



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년09월24일

(11) 등록번호 10-2304822

(24) 등록일자 2021년09월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G21D 3/00 (2006.01) G21C 19/20 (2006.01)

(52) CPC특허분류
G21D 3/001 (2013.01)
G21C 19/205 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-7016446

(22) 출원일자(국제) 2014년11월20일

심사청구일자 2019년11월13일

(85) 번역문제출일자 2016년06월20일

(65) 공개번호 10-2016-0087886

(43) 공개일자 2016년07월22일

(86) 국제출원번호 PCT/US2014/066528

(87) 국제공개번호 WO 2015/077404

국제공개일자 2015년05월28일

(30) 우선권주장

14/086,474 2013년11월21일 미국(US)

(뒷면에 계속)

(56) 선행기술조사문헌

US20060149514 A1

US20110246153 A1

(73) 특허권자

테라파워, 엘엘씨

미국, 워싱턴 98008, 벨뷰, 노쓰업 웨이 15800

(72) 발명자

투란 니콜라스 더블유

미국 워싱턴주 98005 벨뷰 120번 에비뉴 노스이스
트 330 스위트 100 테라파워, 엘엘씨 내

(74) 대리인

김태홍, 김진희

전체 청구항 수 : 총 50 항

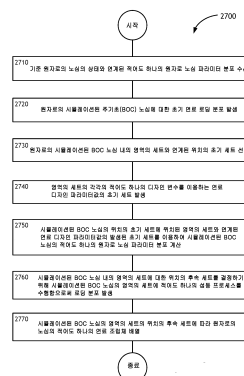
심사관 : 윤연숙

(54) 발명의 명칭 원자로 노심 로딩 분포를 발생하기 위한 방법 및 시스템

(57) 요약

원자로 노심 로딩 분포의 발생은 기준 원자로 노심의 상태와 연계된 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하는 것, 시뮬레이션된 주기초(beginning-of-cycle: BOC) 원자로 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것, 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 초기 세트를 선택하는 것, 영역의 각각의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것, 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치된 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하는 것 및 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 섭동 프로세스를 수행함으로써 로딩 분포를 발생하는 것을 포함한다.

대표도 - 도27a



(52) CPC특허분류

G21D 3/004 (2019.01)

Y02E 30/30 (2020.08)

(30) 우선권주장

14/092,266 2013년11월27일 미국(US)

14/092,211 2013년11월27일 미국(US)

명세서

청구범위

청구항 1

기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하는 것;

원자로의 시뮬레이션된 주기초(beginning-of-cycle: BOC) 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것;

상기 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된, 위치의 초기 세트를 선택하는 것;

상기 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것;

상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치된 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하는 것;

상기 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스(perturbation process)를 수행함으로써 로딩 분포를 발생하는 것; 및

상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것

을 포함하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 노심 파라미터 분포를 수신하는 것은

상기 기준 원자로의 노심의 평형 상태와 연계된 적어도 하나의 노심 파라미터 분포를 수신하는 것을 포함하는 것인 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 노심 파라미터 분포를 수신하는 것은

기준 열 원자로, 기준 고속 원자로, 기준 증식 연소 원자로, 및 기준 진행과 원자로 중 적어도 하나의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하는 것을 포함하는 것인 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 노심 파라미터 분포를 수신하는 것은

상기 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 파워 밀도 분포, 파워 밀도 분포의 변화율, 반응도 분포 및 반응도 분포의 변화율 중 적어도 하나를 수신하는 것을 포함하는 것인 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 노심 파라미터 분포를 수신하는 것은

상기 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하되, 상기 노심은 적어도 하나의 연료 조립체를 포함하는 것인, 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하는 것을 포함하는 것인 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것은

상기 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 초기 연료 분포를 발생하되, 상기 BOC 노심의 적어도 일

부는 재생 핵연료, 미연소 핵연료 및 농축 핵연료 중 적어도 하나를 포함하는 것인, 초기 연료 분포를 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것은 상기 원자로의 시뮬레이션된 수명 초기(beginning-of-life: BOL) 노심에 대한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것은 상기 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 초기 연료 로딩 분포를 발생하되, 상기 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심은 복수의 시뮬레이션된 연료 조립체를 포함하는 것인, 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하는 것은

상기 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하되, 상기 위치의 초기 세트의 각각은 상기 영역의 세트 중 하나에 대응하는 것인, 위치의 초기 세트를 선택하는 것을 포함하는 것인 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하되, 상기 위치의 초기 세트의 각각은 상기 영역의 세트 중 하나에 대응하는 것인, 위치의 초기 세트를 선택하는 것은

상기 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하되, 상기 위치의 초기 세트의 각각은 상기 영역의 세트 중 하나에 대응하고, 각각의 영역은 적어도 하나의 연료 조립체를 포함하는 것인, 위치의 초기 세트를 선택하는 것을 포함하는 것인 방법.

청구항 11

제9항에 있어서, 상기 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하되, 상기 위치의 초기 세트의 각각은 상기 영역의 세트 중 하나에 대응하는 것인, 위치의 초기 세트를 선택하는 것은

상기 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하되, 상기 위치의 초기 세트의 각각은 상기 영역의 세트 중 하나에 대응하고, 상기 영역의 세트의 각각은 선택된 체적, 선택된 형상, 선택된 수의 영역 중 적어도 하나를 갖는 3차원 영역인 것인, 위치의 초기 세트를 선택하는 것을 포함하는 것인 방법.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하되, 상기 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트의 각각은 상기 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 중 하나와 연계되는 것인, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은

상기 영역의 세트의 각각의 열역학적 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.

청구항 13

제1항에 있어서, 상기 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의

초기 세트를 발생하되, 상기 연료 디자인 파라미터값의 각각은 상기 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 중 하나와 연계되는 것인, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은

상기 영역의 세트의 각각의 중성자 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 영역의 세트의 각각의 중성자 파라미터를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은

상기 영역의 세트의 각각의 k -무한대값을 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.

청구항 15

제1항에 있어서, 상기 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은

상기 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 농축값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.

청구항 16

제1항에 있어서, 상기 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은

상기 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 상기 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 연료 조립체의 핀의 세트와 연계된 핀 치수값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 상기 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 연료 조립체의 핀의 세트와 연계된 핀 치수값의 초기 세트를 발생하는 것은

상기 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 상기 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 연료 조립체의 핀의 세트와 연계된 핀 구성값의 초기 세트, 핀 기하학값의 초기 세트 및 핀 조성값의 초기 세트 중 적어도 하나를 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.

청구항 18

제1항에 있어서, 상기 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은

상기 영역의 세트의 핀의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하되, 상기 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트의 각각은 상기 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 중 하나와 연계되는 것인, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.

청구항 19

제18항에 있어서, 상기 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하되, 상기 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트의 각각은 상기 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 중 하나와 연계되는 것인, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은

상기 영역의 세트의 핀의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 상기 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하되, 상기 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트의 각각은 상기 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 각각의 핀 중 하나와 연계되는 것인, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.

청구항 20

제1항에 있어서, 상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치된 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하는 것은

상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치된 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 파워 밀도 분포, 파워 밀도 분포의 변화율, 반응도 분포 및 반응도 분포의 변화율 중 적어도 하나를 계산하는 것을 포함하는 것인 방법.

청구항 21

제1항에 있어서, 상기 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 로딩 분포를 결정하는 것은

상기 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 로딩 분포를 발생하되, 상기 위치의 후속 세트는 상기 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 로딩 분포를 규정하는 것인, 로딩 분포를 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.

청구항 22

제1항에 있어서, 상기 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 로딩 분포를 발생하는 것은

상기 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 로딩 분포를 발생하되, 상기 위치의 후속 세트는 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포와 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 편차 메트릭(deviation metric)을 선택된 공차 레벨 미만으로 감소시키는 것인, 로딩 분포를 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.

청구항 23

제1항에 있어서, 상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것은

상기 로딩 분포 결정에 응답하여, 상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 포함하는 것인 방법.

청구항 24

제1항에 있어서, 상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것은

상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 열 원자로, 고속 원자로, 증식 연소 원자로 및 진행과 원자로 중 적어도 하나의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 포함하는 것인 방법.

청구항 25

제1항에 있어서, 상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것은

상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 초기 위치로부터 후속 위치로 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 병진하는 것을 포함하는 것인 방법.

청구항 26

제1항에 있어서, 상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것은

상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 교체하는 것을 포함하는 것인 방법.

청구항 27

프로그램 명령을 포함하는 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체로서:

상기 프로그램 명령은

기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하고;

원자로의 시뮬레이션된 주기초(beginning-of-cycle: BOC) 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생하고;

상기 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된, 위치의 초기 세트를 선택하고;

상기 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하고;

상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치된 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하고;

상기 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 선택 프로세스를 수행함으로써 후속 로딩 분포를 발생하고;

상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하도록

실행 가능한 것인 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체.

청구항 28

제27항에 있어서, 상기 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는 기준 원자로의 노심의 평형 상태와 연계되는 것인 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체.

청구항 29

제27항에 있어서, 상기 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는 기준 열 원자로, 기준 고속 원자로, 기준 증식 연소 원자로, 및 기준 진행과 원자로 중 적어도 하나의 노심의 상태와 연계되는 것인 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체.

청구항 30

제27항에 있어서, 상기 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는

기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 파워 밀도 분포, 파워 밀도 분포의 변화율, 반응도 분포 및 반응도 분포의 변화율 중 적어도 하나를 포함하는 것인 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체.

청구항 31

제27항에 있어서, 상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 일부는 재생 핵연료, 미연소 핵연료 및 농축 핵연료 중 적어도 하나를 포함하는 것인 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체.

청구항 32

제27항에 있어서, 상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것은

상기 로딩 분포 결정에 응답하여, 상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.

청구항 33

원자로 시스템으로서:

제어기로서,

기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하고;

원자로의 시뮬레이션된 주기초(beginning-of-cycle: BOC) 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생하고;

상기 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된, 위치의 초기 세트를 선택하되, 상기 위치의 초기 세트의 각각은 상기 영역의 세트 중 하나에 대응하는 것인, 위치의 초기 세트를 선택하고;

상기 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하되, 상기 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트의 각각은 상기 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 중 하나와 연계되는 것인, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하고;

상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치된 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하고;

상기 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 후속 로딩 분포를 발생하되, 상기 위치의 후속 세트는 상기 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 로딩 분포를 규정하고, 상기 위치의 후속 세트는 상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포와 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 차이를 선택된 공차 레벨 미만으로 감소시키는 것인, 로딩 분포를 발생하도록

구성된 제어기와;

상기 제어기에 의해 결정된 후속 로딩 분포에 따라 배열 가능한 복수의 연료 조립체를 포함하는 원자로 노심을 포함하는 원자로

를 포함하는 원자로 시스템.

청구항 34

제33항에 있어서, 상기 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는 기준 원자로의 노심의 평형 상태와 연계되는 것인 원자로 시스템.

청구항 35

제33항에 있어서, 상기 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는 기준 열 원자로, 기준 고속 원자로, 기준 증식 연소 원자로, 및 기준 진행과 원자로 중 적어도 하나의 노심의 상태와 연계되는 것인 원자로 시스템.

청구항 36

제33항에 있어서, 상기 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는

파워 밀도 분포, 파워 밀도 분포의 변화율, 반응도 분포 및 반응도 분포의 변화율 중 적어도 하나를 포함하는 것인 원자로 시스템.

청구항 37

제33항에 있어서, 상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 일부는 재생 핵연료, 미연소 핵연료 및 농축 핵연료 중 적어도 하나를 포함하는 것인 원자로 시스템.

청구항 38

제33항에 있어서, 상기 시뮬레이션된 BOC 노심은 복수의 시뮬레이션된 연료 조립체를 포함하는 것인 원자로 시스템.

청구항 39

제33항에 있어서, 상기 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 선택된 초기 세트의 각각은 상기 영역의 세트 중 하나에 대응하는 것인 원자로 시스템.

청구항 40

제33항에 있어서, 상기 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은

상기 영역의 세트의 각각의 열역학적 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 원자로 시스템.

청구항 41

제33항에 있어서, 상기 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은

상기 영역의 세트의 각각의 중성자 파라미터를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 원자로 시스템.

청구항 42

제33항에 있어서, 상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하는 것은

상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 파워 밀도 분포, 파워 밀도 분포의 변화율, 반응도 분포 및 반응도 분포의 변화율 중 적어도 하나를 계산하는 것을 포함하는 것인 원자로 시스템.

청구항 43

제33항에 있어서, 상기 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 후속의 로딩 분포를 발생하는 것은

상기 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 후속의 로딩 분포를 발생하되, 상기 위치의 후속 세트는 상기 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 로딩 분포를 규정하는 것인, 후속의 로딩 분포를 발생하는 것을 포함하는 것인 원자로 시스템.

청구항 44

제33항에 있어서, 상기 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 후속의 로딩 분포를 발생하는 것은

상기 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 후속의 로딩 분포를 발생하되, 상기 위치의 후속 세트는 상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포와 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 편차 메트릭을 선택된 공차 레벨 미만으로 감소시키는 것인, 후속의 로딩 분포를 발생하는 것을 포함하는 것인 원자로 시스템.

청구항 45

제33항에 있어서,

상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 상기 원자로 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하도록 구성된 연료 조립체 핸들러를 더 포함하는 원자로 시스템.

청구항 46

제45항에 있어서, 상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 상기 원자로 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하도록 구성된 연료 조립체 핸들러는

상기 제어기에 통신적으로 결합된 연료 조립체 핸들러를 포함하고, 이 연료 조립체 핸들러는 후속의 로딩 분포 결정에 응답하여, 상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 상기 원자로 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하도록 구성되는 것인 원자로 시스템.

청구항 47

제45항에 있어서, 상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 상기 원자로 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하도록 구성된 연료 조립체 핸들러는

상기 제어기에 통신적으로 결합된 연료 조립체 핸들러를 포함하고, 이 연료 조립체 핸들러는 사용자 입력 디바이스로부터의 신호에 응답하여, 상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 상기 원자로 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하도록 구성되는 것인 원자로 시스템.

청구항 48

제45항에 있어서, 상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 상기 원자로 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하도록 구성된 연료 조립체 핸들러는

상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 열 원자로, 고속 원자로, 증식 연소 원자로 및 진행과 원자로 중 적어도 하나의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하도록 구성된 연료 조립체 핸들러를 포함하는 것인 원자로 시스템.

청구항 49

제45항에 있어서, 상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 상기 원자로 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하도록 구성된 연료 조립체 핸들러는

상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 초기 위치로부터 후속 위치로 상기 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 병진하도록 구성된 연료 조립체 핸들러를 포함하는 것인 원자로 시스템.

청구항 50

제45항에 있어서, 상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 상기 원자로 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하도록 구성된 연료 조립체 핸들러는

상기 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 상기 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 교체하도록 구성된 연료 조립체 핸들러를 포함하는 것인 원자로 시스템.

발명의 설명

기술 분야

관련 출원의 상호 참조

본 출원은 이하에 열거된 출원(들)("관련 출원들")에 관련되고 이들 출원으로부터 가장 빠른 이용 가능한 유효 출원일(들)의 이익을 청구한다[예를 들어, 가특허 출원 이외에 가장 빠른 이용 가능한 우선일을 청구하거나 또는 관련 출원(들)의 임의의 그리고 모든 특허, 모특허, 모특허의 모특허 출원 등에 대해, 가특허 출원에 대한

35 USC § 119(e) 하에서 이익을 청구함].

[0003] **우선권 출원:**

[0004] **관련 출원:**

[0005] 2013년 11월 27일 출원된 미국 특허 출원 제14/092,211호, 및 2013년 11월 27일 출원된 미국 특허 출원 제 14/092,266호, 및 2013년 11월 21일 출원된 미국 특허 출원 제14/086,474호.

[0006] 미국 특허청(United States Patent Office: USPTO)은 USPTO의 컴퓨터 프로그램이 특허 출원인이 출원번호를 참조하고 출원이 연속 출원인지 또는 일부 연속 출원인지 여부를 지시하는 것의 모두를 요구하는 취지로 공지를 공표하였다. 스티븐 지. 쿨닌(Stephen G. Kunin), Benefit of Prior-Filed Application, USPTO Official Gazette 2003년 3월 18일, <http://www.uspto.gov/web/offices/com/sol/og/2003/week11/patbene.htm>에서 입수 가능함. 본 출원인 엔티티(이하, "출원인")는 그로부터 우선권이 법령에 의해 인용된 바와 같이 청구되는 출원(들)의 특정 참조를 상기에 제공하였다. 출원인은 법령이 그 특정 참조 언어로 명백하고, 미국 특허 출원의 우선권을 주장하기 위한 "연속" 또는 "일부 연속"과 같은 임의의 특성 또는 출원 번호를 요구하지 않는다는 것을 이해한다. 상기 설명에도 불구하고, 출원인은 USPTO의 컴퓨터 프로그램이 특정 데이터 입력 요구를 갖고, 따라서 출원인은 전술된 바와 같이 그 특허 출원의 일부 계속 출원으로서 본 출원을 지정하지만, 이러한 지정이 본 출원이 그 특허 출원(들)의 요지에 추가하여 임의의 신규한 요지를 포함하는지 여부에 대해 임의의 유형의 주석 및/또는 용인으로서 결코 해석되어서는 안된다는 것을 명시적으로 지적한다.

[0007] **기술분야**

[0008] 본 발명은 일반적으로 원자로 노심(core)에 대한 핵연료 로딩 분포(nuclear fuel loading distribution)의 결정에 관한 것으로서, 특히 주기초(beginning-of-cycle: BOC) 원자로 노심에 대한 핵연료 로딩 분포의 결정에 관한 것이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0009] 일 양태에서, 방법은 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하는 것; 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것; 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트 내에 연계된 위치의 초기 세트를 선택하는 것; 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것; 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하는 것; 및 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스(perturbation process)를 수행함으로써 로딩 분포를 발생하는 것을 포함하지만, 이들에 한정되는 것은 아니다.

[0010] 다른 양태에서, 방법은 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하는 것; 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것; 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하는 것; 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것; 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하는 것; 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 로딩 분포를 발생하는 것; 및 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 포함하지만, 이들에 한정되는 것은 아니다.

[0011] 다른 양태에서, 방법은 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심을 발생하기 위해 BOC 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원

자로의 노심의 초기 로딩 분포를 결정하는 것; 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것; 선택된 시간 간격 동안 원자로의 노심을 작동하는 것; 원자로의 노심 내의 하나 이상의 위치에서 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터의 적어도 하나의 측정을 이용하여 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 발생하는 것; 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포에 비교하는 것; 및 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 비교를 사용하여 원자로의 노심의 작동 컴플라이언스(compliance) 상태를 결정하는 것을 포함하지만, 이들에 한정되는 것은 아니다.

[0012] 하나 이상의 다양한 양태에서, 관련 시스템은 본 명세서에 언급된 방법 단계를 실행하기 위한 회로 및/또는 프로그래밍을 포함하지만, 이들에 한정되는 것은 아니고, 회로 및/또는 프로그래밍은 시스템 설계자의 디자인 선택에 따라 본 명세서에 언급된 방법 양태를 실행하도록 구성된 하드웨어, 소프트웨어, 및/또는 펌웨어의 사실상의 조합일 수 있다.

[0013] 일 양태에서, 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체는 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하고; 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생하고; 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하고; 영역의 각각의 세트의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하고; 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하고; 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 로딩 분포를 발생하도록 실행 가능한 프로그램 명령을 포함하지만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0014] 다른 양태에서, 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체는 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하고; 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생하고; 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하고; 영역의 각각의 세트의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하고; 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하고; 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 로딩 분포를 발생하고; 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하도록 실행 가능한 프로그램 명령을 포함하지만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0015] 다른 양태에서, 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심을 발생하기 위해 BOC 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로의 노심의 초기 로딩 분포를 결정하고; 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하고; 선택된 시간 간격 동안 원자로의 노심을 작동하고; 원자로의 노심 내의 하나 이상의 위치에서 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터의 적어도 하나의 측정을 이용하여 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 발생하고; 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포에 비교하고; 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 비교를 사용하여 원자로의 노심의 작동 컴플라이언스 상태를 결정하도록 실행 가능한 프로그램 명령을 포함하지만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0016] 다른 양태에서, 시스템은 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체 상에 유지된 프로그램 명령을 실행하도록 작동 가능한 하나 이상의 프로세서를 포함하는 제어기를 포함하지만, 이에 한정되는 것은 아니고, 프로그램 명령은 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하고; 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생하고; 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트로서, 위치의 초기 세트의 각각은 영역의 세트 중 하나에 대응하는 것인, 위치의 초기 세트를 선택하고; 영역의 각각의 세트의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트로서, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트의 각각은 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 중 하나와 연계되는 것인, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하고; 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의

적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하고; 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 로딩 분포를 발생하도록 구성되고, 위치의 후속 세트는 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 로딩 분포를 결정하고, 위치의 후속 세트는 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포와 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 차이를 선택된 공차 레벨 미만으로 감소시킨다.

[0017] 다른 양태에서, 시스템은 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하고; 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생하고; 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트로서, 위치의 초기 세트의 각각은 영역의 세트 중 하나에 대응하는 것인, 위치의 초기 세트를 선택하고; 영역의 각각의 세트의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트로서, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트의 각각은 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 중 하나와 연계되는 것인, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하고; 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치된 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하고; 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 로딩 분포를 발생하는 것으로서, 위치의 후속 세트는 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 로딩 분포를 결정하고, 위치의 후속 세트는 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포와 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 차이를 선택된 공차 레벨 미만으로 감소시키는 것인, 로딩 분포를 발생하도록 구성된 제어기와; 제어기에 의해 결정된 후속 로딩 분포에 따라 배열 가능한 복수의 연료 조립체를 포함하는 원자로 노심을 포함하는 원자로를 포함하지만, 이들에 한정되는 것은 아니다.

[0018] 다른 양태에서, 시스템은 복수의 연료 조립체를 포함하는 원자로 노심을 포함하는 원자로; 및 제어기를 포함하지만, 이들에 한정되는 것은 아니고, 제어기는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심을 발생하기 위해 BOC 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로 노심의 초기 로딩 분포를 결정하고; 선택된 시간 간격 동안 원자로의 작동 후에, 원자로의 노심 내의 하나 이상의 위치에서 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터의 적어도 하나의 측정을 이용하여 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 발생하고; 발생된 원자로 노심 파라미터 분포를 적어도 초기 로딩 분포를 이용하여 발생된 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포에 비교하고; 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 비교를 사용하여 원자로의 노심의 작동 컴플라이언스 상태를 결정하도록 실행 가능하고, 원자로 노심의 복수의 연료 조립체는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심과 부가의 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심 중 적어도 하나의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 배열 가능하다.

[0019] 상기에 추가하여, 다양한 다른 방법 및/또는 시스템 및/또는 프로그램 제품 양태가 본 발명의 명세서(예를 들어, 청구범위 및/또는 상세한 설명) 및/또는 도면과 같은 교시에 설명되고 기술되어 있다.

