)는 좌굴보강부(250)의 보강평판부(251)와 보강측면판부(253)의 경계선상에 접합될 수 있다.

[0086] 도 6 및 도 7에 도시된 바와 같이, 수직연결부재(200)는 상기 수직연결부재(200)의 외주면에서 수평방향으로 연장형성되어, 높이방향으로 적층되는 상기 모듈부재(100)의 접합단부가 거치되는 돌출거치부(290)를 더 포함할 수 있다.

[0087] 돌출거치부(290)는 높이방향으로 적층되는 모듈부재(100)가 거치되는 부분으로서, 돌출거치부(290)에 의해 모듈부재(100)와 수직연결부재(200)의 높이방향의 위치가 정확히 일치될 수 있어 모듈부재(100)에 형성되는 제1 볼트공(H1)과 수직연결부재(200)에 형성되는 제2 볼트공(H2)이 정확히 일치되게 함으로써, 모듈부재(100)와 수직연결부재(200)의 체결시 발생할 수 있는 볼트공의 불일치에 의한 시공오차로 인한 시공기간의 지연을 방지하여 현장에서 작업효율을 향상시킬 수 있다.

[0088] 상기 돌출거치부(290)는 높이방향으로 적층되는 상기 모듈부재(100)를 구성하는 강재의 단면의 두께와 동등 또는 그 이상으로 구비될 수 있다.

[0089] 그리고, 돌출거치부(290)의 상면과 하면에는 메탈실링층이 형성될 수 있다. 메탈실링층은 높이방향으로 적층되는 상기 모듈부재(100)의 하중에 의해 압착되면서 상기 모듈부재(100)와 상기 돌출거치부(290)의 공간을 밀폐하여 모듈부재(100)의 접합부에 실링성능을 제공하는 부분이다.

[0090] 도 2a, 도 2b 및, 도 9에 도시된 바와 같이, 발명의 일 실시예에 따른 모듈러 풍력타워(1)의 다각모듈(10)은 4개의 상기 모듈부재(100)가 둘레방향으로 접합되고, 상기 다각모듈(10)은 8각형 또는 12각형의 단면으로 구비될 수 있다. 다각모듈(10)은 적어도 8각형 이상의 다각형의 단면을 가지는 것이 바람직하다.

[0091] 도 8은 10MW급 풍력타워에 대한 단면의 형상에 따른 CFD의 해석을 통한 항력계수(Drag coefficient)를 비교한 도면이다. A는 원형의 단면을 가지는 풍력타워, B는 8각형의 단면을 가지는 풍력타워, C는 6각 형의 단면을 가지는 풍력타워의 3차원 CFD 해석과, 2차원 CFD 해석에 따른 항력계수의 수치를 나타내었다.

[0092] 도 8을 참조하면, 원형 풍력타워가 항력계수가 가장 적었고, 다음으로 8각 풍력타워가 항력계수가 적었고, 3가지의 단면 형태 중에서는 6각형의 단면을 가지는 풍력타워의 항력계수가 가장 높은 것을 나타났다.

[0093] 도 8에는 원형단면(A), 8각형 단면(B), 6각형 단면(C)을 가지는 3가지 형태의 풍력타워의 항력계수만을 비교하였으나, 추가적인 실험결과, 다각형의 단면을 가지는 풍력타워는 단면의 형상이 원형단면에 가까워질수록 항력계수의 값이 작아지는 것을 알 수 있었다.

[0094] 다만, 풍력타워가 원형의 단면을 가지는 것이 항력계수의 측면에서 가장 유리하나, 엄밀한 곡률에 맞게 판재를 벤딩하는데 고도의 기술력이 필요하고, 판재로 복귀하려는 테이크백 현상이 발생할 가능성이 존재하는 문제점이 있다.

[0095] 따라서, 이러한 문제점을 보완하면서 최적의 항력계수를 도출할 수 있는 풍력타워의 단면형태의 도출이 필요하다.

