



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년01월17일
(11) 등록번호 10-1692777
(24) 등록일자 2016년12월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G21D 1/00 (2006.01) B63B 35/44 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G21D 1/00 (2013.01)
B63B 35/44 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0136744
(22) 출원일자 2015년09월25일
심사청구일자 2015년09월25일
(65) 공개번호 10-2016-0134432
(43) 공개일자 2016년11월23일
(30) 우선권주장
1020150066832 2015년05월13일 대한민국(KR)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020120056073 A*
US03837308 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한국과학기술원
대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)
(72) 발명자
이필승
대전광역시 유성구 대학로 291 한국과학기술원
김재민
대전광역시 유성구 대학로 291 한국과학기술원
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
장수현

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 윤연숙

(54) 발명의 명칭 모듈화된 부유식 해양원전 시스템

(57) 요약

본 발명은 모듈화된 부유식 해양원전 시스템에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는, 유사한 기능을 하는 설비를 한 곳에 통합하여 일원화하는 모듈화 및 모듈화된 설비들을 기능상의 상호 연계를 고려하여 조립하는 배치를 통하여 구축하는 모듈화된 부유식 해양원전 시스템에 관한 것이다.

본 발명에 의하면, 유사한 기능을 하는 설비를 한 곳에 통합하여 모듈화함에 의해, 이와 같이 모듈화된 설비들을 조립함에 의해 부유식 해양원전의 구축을 용이하게 할 뿐만 아니라, 모듈화된 설비들을 기능상 필요에 따라 다양한 방식으로 조립할 수 있도록 한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

B63B 2035/4446 (2013.01)

Y02E 30/40 (2013.01)

(72) 발명자

이강현

대전광역시 유성구 대학로 291 한국과학기술원

이채민

대전광역시 유성구 대학로 291 한국과학기술원

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2014M2B2A9030561

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 해당없음

연구사업명 원자력 연구기반 확충사업, 전략기초

연구과제명 SMART 탑재 100MWe 부유식 원자력 발전소 핵심 기반기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 한국과학기술원

연구기간 2014.06.01 ~ 2015.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

모듈화된 해양원전 시스템으로서,

격납건물 모듈을 포함하는 원전시스템을 포함하고, 해수면으로부터 일정 깊이 아래에 부유한 상태로 설치되는 하부 시스템;

상기 모듈화된 해양원전 시스템에 접근하는 선박의 정박시설 모듈을 포함하는 원전 보조시설을 포함하고, 해수면으로부터 일정 높이 위에 설치되는 상부 시스템;

상기 상부 시스템 및 하부 시스템을 연결하며, 상기 하부 시스템과 하부 시스템 간의 사람 또는 물자의 이동 통로를 구비하는 연결통로; 및

상기 하부 시스템 및 해저 지면을 연결하여, 상기 하부 시스템이 해수면 아래에서 부유한 상태로 고정되도록 하는 고정장치

를 포함하고,

상기 하부 시스템 및 상기 상부 시스템에 포함되는 각 시설 모듈은, 개별적으로 시공되어 상기 하부 시스템 또는 상기 상부 시스템 내에 조립되어 배치되는 형태로 구성되며,

상기 원전시스템은,

원자로를 포함하는 격납건물 시스템;

냉각수로서 사용할 해수를 취수하는 취수시스템;

터빈에 의해 전기를 발생시키고, 상기 취수시스템에 의해 취수된 냉각수에 의해 터빈의 증기를 응축시키는 발전 시스템;

사용된 냉각수를 바다로 배출하는 배수시스템

을 포함하고,

상기 취수시스템은,

해수를 유입하는 취수구 모듈;

유입한 해수를 냉각수로 사용하기 위한 처리를 수행하는 취수시설 모듈; 및

냉각수로 사용하기 위한 처리가 완료된 해수를 저장하는 취수조 모듈

을 포함하고,

상기 배수시스템은,

사용한 해수를 바다로 배출하기 위한 처리를 수행하는 배수시설 모듈;

바다로 배출하기 위한 처리가 완료된 해수를 일시 저장하는 배수조 모듈; 및

배수조 모듈의 해수를 바다로 배출하는 배수구 모듈

을 포함하는 것을 특징으로 하는 모듈화된 해양원전 시스템.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 취수시설 모듈은 상기 취수조 모듈 상층에 설치되고,