[0020] 상기 설명은 요약이고, 따라서 간단화, 보편화, 포함 및/또는 상세의 생략을 포함할 수도 있고, 따라서 당 기술 분야의 숙련자들은 이 요약이 단지 예시적인 것이고, 결코 한정이 되도록 의도되지 않는다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 본 명세서에 설명된 디바이스 및/또는 프로세스 및/또는 다른 요지의 다른 양태, 특징 및 장점은 본 명세서에 설명된 교시에서 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1a는 본 발명의 실시예에 따른, BOC 원자로 노심 내에 시뮬레이션된 로딩 분포를 발생하기 위한 시스템의 블록도이다.

도 1b는 본 발명의 실시예에 따른, BOC 원자로 노심 내에 시뮬레이션된 로딩 분포를 발생하기 위한 시스템에 의해 구현 가능한 프로그래밍 모듈의 블록도이다.

도 1c는 본 발명의 실시예에 따른, BOC 원자로 노심 내에 시뮬레이션된 로딩 분포를 발생하기 위한 시스템에 의해 구현 가능한 데이터베이스의 블록도이다.

도 1d는 본 발명의 실시예에 따른, 원자로 노심 파라미터 분포의 유형의 블록도이다.

도 1e는 본 발명의 실시예에 따른, 다수의 연료 조립체로부터 형성된 원자로 노심의 단면도이다.

도 1f는 본 발명의 실시예에 따른, 다수의 연료 조립체로부터 형성된 원자로 노심의 등각도이다.

도 1g는 본 발명의 실시예에 따른, 다수의 연료핀을 포함하는 연료 조립체의 단면도이다.

도 1h는 본 발명의 실시예에 따른 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 원자로 연료의 유형의 블록도이다.

도 1i는 본 발명의 실시예에 따른, 본 발명의 시뮬레이션을 실행하기 위한 선택된 영역이 도시되어 있는 다수의 연료 조립체로부터 형성된 원자로의 단면도이다.

도 1j는 본 발명의 실시예에 따른, 원자로 노심의 다수의 연료 조립체를 포함하는 본 발명의 시뮬레이션을 실행하기 위한 선택된 영역을 갖는 다수의 연료 조립체로부터 형성된 원자로 노심의 단면도이다.

도 1k는 본 발명의 실시예에 따른, 다수의 서브조립체 시뮬레이션 영역이 도시되어 있는 연료 조립체의 등각도이다.

도 1l은 통계적 집계(statistical aggregation)를 거쳐 단일 영역의 하나 이상의 특성을 계산하기 위한 다수의 영역의 사용을 도시하고 있는 다수의 연료 조립체로부터 형성된 원자로 노심의 단면도이다.

도 1m은 본 발명의 실시예에 따른, 디자인 변수의 유형의 블록도이다.

도 1n은 본 발명의 실시예에 따른, 핵연료 디자인 파라미터의 유형의 블록도이다.

도 1o는 본 발명의 실시예에 따른, 원자로 노심 파라미터의 유형의 블록도이다.

도 1p는 본 발명의 실시예에 따른, BOC 원자로 노심 내에 시뮬레이션된 로딩 분포를 발생하기 위한 시스템에 의해 실행 가능한 섭동 절차를 도시하고 있는 프로세스 흐름도이다.

도 2a는 본 발명의 실시예에 따른, 원자로 노심 내에 하나 이상의 연료 조립체를 배열하기 위한 시스템의 블록도이다.

도 2b는 본 발명의 실시예에 따른, 원자로 노심 내에 하나 이상의 연료 조립체를 배열하기 위한 시스템의 개략도이다.

도 2c는 본 발명의 실시예에 따른, 원자로 노심 내에 하나 이상의 연료 조립체를 배열하기 위한 시스템에 의해 구현 가능한 프로그래밍 모듈의 블록도이다.

도 2d는 본 발명의 실시예에 따른, 본 발명에 사용을 위한 원자로의 유형의 블록도이다.

도 3a는 본 발명의 실시예에 따른, 원자로 노심의 작동 컴플라이언스의 상태를 결정하기 위한 시스템의 블록도이다.

도 3b는 본 발명의 실시예에 따른, 원자로 노심의 작동 컴플라이언스의 상태를 결정하기 위한 시스템에 의해 구현 가능한 프로그래밍 모듈의 블록도이다.

도 3c는 본 발명의 실시예에 따른, 본 발명에 사용을 위해 적합한 원자로 노심 측정 시스템의 유형의 블록도이다.

도 3d는 본 발명의 실시예에 따른, 원자로 노심의 작동 컴플라이언스의 상태를 결정하기 위한 시스템의 작동 사이클을 도시하고 있는 프로세스 흐름도이다.

도 4a는 BOC 원자로 노심 내에 시뮬레이션된 로딩 분포를 발생하기 위한 방법의 고레벨 흐름도이다.

도 4b 내지 도 26은 도 4a의 대안적인 구현예를 도시하고 있는 고레벨 흐름도이다.

도 27a는 원자로 노심 내에 하나 이상의 연료 조립체를 배열하기 위한 방법의 고레벨 흐름도이다.

도 27b 내지 도 54는 도 27a의 대안적인 구현예를 도시하고 있는 고레벨 흐름도이다.

도 55는 원자로 노심의 작동 컴플라이언스의 상태를 결정하기 위한 방법의 고레벨 흐름도이다.

도 56 내지 도 68은 도 55의 대안적인 구현예를 도시하고 있는 고레벨 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

이하의 상세한 설명에서, 본 명세서의 부분을 형성하는 첨부 도면을 참조한다. 도면에서, 유사한 도면 부호는

[0022]

문맥상 달리 지시되지 않으면, 통상적으로 유사한 구성요소를 식별한다. 상세한 설명, 도면 및 청구범위에 설명된 예시적인 실시예에는 한정으로 의도된 것은 아니다. 본 명세서에 제시된 요지의 사상 또는 범주로부터 벗어나지 않고, 다른 실시예가 사용될 수도 있고, 다른 변경이 이루어질 수도 있다.

[0023] 일반적으로 도 1a 내지 도 1p를 참조하면, 원자로 노심의 시뮬레이션된 핵연료 로딩 분포를 발생하기 위한 시스템(100)이 본 발명에 따라 설명된다. 증식 연소형(breed-and-burn type) 원자로와 같은 원자로 노심의 조성이 수명 초기(beginning-of-life: BOL) 상태에서부터 평형 또는 거의 평형 상태로 진화함에 따라 반응성을 유지하기 위해, 리로딩(reloading) 및 점화기 세이버링 셔플링(igniter-savoring shuffling)을 요구하는 전이 기간을 경험한다는 것이 본 명세서에서 인식된다. 이 전이 시간 중에, 원자로의 작업자는 주의깊게 스케줄링되고 고도로 민감한 연료 셔플링 루틴을 구현하도록 요구된다.

[0024] 본 발명은 선택된 공차값 이하인 크기만큼 기준 원자로와 연계된 기준 원자로 노심 파라미터 분포로부터 벗어나는 원자로 노심 파라미터 분포를 발생하는 새롭게 장전된 핵연료의 분포의 결정에 관련된다. 본 발명의 일 실시예에서, 시스템(100)은 선택된 정확성의 레벨 이하인 크기만큼 평형 상태에서 작동된 기준 원자로 노심(즉, 적어도 부분적으로 연소된 핵연료로 구성됨)의 파라미터 분포(예를 들어, 파워 밀도 분포 또는 반응도 분포)로부터 벗어나는 원자로 노심 파라미터 분포를 발생하기 위해 적합한 신선한 또는 재생 핵연료의 농축된 분포를 결정하도록 구현될 수도 있다. 이와 같이, 본 발명은 1세대 원자로에 평형형 이익을 제공하는 것이 가능하여, 이에 의해 수명 초기 상태에서부터 평형 상태로의 전이에 소비하는 시간에 대한 요구를 제거하거나 적어도 감소시킨다.

[0025] 도 1a는 본 발명의 일 실시예에 따른, 로딩 분포 발생 시스템의 블록도를 도시하고 있다. 본 발명의 일 양태에서, 로딩 분포 발생 시스템(100)은 제어기(102)를 포함할 수도 있다. 본 발명의 다른 양태에서, 제어기(102)는 노심 파라미터 분포 소스(104)(예를 들어, 메모리 내에 유지된 노심 파라미터 분포 데이터베이스)에 통신적으로 결합된다. 본 발명의 다른 양태에서, 제어기(102)는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 원자로의 노심의 상태(예를 들어, 평형 상태)와 연계된 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)(예를 들어, 파워 분포)를 수신하도록 구성된다. 본 발명의 부가의 양태에서, 제어기(102)는 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 초기 연료 로딩 분포를 발생하도록 구성된다. 본 발명의 다른 양태에서, 제어기(102)는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하도록 구성된다. 본 발명의 다른 양태에서, 제어기(102)는 각각의 영역의 세트의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터의 초기 세트를 발생하도록 구성된다. 본 발명의 다른 양태에서, 제어기(102)는 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하는 시뮬레이션된 BOC 노심의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하도록 구성된다. 본 발명의 다른 양태에서, 제어기(102)는 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트에 대한 후속의 위치의 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 하나 이상의 섭동 프로세스를 수행함으로써 로딩 분포를 발생하도록 구성된다. 이와 관련하여, 시뮬레이션된 BOC 노심이 기준 원자로의 노심의 핵연료 분포와 상이한 핵연료 분포로 구성되더라도, 후속의 또는 최종 위치의 세트는 사전결정된 공차 레벨 내의 기준 원자로로부터 수신된 원자로 노심 파라미터 분포를 향해 시뮬레이션된 BOC 노심의 원자로 노심 파라미터 분포를 수렴하도록 작용한다.

[0026] 도 1b는 메모리(108)(도 1a에 도시되어 있는 바와 같이) 내에 유지되고 본 명세서에 전체에 걸쳐 설명된 하나 이상의 단계를 수행하도록 구성된 프로그램 명령(105)의 하나 이상의 세트의 블록도를 도시하고 있다. 도 1c는 메모리(108)(또는 당 기술 분야에 공지된 임의의 다른 공지의 메모리 디바이스) 내에 유지되고 본 발명의 하나 이상의 단계의 결과를 저장하도록 구성된 데이터베이스(107)의 세트의 블록도를 도시하고 있다. 이들 단계의 각각은 본 명세서에 나머지 전체에 걸쳐 더 상세히 설명될 것이다.

[0027] 본 발명의 일 실시예에서, 제어기(102)는 본 명세서에 전체에 걸쳐 설명된 다양한 단계 중 하나 이상을 수행하도록 구성된 하나 이상의 컴퓨터 프로세서(106)를 포함할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 이와 관련하여, 하나 이상의 프로세서(106)는 하나 이상의 프로세서(106)가 본 명세서 전체에 걸쳐 설명된 다양한 단계 중 하나 이상을 수행하게 하기 위해 적합한 비일시적 매체[예를 들어, 제어기(102)의 메모리(108)] 내에 유지된 프로그램 명령(105)을 검색할 수도 있다. 일 실시예에서, 제어기(102)는 당 기술 분야에 공지된 임의의 연산 디바이스를 포함할 수도 있다. 제어기(102)는 퍼스널 컴퓨터 시스템, 메인프레임 컴퓨터 시스템, 워크스테이션, 이미지 컴퓨터, 병렬 프로세서, 또는 당 기술 분야에 공지된 임의의 다른 연산 디바이스를 포함할 수도 있지만, 이들에 한정되는 것은 아니다. 일반적으로, 용어 "연산 디바이스"는 데이터 처리 기능을 갖는 임의의 디바이스를 포함하도록 광범위하게 규정될 수도 있다. 예를 들어, 연산 디바이스는 비일시적 매체로부터 컴퓨터 프로그램 명령을 실행하기 위해 적합한 하나 이상의 프로세서를 포함할 수도 있지만, 이에 한정되는

것은 아니다. 비밀시적 매체는 판독 전용 메모리, 랜덤 액세스 메모리, 자기 또는 광학 디스크, 고체 상태 메모리, 자기 테이프 등을 포함할 수도 있지만, 이들에 한정되는 것은 아니다.

[0028] 도 1a를 재차 참조하면, 본 발명의 일 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104)에 통신적으로 결합되고 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)를 수신하도록 구성된다. 일 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 데이터베이스의 형태의 소정의 상태에서 기준 원자로의 노심을 위한 원자로 노심 파라미터 분포를 수신할 수도 있다. 다른 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 이들에 한정되는 것은 아니지만, 기준 원자로의 노심 내의 위치의 함수로서 원자로 노심 파라미터를 지시하는 2차원 맵 또는 3차원 맵과 같은 맵을 표현하는 데이터 세트의 형태의 소정의 상태에서 원자로의 노심을 위한 원자로 노심 파라미터 분포를 수신할 수도 있다.

[0029] 일 실시예에서, 노심 파라미터 분포 소스(104)는 원자로의 노심의 상태와 연계된 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)를 저장하고 그리고/또는 유지하도록 구성된 하나 이상의 메모리 디바이스를 포함할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 노심 파라미터 분포 소스(104)는 당 기술 분야에 공지된 임의의 메모리 디바이스를 포함할 수도 있다. 일 실시예에서, 노심 파라미터 분포 소스(104)는 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)를 저장하기 위해 적합한 휴대형 메모리 디바이스를 포함한다. 예를 들어, 노심 파라미터 분포 소스(104)는 휴대형 플래시 드라이브, 광학 디스크, 고체 상태 드라이브 등을 포함할 수도 있지만, 이들에 한정되는 것은 아니다. 다른 실시예에서, 노심 파라미터 분포 소스(104)는 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)를 저장하기 위해 적합한 원격 메모리 디바이스 또는 시스템을 포함한다. 예를 들어, 노심 파라미터 분포 소스(104)는 데이터 네트워크(예를 들어, 인터넷)를 거쳐 제어기(102)에 통신적으로 결합된 원격 서버를 포함할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 다른 예로서, 노심 파라미터 분포 소스(104)는 로컬 데이터 네트워크(예를 들어, 인트라넷)를 거쳐 제어기(102)에 통신적으로 결합된 로컬 서버를 포함할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 다른 실시예에서, 노심 파라미터 분포 소스(104)는 제어기(102)의 메모리 매체(108)를 포함할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0030] 일 실시예에서, 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)는 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 포함할 수도 있다. 예를 들어, 원자로 노심 파라미터 분포는 원하는 상태(예를 들어, 평형 또는 거의 평형 상태, 평형 접근 상태, 또는 평형 착수 상태)에 있는 동안 작동하는 원자로의 원자로 노심 파라미터 분포를 측정함으로써 취득될 수도 있다. 다른 실시예에서, 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)는 시뮬레이션된 원자로 노심 파라미터 분포를 포함할 수도 있다. 예를 들어, 원자로 노심 파라미터 분포는 원하는 상태(예를 들어, 평형 또는 거의 평형 상태, 평형 접근 상태, 또는 평형 착수 상태)에 있는 동안 작동하는 선택된 원자로(예를 들어, "비신선한" 연료로 장전되는 원자로)의 컴퓨터 시뮬레이션을 거쳐 취득될 수도 있다.

[0031] 일 실시예에서, 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)는 원자로의 평형 상태의 원자로 노심 파라미터 분포를 포함한다. 예를 들어, 기준 원자로의 노심의 평형 상태와 연계된 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)가 노심 파라미터 분포 소스(104) 내에 유지될 수도 있다. 다음에, 원자로의 노심의 평형 상태와 연계된 하나 이상의 저장된 원자로 노심 파라미터 분포는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)로 전송될 수도 있다.

[0032] 다른 실시예에서, 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)는 원자로의 평형 접근 상태의 원자로 노심 파라미터 분포를 포함한다. 예를 들어, 기준 원자로의 노심의 평형 접근 상태와 연계된 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)는 노심 파라미터 분포 소스(104) 내에 유지될 수도 있다. 다음에, 원자로의 노심의 평형 접근 상태와 연계된 하나 이상의 저장된 원자로 파라미터 분포(103)는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)로 전송될 수도 있다.

[0033] 다른 실시예에서, 하나 이상의 노심 파라미터 분포(103)는 원자로의 평형 착수 상태의 원자로 노심 파라미터 분포를 포함한다. 예를 들어, 기준 원자로의 노심의 평형 착수 상태와 연계된 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)는 노심 파라미터 분포 소스(104) 내에 유지될 수도 있다. 다음에, 원자로의 노심의 평형 착수 상태와 연계된 하나 이상의 저장된 원자로 노심 파라미터 분포(103)는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)로 전송될 수도 있다.

[0034] 도 1d는 본 발명의 하나 이상의 실시예에 따른, 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 수신된 원자로 노심 파라미터 분포(103)의 유형의 블록도를 도시하고 있다. 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 수신된 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)는 당 기술 분야에 공지된 임의의 원자로 노심 파라미터 분포를 포함할 수도 있다. 일 실시예에서, 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 수신된 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(10

3)는 원자로의 노심의 파워 밀도 분포(109) 또는 파워 밀도 분포의 변화율(110)을 포함하지만, 이들에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 파워 분포(109)[또는 파워 밀도의 분포의 변화율(110)]는 노심 파라미터 분포 소스(104) 내에 저장될 수도 있다. 다음에, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 저장된 원자로 노심 파워 밀도 분포(109)[또는 파워 밀도의 분포의 변화율(110)]는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)에 전송될 수도 있다.

[0035] 다른 실시예에서, 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 수신된 하나 이상의 노심 파라미터 분포는 원자로의 노심의 반응도 분포(111) 또는 반응도 분포의 변화율(112)을 포함하지만, 이들에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 반응도 분포(111)[또는 반응도의 분포의 변화율(112)]는 노심 파라미터 분포 소스(104) 내에 저장될 수도 있다. 다음에, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 저장된 원자로 노심 반응도 분포(111)[또는 반응도의 분포의 변화율(112)]는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)로 전송될 수도 있다.

[0036] 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)는 당 기술 분야에 공지된 임의의 원자로의 노심의 상태와 연계될 수도 있다. 몇몇 실시예에서, 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)는 열 원자로(예를 들어, 경수로), 고속 원자로, 증식 연소 원자로 및 진행과 원자로 중 적어도 하나의 노심의 상태와 연계될 수도 있다. 예를 들어, 기준 열 원자로의 노심의 상태와 연계된 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)는 노심 파라미터 분포 소스(104) 내에 저장될 수도 있다. 다음에, 기준 열 원자로의 노심의 상태와 연계된 저장된 파라미터 분포는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)로 전송될 수도 있다. 다른 예로서, 기준 고속 원자로의 노심의 상태와 연계된 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포가 노심 파라미터 분포 소스(104) 내에 저장될 수도 있다. 다음에, 기준 고속 원자로의 노심의 상태와 연계된 저장된 파라미터 분포는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)로 전송될 수도 있다. 다른 예로서, 기준 증식 연소 원자로의 노심의 상태와 연계된 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포는 노심 파라미터 분포 소스(104) 내에 저장될 수도 있다. 다음에, 기준 증식 연소 원자로의 노심의 상태와 연계된 저장된 파라미터 분포는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)로 전송될 수도 있다. 다른 예로서, 기준 진행과 원자로의 노심의 상태와 연계된 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포는 노심 파라미터 분포 소스(104) 내에 저장될 수도 있다. 다음에, 기준 진행과 원자로의 노심의 상태와 연계된 저장된 파라미터 분포는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)로 전송될 수도 있다.

[0037] 다른 실시예에서, 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)는 하나 이상의 연료 조립체를 갖는 원자로의 노심의 상태와 연계될 수도 있다. 예를 들어, 하나 이상의 연료 조립체를 갖는 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포는 노심 파라미터 분포 소스(104) 내에 저장될 수도 있다. 다음에, 하나 이상의 연료 조립체를 갖는 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 저장된 파라미터 분포는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)로 전송될 수도 있다.

[0038] 다른 실시예에서, 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)는 하나 이상의 연료핀을 갖는 하나 이상의 연료 조립체를 갖는 원자로의 노심의 상태와 연계될 수도 있다. 예를 들어, 하나 이상의 연료핀을 갖는 하나 이상의 연료 조립체를 구비한 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포는 노심 파라미터 분포 소스(104) 내에 저장될 수도 있다. 다음에, 하나 이상의 연료핀을 갖는 하나 이상의 연료 조립체를 구비한 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 저장된 파라미터 분포는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)로 전송될 수도 있다. 당 기술 분야의 숙련자들은 소정의 연료 조립체가 사전 규정된 어레이 구조체 내로 조립된 다수의 연료핀을 포함할 수도 있다는 것을 인식할 수 있을 것이다. 연료 조립체 내의 선택된 핀/연료 장치는 중성자 성능을 최적화하기 위한 노력시에 선택될 수도 있다는 것이 또한 주목된다. 증식 원자로의 육각형 연료 조립체 내의 연료핀의 배열은 본 명세서에 그대로 참조로서 함체되어 있는 Alan E. Waltar and Albert B. Reynolds, Fast Breeder Reactors, 1st ed, Pergamon Press Inc., 1981, p. 119에 일반적으로 설명되어 있다. 원자로의 소정의 연료 조립체 구조체 내의 임의의 공지된 핀 장치를 갖는 노심 파라미터 분포는 본 발명에서 구현을 위해 적합하다는 것이 본 명세서에서 인식된다.

[0039] 본 명세서에 있어서, 하나 이상의 저장된 원자로 노심 파라미터 분포(103)는 당 기술 분야에 공지된 임의의 핵 분열성 또는 핵분열 가능 재료를 포함하는 기준 원자로의 노심의 상태와 연계될 수도 있다는 점이 주목된다. 일 실시예에서, 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)는 플루토늄을 포함하는 원자로의 노심의 상태와 연계될 수도 있다. 예를 들어, 기준 원자로의 플루토늄 함유 노심의 상태와 연계된 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포는 노심 파라미터 분포 소스(104) 내에 저장될 수도 있다. 다음에, 기준 원자로의 플루토늄 함유

노심의 상태와 연계된 저장된 파라미터 분포는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)로 전송될 수도 있다. 다른 실시예에서, 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)는 우라늄을 포함하는 원자로의 노심의 상태와 연계될 수도 있다. 예를 들어, 기준 원자로의 우라늄 함유 노심의 상태와 연계된 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포는 노심 파라미터 분포 소스(104) 내에 저장될 수도 있다. 다음에, 기준 원자로의 우라늄 함유 노심의 상태와 연계된 저장된 파라미터 분포는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)로 전송될 수도 있다.

[0040] 도 1a 내지 도 1b를 재차 참조하면, 본 발명의 일 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생하도록 구성된다. 초기 연료 로딩 분포(또는 본 명세서에 설명된 임의의 연료 로딩 분포)는 원자로 노심 내의 핵연료의 다양한 성분의 공간적 배열을 대표한다는 것이 본 명세서에서 주목된다. 이와 관련하여, 본 발명의 소정의 핵연료 로딩 분포(예를 들어, 초기 연료 로딩 분포)는 원자로의 노심 내의 위치의 함수로서 핵연료의 구성 재료의 분포를 지시하는 데이터베이스 또는 맵(예를 들어, 2차원 또는 3차원 맵)으로 이루어질 수도 있다.