[0096] 다각형의 단면을 가지는 풍력타워의 경우에도 단면이 원형에 가까워질수록 항력계수의 값이 작아지기는 하나, 풍력타워를 형성하는 다각형 단면의 변의 수가 증가할수록 풍력타워의 단면을 형성하는데 필요한 사전작업 및 현장에서의 조립작업량이 증가하여 시공성이 저하될 수 있는 문제점이 발생할 수 있다.

[0097] 따라서, 이와 같은 시공성과 항력계수의 값을 고려할 때, 풍력타워를 형성하는 다각모듈(10)의 단면이 8각형 또는 12각형의 단면을 가지는 것이 가장 바람직할 수 있다.

[0098] 그리고, 8각형 단면을 가지는 풍력타워와 12각형의 단면을 가지는 풍력타워를 비교해보면, 8각형 단면을 가지는 풍력타워보다 12각형의 단면을 가지는 풍력타워의 항력계수의 값이 다소 커서 12각형의 단면을 가지는 풍력타워

보다 불리할 수 있으나, 시공성의 관점에서는 보다 12각형의 단면을 가지는 풍력타워보다 작업성이 개선되어 유리해질 수 있다.

[0099] 도 1 내지 9에서, 모듈본체(110)에 형성되는 제1 볼트공(H1)과, 연결본체(210)에 형성되는 제2 볼트공(H2) 및, 모듈플랜지(130)와 연결플랜지(230)에 높이방향으로 형성되는 볼트공은 필요에 따라 도시를 생략하였음을 밝혀두는 바이다.

[0100] 이는, 모듈본체(110)와 연결본체(210)의 연결, 모듈플랜지(130) 상호간의 연결 및, 모듈플랜지(130)와 연결플랜지(230) 상호 간의 연결은 볼트부재(B)에 의한 결합과 용접 접합에 의한 방식과 통상적인 다양하게 강재 간의 접합방식이 적용될 수 있기 때문이다.

[0101] 먼저, 이상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고, 청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 수정 및 변형이 가능하다는 것은 당해 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에게는 자명할 것이다.