상기 배수시설 모듈은 상기 배수조 모듈 상층에 설치되며,

상기 취수시설 모듈과 상기 배수시설 모듈은 동일한 높이에서 서로 대칭되는 위치에 배치되며,

상기 취수조 모듈과 상기 배수조 모듈은 동일한 높이에서 서로 대칭되는 위치에 배치되는 것

을 특징으로 하는 모듈화된 해양원전 시스템.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 취수구 모듈 및 상기 배수구 모듈은,

수중 취수 및 수중 배수가 가능하도록 상기 하부 시스템 외부의 해수중에, 상기 하부 시스템보다 아래쪽에 설치되는 것

을 특징으로 하는 모듈화된 해양원전 시스템.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 격납건물 시스템은,

원자로, 핵증기 계통 및 사용 후 핵연료 저장시설이 위치하는 격납건물 모듈;

원자로 가동과 관련한 안전설비, 핵연료 계통, 피동잔열제거 계통을 위한 하나 이상의 보조건물 모듈; 및

상기 격납건물에 핵연료를 재장전하기 위한 재장전 모듈

을 포함하는 것을 특징으로 하는 모듈화된 해양원전 시스템.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 보조건물 모듈은,

상기 격납건물 모듈을 둘러싼 형태(wrap-around)로 배치되는 것

을 특징으로 하는 모듈화된 해양원전 시스템.

청구항 8

청구항 6에 있어서,

상기 보조건물 모듈은,

방사선 보조건물 모듈; 및

비방사선 보조건물 모듈

로 나누어 구성되는 것을 특징으로 하는 모듈화된 해양원전 시스템.

청구항 9

청구항 6에 있어서,
상기 재장전 모듈은,
상기 격납건물 모듈 상부에 위치하는 것
을 특징으로 하는 모듈화된 해양원전 시스템.

청구항 10

청구항 8에 있어서,
상기 원전시스템은,
방사성폐기물 수집, 저장, 처리 설비 및, 방사선 보조건물 구역과 비방사선 보조건물 구역 간의 출입 통제 설비를 포함하는 복합건물 모듈
을 포함하고,
상기 복합건물 모듈은,
원전 편의성 향상 및 비상시 신속한 대피를 위해 2개의 모듈로 분할하여 배치되는 것 을 특징으로 하는 모듈화된 해양원전 시스템.

청구항 11

청구항 1에 있어서
상기 발전시스템은,
발전소 전원 차단시 자동으로 작동하여 발전소 내 비상 전력을 공급하기 위한 비상발전 모듈
을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 모듈화된 해양원전 시스템.

청구항 12

청구항 1에 있어서,
상기 하부 시스템은,
원전 운용의 주제어를 담당하는 주제어실 모듈
을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 모듈화된 해양원전 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 모듈화된 부유식 해양원전 시스템에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는, 유사한 기능을 하는 설비를 한 곳에 통합하여 일원화하는 모듈화 및 모듈화된 설비들을 기능상의 상호 연계를 고려하여 조립하는 배치를 통하여 구축하는 모듈화된 부유식 해양원전 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 종래에도 해양원전의 설치시, 모듈 구성에 의하여 이를 결합하는 방법이 다수 개시되어져 왔다. 그러나 유사한 기능을 하는 설비를 한 곳에 통합하여 일원화한 모듈을 구성하고, 이와 같은 모듈화된 설비들을 또한 기능상의 상호 연계를 위하여 다양하게 구성할 뿐 아니라 수직 배치에 의해 집중화 및 차지하는 면적을 줄일 수 있는 시스템은 개시되지 않았다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) KR 10-2013-0047187 A