[0041] 예를 들어, 도 1b에 도시되어 있는 바와 같이, 메모리(108)의 프로그램 명령(105)은 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)가 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심에 대한 초기 연료 로딩 분포를 발생하게 하도록 구성된 초기 핵연료 로딩 분포 발생기(130)를 포함할 수도 있다. 다른 실시예에서, 도 1c에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)는 메모리(108) 또는 당 기술 분야에 공지된 임의의 다른 공지의 메모리 디바이스 내에 발생된 초기 연료 로딩 분포(139)를 저장할 수도 있다.

[0042] 일 실시예에서, 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터의 수신된 하나 이상의 원자로 노심 파라미터에 기초하여, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 초기 핵연료 로딩 분포를 발생할 수도 있다. 예를 들어, 하나 이상의 프로세서(106)는 제어기(102)의 메모리(108)(또는 원격 데이터 소스로부터의 메모리) 내에 저장된 이력 데이터를 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터의 수신된 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)에 비교하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 초기 핵연료 로딩 분포를 발생할 수도 있다. 다음에, 하나 이상의 프로세서(106)는 저장을 위해 메모리(108) 내의 하나 이상의 데이터베이스(107)에 발생된 초기 핵연료 로딩 분포(139)를 전송할 수도 있다.

[0043] 다른 실시예에서, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포는 사용자 입력을 거쳐 선택되거나 제어기(102) 내에 입력될 수도 있다. 예를 들어, 사용자 인터페이스(114)의 사용자 입력 디바이스(118)는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 제어기(102) 내로 입력하기 위해[예를 들어, 메모리(108) 내로의 입력 분포] 사용자에게 의해 사용될 수도 있다. 다른 예로서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 사용자 인터페이스(114)의 디스플레이(116)를 거쳐 사용자에게 초기 연료 로딩 분포 옵션의 세트를 제시할 수도 있다. 다음에, 사용자는 디스플레이(114) 상에 표시된 초기 연료 로딩 분포 옵션의 세트 중 하나 이상을 선택할 수도 있다. 다른 실시예에서, 초기 연료 로딩 분포 옵션은 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 수신된 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)에 기초하여 유도될 수도 있다.

[0044] 다른 실시예에서, 제어기(102)는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 랜덤하게 발생하도록 구성된다. 예를 들어, 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터의 수신된 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)에 기초하여, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 초기 핵연료 로딩 분포를 랜덤하게 발생할 수도 있다.

[0045] 도 1e 내지 도 1f는 본 발명의 일 실시예에 따른, 시뮬레이션된 원자로 노심(120)의 그래픽 표현을 도시하고 있다. 일 실시예에서, 초기 연료 로딩 분포는 이들에 한정되는 것은 아니지만, 도 1e 및 도 1f에 도시되어 있는 바와 같이, 복수의 시뮬레이션된 연료 조립체(124)를 포함하는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120)을 위한 제어기(102)에 의해 발생될 수도 있다. 다른 실시예에서, 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터의 수신된 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)에 기초하여, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 복수의 연료 조립체(124)를 갖는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120)을 위한 초기 핵연료 로딩 분포를 발생할 수도 있다. 본 발명의 시뮬레이션된 BOC 노심(120)은 임의의 수의 형태를 취할 수도 있다는 것이 본 명세서에서 주목된다. 도 1e 및 도 1f는 육각형 어레이로 배열된 다수의 육각면체(hexagonoid) 연료 조립체(124)를 구비하는 노심(120)을 도시하고 있다. 도 1e 및 도 1f의 도시되어 있는 장치는 한정적인 것은 아니고, 단지 예시를 위해 제공된 것이라는 것이 또한 주목된다. 본 발명의 시뮬레이션된 노심(120)은 이들에 한정되는 것은 아니지만, 실린더, 평행육면체, 삼각형 프리즘, 원추형 구조체, 나선형 구조체 등과 같은 대안적인 연료 조립체 구조체를 포함할 수도 있다는 것이 주목된다. 또한, 본 발명의 시뮬레이션된 노심(120)의 연료 조립체의 어레이 구조체는

이들에 한정되는 것은 아니지만, 직사각형 어레이, 정사각형 어레이, 원통형 밀집 패킹된 어레이, 동심링 어레이 등과 같은 대안적인 어레이 구조체를 포함할 수도 있다.

[0046] 도 1g에 도시되어 있는 바와 같이, 다른 실시예에서, BOC 노심(120)의 시물레이션된 연료 조립체(124) 중 하나 이상은 복수의 연료핀(125)을 포함할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 일 실시예에서, 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터의 수신된 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)에 기초하여, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 다수의 연료핀(125)을 각각 구비한 복수의 연료 조립체(124)를 갖는 원자로의 시물레이션된 BOC 노심(120)을 위한 초기 원자로 연료 로딩 분포를 발생할 수도 있다.

[0047] 시물레이션된 노심(102)의 각각의 연료 조립체(124) 내의 연료핀의 구조 및 배열은 당 기술 분야에 공지된 임의의 형태를 취할 수도 있다는 것이 본 명세서에서 주목된다. 예를 들어, 도 1g에 도시되어 있는 바와 같이, 연료핀은 원통형 형상일 수도 있고, 연료 조립체(124) 내의 밀집 패킹된 육각형 어레이 내에 배열될 수도 있다. 다른 실시예에서, 도시되어 있지는 않지만, 노심의 시물레이션된 연료핀은 육각면체 형상, 평행육면체 형상, 삼각형 프리즘 형상, 나선형 형상, 원추형 형상 등을 가질 수도 있다. 다른 실시예에서, 도시되어 있지는 않지만, 노심의 시물레이션된 연료핀은 직사각형 어레이, 정사각형 어레이, 동심링 어레이 등으로 배열될 수도 있다.

[0048] 다른 실시예에서, 시물레이션된 BOC 노심(120)의 시물레이션된 연료 조립체(124) 내의 복수의 연료핀(125)의 각각은 선택된 핵연료를 포함할 수도 있다. 이와 관련하여, 초기 연료 로딩 분포는 당 기술 분야에 공지된 임의의 핵연료를 포함하는 시물레이션된 BOC 노심을 위한 제어기(102)에 의해 발생될 수도 있다. 일 실시예에서, 제어기(102)는 BOC 노심의 각각의 연료 조립체의 각각의 핀을 위한 핵연료 조성을 선택함으로써 시물레이션된 BOC 노심을 구축하여, 전체 노심 범위에 걸친(full core-wide) 핵연료 분포를 야기한다. 예를 들어, 도 1h에 도시되어 있는 바와 같이, 시물레이션된 BOC 노심의 핵연료(126)의 일부는 이들에 한정되는 것은 아니지만, 재생 핵연료(127), 미연소 핵연료(128), 또는 농축 핵연료(129)를 포함할 수도 있다.

[0049] 예를 들어, 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 수신되는, 수신된 하나 이상의 원자로 분포(103)에 응답하여, 하나 이상의 프로세서(106)는 재생 핵연료(127)를 포함하는 원자로의 시물레이션된 BOC 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생하도록 구성된다. 예를 들어, 시물레이션된 노심(120)의 하나 이상의 연료 조립체(124)의 하나 이상의 연료핀(125)은 재생 핵연료(127)의 선택된 양 및 유형을 포함할 수도 있다.

[0050] 다른 예로서, 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터의 수신된 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)에 응답하여, 하나 이상의 프로세서(106)는 미연소 핵연료(128)를 포함하는 원자로의 시물레이션된 BOC 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생하도록 구성된다. 예를 들어, 시물레이션된 노심(120)의 하나 이상의 연료 조립체(124)의 하나 이상의 연료핀(125)은 선택된 양 및 유형의 미연소 핵연료(128)를 포함할 수도 있다.

[0051] 다른 예로서, 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터의 수신된 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)에 응답하여, 하나 이상의 프로세서(106)는 농축 핵연료(129)를 포함하는 원자로의 시물레이션된 BOC 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생하도록 구성된다. 예를 들어, 시물레이션된 노심(120)의 하나 이상의 연료 조립체(124)의 하나 이상의 연료핀(125)은 선택된 양 및 유형의 농축 핵연료(129)를 포함할 수도 있다. 시물레이션된 BOC 원자로 노심은 당 기술 분야에 공지된 임의의 농축 원자로 연료를 포함할 수도 있다는 것이 본 명세서에서 주목된다. 예를 들어, 농축 핵연료는 농축 우라늄 연료를 포함할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0052] 다른 실시예에서, 원자로의 시물레이션된 BOC 노심은 원자로의 BOL 노심을 포함할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 이와 같이, 원자로의 시물레이션된 BOC 노심을 위한 발생된 초기 연료 로딩 분포는 원자로의 시물레이션된 BOL 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 포함할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시물레이션된 BOL 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생하도록 구성될 수도 있다. 예를 들어, 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터의 수신된 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)에 기초하여, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시물레이션된 BOL 노심을 위한 초기 핵연료 로딩 분포를 발생할 수도 있다.

[0053] 도 1a 내지 도 1c를 재차 참조하면, 본 발명의 일 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시물레이션된 BOC 노심(120) 내의 영역의 세트의 각각과 연계된 위치의 초기 세트를 선택하도록 구성된다. 예를 들어, 도 1b에 도시되어 있는 바와 같이, 메모리(108) 내에 유지된 프로그램 명령(105)은 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)가 원자로의 시물레이션된 BOC 노심(120) 내의 영역의 세트의 각각과 연계된 위치의 초기 세트를 선택하게 하도록 구성된 초기 위치 선택기 알고리즘(132)을 포함할 수도 있다. 일 실시예

에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 저장 및 이후의 사용을 위해 선택된 위치(140)(예를 들어, x, y, z 위치; R, θ , ϕ 위치 등)의 초기 세트를 메모리(108)의 하나 이상의 데이터베이스(107)에 전송할 수도 있다.

[0054] 도 1i 내지 도 1k는 본 발명의 일 실시예에 따른, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)에 의해 선택된 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 및 영역(122)의 세트의 그래픽 표현을 도시하고 있다. 일 실시예에서, 도 1i에 도시되어 있는 바와 같이, 각각의 영역(122)은 BOC 노심(120)의 단일의 연료 조립체(124)와 대응할 수도 있다. 이와 관련하여, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 위치(140)의 초기 세트를 선택하도록 구성되어, 이에 의해 선택된 초기 위치(140)의 세트의 각각이 각각의 단일 조립체 포함 영역(122)의 연료 조립체(124)의 위치(예를 들어, 상대 위치)와 대응한다.

[0055] 다른 실시예에서, 도 1j에 도시되어 있는 바와 같이, 각각의 영역(122)은 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 2개 이상의 연료 조립체(124)와 대응할 수도 있다. 예를 들어, 도 1j에 도시되어 있는 바와 같이, 영역(122)의 표면은 연료 조립체(124a, 124b, 124c)를 포함할 수도 있다. 이와 관련하여, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역(122)의 세트의 각각 내에 포함된 2개 이상의 연료 조립체(124a 내지 124c)에 대응하는 위치(140)의 초기 세트를 선택하도록 구성된다. 영역(122)은 도 1j에 3개의 연료 조립체(124)를 포함하는 것으로서 도시되어 있지만, 이는 한정으로서 해석되어서는 안된다는 것이 본 명세서에서 주목된다. 각각의 영역(122)은 임의의 적합한 수의 연료 조립체(124)를 포함할 수도 있다는 것이 본 명세서에서 인식된다.

[0056] 다른 실시예에서, 도 1k에 도시되어 있는 바와 같이, 각각의 영역(122)은 단일 조립체(124)의 부분과 대응할 수도 있다. 예를 들어, 각각의 영역(122)의 표면은 단일 연료 조립체(124)의 단일 부분을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 도 1k에 도시되어 있는 바와 같이, 육각면체형 연료 조립체(124)의 경우에, 다수의 "편평한" 육각면체형 영역(122a 내지 122g)은 연료 조립체(124)의 상이한 부분을 각각 포함할 수도 있다. 서브조립체 영역(122a 내지 122g)의 부분은 연료 조립체 형상이 고정 유지됨에 따라(열역학적 인자에 의해 발생하는 팽창 및 왜곡이 예상되지만) 서로에 대해 상대적으로 고정되는 것으로 본 명세서에서 인식되지만, 서브조립체 영역(122a 내지 122g)은 본 명세서에 더 설명되는 바와 같이 본 발명의 특징부의 후속의 계산 및 모델링(예를 들어, 연료 디자인 파라미터의 계산 등)에 이용될 수도 있다. 또한, 연료 조립체(124)가 도 1k의 육각면체 연료 조립체와 같은 실질적으로 큰 축방향 치수를 갖는 경우에, 적층된 서브조립체 영역(122a 내지 122g)의 사용은 축방향을 따른 원자로 노심(120) 특징부의 모델링에 있어서 세밀화를 허용한다는 것이 본 명세서에서 인식된다. 도 1k에 도시되어 있는 바와 같은 서브조립체 영역(122a 내지 122g)의 특정 형상 및 배열은 한정적인 것은 아니고 단지 예시를 위해 제공된 것이라는 것이 또한 주목된다.

[0057] 예를 들어, 서브조립체 영역(122a 내지 122g)은 하나 이상의 연료 조립체(124)와 포함된 하나 이상의 연료핀과 동일 공간에 있는 영역을 포함할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 도 1i 내지 도 1k에는 도시되어 있지 않지만, 각각의 영역은 소정의 연료 조립체의 다수의 연료핀을 포함할 수도 있고, 이에 의해 선택된 초기 위치의 세트의 각각은 각각의 다중핀 포함 영역과 대응한다. 이와 관련하여, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트의 각각 내에 포함된 핵연료핀의 세트에 대응하는 위치(140)의 초기 세트를 선택하도록 구성된다. 이와 관련하여, 소정의 연료 조립체의 다수의 핀을 포함하는 각각의 서브조립체 영역이 특징부의 후속의 계산 및 모델링(예를 들어, 연료 디자인 파라미터의 계산 등)에 이용될 수도 있다. 다른 경우에, 도 1i 내지 도 1k에는 도시되어 있지 않지만, 각각의 영역은 단일 연료핀을 포함할 수도 있고, 이에 의해 선택된 초기 위치의 세트의 각각은 단일핀 포함 영역의 그룹과 대응한다. 이와 관련하여, 소정의 연료 조립체의 단일핀을 포함하는 각각의 서브조립체 영역은 특징부의 후속의 계산 및 모델링에 이용될 수도 있다.

[0058] 본 발명의 다른 실시예에서, 영역(122)의 세트의 각각은 선택된 체적을 갖는 3차원 영역을 포함하지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 이와 관련하여, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 선택된 크기의 3차원 체적에 의해 규정된 영역(122)의 세트와 연계된 위치(140)의 초기 세트를 선택하도록 구성된다. 예를 들어, 하나 이상의 프로세서(106)는 기준의 사전프로그램된 세트에 기초하여 각각의 영역의 선택된 체적의 크기를 규정할 수도 있다. 예를 들어, 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 구성 영역의 선택된 체적은 이들에 한정되는 것은 아니지만, 원자로 노심의 체적, 원자로 노심 내의 연료 조립체 및 연료핀의 수, 시뮬레이션에 요구된 속도 등을 포함하는 다양한 인자에 의존할 수도 있다. 다른 예로서, 하나 이상의 프로세서(106)는 사용자 인터페이스(114)의 사용자 인터페이스 디바이스(118)를 거쳐 수신된 사용자 선택에 기

초하여 각각의 영역의 체적을 선택할 수도 있다.

[0059] 본 발명의 다른 실시예에서, 영역의 세트의 각각은 선택된 형상을 갖는 3차원 영역을 포함하지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 이와 관련하여, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치(140)의 초기 세트를 선택할 수도 있고, 여기서 각각의 영역은 선택된 형상을 갖는 3차원 체적에 의해 규정된다. 예를 들어, 도 1i에 도시되어 있는 바와 같이, 선택된 형상은 육각면체를 포함할 수도 있다. 또한, 도 1i에 도시되어 있는 바와 같이, 영역(122)의 선택된 형상은 도 1i 및 도 1j에 각각 도시되어 있는 바와 같이, 단일의 육각면체형 연료 조립체 또는 다수의 육각면체형 연료 조립체를 윤곽형성할 수도 있다. 선택된 영역 및 연료 조립체의 형상은 도 1i 및 도 1j의 육각면체 형상을 갖는 것으로서 도시되어 있지만, 이는 본 발명의 한계로서 해석되어서는 안된다. 영역의 세트의 하나 이상의 체적의 선택된 형상(및 연료 조립체의 형상)은 임의의 공지의 3차원 기하학적 형상을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 체적의 형상은 실린더, 평행육면체(예를 들어, 입방체), 육각면체, 타원체, 구, 디스크, 링 등을 포함할 수도 있지만, 이들에 한정되는 것은 아니다. 선택된 영역은 BOC 노심의 연료 조립체 또는 연료 조립체 전체와 동일한 일반적인 형상을 취해야 하는 어떠한 요구도 존재하지 않는다는 것이 또한 주목된다. 다른 실시예에서, 하나 이상의 프로세서(106)는 기존의 사전프로그램된 세트에 기초하여 각각의 영역의 선택된 체적의 형상을 규정할 수도 있다. 다른 실시예에서, 하나 이상의 프로세서(106)는 사용자 인터페이스(114)의 사용자 인터페이스 디바이스(118)를 거쳐 수신된 사용자 선택에 기초하여 각각의 영역의 각각의 체적의 형상을 선택할 수도 있다.

[0060] 본 발명의 다른 실시예에서, 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심(120) 내의 영역의 세트 내에 포함된 영역의 수는 선택 가능하다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 선택된 수의 영역으로 이루어진 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하도록 구성된다. 또한, 하나 이상의 프로세서(106)는 기존의 사전프로그램된 세트에 기초하여 영역의 수를 선택할 수도 있다. 또한, 하나 이상의 프로세서(106)는 사용자 인터페이스(114)의 사용자 인터페이스 디바이스(118)를 거쳐 수신된 사용자 선택에 기초하여 수 또는 영역을 선택할 수도 있다.

[0061] 도 1a 내지 도 1c를 재차 참조하면, 본 발명의 일 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 하나 이상의 디자인 변수에 기초하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하도록 구성된다. 이와 관련하여, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 소정의 영역(122) 내의 시뮬레이션된 핵연료와 연계된 하나 이상의 디자인 변수(예를 들어, 열역학적 변수값, 중성자 파라미터값 등)에 기초하여 소정의 영역(122) 내의 시뮬레이션된 핵연료를 위한 연료 디자인 파라미터값을 발생할 수도 있다. 예를 들어, 도 1b에 도시되어 있는 바와 같이, 메모리(108) 내에 유지된 프로그램 명령(105)은 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)가 하나 이상의 디자인 변수에 기초하여 연료 디자인 파라미터의 초기 세트를 발생하게 하도록 구성된 초기 연료 디자인 파라미터 발생기 알고리즘(134)을 포함할 수도 있다. 다른 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)가 저장 및 이후의 사용을 위해 연료 디자인 파라미터(141)의 발생된 초기 세트를 메모리(108)의 하나 이상의 데이터베이스(107)에 전송할 수도 있다.

[0062] 일 실시예에서, 도 1i에 도식적으로 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 제1 영역(122)에 의해 포함된 핵연료와 연계된 하나 이상의 디자인 변수를 이용하여 제1 영역(122)을 위한 초기 연료 디자인 파라미터값(141)을 발생할 수도 있다. 이와 관련하여, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 각각의 영역(122)에 대해 이 프로세스를 반복적으로 반복함으로써 초기 연료 디자인 파라미터의 세트를 구축할 수도 있다.

[0063] 다른 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 소정의 영역(122)에 인접한 각각의 영역에 대한 하나 이상의 디자인 변수를 이용하여 각각의 영역(122)을 위한 초기 연료 디자인 파라미터값(141)을 발생하도록 구성된다. 도 1i에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122) 및 영역(122)을 둘러싸는 영역(123a 내지 123f)에 대한 하나 이상의 디자인 변수를 이용하여 영역(122)을 위한 초기 연료 디자인 파라미터값(141)을 발생할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(123a 내지 123f)을 위한 하나 이상의 디자인 변수의 통계적 특성을 이용하여 영역(122)을 위한 초기 연료 디자인 파라미터값(141)을 발생할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(123a 내지 123f)을 위한 하나 이상의 디자인 변수의 평균값, 중간값, 최대값, 최소값 등을 이용하여 영역(122)을 위한 초기 연료 디자인 파라미터값(141)을 발생할 수도 있다. 일 예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(123a 내지 123f)을 위한 하나 이상의 디자인 변수값의 평균을 이용하여 영역(122)에 대한 초기 연료 디자인 파라미터값(141)을 발생할 수도 있다. 다른 예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(123a 내지 123f)을 위한 하나 이상의 디자인 변수값의 통계적 중간값을 이용하여 영역(122)에 대한 초기 연

료 디자인 파라미터값(141)을 발생할 수도 있다. 영역(122 및/또는 123a 내지 123f)의 하나 이상의 디자인 변수값의 임의의 통계적 집계 또는 선택은 영역(122)을 위한 초기 연료 디자인 파라미터값(141)을 발생하는 데 사용될 수도 있다는 것이 본 명세서에서 주목된다. 또한, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 각각의 영역에 대해 이 프로세스를 반복적으로 반복함으로써 초기 연료 디자인 파라미터값(141)의 세트를 구축할 수도 있다. 단지 하나의 영역(122)만이 도 11에 계산을 위해 도시되어 있지만, 초기 연료 디자인 파라미터값(141)의 세트는 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 각각의 규정된 영역(122)에 대해 이 프로세스를 반복함으로써 발생될 수도 있다는 것이 주목된다.

[0064] 다른 실시예에서, 하나 이상의 디자인 변수는 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하기 위해 핀 레벨[예를 들어, 도 1g의 핀(125)]에서 이용될 수도 있다. 이와 관련하여, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122)의 세트의 각각 내의 핀의 세트의 각각 내에 포함된 핵연료와 연계된 하나 이상의 디자인 변수에 기초하여 핵연료 디자인 파라미터의 초기 세트를 발생할 수도 있다. 다른 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)에 의해 발생된 연료 디자인 파라미터의 초기 세트의 각각은 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 영역(122)의 세트 중 하나와 연계된다. 다른 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)에 의해 발생된 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트의 각각은 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 영역(122)의 세트 중 하나 내에 포함된 핀들 중 하나와 연계된다.

[0065] 도 1m은 본 발명의 하나 이상의 실시예에 따른, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하기 위해 제어기(102)에 의해 사용하기 위해 적합한 디자인 변수(144)의 유형의 블록도를 도시하고 있다. 일 실시예에서, 제어기(102)에 의해 발생된 연료 디자인 파라미터값(141)의 초기 세트는 영역(122)의 세트의 각각과 연계된 하나 이상의 열역학적 변수(145)에 기초할 수도 있다. 이와 관련하여, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트는 영역의 세트의 각각의 영역에 대한 하나 이상의 열역학적 변수(145)의 값에 기초할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 영역(122)의 세트의 각각에 대한 열역학적 변수(145)의 값을 사용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하도록 구성될 수도 있다.