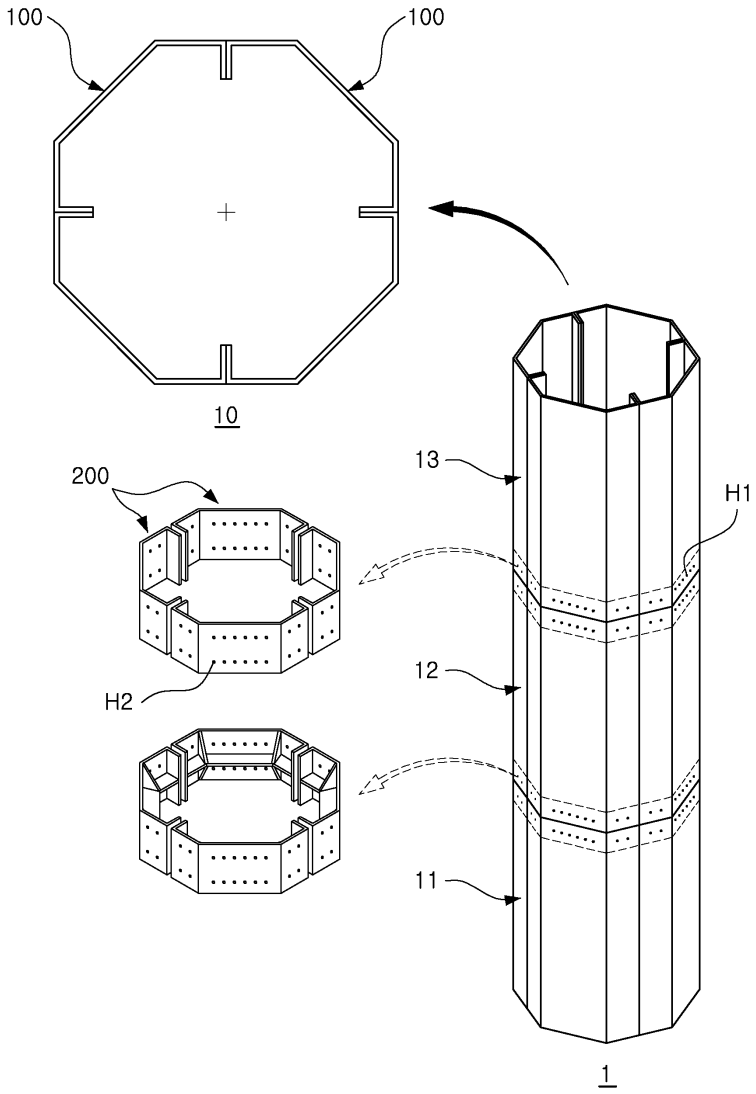
부호의 설명

[0102]

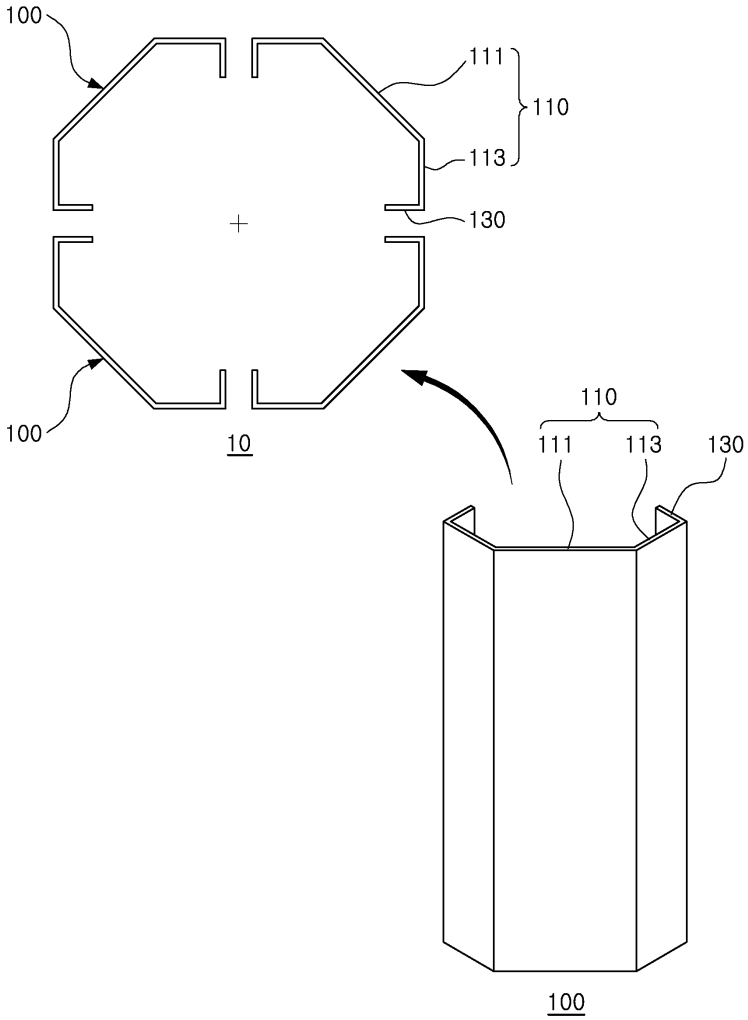
1: 모듈러 풍력타워
10: 다각모듈
11: 제1 다각모듈
12: 제2 다각모듈
13: 제3 다각모듈
100: 모듈부재
110: 모듈본체
111: 모듈평판부
113: 모듈절곡판부
130: 모듈플랜지
200: 수직연결부재
210: 연결본체
211: 연결평판부
213: 연결절곡판부
230: 연결플랜지
250: 좌굴보강부
251: 보강평판부
253: 보강측면판부
270: 수직리브
271: 상측수직리브
273: 하측수직리브
290: 돌출거치부
B: 볼트부재
B1: 일방향볼트
H1: 제1 볼트공
H2: 제2 볼트공