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명은 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 창안된 것으로서, 유사한 기능을 하는 설비를 한 곳에 통합하여 모듈화함에 의해, 이와 같이 모듈화된 설비들을 조립함에 의해 부유식 해양원전의 구축을 용이하게 할 뿐만 아니라, 모듈화된 설비들을 기능상 필요에 따라 다양한 방식으로 조립할 수 있도록 하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0005] 이와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 모듈화된 해양원전 시스템은, 격납건물 모듈을 포함하는 원전시스템을 포함하고, 해수면으로부터 일정 깊이 아래에 부유한 상태로 설치되는 하부 시스템; 상기 모듈화된 해양원전 시스템에 접근하는 선박의 정박시설 모듈을 포함하는 원전 보조시설을 포함하고, 해수면으로부터 일정 높이 위에 설치되는 상부 시스템; 상기 상부 시스템 및 하부 시스템을 연결하며, 상기 하부 시스템과 하부 시스템 간의 사람 또는 물자의 이동 통로를 구비하는 연결통로; 및 상기 하부 시스템 및 해저 지면을 연결하여, 상기 하부 시스템이 해수면 아래에서 부유한 상태로 고정되도록 하는 고정장치를 포함하고, 상기 하부 시스템 및 상기 상부 시스템에 포함되는 각 시설 모듈은, 개별적으로 시공되어 상기 하부 시스템 또는 상기 상부 시스템 내에 조립되어 배치되는 형태로 구성되며, 상기 원전시스템은, 원자로를 포함하는 격납건물 시스템; 냉각수로 사용될 해수를 취수하는 취수시스템; 터빈에 의해 전기를 발생시키고, 상기 취수시스템에 의해 취수된 냉각수에 의해 터빈의 증기를 응축시키는 발전시스템; 사용된 냉각수를 바다로 배출하는 배수시스템을 포함하고, 상기 취수시스템은, 해수를 유입하는 취수구 모듈; 유입한 해수를 냉각수로 사용하기 위한 처리를 수행하는 취수시설 모듈; 및 냉각수로 사용하기 위한 처리가 완료된 해수를 저장하는 취수조 모듈을 포함하고, 상기 배수시스템은, 사용한 해수를 바다로 배출하기 위한 처리를 수행하는 배수시설 모듈; 바다로 배출하기 위한 처리가 완료된 해수를 일시 저장하는 배수조 모듈; 및 배수조 모듈의 해수를 바다로 배출하는 배수구 모듈을 포함한다.

[0007] 상기 취수시설 모듈은 상기 취수조 모듈 상층에 설치되고, 상기 배수시설 모듈은 상기 배수조 모듈 상층에 설치되며, 상기 취수시설 모듈과 상기 배수시설 모듈은 동일한 높이에서 서로 대칭되는 위치에 배치되며, 상기 취수조 모듈과 상기 배수조 모듈은 동일한 높이에서 서로 대칭되는 위치에 배치될 수 있다.

[0008] 삭제

[0009] 상기 취수구 모듈 및 상기 배수구 모듈은, 수중 취수 및 수중 배수가 가능하도록 상기 하부 시스템 외부의 해수 중에, 상기 하부 시스템보다 아래쪽에 설치되는 것이 바람직하다.

[0010] 상기 격납건물 시스템은, 원자로, 핵증기 계통 및 사용 후 핵연료 저장시설이 위치하는 격납건물 모듈; 원자로 가동과 관련한 안전설비, 핵연료 계통, 피동잔열제거 계통을 위한 하나 이상의 보조건물 모듈; 및 상기 격납건물에 핵연료를 재장전하기 위한 재장전 모듈을 포함할 수 있다.

[0011] 상기 보조건물 모듈은, 상기 격납건물 모듈을 둘러싼 형태(wrap-around)로 배치될 수 있다.

[0012] 상기 보조건물 모듈은, 방사선 보조건물 모듈; 및 비방사선 보조건물 모듈로 나누어 구성될 수 있다.

[0013] 상기 재장전 모듈은, 상기 격납건물 모듈 상부에 위치할 수 있다.

[0014] 상기 원전시스템은, 방사성폐기물 수집, 저장, 처리 설비 및, 방사선 보조건물 구역과 비방사선 보조건물 구역 간의 출입 통제 설비를 포함하는 복합건물 모듈을 포함하고, 상기 복합건물 모듈은, 원전 편의성 향상 및 비상시 신속한 대피를 위해 2개의 모듈로 분할하여 배치될 수 있다.

[0015] 상기 발전시스템은, 발전소 전원 차단시 자동으로 작동하여 발전소 내 비상 전력을 공급하기 위한 비상발전 모듈을 더 포함할 수 있다.