[0066] 다른 실시예에서, 제어기(102)에 의해 발생된 연료 디자인 파라미터값(141)의 초기 세트는 해당 소정의 영역에 인접한 각각의 영역과 연계된 하나 이상의 열역학적 변수(145)에 기초할 수도 있다. 이와 관련하여, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트의 소정의 영역의 각각의 초기 연료 디자인 파라미터값은 소정의 영역에 인접한 각각의 영역에 대한 하나 이상의 열역학적 변수의 값에 기초할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 영역(122)에 인접한 영역(122) 및 영역(123a 내지 123f)에 대한 열역학적 변수(145)의 값을 사용하여 각각의 영역(122)에 대한 초기 연료 디자인 파라미터값을 발생하도록 구성될 수도 있다.

[0067] 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 데 사용된 하나 이상의 열역학적 변수는 당 기술 분야에 공지된 임의의 열역학적 변수를 포함할 수도 있다는 것이 본 명세서에서 주목된다. 예를 들어, 열역학적 변수는 영역의 세트의 각각의 온도(146)(예를 들어, 중간값 온도, 평균 온도, 최대 온도, 최소 온도 등)를 포함할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 다른 예로서, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 데 사용되는 열역학적 변수는 영역의 세트의 각각의 압력(147)(예를 들어, 중간값 압력, 평균 압력, 최대 압력, 최소 압력 등)을 포함할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0068] 본 발명의 다른 실시예에서, 제어기(102)에 의해 발생된 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트는 영역의 세트의 각각과 연계된 하나 이상의 중성자 파라미터(148)에 기초할 수도 있다. 이와 관련하여, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트는 영역(122)의 세트의 각각의 영역을 위한 하나 이상의 중성자 파라미터(148)의 값에 기초할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 영역(122)의 각각의 세트에 대한 중성자 파라미터(148)의 값을 사용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하도록 구성될 수도 있다.

[0069] 다른 실시예에서, 제어기(102)에 의해 발생된 연료 디자인 파라미터값(141)의 초기 세트는 소정의 영역 및 해당 소정의 영역에 인접한 각각의 영역과 연계된 하나 이상의 중성자 파라미터에 기초할 수도 있다. 이와 관련하여, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트의 소정의 영역(122)의 각각의 초기 연료 디자인 파라미터값(141)은 소정의 영역(122)에 인접한 각각의 영역(122) 및 영역(123a 내지 123f)의 하나 이상의 중성자 파라미터(148)의 값에 기초할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 영역(122)에 인접한 영역(122) 및 영역(123a 내지 123f)에 대한 중성자 파라미터의 값을 사용하여

여 각각의 영역(122)에 대한 초기 연료 디자인 파라미터값을 발생하도록 구성될 수도 있다.

[0070] 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트는 당 기술 분야에 공지된 임의의 중성자 파라미터를 포함할 수도 있다는 것이 본 명세서에서 주목된다. 예를 들어, 중성자 파라미터는 k -무한대값(149)을 포함할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 다른 예로서, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 데 사용된 중성자 파라미터는 영역의 세트의 각각의 중성자 플럭스(150)를 포함할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 다른 예로서, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 데 사용된 중성자 파라미터는 영역의 세트의 각각의 중성자 생성율(151)을 포함할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 다른 예로서, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 데 사용되는 중성자 파라미터는 영역의 세트의 각각의 중성자 흡수율(152)을 포함할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0071] 도 1n은 본 발명의 하나 이상의 실시예에 따른, 제어기(102)에 의해 발생된 연료 디자인 파라미터(153)의 유형의 블록도를 도시하고 있다. 제어기(102)에 의해 발생된 초기 연료 디자인 파라미터(141)는 본 발명에서 구현을 위해 적합한 임의의 연료 디자인 파라미터를 포함할 수도 있다. 일 실시예에서, 제어기(102)에 의해 발생된 연료 디자인 파라미터값(141)의 초기 세트는 핵연료 농축값(154)의 세트를 포함할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역의 세트의 각각의 하나 이상의 디자인 변수를 사용하여 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 핵연료 농축값(154)의 초기 세트를 발생할 수도 있다.

[0072] 다른 실시예에서, 제어기(102)에 의해 발생된 연료 디자인 파라미터의 세트는 연료핀 치수값(155)의 세트를 포함할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역의 세트의 각각의 하나 이상의 디자인 변수를 사용하여 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트의 각각에 의해 포함된 연료핀과 연계된 연료핀 치수값(155)의 초기 세트를 발생할 수도 있다.

[0073] 핵연료핀 치수값(155)의 세트는 당 기술 분야에 공지된 임의의 핵연료핀 치수값을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 핵연료핀 치수값(155)의 세트는 단일 연료 조립체 또는 다수의 연료 조립체 내의 다수의 연료핀의 구성에 기초하여 연료핀 구성값(156)(예를 들어, 핀 피치값, 핀의 수 등)을 포함할 수도 있다. 다른 예로서, 핵연료핀 치수값의 세트는 단일 연료 조립체 또는 다수의 연료 조립체 내의 다수의 연료핀의 대표적인 연료핀의 공간적 특징에 기초하여 연료핀 기하학값(157)(예를 들어, 핀 직경값, 핀 형상 등)을 포함할 수도 있다. 다른 예로서, 핵연료핀 치수값(155)의 세트는 단일의 연료 조립체 또는 다수의 연료 조립체 내의 다수의 연료핀 내에 포함된 핵연료의 화학적 조성에 기초하여 연료핀 조성값(158)(예를 들어, 하나 이상의 연료 조립체의 하나 이상의 핀 내의 핵분열성 재료에 대한 핵원료성 재료의 비)을 포함할 수도 있다.

[0074] 일 실시예에서, 핵연료핀 치수값(155)의 세트는 핀 피치값을 포함할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 핀 피치값은 원자로 노심의 하나 이상의 연료 조립체 내의 핀의 그룹의 핀 피치값을 포함할 수도 있다. 이와 관련하여, 핀 피치값은 원자로 노심의 다수의 연료핀을 각각 포함하는 하나 이상의 연료 조립체 전체에 걸친 핀 피치에 의해 규정될 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역의 세트의 각각의 하나 이상의 디자인 변수를 사용하여 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 핀 피치값의 초기 세트를 발생할 수도 있다. 다른 실시예에서, 핵연료핀 치수값의 세트는 BOC 노심(120) 내의 연료핀의 수를 포함할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0075] 다른 실시예에서, 핵연료핀 치수값(155)의 세트는 핀 직경값을 포함할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 핀 직경값은 원자로 노심 내의 핀의 그룹의 핀 직경값을 포함할 수도 있다. 이와 관련하여, 핀 직경값은 원자로 노심의 하나 이상의 연료 조립체 내에 포함된 연료핀의 핀 직경(예를 들어, 평균 핀 직경, 중간 핀 직경 등)에 의해 규정될 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역의 세트의 각각의 하나 이상의 디자인 변수를 사용하여 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 핀 직경값의 초기 세트를 발생할 수도 있다. 원자로 노심의 소정의 연료 조립체 내의 냉각제 채널의 크기는 소정의 연료 조립체 내에 포함된 핀의 세트의 핀 피치 및 핀 직경에 의해 일반적으로 규정된다는 것이 본 명세서에서 주목된다.

[0076] 다른 실시예에서, 핵연료핀 치수(155)값의 세트는 핀 크기값을 포함할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 핀 크기값은 원자로 노심의 하나 이상의 연료 조립체 내의 연료핀의 핀 길이, 핀 반경(또는 핀 폭) 또는 핀 체적을 포함할 수도 있지만, 이들에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역의 세트의 각각의 하나 이상의 디자인 변수를 사용하여 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 위치(140)의 초기 세트에 위치한 영역(122)의 세트와 연계된 핀 크기값의 초기 세트를 발생할 수도

있다.

- [0077] 다른 실시예에서, 핵연료핀 치수값(155)의 세트는 핀 형상을 포함할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역의 세트의 각각의 하나 이상의 디자인 변수를 사용하여 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 위치(140)의 초기 세트에 위치한 영역(122)의 세트와 연계된 핀 형상의 초기 세트를 발생할 수도 있다. 몇몇 실시예에서, 본 명세서에 기술된 바와 같이, 핀 형상은 이들에 한정되는 것은 아니지만, 육각면체, 실린더, 평행육면체, 삼각형 프리즘, 원추형 구조체, 나선형 구조체 등과 같은 당 기술 분야에 공지된 임의의 기하학적 형상을 포함할 수도 있다. 다른 실시예에서, 핀 형상은 불규칙적 형상을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 핀 형상은 왜곡된 또는 찌그러진 규칙적인 기하학적 형상을 포함할 수도 있다.
- [0078] 다른 실시예에서, 핵연료핀 치수값(155)의 세트는 BOC 노심(120) 내의 핀 위치를 포함할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역의 세트의 각각의 하나 이상의 디자인 변수를 사용하여 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 위치의 초기 세트에 위치한 영역(122)의 세트의 각각에 의해 포함된 다수의 연료핀의 위치(140)의 초기 세트를 발생할 수도 있다.
- [0079] 다른 실시예에서, 핵연료핀 치수값(155)의 세트는 연료 회석 밀도값(fuel smear density value)을 포함할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 연료 회석 밀도값은 원자로 노심 내의 연료핀의 그룹 내에 포함된 연료와 연계된 핵연료 회석 밀도값을 포함할 수도 있다. 이와 관련하여, 연료 회석 밀도값은 원자로 노심의 하나 이상의 연료 조립체 내에 포함된 연료핀과 연계된 연료 회석 밀도에 의해 규정될 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역의 세트의 각각의 하나 이상의 디자인 변수를 사용하여 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 회석 밀도값의 초기 세트를 발생할 수도 있다. 당 기술 분야의 숙련자들은 "회석 밀도"가 연료 클래딩의 내부면 전체에 걸쳐 균일하게 "분포되어 있는" 것과 같은 핵연료의 밀도라는 것을 인식할 수 있을 것이다. 핵연료 회석 밀도는 본 명세서에 그대로 참조로서 함체되어 있는 Alan E. Waltar and Albert B. Reynolds, Fast Breeder Reactors, 1st ed, Pergamon Press Inc., 1981, p. 121에 일반적으로 설명되어 있다.
- [0080] 다른 실시예에서, 핵연료핀 치수값(155)의 세트는 BOC 노심의 하나 이상의 연료 조립체의 하나 이상의 핀과 연계된 핵분열 가스 플레넘 체적을 포함할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역의 세트의 각각의 하나 이상의 디자인 변수를 사용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 하나 이상의 연료 조립체의 각각의 연료핀을 위한 초기 핵분열 가스 플레넘 체적을 발생할 수도 있다. 당 기술 분야의 숙련자들은 본 명세서에서, "핵분열 가스 플레넘"이 노심 작동 중에 연료핀 내에 포함된 핵연료로부터 방출된 핵분열 가스 생성물을 수집하기 위해 소정의 연료핀 내에 위치한 저장조를 구성한다는 것을 인식할 수 있을 것이다. 핵분열 가스 플레넘은 본 명세서에 그대로 참조로서 함체되어 있는 Alan E. Waltar and Albert B. Reynolds, Fast Breeder Reactors, 1st ed, Pergamon Press Inc., 1981, p. 254에 일반적으로 설명되어 있다.
- [0081] 다른 실시예에서, 핵연료핀 치수값(155)의 세트는 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 하나 이상의 연료 조립체의 하나 이상의 핀 내에 포함된 핵연료의 조성을 포함할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역의 세트의 각각의 하나 이상의 디자인 변수를 사용하여 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 위치의 초기 세트에 위치한 영역(122)의 세트에 의해 포함된 하나 이상의 연료와 연계된 연료 조성값의 초기 세트를 발생할 수도 있다. 이와 관련하여, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역의 세트의 각각의 하나 이상의 디자인 변수를 사용하여 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 위치의 초기 세트에 위치한 영역(122)의 세트에 의해 표현되는 바와 같이, 시뮬레이션된 BOC 노심(120)을 가로지르는 초기 연료 조성 공간 분포를 발생할 수도 있다.
- [0082] 하나 이상의 프로세서(106)에 의해 발생된 연료 조성값은 당 기술 분야에 공지된 임의의 연료 조성 메트릭(metric)을 포함할 수도 있다. "핵연료"는 일반적으로 핵분열 가능 및 비-핵분열 가능 재료[예를 들어, 핵원료성 재료 또는 비-핵분열 가능/비-핵원료성 재료(예를 들어, 합금재, 조정 재료 등)]를 포함할 수도 있다는 것이 당 기술 분야의 숙련자들에 의해 인식되어야 한다. 이와 같이, 본 발명에 있어서, 용어 "핵연료"는 핵분열 가능 재료에 한정되는 것은 아니고, 원자로 세팅 내의 연료 소스로서 사용되는 물체 또는 재료의 전체 체적을 포함할 수도 있다. 이와 관련하여, 핵연료의 체적은 이들에 한정되는 것은 아니지만, 핵분열 가능 재료의 영역, 핵원료성 재료의 영역 및/또는 중성자 조정 재료 및 합금재와 같은 다른 재료(비-핵원료성 재료)의 영역을 포함할 수도 있다.
- [0083] 일 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역의 세트의 각각의 하나 이상의 디자인 변수를

사용하여 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트의 각각 내의 핵분열 가능 재료의 상대량을 포함하는 핵연료 조성값의 초기 세트를 발생할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역의 세트의 각각의 하나 이상의 디자인 변수를 사용하여 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 위치의 초기 세트에 위치한 영역(122)의 세트의 각각 내의 우라늄-235의 상대량을 포함하는 핵연료 조성값의 초기 세트를 발생할 수도 있다. 다른 예로서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역의 세트의 각각의 하나 이상의 디자인 변수를 사용하여 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 위치의 초기 세트에 위치한 영역(122)의 세트의 각각 내의 플루토늄-239의 상대량을 포함하는 핵연료 조성값의 초기 세트를 발생할 수도 있다.

[0084] 다른 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122)의 각각의 세트의 하나 이상의 디자인 변수를 사용하여 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 위치의 초기 세트에 위치한 영역(122)의 세트의 각각 내의 핵분열성 재료의 상대량을 포함하는 핵연료 조성값의 초기 세트를 발생할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122)의 세트의 각각의 하나 이상의 디자인 변수를 사용하여 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 위치의 초기 세트에 위치한 영역(122)의 세트의 각각 내의 우라늄-238의 상대량을 포함하는 핵연료 조성값의 초기 세트를 발생할 수도 있다. 다른 예로서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122)의 세트의 각각의 하나 이상의 디자인 변수를 사용하여 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 위치의 초기 세트에 위치한 영역(122)의 세트의 각각 내의 토륨-232의 상대량을 포함하는 핵연료 조성값의 초기 세트를 발생할 수도 있다.

[0085] 다른 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122)의 각각의 세트의 하나 이상의 디자인 변수를 사용하여 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 위치의 초기 세트에 위치한 영역(122)의 세트의 각각 내의 핵연료 합금 내의 구성 원소의 상대량을 포함하는 핵연료 조성값의 초기 세트를 발생할 수도 있다. 당 기술 분야의 숙련자들은 이에 한정되는 것은 아니지만, 지르코늄과 같은 합금제가 금속 핵연료의 상을 안정화하기 위해 (예를 들어, 구성 재료의 이동을 안정화함) 금속 핵연료 내에 사용될 수도 있다는 것을 인식해야 한다. 일 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122)의 각각의 세트의 하나 이상의 디자인 변수를 사용하여 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트의 각각 내에 포함된 우라늄-지르코늄 합금 내의 우라늄 및 플루토늄의 상대량을 포함하는 핵연료 조성값의 초기 세트를 발생할 수도 있다. 다른 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122)의 각각의 세트의 하나 이상의 디자인 변수를 사용하여 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트의 각각 내에 포함된 우라늄-플루토늄-지르코늄 합금 내의 우라늄, 플루토늄 및 지르코늄의 상대량을 포함하는 핵연료 조성값의 초기 세트를 발생할 수도 있다.

[0086] 전술된 핵분열성 및 비-핵분열성 재료의 유형은 한정으로서 해석되어서는 안된다는 것이 이해되어야 한다. 오히려, 전술된 핵분열성 및 비-핵분열성 재료의 유형은 단지 예시적인 목적으로만 제공된 것이고, 부가의 또는 대안적인 재료가 본 발명의 구현을 위해 적합할 수도 있다는 것이 예상된다.

[0087] 도 1a는 본 발명의 하나 이상의 실시예에 따른, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)에 의한 계산을 위해 적합한 원자로 노심 파라미터 분포(159)의 블록도를 도시하고 있다. 일 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 위치의 초기 세트에 위치한 영역(122)의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트에 기초하여 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하도록 구성된다. 예를 들어, 도 1b에 도시되어 있는 바와 같이, 메모리(108) 내에 유지된 프로그램 명령(105)은 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 위치의 초기 세트에 위치한 영역(122)의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값(141)의 발생된 초기 세트에 기초하여 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)가 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하게 하도록 구성된 시뮬레이션된 노심 파라미터 분포 계산기를 포함할 수도 있다. 다른 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 저장 및 이후의 사용을 위해 메모리(108) 내에 유지된 하나 이상의 데이터베이스(107)에 계산된 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(159)를 전송할 수도 있다.

[0088] 하나 이상의 프로세서(106)를 거쳐 계산된 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(159)는 당 기술 분야에 공지된 임의의 원자로 노심 파라미터 분포를 포함할 수도 있다. 일 실시예에서, 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심(120)의 파워 밀도 분포(160)를 계산할 수도 있다. 다른 실시예에서, 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심(120)의 파워 밀도 분포의 변화율(161)을 계산할 수도 있다. 원자로 노심의 파워 밀도 및 파워 밀도의 변화율은 본 명세서에 그대로 참조로서 함체되어 있는 Elmer E. Lewis, Fundamentals of Nuclear Reactor Physics, 1st ed, Elsevier Inc., 2008, pp. 199-213에 일반적으로 설명되

어 있다.

- [0089] 일 실시예에서, 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심(120)의 반응도 분포(162)를 계산할 수도 있다. 다른 실시예에서, 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심(120)의 반응도 분포의 변화율(163)을 계산할 수도 있다. 원자로 노심의 반응도 및 반응도의 변화율은 본 명세서에 그대로 참조로서 함체되어 있는 Elmer E. Lewis, Fundamentals of Nuclear Reactor Physics, 1st ed, Elsevier Inc., 2008, pp. 115-234에 일반적으로 설명되어 있다.
- [0090] 도 1a 내지 도 1c를 재차 참조하면, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 본 발명의 실시예에 따른, 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 영역(122)의 세트에 하나 이상의 섭동 프로세스를 수행함으로써 로딩 분포를 발생하도록 구성된다. 이와 관련하여, 구현된 섭동 프로세스는 시스템(100)이 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역(122)의 세트를 위한 위치의 후속의 세트를 결정하게 한다.
- [0091] 일 실시예에서, 도 1b에 도시되어 있는 바와 같이, 메모리(108) 내에 유지된 프로그램 명령(105)은 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)가 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 영역(122)의 세트에 하나 이상의 섭동 프로세스를 수행함으로써 로딩 분포를 발생하게 하도록 구성된 시뮬레이션된 로딩 분포 발생기 알고리즘(138)을 포함할 수도 있다. 다른 실시예에서, 도 1c에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 저장 및 이후의 사용을 위해 하나 이상의 데이터베이스(107)에 발생된 로딩 분포(143)[예를 들어, 시뮬레이션된 원자로 노심(120) 전체에 걸친 핵연료 조성의 분포]를 전송할 수도 있다.
- [0092] 일 실시예에서, 위치의 후속의 세트는 시뮬레이션된 BOC 노심의 하나 이상의 계산된 원자로 노심 분포와 원자로(즉, 기준 원자로)의 노심의 상태와 연계된 수신된 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 편차 메트릭(예를 들어, 차이, 공간적으로 평균화된 차이, 최대 차이, 최소 차이, 집계된 전역 편차 메트릭 등)을 선택된 공차 레벨 미만으로 감소시키는 역할을 한다.
- [0093] 다른 실시예에서, 위치의 후속 세트는 시뮬레이션된 BOC 노심(120)을 위한 적합한 로딩 분포를 규정할 수도 있다. 예를 들어, 영역 위치의 후속 세트는, 시뮬레이션된 노심 내의 영역의 세트의 위치의 후속 세트(즉, 하나 이상의 섭동 사이클 후의 영역의 위치)가 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 하나 이상의 기준 원자로 노심 파라미터 분포(103)를 향해 충분히 수렴하는(예를 들어, 선택된 공차 레벨 미만으로 충분히 수렴함) 하나 이상의 계산된 로딩 분포(143)를 생성하는 상황에서 적합한 노심 로딩 분포를 규정할 수도 있다. 이 설정에서, 위치의 후속 세트는 연계된 원자로 노심[본 명세서에 더 설명된 노심(202) 참조] 내의 하나 이상의 영역(122)의 위치의 "최종" 세트로서 이용될 수도 있다.
- [0094] 도 1p는 본 발명의 실시예에 따른, 시뮬레이션된 원자로 노심(120)의 영역(122)의 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 적합한 섭동 프로세스(170)의 단계를 도시하고 있는 흐름도를 도시하고 있다. 제1 단계(171)에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 하나 이상의 기준 원자로 노심 파라미터 분포를 수신할 수도 있다. 예를 들어, 본 명세서에 전체에 걸쳐 설명된 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 하나 이상의 기준 원자로 노심 파라미터 분포(103)를 수신할 수도 있다. 예를 들어, 하나 이상의 기준 원자로 노심 파라미터 분포는 기준 원자로 노심(예를 들어, 작동된 원자로 노심)의 평형 분포를 포함할 수도 있다.
- [0095] 제2 단계(172)에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 제1 원자로 노심 파라미터 분포(또는 원자로 노심 파라미터 분포의 제1 세트)를 계산할 수도 있다. 예를 들어, 본 명세서 전체에 걸쳐 설명된 바와 같은 다양한 방법 및 실시예를 이용하여, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 원자로 노심(120) 전체에 걸쳐 "신선한" 핵연료(예를 들어, 미연소 핵연료 또는 농축 핵연료) 또는 재생 핵연료를 포함하는 영역(122)[예를 들어, 하나 이상의 연료 조립체(124)를 포함하는 영역]의 분포에 기초하여 제1 원자로 노심 파라미터를 계산할 수도 있다.
- [0096] 제3 단계(173)에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 단계 172에서 계산된 제1 계산된 원자로 노심 파라미터 분포를 단계 171의 수신된 기준 원자로 노심 파라미터 분포에 비교할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 제1 계산된 원자로 노심 파워 밀도 분포(단계 172에서 계산됨)를 수신된 기준 원자로 노심 파워 밀도 분포(단계 171에서 수신됨)에 비교할 수도 있다.
- [0097] 또한, 하나 이상의 프로세서(106)는 제1 계산된 원자로 노심 파라미터 분포의 적어도 일부와 수신된 기준 원자로 노심 파라미터 분포의 부분 사이의 적어도 하나의 편차 메트릭을 계산할 수도 있다. 하나 이상의 프로세서(106)에 의해 계산된 편차 메트릭은 제1 계산된 원자로 노심 파라미터 분포의 전체 또는 일부와 수신된 기준 원

자로 노심 파라미터 분포 사이의 차이 또는 편차를 정량화하기 위해 적합한 당 기술 분야에 공지된 임의의 메트릭을 포함할 수도 있다는 것이 본 명세서에서 주목된다. 예를 들어, 편차 메트릭은 차이(예를 들어, 공통 위치에서의 차이), 상대 차이, 비, 평균화된 차이(예를 들어, 공간적으로 평균화된 차이), 최대 차이(예를 들어, 임의의 2개 이상의 공통 위치 사이의 최대 차이), 최소 차이(예를 들어, 2개 이상의 공통 위치 사이의 최소 차이), 집계된 편차(예를 들어, 전역 편차 메트릭) 또는 당 기술 분야에 공지된 임의의 다른 편차 메트릭을 포함할 수도 있지만, 이들에 한정되는 것은 아니다.