도면

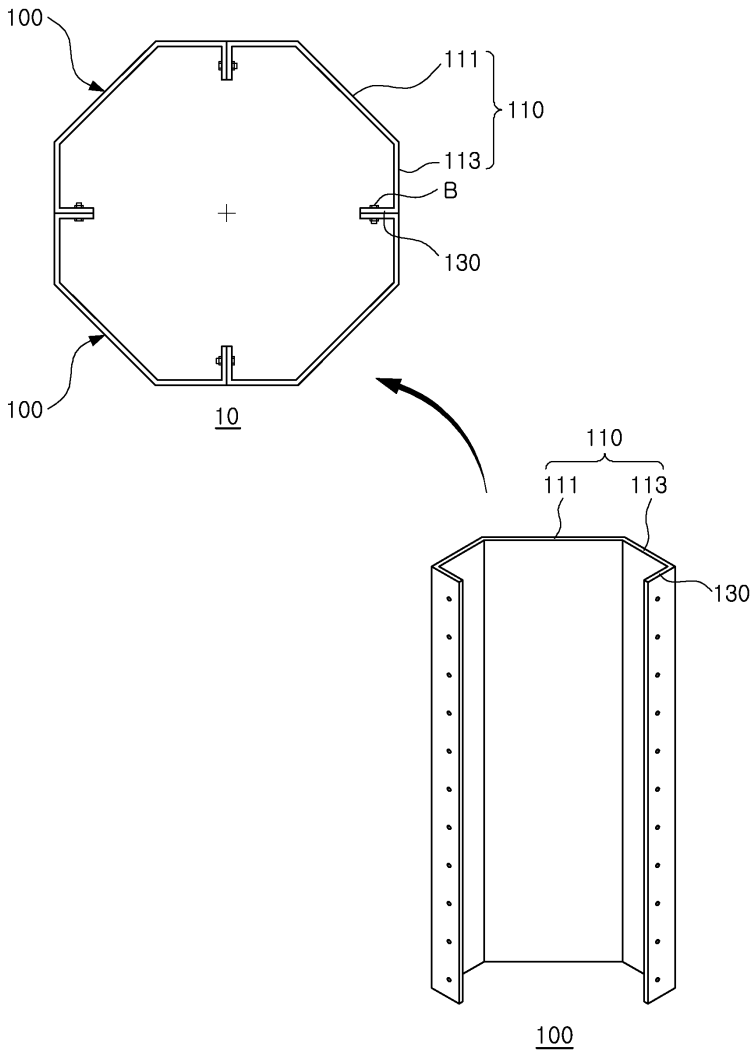
도면1



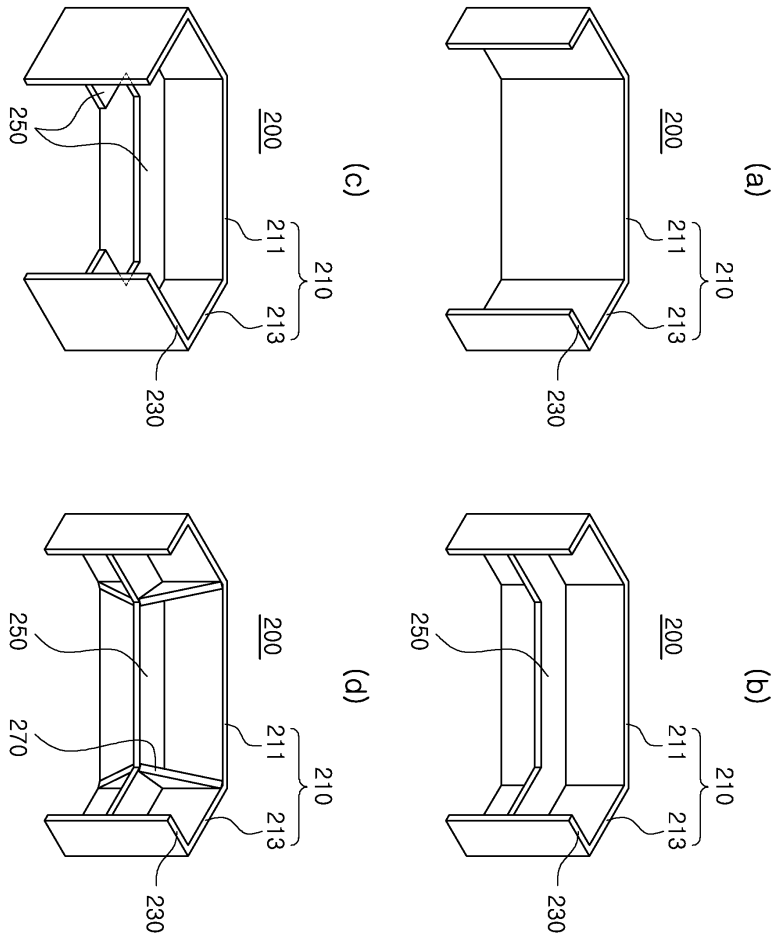
도면2a



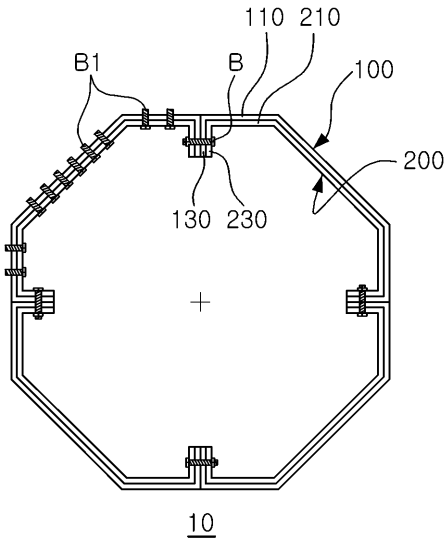
도면2b



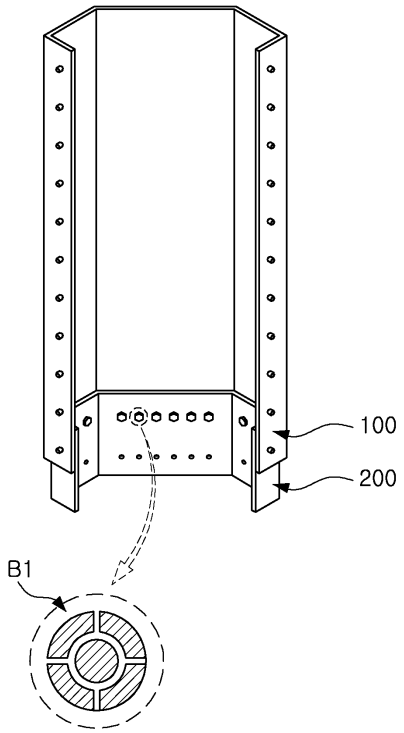
도면3


(a)
200
211
210
213
230
(b)
250
200
211
210
213
230
(c)
250
200
211
210
213
230
(d)
250
270
200
211
210
213
230