[0016] 상기 하부 시스템은, 원전 운용의 주제어를 담당하는 주제어실 모듈을 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0017] 본 발명에 의하면, 유사한 기능을 하는 설비를 한 곳에 통합하여 모듈화함에 의해, 이와 같이 모듈화된 설비들을 조립함에 의해 부유식 해양원전의 구축을 용이하게 할 뿐만 아니라, 모듈화된 설비들을 기능상 필요에 따라 다양한 방식으로 조립할 수 있도록 하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 부유식 해양원전의 개념도.
 도 2는 모듈화된 부유식 해양원전 시스템의 x방향 단면도.
 도 3은 모듈화된 부유식 해양원전 시스템의 y방향 단면도.
 도 4는 모듈화된 부유식 해양원전 시스템의 격납건물 및 보조건물 모듈 배치를 도시한 도면.
 도 5는 모듈화된 부유식 해양원전 시스템의 발전전 시설, 복합건물, 취/배수조 모듈 배치를 도시한 도면.
 도 6은 모듈화된 부유식 해양원전 시스템의 발전 관련 모듈 및 취/배수 시설 모듈 배치를 도시한 도면.
 도 7은 모듈화된 부유식 해양원전 시스템의 사무실 모듈 및 주제어실 모듈 배치를 도시한 도면.
 도 8은 모듈화된 부유식 해양원전 시스템의 연결통로 모듈 배치를 도시한 도면.
 도 9는 모듈화된 부유식 해양원전 시스템의 상부구조물 배치를 도시한 도면.
 도 10은 모듈화된 부유식 해양원전 시스템의 2차 증기계통 및 냉각수(해수) 공급 계통을 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하 첨부된 도면을 참조로 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다. 따라서, 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 일 실시예에 불과할 뿐이고 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.

[0020] 도 1은 부유식 해양원전의 개념도이다.

[0021] 도 2는 모듈화된 부유식 해양원전 시스템의 x방향 단면도이고, 도 3은 모듈화된 부유식 해양원전 시스템의 y방향 단면도이다.

[0022] 부유식 해양원전 시스템은 크게 수중에 잠겨있는 하부시스템과 수면 위에 있는 상부시스템으로 구성된다. 하부시스템은 원전시스템에 해당하며 격납건물 모듈, 보조건물 모듈, 복합건물 모듈, 발전 모듈, 취배수 모듈, 제어 건물 모듈 등으로 구성된다. 상부시스템은 보조시스템에 해당하며 갑판, 정박시설, 저장탱크, 거주시설, 정비시설 등으로 구성된다. 본 기술은 격납건물 모듈, 보조건물 모듈, 복합건물 모듈, 취배수 모듈, 발전 모듈 등으로 구성되어 있다.

[0023] 이하 도 4 내지 도 10을 참조하여 각 모듈별로 상세히 설명한다.

[0024] 도 4는 모듈화된 부유식 해양원전 시스템의 격납건물 및 보조건물 모듈 배치를 도시한 도면이다.

[0025] 격납건물 모듈은 일 실시예로서, 20x20x25m의 직육면체 내부에 지름 15m의 원통형태의 공간을 갖는 고강도 철근 콘크리트 구조일 수 있다. 격납건물 모듈 내부에는 원자로 및 핵증기 계통, 사용 후 핵연료저장시설 등이 위치하며, 격납건물은 전체 구조 시스템의 코어(Core)역할 수행하게 된다.

[0026] 보조건물 모듈은 4분할(Quadrant)된 4개의 모듈로 구성될 수 있다. 격납건물을 둘러싼 랩-어라운드 (Wrap-Around) 형태로 배치되며, 보조건물은 공학적 안전설비, 핵연료 계통, 피동잔열제거계통 등 원전 운영과 가장 밀접한 설비들이 위치하는 것이 바람직하다. 보조건물 1과 2는 방사선 구역이고, 보조건물 3과 4는 비방사선 구역이다.