[0098] 제1 계산된 원자로 노심 파라미터 분포 및 수신된 원자로 노심 파라미터 분포의 모두는 원자로 노심 전체에 걸쳐 소정의 원자로 노심 파라미터의 3차원 분포로 각각 이루어질 수도 있다는 것이 본 명세서에서 인식된다. 이와 같이, 제1 계산된 원자로 노심 파라미터 분포와 수신된 기준 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 비교(173)는 2개 이상의 3차원 가변 분포를 비교하기 위해 적합한 당 기술 분야에 공지된 임의의 비교 기술을 포함할 수도 있다.

[0099] 일 실시예에서, 비교는 시뮬레이션된 노심 및 기준 노심 내의 선택된 방향을 따라 원자로 노심 파라미터 분포를 비교하는 것을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 비교는 시뮬레이션된 노심 및 기준 노심을 통해 연장하는 적어도 유사한 반경방향 라인을 따라 원자로 노심 파라미터 분포를 비교하는 것을 포함할 수도 있다. 이 접근법은 3차원 비교를 1차원 비교로 효율적으로 감소시킨다는 것이 본 명세서에서 주목된다. 상이한 방향을 각각 따르는 다수의 비교는 시뮬레이션된 노심과 기준 노심 사이에 이루어질 수도 있다는 것이 또한 주목된다. 다음에, 다수의 1차원 비교는 제1 계산된 원자로 노심 파라미터 분포와 기준 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 전체 편차를 표현하는 전역 편차 메트릭을 제공하기 위해 집계될 수도 있다.

[0100] 다른 실시예에서, 비교는 시뮬레이션된 노심 및 기준 노심 내의 선택된 평면 또는 단면을 가로질러 원자로 노심 파라미터 분포를 비교하는 것을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 비교는 시뮬레이션된 노심 및 기준 노심을 통해 연장하는 적어도 유사한 단면을 가로지르는 원자로 노심 파라미터 분포를 비교하는 것을 포함할 수도 있다. 이 접근법은 3차원 비교를 2차원 비교로 효율적으로 감소시킨다는 것이 본 명세서에서 주목된다. 상이한 단면에서의 각각의 다수의 비교는 시뮬레이션된 노심과 기준 노심 사이에 이루어질 수도 있다는 것이 또한 주목된다. 다음에, 다수의 2차원 비교는 제1 계산된 원자로 노심 파라미터 분포와 기준 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 전체 편차를 표현하는 전역 편차 메트릭을 제공하기 위해 집계될 수도 있다.

[0101] 다른 실시예에서, 비교는 시뮬레이션된 노심 및 기준 노심 내의 영역(122)[예를 들어, 도 1i 내지 도 1k의 영역(122)]의 세트의 각각에서 분포를 비교하는 것을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 비교는 영역(122)의 세트의 각각에서 2개의 분포 사이의 편차 메트릭을 계산함으로써 제1 계산된 원자로 노심 파라미터 분포와 수신된 기준 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 집계된 편차 메트릭을 발생하는 것을 포함할 수도 있다. 다음에, 각각의 영역으로부터의 다수의 비교에서 수집된 편차 메트릭은 제1 계산된 원자로 노심 파라미터 분포와 기준 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 전체 편차를 표현하는 전역 편차 메트릭을 제공하기 위해 통계적으로 집계될 수도 있다. 다른 실시예에서, 비교는 기준 노심 및 시뮬레이션된 노심의 선택된 체적[예를 들어, 영역(122) 또는 영역(112)의 그룹]으로부터 추출된 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포에 대한 평균된 편차값(예를 들어, 평균된 차이값)을 비교하는 것을 포함할 수도 있다.

[0102] 제1 계산된 원자로 노심 파라미터 분포와 기준 원자로 노심 파라미터 분포의 비교시에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 제1 계산된 원자로 노심 파라미터 분포와 기준 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 계산된 편차 메트릭이 선택된 공차 레벨을 초과하는지, 그 공차 레벨에 또는 그 미만인지 여부를 결정할 수도 있다. 편차 메트릭이 선택된 공차 레벨에 또는 그 미만인 이하인 경우에, 섭동 절차가 종료한다(174). 편차 메트릭이 선택된 공차 레벨을 초과하는 경우에, 섭동 절차는 단계 175로 이동한다.

[0103] 제4 단계(175)에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 영역(122)[예를 들어, 하나 이상의 시뮬레이션된 연료 조립체(124)를 포함하는 영역]의 세트 중 하나 이상의 공간 위치를 변동할 수도 있다. 이와 관련하여, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122)을 "섭동"할 수도 있다. 영역(122)의 위치는 당 기술 분야에 공지된 임의의 방식으로 하나 이상의 방향을 따라 섭동될 수도 있다는 것이 본 명세서에서 인식된다.

[0104] 제5 단계(176)에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 단계 175에서 성취된 영역(122)의 섭동된 위치에 기초하여 부가의 원자로 노심 파라미터 분포(또는 원자로 노심 파라미터 분포의 부가의 세트)를 계산할 수도 있다. 예를 들어, 본 명세서에 전체에 걸쳐 설명된 바와 같은 다양한 방법 및 실시예를 이용하여, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 단계 175에서 성취된 이들의 신규 위치(단계 172의 위치에 대해 "신규한")에

서, 신선한 또는 재생 핵연료를 포함하는 영역(122)의 분포에 기초하여 부가의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산할 수도 있다.

- [0105] 제6 단계(177)에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 단계 176에서 발견된 부가의 계산된 원자로 노심 파라미터 분포를 단계 171의 수신된 기준 원자로 노심 파라미터 분포에 비교할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 상기 단계 173에 설명된 것과 유사한 방식으로, 부가의 계산된 원자로 노심 파워 밀도 분포(단계 176에서 계산됨)를 수신된 기준 원자로 노심 파워 밀도 분포(단계 171에서 수신됨)에 비교할 수도 있다.
- [0106] 부가의 계산된 원자로 노심 파라미터 분포를 기준 원자로 노심 파라미터 분포에 비교할 때, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 부가의 계산된 원자로 노심 파라미터 분포와 기준 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 계산된 편차 메트릭이 전술된 바와 같이, 선택된 공차 레벨 초과, 그 공차 레벨에 또는 그 미만인지의 결정할 수도 있다. 편차 메트릭이 선택된 공차 레벨에 또는 그 미만인 경우에, 섭동 절차가 종료할 수도 있다(178). 편차 메트릭이 선택된 공차 레벨을 초과하는 경우에, 섭동 절차는, 제N 계산된 원자로 노심 파라미터 분포가 선택된 임계값 이하의 레벨로 기준 노심 파라미터 분포를 향해 수렴할 때까지, 단계 175에서 재차 시작하여 반복할 수도 있다. 이와 관련하여, 영역(122)의 위치는 선택된 공차값(예를 들어, 선택된 정확도의 레벨) 이하인 크기만큼 기준 원자로 노심 파라미터 분포(예를 들어, 평형 분포)로부터 벗어나는 원자로 노심 파라미터 분포를 생성하는 신선한 또는 재생 핵연료의 분포를 규정한다.
- [0107] 다른 실시예에서, 섭동 프로세스(170)는 제1 반복 단계 후의 반복 단계에서 선형 변화율 분석을 구현할 수도 있다. 예를 들어, 섭동 프로세스(170)는 제2 반복 단계에서 반복 단계에서의 선형 변화율 분석을 구현할 수도 있다. 예를 들어, 제2 반복 단계에서, 섭동된 결과는 제1 반복의 결과에 비교될 수도 있다. 제1 단계와 제2 단계 사이에 관찰된 차이에 기초하여, 영역(122)에 대한 선형 변화율이 계산될 수도 있다. 이어서, 선형 변화율은 다음 섭동 단계에서 이용된다. 또한, 이 프로세스는 원자로 노심 파라미터 분포가 선택된 공차값(예를 들어, 선택된 정확도의 레벨) 이하인 크기만큼 기준 원자로 노심 파라미터 분포(예를 들어, 평형 분포)로부터 벗어날 때까지 반복될 수도 있다.
- [0108] 반응도 및 파워 밀도 분포와 같은 원자로 노심 파라미터 분포가 일반적으로 고유하지 않다는 것이 본 명세서에서 또한 인식된다. 이와 같이, 다수의 원자로 상태는 유사한 결과를 제공할 수도 있다. 일 실시예에서, 본 발명은 임계치에 충분히 근접한 해결책을 바람직하게 선택하도록 작용할 수도 있는 데, 여기서 $k_{eff}=1$ 이다. 이와 관련하여, 제2 반복 레벨은 시뮬레이션된 노심이 임계적이거나 적어도 거의 임계적이도록 시뮬레이션된 노심(120) 내의 농축 분포를 조정하기 위해 제1 반복(전술됨)의 수렴 후에 활성화될 수도 있다. 또한, 본 발명은 선택된 상태(예를 들어, 평형)에서 기준 원자로의 분포를 미러링하는(mirrors) 임계 분포에 적절하게 수렴하기 위해 이들 단계를 다수회 실행할 수도 있다.
- [0109] 도 1a를 재차 참조하면, 하나 이상의 프로세서(106)는 섭동 프로세스에서 발견된 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 포함하는 발생된 로딩 분포를 하나 이상의 연계된 디바이스 또는 시스템에 보고할 수도 있다.
- [0110] 일 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역(122)의 세트의 위치의 후속 세트를 디스플레이 디바이스(116)에 보고할 수도 있다. 다른 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심의 섭동 프로세스의 각각의 반복 단계에서 영역(122)의 세트의 위치의 세트를 디스플레이 디바이스(116)에 보고할 수도 있다.
- [0111] 디스플레이 디바이스는 당 기술 분야에 공지된 임의의 시각적 디스플레이 디바이스를 포함할 수도 있다. 예를 들어, 디스플레이 디바이스(116)는 제어기(102)에 통신적으로 결합된 사용자 인터페이스 디바이스(114)의 디스플레이 디바이스(116)를 포함할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 디스플레이 디바이스(116)는 당 기술 분야에 공지된 임의의 시각적 또는 오디오 디스플레이를 포함할 수도 있다. 예를 들어, 시각적 디스플레이의 경우에, 디스플레이 디바이스는 액정 디스플레이(liquid crystal display: LCD), 하나 이상의 발광 다이오드(light emitting diodes: LEDs), 하나 이상의 유기 LED(organic LEDs: OLEDs), 음극선관(cathode ray tube: CRT) 등을 포함할 수도 있지만, 이들에 한정되는 것은 아니다. 또한, 인터페이스 디바이스(114)는 당 기술 분야에 공지된 임의의 사용자 입력 디바이스(118)를 포함할 수도 있다. 예를 들어, 하나 이상의 사용자 입력 디바이스(118)는 키보드, 터치패드, 디스플레이 디바이스와 일체화된 터치스크린, 마우스 등을 포함할 수도 있다.
- [0112] 다른 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역(122)의 세트의 위

치의 후속 세트를 포함하는 로딩 분포 결과를 하나 이상의 메모리 디바이스에 보고할 수도 있다. 예를 들어, 하나 이상의 프로세서(106)는 제어기(102)의 메모리(108) 내에 유지된 데이터베이스(107)에 섭동 프로세스의 로딩 분포 결과(143)를 전송할 수도 있다. 다른 예로서, 하나 이상의 프로세서(106)는 제어기(102)에 통신적으로 결합된 원격 시스템(예를 들어, 원격 서버)의 메모리 내에 유지된 데이터베이스에 섭동 프로세스의 로딩 분포 결과(143)를 전송할 수도 있다.

[0113] 다른 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심의 섭동 프로세스의 각각의 반복 단계에서 영역(122)의 세트의 위치의 세트를 하나 이상의 메모리 디바이스에 보고할 수도 있다. 예를 들어, 하나 이상의 프로세서(106)는 제어기(102)의 메모리(108) 내에 유지된 데이터베이스(107)에 시뮬레이션된 BOC 노심의 섭동 프로세스의 각각의 반복 단계에서 영역(122)의 세트의 위치의 세트를 전송할 수도 있다. 다른 예로서, 하나 이상의 프로세서(106)는 제어기(102)에 통신적으로 결합된 원격 시스템(예를 들어, 원격 서버)의 메모리 내에 유지된 데이터베이스에 시뮬레이션된 BOC 노심의 섭동 프로세스의 각각의 반복 단계에서 영역(122)의 세트의 위치의 세트를 전송할 수도 있다.

[0114] 다른 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC의 영역(122)의 세트의 위치의 후속 세트를 포함하는 로딩 분포 결과를 연계된 원자로(101)의 작동 시스템에 보고할 수도 있다. 예를 들어, 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로(101)의 제어 시스템(180)에 섭동 프로세스의 로딩 분포 결과(143)를 전송할 수도 있다.

[0115] 다른 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심의 섭동 프로세스의 각각의 반복 단계에서 영역(122)의 세트의 위치의 세트를 연계된 원자로(101)의 제어 시스템(180)에 보고할 수도 있다. 예를 들어, 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심의 섭동 프로세스의 각각의 반복 단계에서 영역(122)의 세트의 위치의 세트를 원자로(101)의 제어 시스템(180)에 전송할 수도 있다.

[0116] 도 2a 내지 도 2d를 일반적으로 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른, 로딩 분포 발생 기능을 구비한 원자로 시스템(200)이 설명된다. 일 양태에서, 시스템(200)은 로딩 분포(본 명세서에 전술된 바와 같이)를 발생하기 위해 적합하다. 이어서, 시스템(200)에 의해 발생된 로딩 분포는 이어서 시스템(200)의 제어기(102)와 연계된 원자로 노심(202)을 구성하는 데[예를 들어, 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 배열하거나 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(280)를 초기에 로딩함] 이용될 수도 있다. 이와 관련하여, 원자로 노심(202)의 구성은 기준 원자로의 노심의 선택된 상태(예를 들어, 평형 상태)와 연계된 수신된 원자로 노심 파라미터 분포와 일치하는(즉, 선택된 공차 레벨 내의) 상태에서 원자로의 노심(202)이 사이클 작동을 시작하도록(예를 들어, 수명 초기 작동) 실행된다.

[0117] 본 출원인은 본 명세서에 전체에 걸쳐 제공된 다양한 실시예 및 예가 시스템(200)으로 확장되도록 해석되어야 한다는 것을 본 명세서에서 주지한다. 본 명세서에 전술된 바와 같이, 시스템(200)은 노심 파라미터 분포 소스(104)(예를 들어, 메모리 내에 유지된 노심 파라미터 분포 데이터베이스)에 통신적으로 결합된 제어기(102)를 포함할 수도 있다. 또한, 제어기(102)는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 기준 원자로(예를 들어, 기준 증식 연소 원자로)의 노심의 평형 상태와 같은 상태와 연계된 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)(예를 들어, 파워 밀도 분포 또는 반응도 분포)를 수신하도록 구성된다. 게다가, 제어기(102)는 원자로 노심의 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생하도록 구성된다. 제어기(102)는 또한 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 영역(122)의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하도록 구성된다. 또한, 제어기(102)는 영역(122)의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하도록 구성된다. 게다가, 제어기(102)는 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 위치의 초기 세트에 위치된 영역(122)의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트에 기초하여 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하도록 구성된다. 또한, 제어기(102)는 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 영역(122)의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 영역(122)의 세트에 하나 이상의 섭동 프로세스(예를 들어, 도 1p에 도시되어 있는 섭동 프로세스)를 수행함으로써 로딩 분포를 발생하도록 구성된다.

[0118] 본 발명의 다른 양태에서, 시스템(200)은 제어기(102)와 연계된 원자로(101)를 포함할 수도 있다. 일 실시예에서, 원자로(101)는 원자로 노심(202)을 포함한다. 다른 실시예에서, 원자로 노심(202)은 연료 조립체(208)의 세트를 포함한다. 다른 실시예에서, 원자로 노심(202)의 연료 조립체(208)는 본 명세서에 전술된 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)에 의해 발생된 핵연료 로딩 분포에 따라 배열 가능하다. 또한, 본 명세서에 전술된 바와 같이, 핵연료 로딩 분포는 시뮬레이션된 BOC 노심(120)을 갖는 영역(122)의 위치의 후속

세트를 포함할 수도 있다. 본 명세서에 전술된 바와 같이, 영역(122)의 위치의 후속 세트는 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 원자로 노심 파라미터 분포가 사전선택된 공차 레벨 내의 기준 원자로의 노심으로부터 수신된 원자로 노심 파라미터 분포를 향해 수렴하게 하도록 작용할 수도 있다. 이와 관련하여, 영역(122)의 위치의 후속 세트는 평형 상태와 같은 선택된 상태에서 소정의 기준 원자로로부터 원자로 노심 파라미터 분포에 "정합하는(matching)" 원자로 노심 파라미터 분포를 형성하는 역할을 한다.

[0119] 일 실시예에서, 도 2a 내지 도 2b에 도시되어 있는 바와 같이, 시스템(200)은 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)에 통신적으로 결합된(예를 들어, 직접적으로 또는 간접적으로 결합된) 연료 핸들러(204)를 포함한다. 다른 실시예에서, 연료 핸들러(204)는 제어기(102)에 의해 발생된 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로(101)의 원자로 노심(202)의 적어도 하나의 연료 조립체(208)를 배열하도록 구성된다. 연료 핸들러(204)는 당 기술 분야에 공지된 임의의 핵연료 조립체 핸들러, 또는 핵연료 조립체 핸들링 시스템을 포함할 수도 있다는 것이 본 명세서에 주지된다. 예를 들어, 핵연료 핸들러(204)는 연료 조립체를 "과지하고" 연료 조립체를 초기 위치로부터 새로운 위치로 이동시키는 것이 가능한 임의의 핵연료 조립체 핸들러/핸들링 시스템을 포함할 수도 있다. 이와 관련하여, 연료 핸들러(204)는 원자로 노심(202) 내에 미리 존재하는 연료 조립체를 재배열하거나 원자로 노심(202)으로부터 연료 조립체를 제거하고 연료 조립체를 원자로 노심(202) 내에 삽입하는 것이 가능하다.

[0120] 도 2c는 메모리(108) 내에 유지되고 본 명세서 전체에 걸쳐 설명된 하나 이상의 단계를 수행하도록 구성된 프로그램 명령(210)의 하나 이상의 세트의 블록도를 도시하고 있다. 본 명세서에 전술된 바와 같이, 메모리(108) 내에 유지된 프로그램 명령(210)은 초기 로딩 분포 발생기 알고리즘(130), 초기 영역 위치 선택기 알고리즘(132), 초기 연료 디자인 파라미터 발생기 알고리즘(134), 시뮬레이션된 노심 파라미터 분포 계산기 알고리즘(136) 및 시뮬레이션된 로딩 분포 발생기 알고리즘(138)을 포함할 수도 있다. 다른 실시예에서, 시스템(200)의 프로그램 명령(210)은 시뮬레이션된 로딩 분포 발생기 알고리즘(138)의 출력에 응답하여 원자로(101)의 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 배열하도록 연료 조립체 핸들러(204)에 명령하도록 구성된 연료 조립체 배열기 알고리즘(211)을 포함할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0121] 도 2a 내지 도 2b를 재차 참조하면, 시스템(200)은 연료 핸들러 제어기(206)를 포함할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 일 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 연료 핸들러 제어기(206)를 거쳐 연료 핸들러(204)와 간접 통신하여 배치된다. 이와 관련하여, 도 2a 및 도 2b에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 제어기(102)에 의해 발생된 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 지시하는 하나 이상의 신호(207)를 연료 핸들러 제어기(206)에 전송하도록 구성된다. 이어서, 연료 핸들러 제어기(206)는 제어기(102)로부터 하나 이상의 신호(207)를 수신하고, 전송된 신호에 인코딩된 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 영역(122)의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 배열하도록 연료 핸들러(204)에 명령할[예를 들어, 신호(209)] 수도 있다. 이와 관련하여, 적합한 로딩 분포를 발생할 때, 제어기(102)는 제어기(102)에 의해 발생된 로딩 분포에 정합하도록 노심(202)의 구성요소를 배열하도록 연료 핸들러(204)에 명령할 수도 있다.

[0122] 대안 실시예에서, 도시되어 있지는 않지만, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로(101)의 제어 시스템(180)을 거쳐 연료 핸들러(204)와 간접 통신하여 배치된다. 일 실시예에서, 제어기(102)는 원자로 제어 시스템(180)을 거쳐 연료 핸들러(204)에 명령을 간접적으로 전송할 수도 있다. 이와 관련하여, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 제어기(102)에 의해 발생된 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 지시하는 하나 이상의 신호(도시 생략)를 원자로(101)의 제어 시스템(180)에 전송하도록 구성된다. 이어서, 원자로(101)의 제어 시스템(180)은 제어기(102)로부터 하나 이상의 신호를 수신하고 전송된 신호에 인코딩된 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 배열하도록 연료 핸들러(204)에 명령할 수도 있다.

[0123] 다른 실시예에서, 도시되어 있지는 않지만, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 연료 핸들러(204)와 직접 통신하여 배치된다. 일 실시예에서, 제어기(102)는 연료 핸들러(204)에 명령을 직접 전송할 수도 있다. 이와 관련하여, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 제어기(102)에 의해 발생된 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 지시하는 하나 이상의 신호(도시 생략)를 연료 핸들러(204)에 직접 전송하도록 구성된다. 이 방식으로, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 전송된 신호에 인코딩된 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 배열하도록 연료 핸들러(204)에 명령할 수도 있다. 본 명세서 전체에 걸쳐 설명된 바와 같은 연료 핸들러 제어기(206)[예를 들어, 연료 핸들러(204)를 제어하는 데 필요한 소프트웨어/펌웨어]의 기능은 제어기(102) 내에 일체

화될 수도 있다는 것이 본 명세서에서 인식된다. 이와 관련하여, 연료 핸들러 제어기(206)는 제어기(102)의 모듈로서 구성될 수도 있다.