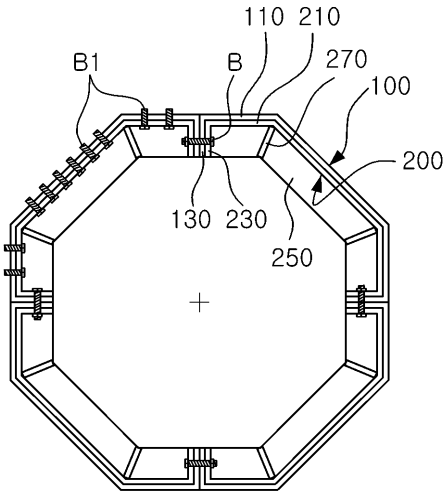
도면4a


110
210
B1
B
100
200
130
230
10

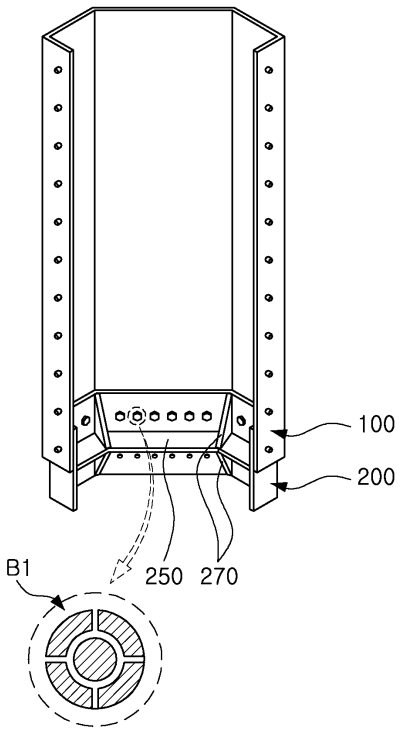
도면4b



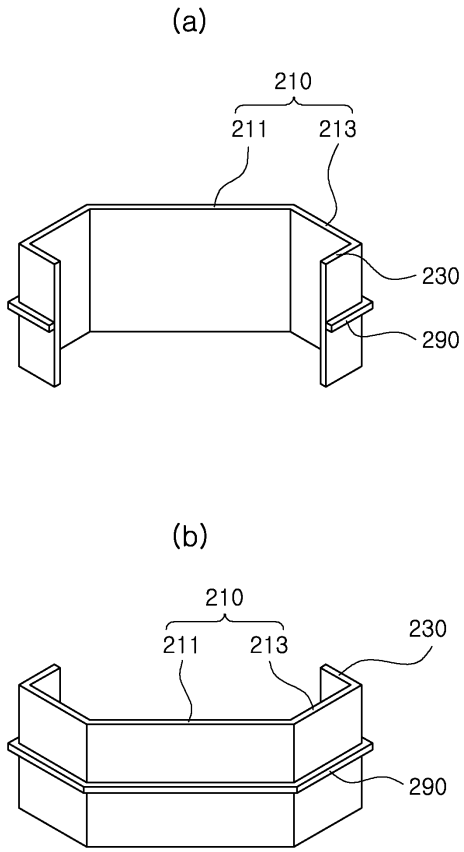
도면5a



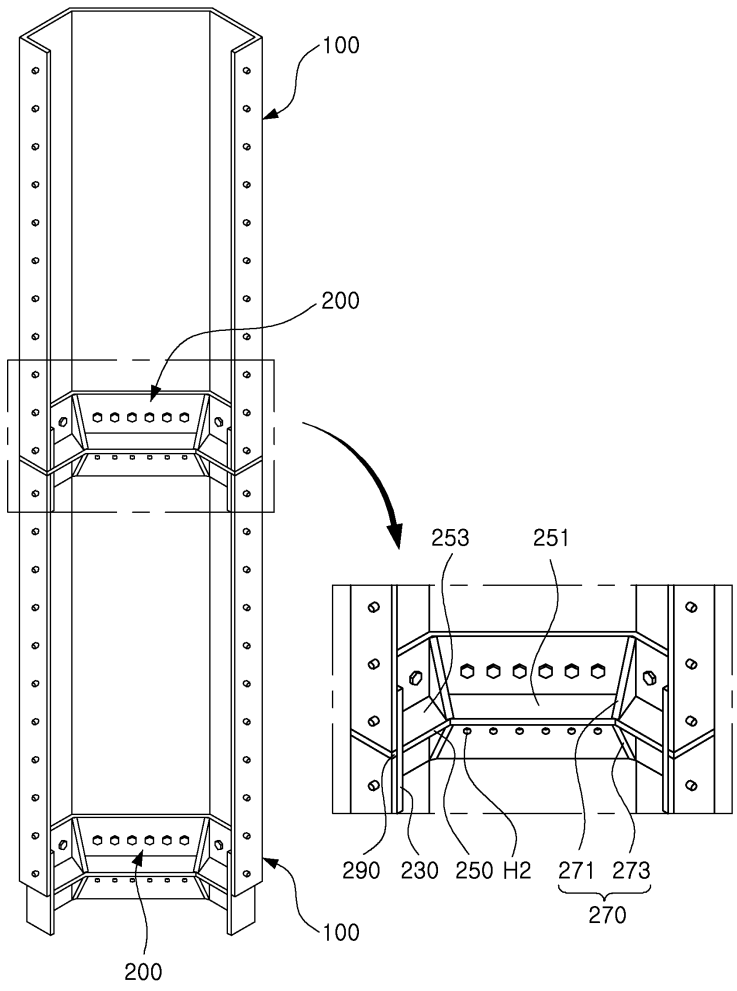
도면5b



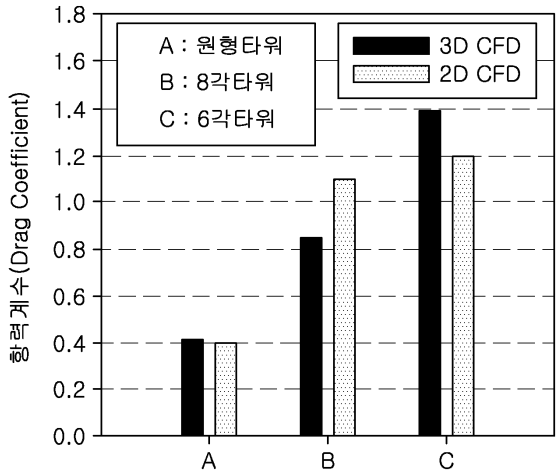