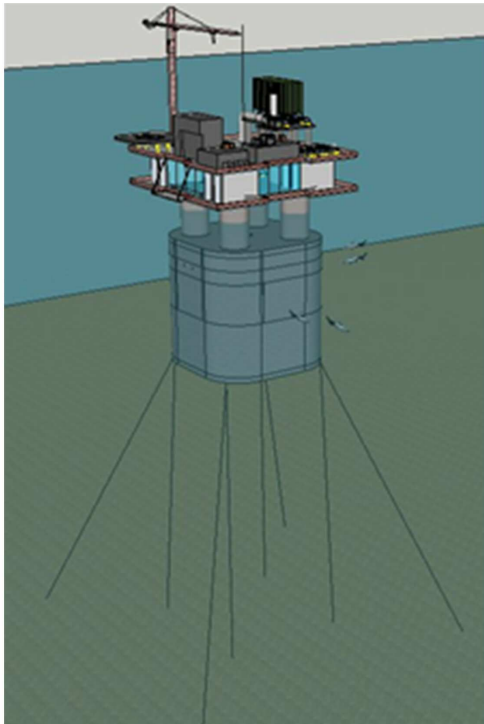
- [0027] 도 5는 모듈화된 부유식 해양원전 시스템의 재장전 시설, 복합건물, 취/배수조 모듈 배치를 도시한 도면이다.
- [0028] 재장전 모듈은 일 실시예로서 20x20x10m의 직육면체 형태를 가질 수 있다. 격납건물 내부는 수평방향으로 공간이 협소하므로 재장전 모듈은 격납 건물 모듈 상부에 위치하는 것이 바람직하다.
- [0029] 복합건물 모듈은 방사성폐기물 수집, 저장 및 처리하는 설비와 본관 건물 내의 방사선 보조건물 구역과 비방사선 보조건물 구역으로의 출입을 위한 출입 통제 설비가 위치할 수 있다. 원전 편의성 향상 및 비상시 신속한 대피를 위해 두 개로 분할하여 배치하는 것이 바람직하다.
- [0030] 취수조 모듈과 배수조 모듈은 원전의 안정성을 위해 대칭으로 배치하게 되며, 수두(Head) 차이를 최소화하기 위해 동일 높이에 위치한다.
- [0031] 도 6은 모듈화된 부유식 해양원전 시스템의 발전 관련 모듈 및 취/배수 시설 모듈 배치를 도시한 도면이다.
- [0032] 터빈/발전시설 모듈은 2개의 터빈/발전기, 응축기 등으로 구성될 수 있다.
- [0033] 취수시설과 배수시설은 동일한 높이 위치하며, 2차 계통(발전계통)의 응축기에 냉각수(해수)를 공급한다.
- [0034] 비상디젤발전 모듈은 발전소 전원 차단(SBO, Station Black Out) 시 자동으로 작동하여 발전소 내 비상 전력을 공급하게 된다.
- [0035] 도 7은 모듈화된 부유식 해양원전 시스템의 사무실 모듈 및 주제어실 모듈 배치를 도시한 도면이다.
- [0036] 사무실 모듈과 주제어실 모듈은 외부에서의 접근이 용이하고, 비상시 신속한 대피를 위해 가장 상단에 위치하는 것이 바람직하다.
- [0037] 주제어실 모듈은 중앙에 위치하여 각 사무실과의 동선을 최소화한다.
- [0038] 도 8은 모듈화된 부유식 해양원전 시스템의 연결통로 모듈 배치를 도시한 도면이다.
- [0039] 연결 통로 모듈은 일 실시예로서 지름 14m, 높이 15m의 원통형 고강도 철근 콘크리트 구조물이다. 상부시스템과 하부시스템을 연결하는 기능, 수선면적(Water Plane Area)을 최소화하는 기능 및, 마찰항력(Frictional Drag Force)를 최소화하는 기능을 수행하게 된다.
- [0040] 도 9는 모듈화된 부유식 해양원전 시스템의 상부구조물 배치를 도시한 도면이다.
- [0041] 상부구조물의 바닥은 콘크리트 슬라브 구조일 수 있으며, 운전원의 거주시설, 정박시설, 유지보수 시설 등이 위치할 수 있다.
- [0042] 정박시설은 유사 시 사용하기 위해 2개 위치하도록 구성할 수 있다.
- [0043] 도 10은 모듈화된 부유식 해양원전 시스템의 2차 증기계통 및 냉각수(해수) 공급 계통을 도시한 도면이다.
- [0044] 부유식 해양 원전 시스템은 수심 30~50m에서 취수하는 수중 취수시스템이며, 수중 취수의 경우 표층취수 대비 30% 이상의 냉각수 절감효과가 있다..