[0124] 다른 실시예에서, 제어기(102)는 원자로(101)의 하나 이상의 작동 시스템 내에 일체화될 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 다양한 기능은 원자로(101)의 제어 시스템(180) 내에 통합될 수도 있다. 이와 관련하여, 제어기(102)는 제어 시스템(180)의 모듈로서 구성될 수도 있다.

[0125] 도 2a 내지 도 2b를 재차 참조하면, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 하나 이상의 연료 조립체(208)의 병진에 의해 하나 이상의 연료 조립체(208)를 배열하도록 연료 핸들러(204)에 명령할 수도 있다. 일 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 초기 위치로부터 후속 위치로 원자로(101)의 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 병진하도록 연료 핸들러(204)에 명령하도록 구성된다. 예를 들어, 도 2b에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 파지기 유닛(214)을 거쳐 연료 조립체(212)에 기계적으로 결합하도록 연료 핸들러(204)에 명령할 수도 있다. 이어서, 연료 핸들러(204)는 노심(202)으로부터 연료 조립체(212)를 회수하고 연료 조립체(212)를 상이한 위치로 병진할 수도 있다. 새로운 위치에 도달시에, 연료 핸들러(204)는 이어서 새로운 위치 내로 연료 조립체(212)를 재삽입할 수도 있다. 새로운 위치가 조립체(212)의 재삽입을 위해 이용 가능하게 하기 위해, 위치를 미리 점유하고 있는 조립체(도시 생략)는 먼저 제거되어야 한다는 것[연료 핸들러(204)의 제 2 파지기 또는 부가의 연료 핸들러(도시 생략)에 의해 제거됨]이 본 명세서에서 인식된다. 이와 관련하여, 연료 핸들러(204)(또는 다수의 연료 핸들러)는 제어기(102)에 의해 발생된 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로(101)의 노심(202)의 연료 조립체(208)의 전체 또는 일부를 배열할(또는 재배열할) 수도 있다.

[0126] 다른 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 하나 이상의 연료 조립체(208)를 교체함으로써 하나 이상의 연료 조립체(208)를 배열하도록 연료 핸들러(204)에 명령할 수도 있다. 일 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로(101)의 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 교체하도록 연료 핸들러(204)에 명령하도록 구성된다. 예를 들어, 도 2b에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 연료 조립체(212)에 기계적으로 결합하도록 연료 핸들러(204)의 파지기 유닛(214)에 명령할 수도 있다. 이어서, 연료 핸들러(204)는 노심(202)으로부터 연료 조립체(212)를 회수하고 연료 조립체(212)를 연료 조립체 저장 유닛(도시 생략)에 이동할 수도 있다. 다음에, 연료 핸들러(204)(또는 부가의 연료 핸들러)의 파지기 유닛(214)은 "새로운" 연료 조립체(도시 생략)에 기계적으로 결합하고 제거된 연료 조립체(212)의 위치 또는 다른 위치 내로 새로운 연료 조립체를 이동시킬 수도 있다. 이와 관련하여, 연료 핸들러(204)(또는 다수의 연료 핸들러)는 제어기(102)에 의해 발생된 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로(101)의 노심(202)의 연료 조립체(208)의 전체 또는 일부를 교체할 수도 있다.

[0127] 다른 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 하나 이상의 연료 조립체(208)를 노심(202) 내로 로딩함으로써 하나 이상의 연료 조립체(208)를 배열하도록 연료 핸들러(204)에 명령할 수도 있다. 일 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로(101)의 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 신선하게 로딩하도록(즉, 최초로 로딩) 연료 핸들러(204)에 명령하도록 구성된다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로 노심(202)의 외부에 저장된 연료 조립체(도시 생략)에 기계적으로 결합하도록 연료 핸들러(204)의 파지기 유닛(214)에 명령할 수도 있다. 이어서, 연료 핸들러(204)는 제어기(102)에 의해 발생된 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 영역의 세트의 위치의 후속 세트와 일치하는 위치로 연료 조립체를 이동시킬 수도 있다. 이와 관련하여, 연료 핸들러(204)(또는 다수의 연료 핸들러)는 제어기(102)에 의해 발생된 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로(101)의 노심(202)의 연료 조립체(208)의 전체 또는 일부를 로딩할 수도 있다.

[0128] 다른 실시예에서, 연료 핸들러(204)는 사용자 입력을 거쳐 제어될 수도 있다. 예를 들어, 사용자는 제어기(102)에 의해 발생된 핵연료 로딩 분포를 디스플레이(116) 상에서 리뷰할 수도 있다. 핵연료 로딩 분포에 응답하여, 사용자는 표시된 핵연료 로딩 분포를 수락하고, 거절하거나, 수정할 수도 있다. 예를 들어, 적합한 핵연료 로딩 분포로 제시될 때, 사용자는 사용자 입력 디바이스(118)를 거쳐 적합한 핵연료 로딩 분포를 승인할 수도 있다. 이어서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 본 명세서 전체에 걸쳐 설명된 바와 같이, 승인된 핵연료 로딩 분포를 구현하도록 연료 핸들러(204)에 명령할 수도 있다. 다른 경우에, 원하지 않는 핵연료 로딩 분포로 제시될 때, 사용자는 사용자 입력 디바이스(118)를 거쳐 원하지 않는 핵연료 로딩 분포를 거절할

수도 있다. 이어서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 본 발명의 노심 시뮬레이션/핸들링 절차를 종료하거나 반복할 수도 있다. 다른 경우에, 원하지 않는 핵연료 로딩 분포로 제시될 때, 사용자는 사용자 입력 디바이스(118)를 거쳐 원하지 않는 핵연료 로딩 분포를 수정할 수도 있다. 예를 들어, 사용자는 로딩 분포의 하나 이상의 다른 부분을 변경하면서, 제공된 로딩 분포의 부분을 수락할 수도 있다. 예를 들어, 사용자는 제어기(102)에 의해 제공된 핵연료 로딩 분포의 연료 조립체 또는 연료 조립체 전체의 배열을 변경하거나 재배열 [예를 들어, 사용자 입력 디바이스(118) 및/또는 디스플레이(116)를 거쳐]할 수도 있다. 이어서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 사용자 변경된 핵연료 로딩 분포를 구현하도록 연료 핸들러(204)에 명령할 수도 있다.

[0129] 도 2d는 본 발명의 하나 이상의 실시예에 따른, 본 발명의 노심 배열에 적합한 원자로의 유형을 도시하고 있다. 시스템(200)의 원자로(101)는 당 기술 분야에 공지된 임의의 원자로를 포함할 수도 있다. 일 실시예에서, 원자로(101)는 열 원자로(214)를 포함할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 다른 실시예에서, 원자로(101)는 고속 원자로(216)를 포함할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 다른 실시예에서, 원자로(101)는 증식 연소 원자로(218)를 포함할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 다른 실시예에서, 원자로(101)는 진행과 원자로(220)를 포함할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0130] 시스템(200)의 원자로(101)의 원자로 노심(202)의 연료 조립체 구성은 당 기술 분야에 공지된 임의의 구성을 취할 수도 있다는 것이 본 명세서에서 인식된다. 이와 같이, 원자로(101)의 원자로 노심(202) 내의 연료 조립체(208)의 수, 형상, 크기 및 배열은 당 기술 분야에 공지된 임의의 구성을 취할 수도 있다. 예를 들어, 연료 조립체(208)는 도 2a 내지 도 2b에 도시되어 있는 바와 같이, 육각형 어레이 구성으로 배열된 육각면체형 연료 조립체를 포함할 수도 있다. 다른 실시예에서, 시스템(200)의 원자로(101)의 원자로 노심(202)의 각각의 연료 조립체(208)는 하나 이상의 연료핀(도시 생략)을 포함할 수도 있다. 각각의 연료 조립체(208) 내의 연료핀의 수, 형상, 크기 및 배열은 당 기술 분야에 공지된 임의의 구성을 취할 수도 있다는 것이 인식된다. 예를 들어, 각각의 연료 조립체(208)의 연료핀은 도 1g에 도시되어 있는 시뮬레이션된 배열과 유사하게, 각각의 연료 조립체 내의 밀집 패킹된 구성으로 배열된 원통형 형상의 연료핀을 포함할 수도 있다.

[0131] 다른 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로(101)의 원자로 노심(202)의 물리적 특성의 일부에 실질적으로 유사한 적어도 몇몇 시뮬레이션된 물리적 특성을 갖는 노심(120) 시뮬레이션 환경을 발생하도록 구성된다. 예를 들어, 원자로 노심(202)이 육각형 어레이 구조로 배열된 육각면체형 연료 조립체로 이루어지는 세팅에서, 프로그램 명령(210)은 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)가 육각형 어레이 구조로 배열된 육각면체형 연료 조립체를 갖는 원자로 노심(120) 시뮬레이션 환경을 발생하게 하기 위해 적합할 수도 있다. 일반적인 개념으로, 프로그램 명령(210)은 다양한 선택된 특성[예를 들어, 연료 조립체의 유형(예를 들어, 크기, 형상 등), 연료 조립체의 수, 연료 조립체의 배열 등]에 대해 선택된 정확도 레벨 내에서 연계된 원자로 노심(202) 이후에 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)가 시뮬레이션된 원자로 노심(120)을 패턴화하게 하도록 구성된다. 다음에, 일단 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)가 원자로 노심(202)에 적어도 유사한 원자로 노심 시뮬레이션 환경을 설정하면, 하나 이상의 프로세서(106)는 본 발명 전체에 걸쳐 설명된 바와 같은 노심 시뮬레이션 프로세스 단계를 실행하도록 처리될 수도 있다.

[0132] 도 3a 내지 도 3d를 일반적으로 참조하면, 작동 컴플라이언스 피드백 기능을 구비한 원자로 시스템(300)이 본 발명의 일 실시예에 따라 설명된다. 일 실시예에서, 본 발명의 시스템(300)은 적어도 부분적으로는, 시스템(300)의 원자로의 원자로 노심의 작동 컴플라이언스를 측정하는 것에 관련된다. 또한, 시스템(300)은 원자로 노심(202)을 컴플라이언스의 상태로 유도하기 위해 원자로 노심(202)의 핵연료 로딩 분포를 조정하기 위해 적합한 부가의 또는 "새로운" 핵연료 로딩 분포를 제공하도록 작용할 수도 있다.

[0133] 일 양태에서, 시스템(300)은 노심 파라미터 분포 소스(104)에 통신적으로 결합되고 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심(120)을 발생하기 위해 BOC 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로 노심(202)의 초기 핵연료 로딩 분포를 결정하도록 구성된 제어기(102)를 포함할 수도 있다. 출원인은 시스템(300)이 본 명세서 전체에 걸쳐 설명된 다양한 시스템 및 방법을 이용하여 초기 로딩 분포를 결정할 수도 있다는 것을 지시한다. 이와 같이, 본 명세서에 전체에 걸쳐 제공된 다양한 실시예 및 예는 시스템(300)에 확장되도록 해석되어야 한다.

[0134] 다른 양태에서, 시스템(300)은 제어기(102)에 통신적으로 결합되고 원자로 노심(202)의 하나 이상의 부분의 하나 이상의 상태 변수를 측정하기 위해 적합한 원자로 노심 측정 시스템(300)(예를 들어, 열 측정 시스템, 압력 측정 시스템 등)을 포함할 수도 있다. 다른 양태에서, 제어기(102)는 원자로 노심(202)으로부터 취득된 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분

포에 비교하도록(예를 들어, 편차 메트릭을 계산함) 또한 구성된다. 다른 양태에서, 제어기(102)는 원자로 노심(202)으로부터 취득된 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심(120)의 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 비교를 사용하여 원자로(101)의 노심(202)의 작동 컴플라이언스 상태[예를 들어, 컴플라이언스내(in-compliance) 또는 컴플라이언스외(out-of-compliance)]를 결정하도록 또한 구성된다. 다른 양태에서, 원자로(101)의 원자로 노심(202)은 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심과 부가의 시뮬레이션된 원자로 노심 중 적어도 하나의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 배열 가능한 연료 조립체(208)의 세트를 포함할 수도 있다. 일 실시예에서, 작동에 앞서, 원자로 노심(202)의 연료 조립체(208)는 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)에 의해 발생된 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심(120)의 초기 연료 로딩 분포에 따라 배열 가능하다. 다른 실시예에서, 작동 기간 후에, 원자로 노심(202)의 연료 조립체(208)는 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)에 의해 발생된 부가의 시뮬레이션된 원자로 노심의 부가의 연료 로딩 분포(예를 들어, 컴플라이언스외 원자로 작동 상태에 응답하여 발생된 부가의 연료 로딩 분포)에 따라 배열 가능하다. 일 실시예에서, 시스템(300)의 연료 핸들러(204)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심(120)의 초기 연료 로딩 분포 또는 부가의 시뮬레이션된 노심의 부가의 로딩 분포에 따라 원자로 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체를 배열하도록 또한 구성된다.

[0135] 도 3b는 메모리(108) 내에 유지되고 본 명세서에 전체에 걸쳐 설명된 하나 이상의 단계를 수행하도록 구성된 프로그램 명령(304)의 하나 이상의 단계의 블록도를 도시하고 있다. 일 실시예에서, 메모리(108) 내에 유지된 프로그램 명령(304)은 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심(본 명세서에 전술된 바와 같이)을 발생하기 위해 BOC 시뮬레이션 프로세스를 사용하여 원자로(101)의 원자로 노심(202)을 위한 초기 로딩 분포를 발생하도록 구성된 노심 로딩 분포 발생기 알고리즘(306)을 포함할 수도 있다. 다른 실시예에서, 프로그램 명령(304)은 원자로 노심(202)이 소정의 시간 간격 동안 작동된 후에, 원자로(101)의 노심(202) 내의 하나 이상의 위치에서의 하나 이상의 원자로 노심 파라미터의 하나 이상의 측정치에 기초하여, 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 발생하도록 구성된 측정된 원자로 노심 분포 발생기 알고리즘(308)을 포함할 수도 있다. 다른 실시예에서, 프로그램 명령(304)은 발생기(308)로부터 출력된 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포에 비교하도록 구성된 원자로 노심 파라미터 분포 비교기 알고리즘(310)을 포함할 수도 있다. 다른 실시예에서, 프로그램 명령(304)은 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 비교에 기초하여 원자로(101)의 노심(202)의 작동 컴플라이언스 상태를 결정하도록 구성된 작동 컴플라이언스 결정기 알고리즘(312)을 포함할 수도 있다. 다른 실시예에서, 프로그램 명령(304)은 본 명세서에 또한 더 상세히 설명된, 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 및/또는 부가의 시뮬레이션된 노심에 따라 원자로(101)의 원자로 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 배열하도록 구성된 연료 조립체 핸들러 알고리즘(313)을 포함할 수도 있다.

[0136] 도 3a를 재차 참조하면, 일 실시예에서, 원자로 노심 측정 시스템(302)은 원자로 노심(202) 내의 하나 이상의 위치에서 원자로 노심(202)의 하나 이상의 상태 변수값을 측정하도록 구성된다. 원자로 노심 측정 시스템(302)은 원자로 노심(202)의 하나 이상의 부분의 하나 이상의 상태 변수를 측정하는 것이 가능한 당 기술 분야에 공지된 임의의 특정 시스템을 포함할 수도 있다. 일 실시예에서, 도 3c에 도시되어 있는 바와 같이, 원자로 노심 측정 시스템(302)은 원자로 노심(202) 내의 하나 이상의 위치에서 원자로 노심(202) 내의 핵연료 재료의 부분의 하나 이상의 열적 특성(예를 들어, 온도, 온도의 변화율)을 측정하도록 구성된 열 측정 시스템(314)을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 열 측정 시스템(314)은 원자로 노심(202) 내의 하나 이상의 선택된 위치에서 온도 또는 온도의 변화율을 측정하도록 구성된 하나 이상의 열 측정 디바이스를 포함할 수도 있다. 예를 들어, 열 측정 시스템(314)은 원자로 노심(202) 내의 하나 이상의 선택된 위치에서 온도 또는 온도의 변화율을 측정하도록 구성된 하나 이상의 열전쌍 디바이스 또는 하나 이상의 저항 기반 열 검출 디바이스(즉, RTD)를 포함할 수도 있지만, 이들에 한정되는 것은 아니다.

[0137] 다른 실시예에서, 도 3c에 도시되어 있는 바와 같이, 원자로 노심 측정 시스템(302)은 원자로 노심(202) 내의 하나 이상의 위치에서 원자로 노심(202) 내의 핵연료 재료의 부분의 하나 이상의 압력 특성(예를 들어, 압력 또는 압력의 변화율)을 측정하도록 구성된 압력 측정 시스템(316)을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 압력 측정 시스템(316)은 원자로 노심(202) 내의 하나 이상의 선택된 위치에서 압력 또는 압력의 변화율을 측정하도록 구성된 하나 이상의 압력 측정 디바이스를 포함할 수도 있다. 예를 들어, 압력 측정 시스템(316)은 원자로 노심(202) 내의 하나 이상의 선택된 위치에서 압력 또는 압력의 변화율을 측정하도록 구성된 하나 이상의 트랜스듀서 압력 센서를 포함할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0138] 다른 실시예에서, 도 3c에 도시되어 있는 바와 같이, 원자로 노심 측정 시스템(302)은 원자로 노심(202) 내의 하

나 이상의 위치에서 원자로 노심(202) 내의 핵연료 재료의 부분의 하나 이상의 중성자 특성(예를 들어, 중성자 플럭스 또는 중성자 플럭스의 변화율)을 측정하도록 구성된 중성자 플럭스 측정 시스템(318)을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 중성자 플럭스 측정 시스템(318)은 원자로 노심(202) 내의 하나 이상의 선택된 위치에서 중성자 플럭스 또는 중성자 플럭스의 변화율을 측정하도록 구성된 하나 이상의 중성자 플럭스 측정 디바이스를 포함할 수도 있다. 예를 들어, 중성자 플럭스 측정 시스템(316)은 원자로 노심(202) 내의 하나 이상의 선택된 위치에서 중성자 플럭스 또는 중성자 플럭스의 변화율을 측정하도록 구성된 하나 이상의 핵분열 검출기(예를 들어, 노심내 마이크로포켓 핵분열 검출기)를 포함할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0139] 다른 실시예에서, 원자로 노심 측정 시스템(302)은 원자로 노심(202) 내의 상이한 위치에 각각 위치한 측정 디바이스의 세트(예를 들어, 열 측정 디바이스, 압력 측정 디바이스, 중성자 플럭스 측정 디바이스 등)를 포함할 수도 있다. 이와 관련하여, 측정 시스템(302)의 측정 디바이스의 세트는 원자로 노심(202)의 공간 범위를 가로질러(예를 들어, x-방향, y-방향 및/또는 z-방향을 따라) 원자로 노심(202)의 하나 이상의 선택된 상태 변수의 하나 이상의 값을 측정하기 위해 적합한 원자로 노심(202) 내에 어레이를 형성할 수도 있다. 하나 이상의 상태 변수의 공간 분해능을 갖는 측정치(spatially resolved measurement)를 이용하여, 측정 시스템(302)[또는 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)]은 원자로 노심(202)의 하나 이상의 상태 변수의 공간 종속성을 구축할 수도 있다.

[0140] 예를 들어, 원자로 노심 측정 시스템(302)은 원자로 노심(202) 내의 상이한 위치에 각각 위치한 열 측정 시스템(314)의 열 측정 디바이스의 세트를 포함할 수도 있다. 이와 관련하여, 열 측정 디바이스의 세트는 원자로 노심(202)의 공간 범위를 가로질러 하나 이상의 열적 특성을 측정하기 위해 적합한 원자로 노심(202) 내에 어레이를 형성할 수도 있다. 하나 이상의 열적 특성의 공간 분해능을 갖는 측정을 이용하여, 열 측정 시스템(314)[또는 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)]은 원자로 노심(202)의 하나 이상의 열적 특성의 공간 종속성을 구축할 수도 있다.

[0141] 다른 예로서, 원자로 노심 측정 시스템(302)은 원자로 노심(202) 내의 상이한 위치에 각각 위치한 압력 측정 시스템(316)의 압력 측정 디바이스의 세트를 포함할 수도 있다. 이와 관련하여, 압력 센서의 세트는 원자로 노심(202)의 공간적 범위를 가로지르는 하나 이상의 압력 특성을 측정하기 위해 적합한 원자로 노심(202) 내에 어레이를 형성할 수도 있다. 하나 이상의 압력 특성의 공간 분해능을 갖는 측정을 이용하여, 압력 측정 시스템(316)[또는 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)]은 원자로 노심(202)의 하나 이상의 압력 특성의 공간적 의존성을 구축할 수도 있다.

[0142] 다른 예로서, 원자로 노심 측정 시스템(302)은 원자로 노심(202) 내의 상이한 위치에 각각 위치한 중성자 플럭스 측정 시스템(318)의 중성자 플럭스 측정 디바이스의 세트를 포함할 수도 있다. 이와 관련하여, 중성자 플럭스 검출기[예를 들어, 다수의 노심내 마이크로포켓 핵분열 검출기(micropocket fission detectors: MPFD)]의 세트는 원자로 노심(202)의 공간 범위를 가로지르는 하나 이상의 중성자 플럭스 특성을 측정하기 위해 적합한 원자로 노심(202) 내에 어레이를 형성할 수도 있다. 하나 이상의 중성자 플럭스 특성의 공간 분해능을 갖는 측정을 이용하여, 중성자 플럭스 측정 시스템(318)[또는 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)]은 원자로 노심(202)의 하나 이상의 중성자 플럭스 특성의 공간 종속성을 구축할 수도 있다.

[0143] 일 실시예에서, 원자로 노심 측정 시스템(302)의 하나 이상의 측정 디바이스(303)는 2개 이상의 연료 조립체(208) 사이의 원자로 노심(202)의 영역 내에 위치될 수도 있다. 다른 실시예에서, 원자로 노심 측정 시스템(302)의 각각의 측정 디바이스(303)는 원자로 노심(202)의 연료 조립체(208)의 외부 부분에 부착될 수도 있다. 다른 실시예에서, 원자로 노심 측정 시스템(302)의 각각의 측정 디바이스(303)는 원자로 노심(202)의 연료 조립체(208) 내에 위치될 수도 있다. 예를 들어, 각각의 측정 디바이스(303)는 연료 조립체(208)의 내부면에 또는 소정의 연료 조립체(208)의 2개 이상의 연료핀 사이에 부착될 수도 있다.

[0144] 다른 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로 노심(202) 내의 하나 이상의 위치에서 원자로 노심(202)의 하나 이상의 상태 변수값을 측정하도록 원자로 노심 측정 시스템(302)에 지시하도록 구성된다. 예를 들어, 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 측정 개시 취득 명령을 지시하는 노심 측정 시스템(302)에 명령 신호(도시 생략)를 전송할 수도 있다. 이어서, 노심 측정 시스템(302)은 원자로 노심(202) 내의 하나 이상의 위치에서 원자로 노심(202)의 하나 이상의 상태 변수값을 측정할 수도 있다. 다른 실시예에서, 원자로 노심(202) 내의 하나 이상의 위치에서 하나 이상의 상태 변수값의 측정 후에, 노심 측정 시스템(302)은 하나 이상의 측정된 상태 변수값(예를 들어, 온도, 온도의 변화율, 압력, 압력의 변화율 등)을 지시하는 신호(305)를 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)에 전송할 수도 있다.