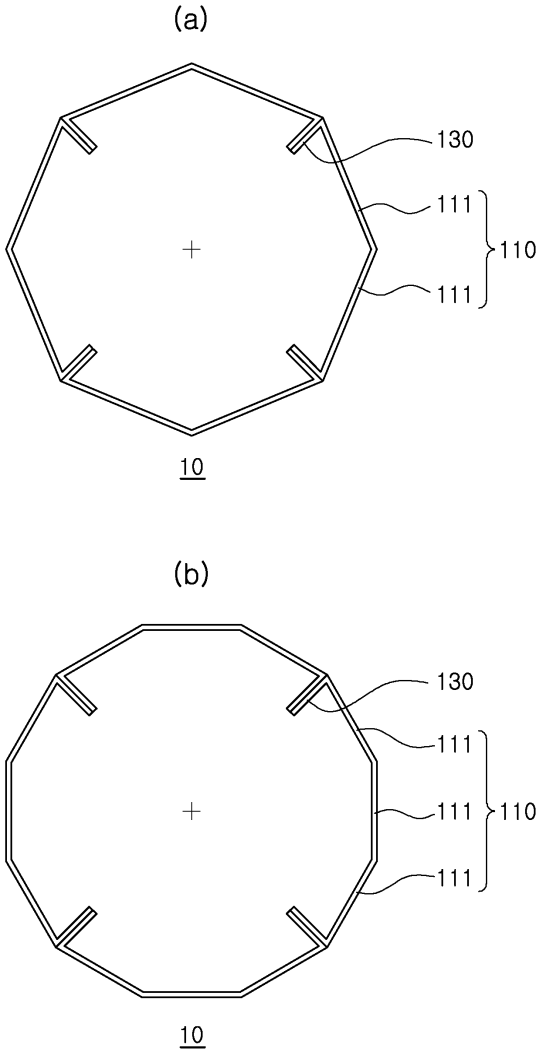
도면6



도면7


100
200
253
251
290
230
250
H2
271
273
270
100
200

도면8


A : 원형타워
B : 8각타워
C : 6각타워
3D CFD
2D CFD
항력계수(Drag Coefficient)
1.8
1.6
1.4
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
A
B
C

도면9