부호의 설명

- [0045] 100: 모듈화된 부유식 해양원전 시스템

도면

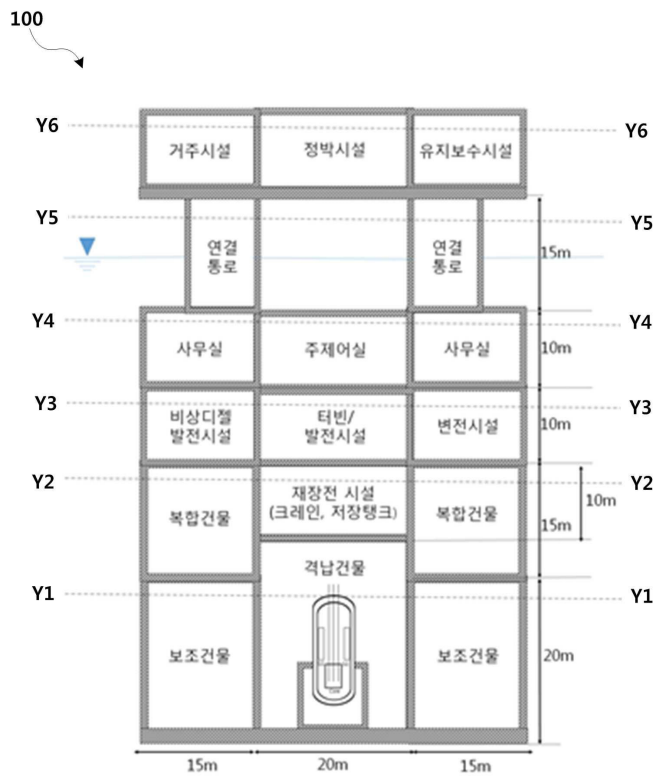
도면1



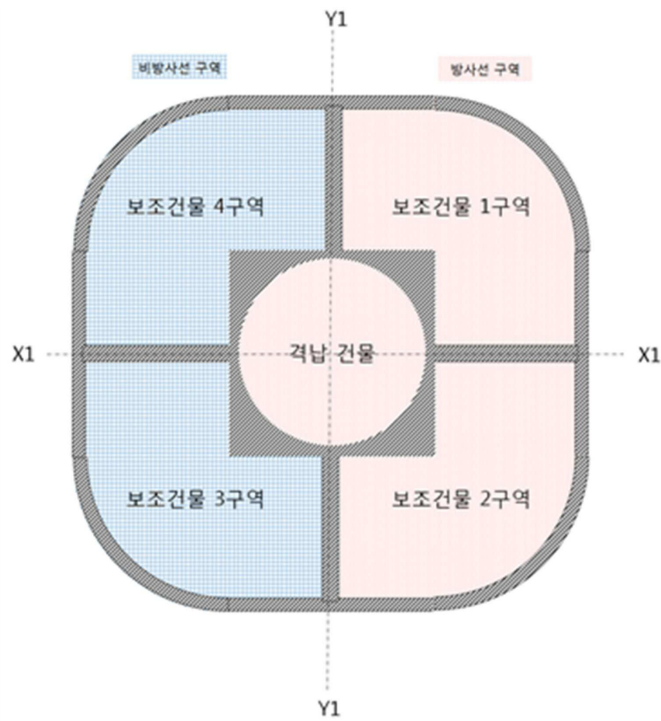
도면2



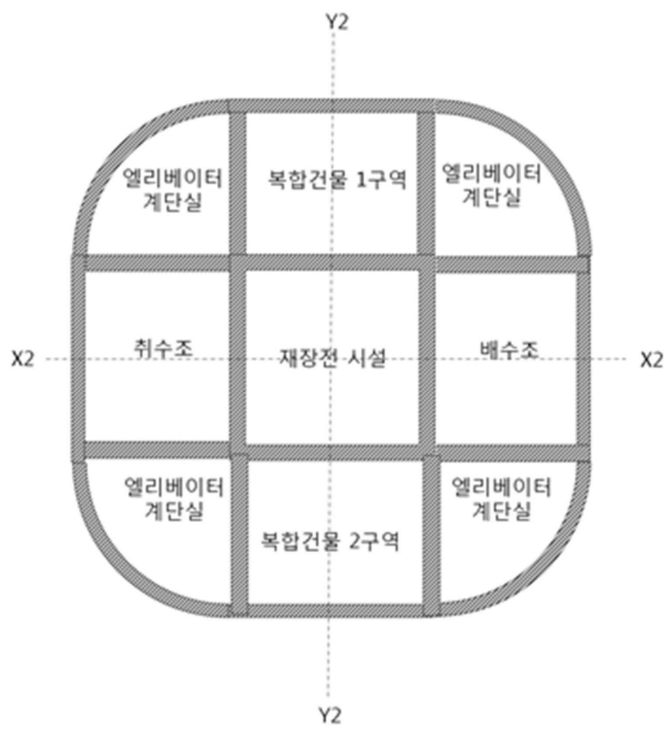
도면3