- [0145] 다른 실시예에서, 시간 간격에 걸친 원자로(101)의 원자로 노심(202)의 작동시에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로(101)의 노심(202) 내의 하나 이상의 위치에서 취득된 노심 측정 시스템(302)으로부터의 하나 이상의 수신된 측정값에 기초하여 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 발생시킬 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로(101)의 노심(202) 내의 하나 이상의 위치에서 취득된 노심 측정 시스템(302)으로부터의 하나 이상의 수신된 측정값에 기초하여 측정된 파워 밀도 분포를 발생시킬 수도 있다. 다른 예로서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로(101)의 노심(202) 내의 하나 이상의 위치에서 취득된 노심 측정 시스템(302)으로부터의 하나 이상의 수신된 측정값에 기초하여 측정된 파워 밀도 분포의 변화율을 발생시킬 수도 있다. 다른 예로서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로(101)의 노심(202) 내의 하나 이상의 위치에서 취득된 노심 측정 시스템(302)으로부터 하나 이상의 수신된 측정값에 기초하여 측정된 반응도 분포를 발생시킬 수도 있다. 다른 예로서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로(101)의 노심(202) 내의 하나 이상의 위치에서 취득된 노심 측정 시스템(302)으로부터의 하나 이상의 수신된 측정값에 기초하여 측정된 반응도 분포의 변화율을 발생시킬 수도 있다. 다양한 원자로 노심 파라미터 분포는 다양한 공지의 파라미터 계산 기술을 이용하여 계산될 수도 있다는 것이 본 명세서에서 인식된다. 예를 들어, 원자로 노심 내의 적어도 중성자 플럭스 측정을 이용하는 파워 밀도 프로파일의 계산은 본 명세서에 그대로 참조로서 합체되어 있는 J. Kenneth Shultis, "Determining axial fuel-rod power-density profiles from in-core neutron flux measurements," Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A, Vol. 547 pp 663-678 (2005)에 일반적으로 설명되어 있다.
- [0146] 다른 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 작동된 노심을 발생시킬 수도 있다. 다른 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로 노심(202)의 작동을 개시할 때 이용된 초기 로딩 분포에 적어도 기초하여 시뮬레이션된 작동된 노심을 발생시킬 수도 있다. 이와 관련하여, 원자로 노심의 초기 로딩 분포는 시뮬레이션된 작동된 노심이 평형 상태와 같은 선택된 상태로 잔류하는 상태로, 소정의 작동 시간 후에 시뮬레이션된 노심(120)의 상태를 발생하기 위해 적합한 모델링 루틴으로서 입력으로서 역할을 할 수도 있다. 다른 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포를 발생시킬 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 적어도 원자로(101)의 노심(202)의 초기, 또는 시작 로딩 분포를 이용하는 시뮬레이션된 작동된 원자로를 위한 파워 밀도 분포를 발생시킬 수도 있다. 다른 경우에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로(101)의 노심(202)의 적어도 초기 로딩 분포를 이용하는 시뮬레이션된 작동된 원자로를 위한 파워 밀도 변화율 분포를 발생시킬 수도 있다. 다른 경우에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로(101)의 노심(202)의 적어도 초기 로딩 분포를 이용하여 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심을 위한 반응도 변화율 분포를 발생시킬 수도 있다. 당 기술 분야에 공지된 임의의 원자로 노심 모델링 루틴이 작동 시간의 함수로서 초기에 로딩된 원자로 노심(202)의 진화를 시뮬레이션하기 위해 구현될 수도 있다는 것이 본 명세서에서 주목된다.
- [0147] 다른 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)에 의한 측정된 원자로 노심 파라미터 분포의 발생 후에, 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로 노심(202)으로부터 취득된 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포에 비교할 수도 있다.
- [0148] 다른 실시예에서, 발생된 측정된 원자로 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포의 비교는 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 편차 메트릭을 계산하는 것을 포함할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 일 실시예에서, 하나 이상의 프로세서(106)는 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포의 적어도 일부와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포의 부분 사이의 적어도 하나의 편차 메트릭을 계산할 수도 있다. 하나 이상의 프로세서(106)에 의해 계산된 편차 메트릭은 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터의 전체 또는 일부와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 차이 또는 편차를 정량화하기 위해 적합한 당 기술 분야에 공지된 임의의 메트릭을 포함할 수도 있다는 것이 본 명세서에서 주목된다. 예를 들어, 편차 메트릭은 차이(예를 들어, 공통 위치에서의 차이), 상대 차이, 비, 평균화된 차이(예를 들어, 공간적으로 평균화된 차이), 최대 차이(예를 들어, 임의의 2개 이상의 공통 위치 사이의 최대 차이), 최소 차이(예를 들어, 2개 이상의 공통 위치 사이의 최소 차이), 집계된 편차(예를 들어, 전역 편차 메트릭) 또는 당 기술 분야에 공지된 임의의 다른 편차 메트릭을 포함할 수도 있지만, 이들에 한정되는 것은 아니다.

- [0149] 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포 및 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포는 소정의 원자로 노심 전체에 걸쳐 소정의 원자로 노심 파라미터의 3차원 분포로 각각 이루어질 수도 있다는 것이 본 명세서에서 인식된다. 이와 같이, 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 비교는 2개 이상의 3차원 가변 분포를 비교하기 위해 적합한 당 기술 분야에 공지된 임의의 비교 기술을 포함할 수도 있다.
- [0150] 일 실시예에서, 비교는 원자로 노심(202) 및 시뮬레이션된 작동된 노심 내의 선택된 방향을 따라 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포를 비교하는 것을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 비교는 시뮬레이션된 작동된 노심 및 원자로 노심(202)을 통해 연장하는 적어도 유사한 반경방향 라인을 따라 원자로 노심 파라미터 분포를 비교하는 것을 포함할 수도 있다. 상이한 방향을 각각 따르는 다수의 비교는 시뮬레이션된 작동된 노심과 원자로 노심(202) 사이에 이루어질 수도 있다는 것이 주목된다. 다음에, 다수의 1차원 비교는 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 전체 편차를 표현하는 전역 편차 메트릭을 제공하기 위해 집계될 수도 있다.
- [0151] 다른 실시예에서, 비교는 시뮬레이션된 작동된 노심 및 원자로 노심(202) 내의 선택된 평면 또는 단면을 가로질러 원자로 노심 파라미터 분포를 비교하는 것을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 비교는 시뮬레이션된 작동된 노심과 원자로 노심(202)을 통해 연장하는 적어도 유사한 단면을 가로지르는 원자로 노심 파라미터 분포를 비교하는 것을 포함할 수도 있다. 상이한 단면에서 각각의 다수의 비교는 시뮬레이션된 작동된 노심과 원자로 노심(202) 사이에 이루어질 수도 있다는 것이 또한 주목된다. 다음에, 다수의 2차원 비교는 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 전체 편차를 표현하는 전역 편차 메트릭을 제공하기 위해 집계될 수도 있다.
- [0152] 다른 실시예에서, 비교는 시뮬레이션된 작동된 노심 및 원자로 노심(202) 내의 영역의 세트의 각각에서 분포를 비교하는 것을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 비교는 영역의 세트[예를 들어, 시스템(100)의 영역(122)에 유사한 선택된 영역의 세트]의 각각에서 2개의 분포 사이의 편차 메트릭을 계산함으로써 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포와 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 집계된 편차 메트릭을 발생하는 것을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 영역의 세트는 시뮬레이션된 작동된 노심 및 원자로 노심(202) 내에 포함된 연료 조립체에 대응할 수도 있다. 다른 예로서, 시뮬레이션된 작동된 노심 및 원자로 노심(202) 내에 포함된 연료 조립체의 부분[예를 들어, 서브조립체 체적(도 1k 참조) 또는 개별 연료핀]에 대응할 수도 있다. 다음에, 각각의 영역으로부터의 다수의 비교에서 수집된 편차 메트릭은 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 전체 편차를 표현하는 전역 편차 메트릭을 제공하기 위해 통계적으로 집계될 수도 있다. 다른 실시예에서, 비교는 시뮬레이션된 작동된 노심 및 원자로 노심(202)의 선택된 체적(예를 들어, 영역 또는 영역의 그룹)으로부터 추출된 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포에 대한 평균된 편차값(예를 들어, 평균된 차이값)을 비교하는 것을 포함할 수도 있다.
- [0153] 다른 실시예에서, 원자로 노심(202)으로부터의 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포의 비교는 원자로 노심(202)의 발생된 측정된 원자로 노심 파워 밀도 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 원자로 노심 파워 밀도 분포에 비교하는 것을 포함할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 소정 시간 간격 동안 노심(202)의 작동 후에, 제어기의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 측정 시스템(302)으로부터의 측정 결과를 사용하여 측정된 파워 밀도 분포를 발생할 수도 있다. 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로 노심(202)의 초기 로딩 분포를 이용하여 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심을 위한 파워 밀도 분포를 또한 발생할 수도 있다. 이어서, 하나 이상의 프로세서는 원자로 노심(202)의 파워 밀도 분포의 부분을 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심을 위한 파워 밀도 분포의 부분에 비교(예를 들어, 편차 메트릭을 비교)할 수도 있다.
- [0154] 다른 실시예에서, 원자로 노심(202)으로부터의 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포의 비교는 원자로 노심(202)의 파워 밀도 분포의 발생된 측정된 원자로 노심 변화율을 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 파워 밀도 분포의 원자로 노심 변화율에 비교하는 것을 포함할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 소정 시간 간격 동안 노심(202)의 작동 후에, 제어기의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 측정 시스템(302)으로부터 측정 결과를 사용하여 측정된 파워 밀도 분포의 변화율을 발생할 수도 있다. 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로 노심(202)의 초기 로딩 분포를 이용하여 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심을 위한 파워 밀도 변화율 분포를 또한 발생할 수도 있다. 이어서

서, 하나 이상의 프로세서는 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심을 위한 파워 밀도 변화율 분포의 부분에 원자로 노심(202)의 파워 밀도 분포의 변화율의 부분을 비교할 수도 있다.

[0155] 다른 실시예에서, 원자로 노심(202)으로부터의 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포의 비교는 원자로 노심(202)의 발생된 측정된 원자로 노심 반응도 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 원자로 노심 반응도 분포에 비교하는 것을 포함할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 소정 시간 간격 동안 노심(202)의 작동 후에, 제어기의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 측정 시스템(302)으로부터 측정 결과를 사용하여 측정된 반응도 분포를 발생할 수도 있다. 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로 노심(202)의 초기 로딩 분포를 이용하여 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심을 위한 반응도 분포를 또한 발생할 수도 있다. 이어서, 하나 이상의 프로세서는 원자로 노심(202)의 반응도 분포의 부분을 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심을 위한 반응도 분포의 부분에 비교(예를 들어, 편차 메트릭을 계산)할 수도 있다.

[0156] 다른 실시예에서, 원자로 노심(202)으로부터의 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 하나 이상의 원자로 노심 파라미터의 비교는 원자로 노심(202)의 반응도 분포의 발생된 측정된 원자로 노심 반응도 분포 변화율을 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 원자로 노심 반응도 분포 변화율에 비교하는 것을 포함할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 소정 시간 간격 동안 노심(202)의 작동 후에, 제어기의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 측정 시스템(302)으로부터의 측정 결과를 사용하여 측정된 반응도 분포 변화율을 발생할 수도 있다. 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로 노심(202)의 초기 로딩 분포를 이용하여 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심을 위한 반응도 분포 변화율을 또한 발생할 수도 있다. 이어서, 하나 이상의 프로세서는 원자로 노심(202)의 반응도 분포 변화율의 부분을 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심을 위한 반응도 분포의 변화율의 부분에 비교할 수도 있다.

[0157] 다른 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 편차 메트릭에 기초하여 원자로 노심(202)의 작동 컴플라이언스의 상태를 결정할 수도 있다. 예를 들어, 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포를 비교할 때, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 계산된 편차 메트릭이 선택된 공차 레벨 초과하는지, 그 선택된 공차 레벨에 또는 그 미만인지의 여부를 결정할 수도 있다. 일 실시예에서, 편차 메트릭이 선택된 공차 레벨 이하라는 결정은 원자로 노심(202)에 대한 "컴플라이언스내(in-compliance)" 상태와 대응할 수도 있다. 다른 실시예에서, 편차 메트릭이 선택된 공차 레벨 초과라는 판정은 원자로 노심(202)에 대한 "컴플라이언스외(out-of-compliance)"와 대응할 수도 있다.

[0158] 다른 실시예에서, 컴플라이언스의 상태의 결정에 응답하여, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 부가의 노심 시뮬레이션 프로세스를 거쳐 원자로(101)의 노심(202)의 부가의 로딩 분포를 결정할 수도 있다. 부가의 시뮬레이션된 로딩 분포는, 부가의 시뮬레이션된 노심과 일치하는 방식으로 원자로 노심(202)의 재배열이 노심(202)을 컴플라이언스 상태로 유도하는 역할을 하도록 컴플라이언스와 원자로 노심(202)을 보정하도록 작용할 수도 있는 로딩 분포를 표현한다는 것이 본 명세서에서 또한 주목된다.

[0159] 다른 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)에 의해 실행되는 부가의 시뮬레이션 프로세스는 부가의 시뮬레이션된 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포와 선택된 공차 레벨 미만의 기준 원자로의 노심의 상태(예를 들어, 평형 상태)와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 사이의 편차 메트릭을 감소시키기 위해 적합한 부가의 시뮬레이션된 노심 내의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트를 결정하도록 구성된다. 부가의 시뮬레이션된 노심 및 부가의 노심을 구성하는 부가의 핵연료 로딩 분포는 본 발명의 시스템(100, 200)과 관련하여 설명되는 것과 유사한 방법론을 이용하여 결정될 수도 있다. 일 실시예에서, 시스템(300)의 원자로 노심(202)은 연료 조립체(208)로 미리 로딩된다. 이와 같이, 부가의 시뮬레이션된 노심의 부가의 핵연료 로딩 분포를 결정하는 데 이용된 절차는, 하나 이상의 프로세서(106)에 의해 수행되는 부가의 시뮬레이션 프로세스[예를 들어, 도 1p의 프로세스(170) 참조]에서 부가의 시뮬레이션된 노심의 초기의 또는 시작 로딩 분포로서 그 작동 상태에서[즉, 측정 시스템(302)을 거쳐 측정 직전에] 원자로 노심(202)의 로딩 분포를 이용하는 것을 포함할 수도 있다.

[0160] 연료 핸들러(204)는 본 명세서에 기술된 바와 같이, 당 기술 분야에 공지된 임의의 핵연료 조립체 핸들러, 또는 핵연료 조립체 핸들링 시스템을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 핵연료 핸들러(204)는 연료 조립체를 파지하고 초기 위치로부터 새로운 위치로 연료 조립체를 이동시키는 것이 가능한 임의의 핵연료 조립체 핸들러/핸들링 시

시스템을 포함할 수도 있다.

- [0161] 일 실시예에서, 초기 로딩 분포 결정에 응답하여, 연료 핸들러(204)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심(120)의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로(101)의 노심(202)의 적어도 하나의 연료 조립체(208)를 배열할 수도 있다. 초기 로딩 분포에 따른 연료 핸들러(204), 연료 핸들러 제어기(206) 및 노심(202)의 연료 조립체(208)의 배열의 설명은 본 명세서에서 전술되었고 시스템(300)에 확장되는 것으로 해석되어야 한다.
- [0162] 다른 실시예에서, 연료 핸들러(204)는 부가의 로딩 분포 결정에 응답하여, 부가의 시뮬레이션된 노심 내의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체를 배열하도록 또한 구성된다. 일 실시예에서, 도 3a에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 제어기(102)에 의해 발생된 부가의 시뮬레이션된 노심의 영역의 세트의 위치의 세트를 지시하는 하나 이상의 신호(307)를 연료 핸들러 제어기(206)에 전송하도록 구성된다. 이어서, 연료 핸들러 제어기(206)는 제어기(102)로부터 하나 이상의 신호(307)를 수신하고 전송된 신호 내에 인코딩된 부가의 시뮬레이션된 노심의 영역의 세트의 위치의 세트에 따라 원자로 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 배열하도록 연료 핸들러(204)에 명령할 수도 있다[예를 들어, 신호(309)를 거쳐]. 이와 관련하여, 부가의 로딩 분포를 발생할 때, 제어기(102)는 이들이 제어기(102)에 의해 발생된 부가의 로딩 분포에 정합하도록 노심(202)의 성분을 배열하도록 연료 핸들러(204)에 명령할 수도 있다.
- [0163] 다른 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 제어기(102)에 의해 발생된 부가의 시뮬레이션된 노심의 영역의 세트의 위치의 세트를 지시하는 하나 이상의 신호(도시 생략)를 원자로(101)의 제어 시스템(180)에 전송하도록 구성된다. 이어서, 원자로(101)의 제어 시스템(180)은 제어기(102)로부터 하나 이상의 신호를 수신하고 전송된 신호 내에 인코딩된 부가의 시뮬레이션된 노심의 영역의 세트의 위치의 세트에 따라 원자로 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 배열하도록 연료 핸들러(204)에 명령할 수도 있다.
- [0164] 다른 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 제어기(102)에 의해 발생된 부가의 시뮬레이션된 노심의 영역의 세트의 위치의 세트를 지시하는 하나 이상의 신호(도시 생략)를 연료 핸들러(204)에 직접 전송하도록 구성된다. 이 방식으로, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 전송된 신호 내에 인코딩된 부가의 시뮬레이션된 노심의 영역의 세트의 위치의 세트에 따라 원자로 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 배열하도록 연료 핸들러(204)에 명령할 수도 있다.
- [0165] 다른 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 부가의 시뮬레이션된 노심의 영역의 세트의 위치의 세트에 따라 초기 위치로부터 후속의 위치로 원자로(101)의 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 병진하도록 연료 핸들러(204)에 명령하도록 구성된다. 이와 관련하여, 연료 핸들러(204)(또는 다수의 연료 핸들러)는 제어기(102)에 의해 발생된 부가의 시뮬레이션된 노심의 영역의 세트의 위치의 세트에 따라 원자로(101)의 노심(202)의 연료 조립체(208)의 전체 또는 부분을 배열(또는 재배열)할 수도 있다.
- [0166] 다른 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 부가의 시뮬레이션된 노심의 영역의 세트의 위치의 세트에 따른 원자로(101)의 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 교체하도록 연료 핸들러(204)에 명령하도록 구성된다. 이와 관련하여, 연료 핸들러(204)(또는 다수의 연료 핸들러)는 제어기(102)에 의해 발생된 부가의 시뮬레이션된 노심의 영역의 세트의 위치의 세트에 따라 원자로(101)의 노심(202)의 연료 조립체(208)의 전체 또는 부분을 교체할 수도 있다.
- [0167] 다른 실시예에서, 본 명세서에 전술된 바와 같이, 연료 핸들러(204)는 사용자 입력을 거쳐 제어될 수도 있다. 예를 들어 부가의 시뮬레이션된 노심의 발생된 부가의 로딩 분포에 응답하여, 사용자는 표시된 부가의 로딩 분포를 수락하고, 거절하거나 수정하도록 선택할 수도 있다. 예를 들어, 부가의 로딩 분포가 제시될 때, 사용자는 사용자 입력 디바이스(118)를 거쳐 부가의 로딩 분포를 승인할 수도 있다. 이어서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 본 명세서 전체에 걸쳐 설명된 바와 같이, 인증된 부가의 로딩 분포를 구현하도록 연료 핸들러(204)에 명령할 수도 있다. 다른 경우에, 원하지 않는 부가의 로딩 분포가 제시될 때, 사용자는 사용자 입력 디바이스(118)를 거쳐 원하지 않는 부가의 로딩 분포를 거절할 수도 있다. 이어서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 본 발명의 부가의 시뮬레이션된 노심 시뮬레이션/핸들링 절차를 종료하거나 반복할 수도 있다. 다른 경우에, 원하지 않는 부가의 로딩 분포가 제시될 때, 사용자는 사용자 입력 디바이스(118)를 거쳐 원하지 않는 부가의 로딩 분포를 수정할 수도 있다. 예를 들어, 사용자는 부가의 로딩 분포의 하나 이상의 다른 부분을 변경하면서, 제공된 부가의 로딩 분포의 부분을 수락할 수도 있다. 예를 들어, 사용자는 제어기(102)에 의해 제공된 부가의 핵연료 로딩 분포의 연료 조립체 또는 연료 조립체 전체의 배열을 변경하거나 또는 재배열[예를 들어, 사용자 입력 디바이스(118) 및/또는 디스플레이(116)를 거쳐]할 수도 있다. 이어서, 제어기

(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 사용자 변경된 부가의 핵연료 로딩 분포를 구현하도록 연료 핸들러(204)에 명령할 수도 있다.

[0168] 다른 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 하나 이상의 연계된 디바이스 또는 시스템에 작동 컴플라이언스 상태(예를 들어, 컴플라이언스내 상태 또는 컴플라이언스외)를 보고할 수도 있다. 일 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 작동 컴플라이언스 상태를 디스플레이 디바이스(116)에 보고할 수도 있다. 다른 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 하나 이상의 메모리 디바이스에 작동 컴플라이언스 상태를 보고할 수도 있다. 예를 들어, 하나 이상의 프로세서(106)는 제어기(102)의 메모리(108) 내에 유지된 데이터베이스(107)에 작동 컴플라이언스 상태를 전송할 수도 있다. 다른 예로서, 하나 이상의 프로세서(106)는 제어기(102)에 통신적으로 결합된 원격 시스템(예를 들어, 원격 서버)의 메모리 내에 유지된 데이터베이스에 작동 컴플라이언스 상태를 전송할 수도 있다. 다른 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로(101)의 작동 시스템에 원자로 노심(202)의 작동 컴플라이언스 상태를 보고할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로(101)의 제어 시스템(180)에 원자로 노심(202)의 작동 컴플라이언스 상태를 전송할 수도 있다. 다른 예로서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로(101)의 안전 시스템(도시 생략)에 원자로 노심(202)의 작동 컴플라이언스 상태를 전송할 수도 있다.

[0169] 도 3d는 본 발명의 하나 이상의 실시예에 따른, 시스템(300)의 예시적인 동작의 프로세스 흐름도(320)를 도시하고 있다. 단계 322에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심[예를 들어, 시뮬레이션된 BOC 노심(120)]을 발생하기 위해 적합한 BOC 시뮬레이션 프로세스를 사용하여 초기 또는 시작 핵연료 로딩 분포를 발생할 수도 있다. 예를 들어, 본 명세서에 전체에 걸쳐 설명된 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 기준 원자로 노심의 노심의 선택된 상태(예를 들어, 평형 상태)와 연계된 수신된 원자로 노심 파라미터 분포에 기초하여 원자로 노심(202)을 위한 시작 핵연료 로딩 분포를 발생할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 연소된 핵연료로부터 적어도 부분적으로 형성된 기준 원자로 노심의 노심의 평형 상태와 연계된 수신된 원자로 노심 파라미터 분포에 기초하여 "신선한" 핵연료로부터 형성된 시작 핵연료 로딩 분포를 발생할 수도 있다.