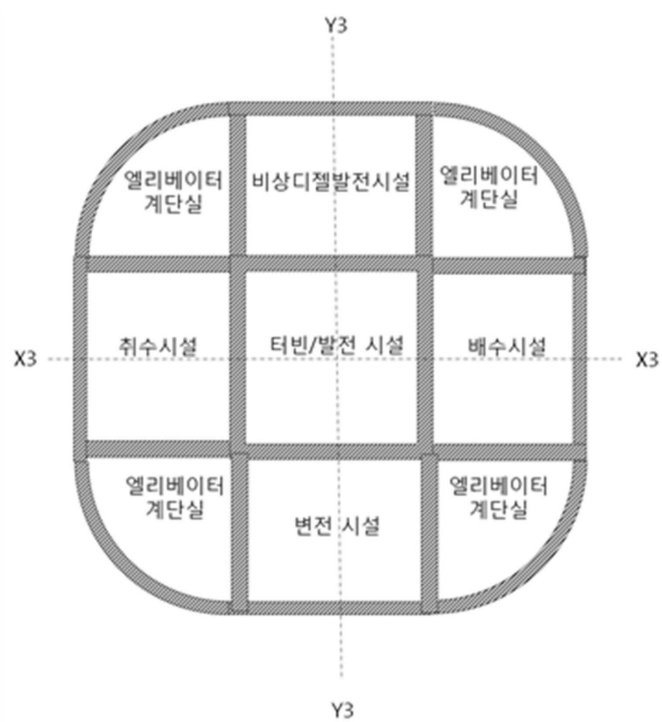
도면4



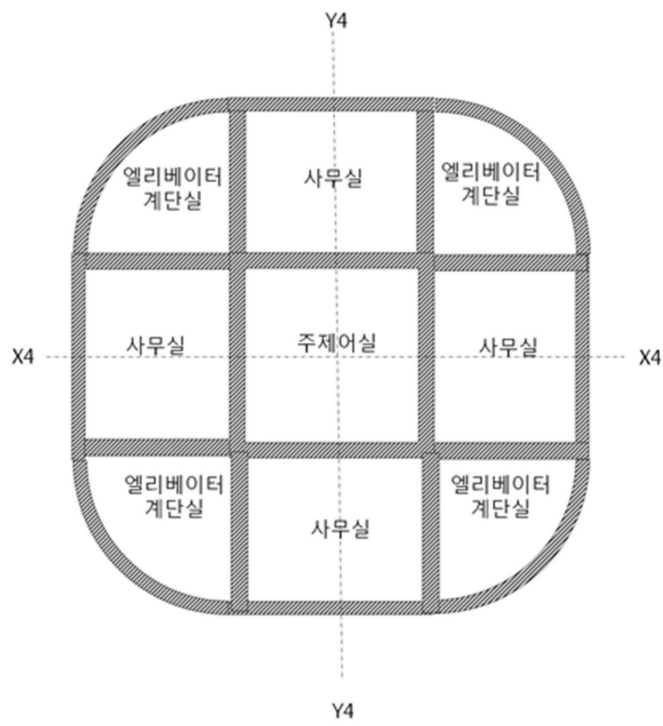
도면5



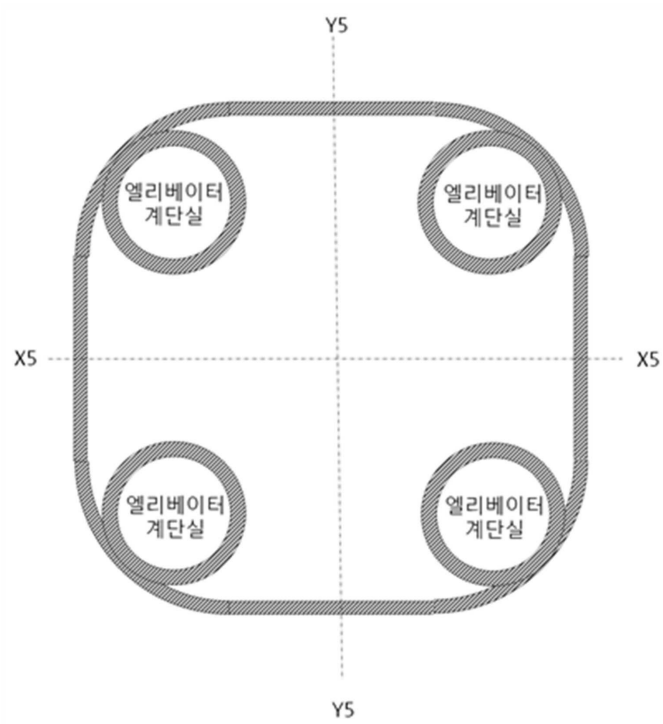
도면6



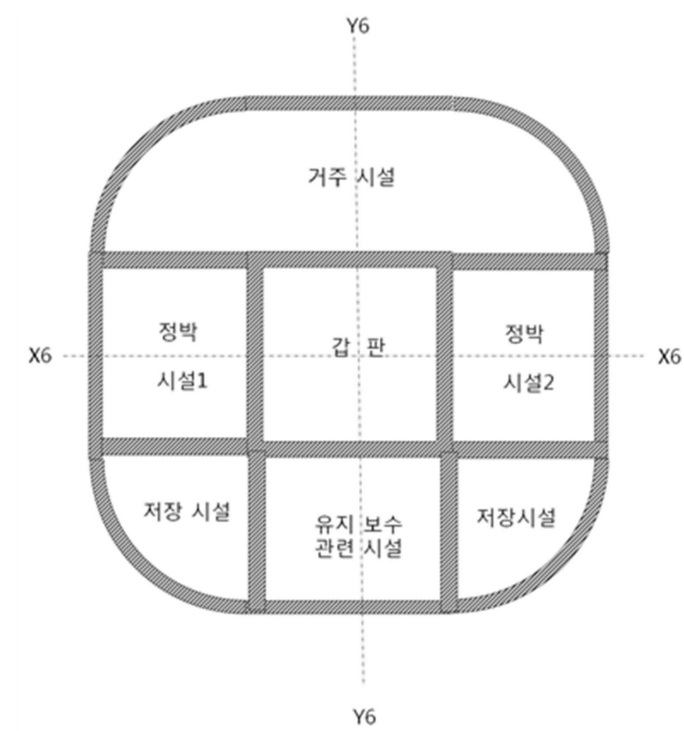
도면7



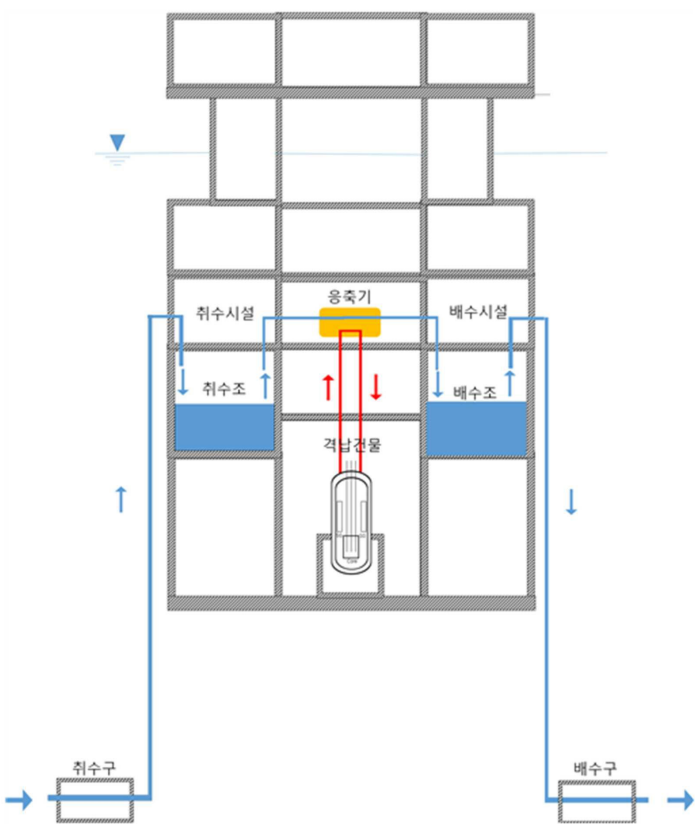
도면8



도면9



도면10



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 제10항

【변경전】

배치되는 것

【변경후】

배치되는 것 을 특징으로 하는 모듈화된 해양원전 시스템.