[0170] 단계 324에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 단계 322에서, 시뮬레이션된 BOC에 대해 발생한 초기 로딩 분포에 따라 원자로(101)의 원자로 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체를 배열할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로(101)의 원자로 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체를 배열할 수도 있다.

[0171] 단계 326에서, 원자로(101)의 원자로 노심(202)은 선택된 시간 간격 동안 작동된다. 단계 328에서, 원자로 노심 측정 시스템(302)은 원자로(101)의 원자로 노심(202) 내의 하나 이상의 위치에서 선택된 원자로 노심 파라미터의 하나 이상의 값을 측정할 수도 있다. 예를 들어, 원자로 노심 측정 시스템(302)은 원자로(101)의 원자로 노심(202) 내의 하나 이상의 위치에서 원자로 노심(202)의 하나 이상의 선택된 상태 변수의 값을 측정할 수도 있다. 예를 들어, 원자로 노심 측정 시스템(302)은 원자로(101)의 원자로 노심(202) 내의 하나 이상의 위치에서 원자로 노심(202)의 온도 또는 온도의 변화율을 측정할 수도 있다. 다른 경우에, 원자로 노심 측정 시스템(302)은 원자로(101)의 원자로 노심(202) 내의 하나 이상의 위치에서 원자로 노심(202)의 압력 또는 압력의 변화율을 측정할 수도 있다. 다른 경우에, 원자로 노심 측정 시스템(302)은 원자로(101)의 원자로 노심(202) 내의 하나 이상의 위치에서 원자로 노심(202)의 중성자 플럭스 또는 중성자 플럭스의 변화율을 측정할 수도 있다.

[0172] 단계 330에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로 노심 측정 시스템(302)으로부터의 측정을 이용하여 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 발생할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로 노심 측정 시스템(302)에 의해 원자로 노심(202) 내의 다수의 위치에서 취득된 상태 변수값의 세트를 이용하여 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 발생할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로 노심 측정 시스템(302)에 의해 원자로 노심(202) 내의 다수의 위치에서 취득된 온도, 압력 및/또는 중성자 플럭스값의 세트를 이용하여 측정된 파워 밀도 분포를 발생할 수도 있다.

[0173] 단계 332에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심을 위한 원자로 노심 파라미터를 발생할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로(101)의 노심(202)의 적어도 초기, 또는 시작 로딩 분포를 이용하여 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심을 위한 원자로 노심 파라미터 분포를 발생할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로(101)의 노심(202)의 적어도 초기 또는 시작 로딩 분포를 이용하여 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심을 위한 파워 밀도 분

포를 발생할 수도 있다.

- [0174] 단계 334에서, 하나 이상의 프로세서(106)는 단계 330의 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 단계 332의 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포에 비교한다. 예를 들어, 하나 이상의 프로세서(106)는 단계 330의 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 단계 332의 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 편차 메트릭을 발생시킬 수도 있다.
- [0175] 단계 336에서, 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포에 대한 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포의 비교를 사용하여 원자로(101)의 원자로 노심(202)의 작동 컴플라이언스 상태를 결정할 수도 있다. 일 실시예에서, 선택된 공차 레벨 미만(또는 이그 공차 레벨의)의 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심 사이의 편차 메트릭은 컴플라이언스 상태에 대응한다. 다른 실시예에서, 선택된 공차 레벨 초과(또는)의 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 편차 메트릭은 컴플라이언스 상태에 대응한다. 원자로 노심이 컴플라이언스내 상태에 있는 경우에, 프로세스(320)는 종료하거나 또는 노심 측정 및 분석 단계(326 내지 336)를 반복하도록 단계 326으로 재차 이동한다. 원자로 노심(202)이 컴플라이언스외 상태에 있는 경우에, 프로세스(320)는 단계 338로 이동한다.
- [0176] 단계 338에서, 원자로 노심(202)에 대한 컴플라이언스외의 상태를 식별한 후에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심(202)의 부가의 로딩 분포를 발생시킬 수도 있다. 일 실시예에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)에 의해 실행된 부가의 시뮬레이션 프로세스는 부가의 시뮬레이션된 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포와 기준 원자로의 노심의 상태(예를 들어, 평형 상태)와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포(단계 322에서 수신됨) 사이의 편차 메트릭을 선택된 공차 레벨 미만으로 감소시키기 위해 적합한 부가의 시뮬레이션된 노심 내의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트를 결정하도록 구성된다.
- [0177] 단계 340에서, 단계 338에서 부가의 로딩 분포를 발생한 후에, 연료 핸들러(204)는 부가의 시뮬레이션된 노심 내의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 배열할 수도 있다. 원자로 노심(202)의 연료 조립체(208)의 배열 후에, 프로세스(320)는 종료하거나 또는 노심 측정 및 분석 단계(326 내지 336)를 반복하도록 단계 326으로 재차 이동한다. 이 프로세스는 원자로 노심(202)을 컴플라이언스의 상태로 유지하기 위해 무기한 반복될 수도 있다.
- [0178] 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 당 기술 분야에 공지된 임의의 방식으로 시스템(100, 200, 300)의 다양한 서브시스템[예를 들어, 노심 분포 소스(103), 원자로의 제어기(180), 연료 핸들러(204), 연료 핸들러 제어기(206), 원자로 노심 측정 시스템(302) 등]에 통신적으로 결합될 수도 있다. 예를 들어, 하나 이상의 프로세서(106)는 유선(예를 들어, 구리 와이어, 광파이버 케이블 등) 또는 무선 접속(예를 들어, RF 커플링)을 거쳐 노심 측정 시스템(302)에 통신적으로 결합될 수도 있다. 다른 예로서, 하나 이상의 프로세서(106)는 유선 또는 무선 접속을 거쳐 원자로(101)의 제어 시스템(180)에 통신적으로 결합될 수도 있다. 다른 예에서, 하나 이상의 프로세서(106)는 유선 또는 무선 접속을 거쳐, 원격 컴퓨터 시스템 또는 원격 원자로의 제어 시스템과 같은 원격 시스템(도시 생략)에 통신적으로 결합될 수도 있다. 다른 예에서, 하나 이상의 프로세서(106)는 네트워크를 거쳐 임의의 서브시스템에 통신적으로 결합될 수도 있다. 이와 관련하여, 제어기(102)는 네트워크와 인터페이스하기 위해 적합한 네트워크 인터페이스 디바이스(도시 생략)를 포함할 수도 있고, 반면에 서브시스템은 네트워크와 인터페이스하기 위해 또한 적합한 네트워크 인터페이스 디바이스를 포함한다. 네트워크 인터페이스 디바이스는 당 기술 분야에 공지된 임의의 네트워크 인터페이스 디바이스를 포함할 수도 있다. 예를 들어, 네트워크 인터페이스 디바이스는 유선 기반 인터페이스 디바이스(예를 들어, DSL 기반 상호접속, 케이블 기반 상호접속, T9 기반 상호접속 등)를 포함할 수도 있다. 다른 경우에, 네트워크 인터페이스 디바이스는 GSM, GPRS, CDMA, EV-DO, EDGE, WiMAX, LTE, Wi-Fi 프로토콜 등을 채용하는 무선 기반 인터페이스 디바이스를 포함할 수도 있다.
- [0179] 이하는 구현예를 도시하고 있는 일련의 흐름도이다. 용이한 이해를 위해, 흐름도는 초기 흐름도가 예시적인 구현예를 거쳐 현재 구현예를 제시하고 그 후에 후속의 흐름도는 하나 이상의 더 먼저 제시된 흐름도에 구축하는 서브 구성 동작 또는 부가의 구성 동작으로서 초기 흐름도(들)의 대안 구현예 및/또는 확장을 제시하도록 편성된다. 당 기술 분야의 숙련자들은 본 명세서에 이용된 제시의 방식[예를 들어, 예시적인 구현예를 제시하는 흐름도(들)의 제시로 시작하여 그 후에 후속의 흐름도에서 부가 및/또는 추가의 상세를 제공함]은 일반적으로 다양한 프로세스 구현예의 신속하고 용이한 이해를 허용한다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 게다가, 당 기술 분야의 숙련자들은 본 명세서에 사용된 제시의 방식이 모듈형 및/또는 객체 지향성 프로그램 디자인 패러다임을

그 자체로 양호하게 또한 제공한다는 것을 또한 이해할 수 있을 것이다.

- [0180] 도 4a는 원자로 노심 로딩 분포를 발생하는 것에 관련된 예시적인 동작을 표현하는 동작 흐름도(400)를 도시하고 있다. 도 4a에서 그리고 동작 흐름의 다양한 예를 포함하는 이후의 도면에서, 검토 및 설명은 도 1a 내지 도 1p의 전술된 예와 관련하여 그리고/또는 다른 예 및 맥락과 관련하여 제공될 수도 있다. 그러나, 동작 흐름은 다수의 다른 환경 및 맥락에서 그리고/또는 도 1a 내지 도 1p의 수정된 버전에서 실행될 수도 있다는 것이 이해되어야 한다. 또한, 다양한 동작 흐름이 도시되어 있는 순서(들)로 제시되어 있지만, 다양한 동작은 도시되어 있는 것들 이외의 순서로 수행될 수도 있고, 또는 동시에 수행될 수도 있다는 것이 이해되어야 한다.
- [0181] 시작 동작 후에, 동작 흐름(400)은 수신 동작(410)으로 이동한다. 수신 동작(410)은 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포(103)를 수신하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104)에 통신적으로 결합되고 노심 파라미터 분포 소스(104)(예를 들어, 메모리)로부터 소정의 상태(예를 들어, 평형 상태, 평형 접근 상태, 또는 평형 착수 상태)에서 원자로(예를 들어, 기준 원자로)의 노심의 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)를 수신하도록 구성된다. 예를 들어, 노심 파라미터 분포 소스(104)는 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)(예를 들어, 측정된 원자로 노심 파라미터 분포 또는 시뮬레이션된 원자로 노심 파라미터 분포)를 저장하고 그리고/또는 유지하도록 구성된 하나 이상의 메모리 디바이스를 포함할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 또한, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 노심 내의 위치의 함수로서 원자로 노심 파라미터를 지시하는 데이터베이스 또는 맵(예를 들어, 2차원 맵 또는 3차원 맵)의 형태로 소정의 상태에서 원자로의 노심을 위한 원자로 노심 파라미터 분포를 수신할 수도 있다.
- [0182] 다음에, 발생 동작(420)은 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심에 대한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생할 수도 있다.
- [0183] 다음에, 선택 동작(430)은 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 영역(122)의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택할 수도 있다.
- [0184] 다음에, 발생 동작(440)은 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생할 수도 있다.
- [0185] 다음에, 계산 동작(450)은 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산할 수도 있다.
- [0186] 다음에, 로딩 분포 발생 단계(460)는 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트에 대한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 로딩 분포를 발생하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트에 대한 위치의 후속의 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 영역(122)의 세트에 하나 이상의 섭동 프로세스를 수행함으로써 로딩 분포를 발생할 수도 있다. 예를 들어, 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 섭동 절차(170)는 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 적합한 로딩 분포가 성취될 때까지 시뮬레이션된 노심(120) 내의 영역(122)의 위치를 반복적으로 변동할 수도 있다.
- [0187] 도 4b는 도 4a의 예시적인 동작 흐름(400)의 대안적인 실시예를 도시하고 있다. 도 4b는 수신 동작(410)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(412)을 포함할 수도 있다.
- [0188] 동작(412)은 원자로의 노심의 평형 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하는 것을

도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 평형 상태에서 원자로의 노심을 위한 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)를 수신할 수도 있다. 이와 관련하여, 노심 파라미터 분포 소스(104)는 평형 상태에서 원자로의 노심을 위한 원자로 노심 파라미터 분포를 저장할 수도 있다. 다음에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104) 내에 저장된 평형 상태에서 원자로의 노심을 위한 원자로 노심 파라미터 분포(103)를 검색할 수도 있다.

[0189] 다른 예로서, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 평형 접근 상태에서 원자로의 노심을 위한 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)를 수신할 수도 있다. 이와 관련하여, 노심 파라미터 분포 소스(104)는 평형 접근 상태에서 원자로의 노심을 위한 원자로 노심 파라미터 분포를 저장할 수도 있다. 다음에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104) 내에 저장된 평형 접근 상태에서 원자로의 노심을 위한 원자로 노심 파라미터 분포(103)를 검색할 수도 있다.

[0190] 다른 예로서, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 평형 상태의 착수시에 원자로의 노심을 위한 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)를 수신할 수도 있다. 이와 관련하여, 노심 파라미터 분포 소스(104)는 평형 상태의 착수시에 원자로의 노심을 위한 원자로 노심 파라미터 분포를 저장할 수도 있다. 다음에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104) 내에 저장된 평형 상태의 착수시에 원자로의 노심을 위한 원자로 노심 파라미터 분포(103)를 검색할 수도 있다.

[0191] 도 5는 도 4a의 예시적인 동작 흐름(400)의 대안적인 실시예를 도시하고 있다. 도 5는 수신 동작(410)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(502 및/또는 504)을 포함할 수도 있다.

[0192] 동작(502)은 열 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 열 원자로의 노심을 위한 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)를 수신할 수도 있다. 이와 관련하여, 노심 파라미터 분포 소스(104)는 기준 열 원자로의 노심을 위한 원자로 노심 파라미터 분포를 저장할 수도 있다. 다음에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104) 내에 저장된 기준 열 원자로의 노심을 위한 원자로 노심 파라미터 분포(103)를 검색할 수도 있다.

[0193] 다른 실시예에서, 동작(504)은 고속 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 고속 원자로의 노심을 위한 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)를 수신할 수도 있다. 이와 관련하여, 노심 파라미터 분포 소스(104)는 기준 고속 원자로의 노심을 위한 원자로 노심 파라미터 분포를 저장할 수도 있다. 다음에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104) 내에 저장된 기준 고속 원자로의 노심을 위한 원자로 노심 파라미터 분포(103)를 검색할 수도 있다.

[0194] 도 6은 도 4a의 예시적인 동작 흐름(400)의 대안적인 실시예를 도시하고 있다. 도 6은 수신 동작(410)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(602) 및/또는 동작(604)을 포함할 수도 있다.

[0195] 일 실시예에서, 동작(602)은 증식 연소 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 증식 연소 원자로의 노심을 위한 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)를 수신할 수도 있다. 이와 관련하여, 노심 파라미터 분포 소스(104)는 기준 증식 연소 원자로의 노심을 위한 원자로 노심 파라미터 분포를 저장할 수도 있다. 다음에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104) 내에 저장된 기준 증식 연소 원자로의 노심을 위한 원자로 노심 파라미터 분포(103)를 검색할 수도 있다.

[0196] 다른 실시예에서, 동작(604)은 진행과 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의

하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 진행과 원자로의 노심을 위한 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)를 수신할 수도 있다. 이와 관련하여, 노심 파라미터 분포 소스(104)는 기준 진행과 원자로의 노심을 위한 원자로 노심 파라미터 분포를 저장할 수도 있다. 다음에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104) 내에 저장된 기준 진행과 원자로의 노심을 위한 원자로 노심 파라미터 분포(103)를 검색할 수도 있다.

[0197] 도 7은 도 4a의 예시적인 동작 흐름(400)의 대안적인 실시예를 도시하고 있다. 도 7은 수신 동작(410)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(702) 및/또는 동작(704)을 포함할 수도 있다.

[0198] 일 실시예에서, 동작(702)은 노심이 적어도 하나의 연료 조립체를 포함하는, 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 하나 이상의 연료 조립체를 포함하는 원자로의 노심을 위한 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)를 수신할 수도 있다. 이와 관련하여, 노심 파라미터 분포 소스(104)는 하나 이상의 연료 조립체를 갖는 원자로의 노심을 위한 원자로 노심 파라미터 분포를 저장할 수도 있다. 다음에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104) 내에 저장된 하나 이상의 연료 조립체를 갖는 원자로의 노심을 위한 원자로 노심 파라미터 분포(103)를 검색할 수도 있다.

[0199] 또한, 동작(704)은 노심이 적어도 하나의 핀을 포함하는 적어도 하나의 연료 조립체를 포함하는, 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 하나 이상의 연료핀을 갖는 하나 이상의 연료 조립체를 포함하는 원자로의 노심을 위한 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)를 수신할 수도 있다. 이와 관련하여, 노심 파라미터 분포 소스(104)는 하나 이상의 연료핀을 갖는 하나 이상의 연료 조립체를 갖는 원자로의 노심을 위한 원자로 노심 파라미터 분포를 저장할 수도 있다. 다음에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104) 내에 저장된 하나 이상의 연료핀을 갖는 하나 이상의 연료 조립체를 갖는 원자로의 노심을 위한 원자로 노심 파라미터 분포(103)를 검색할 수도 있다.

[0200] 도 8은 도 4a의 예시적인 동작 흐름(400)의 대안적인 실시예를 도시하고 있다. 도 8은 수신 동작(410)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(802) 및/또는 동작(804)을 포함할 수도 있다.

[0201] 동작(802)은 원자로의 노심의 상태와 연계된 파워 밀도 분포를 수신하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 원자로의 노심의 소정의 상태를 위한 하나 이상의 파워 밀도 분포를 수신할 수도 있다. 이와 관련하여, 노심 파라미터 분포 소스(104)는 원자로의 노심의 소정의 상태를 위한 파워 밀도 분포를 저장할 수도 있다. 다음에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104) 내에 저장된 원자로의 노심의 소정 상태를 위한 하나 이상의 파워 밀도 분포를 검색할 수도 있다. 또한, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 노심 내의 위치의 함수로서 파워 발생 밀도를 지시하는 데이터베이스 또는 맵(예를 들어, 2차원 또는 3차원 맵)의 형태로 원자로의 노심을 위한 파워 밀도 분포를 수신할 수도 있다.

[0202] 다른 실시예에서, 동작(804)은 원자로의 노심의 상태와 연계된 파워 밀도 분포의 변화율을 수신하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 원자로의 노심의 소정의 상태를 위한 하나 이상의 파워 밀도 변화율 분포를 수신할 수도 있다. 이와 관련하여, 노심 파라미터 분포 소스(104)는 원자로의 노심의 소정의 상태를 위한 파워 밀도 변화율 분포를 저장할 수도 있다. 다음에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104) 내에 저장된 원자로의 노심의 소정의 상태를 위한 파워 밀도 변화율 분포를 검색할 수도 있다. 또한, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 노심 내의 위치의 함수로서 파워 발생 밀도의 변화율을 지시하는 데이터베이스 또는 맵(예를 들어, 2차원 또는 3차원 맵)의 형태로 원자로의 노심을 위한 파워 밀도 변화율 분포를 수신할 수도 있다.

[0203] 도 9는 도 4a의 예시적인 동작 흐름(400)의 대안적인 실시예를 도시하고 있다. 도 9는 수신 동작(410)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(902, 904) 및/또는 동작(906)을 포함할 수도 있다.

- [0204] 동작(902)은 원자로의 노심의 상태와 연계된 반응도 분포를 수신하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 원자로의 노심의 소정의 상태를 위한 하나 이상의 반응도 분포를 수신할 수도 있다. 이와 관련하여, 노심 파라미터 분포 소스(104)는 원자로의 노심의 소정의 상태를 위한 반응도 분포를 저장할 수도 있다. 다음에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104) 내에 저장된 원자로의 노심의 소정 상태를 위한 반응도 분포를 검색할 수도 있다. 또한, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 노심 내의 위치의 함수로서 반응도를 지시하는 데이터베이스 또는 맵(예를 들어, 2차원 또는 3차원 맵)의 형태로 원자로의 노심을 위한 반응도 분포를 수신할 수도 있다.
- [0205] 다른 실시예에서, 동작(904)은 원자로의 노심의 상태와 연계된 반응도 분포의 변화율을 수신하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 원자로의 노심의 소정의 상태를 위한 하나 이상의 반응도 변화율 분포를 수신할 수도 있다. 이와 관련하여, 노심 파라미터 분포 소스(104)는 원자로의 노심의 소정의 상태를 위한 반응도 변화율 분포를 저장할 수도 있다. 다음에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104) 내에 저장된 원자로의 노심의 소정의 상태를 위한 반응도 변화율 분포를 검색할 수도 있다. 또한, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 노심 내의 위치의 함수로서 반응도의 변화율을 지시하는 데이터베이스 또는 맵(예를 들어, 2차원 또는 3차원 맵)의 형태로 원자로의 노심을 위한 반응도 변화율 분포를 수신할 수도 있다.
- [0206] 다른 실시예에서, 동작(906)은 노심이 플루토늄을 포함하는, 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 플루토늄을 포함하는 원자로 노심의 소정의 상태를 위한 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신할 수도 있다. 이와 관련하여, 노심 파라미터 분포 소스(104)는 플루토늄을 포함하는 원자로 노심의 소정의 상태를 위한 원자로 노심 파라미터 분포를 저장할 수도 있다. 다음에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104) 내에 저장된 플루토늄을 포함하는 원자로 노심의 소정의 상태를 위한 원자로 노심 파라미터 분포를 검색할 수도 있다.
- [0207] 도 1o는 도 4a의 예시적인 동작 흐름(400)의 대안적인 실시예를 도시하고 있다. 도 1o는 기준 발생 동작(420)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(1002) 및/또는 동작(1004)을 포함할 수도 있다.
- [0208] 동작(1002)은 BOC 노심의 적어도 일부가 재생 핵연료를 포함하는, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생시키는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 재생 핵연료를 포함하는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생시킬 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 적어도 일부 재생 핵연료(예를 들어, 재생된 우라늄)를 포함하는 시뮬레이션된 BOC 노심 전체에 걸쳐(예를 들어, 시뮬레이션된 BOC 노심의 연료 조립체 전체에 걸쳐) 핵연료(핵분열성 및 비-핵분열성 재료를 포함함)의 공간 분포를 제공할 수도 있다.
- [0209] 다른 실시예에서, 동작(1004)은 BOC 노심의 적어도 일부가 미연소 핵연료를 포함하는, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생시키는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 재생 핵연료를 포함하는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생시킬 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 적어도 일부 미연소 핵연료(예를 들어, 미연소 우라늄)를 포함하는 시뮬레이션된 BOC 노심 전체에 걸쳐 핵연료(핵분열성 및 비-핵분열성 재료를 포함함)의 공간 분포를 제공할 수도 있다.
- [0210] 도 11은 도 4a의 예시적인 동작 흐름(400)의 대안적인 실시예를 도시하고 있다. 도 11은 발생 동작(420)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(1102) 및/또는 동작(1104)을 포함할 수도 있다.
- [0211] 동작(1102)은 BOC 노심의 적어도 일부가 농축 핵연료를 포함하는, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생시키는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 농축 핵연료를 포함하는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생시킬 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 적어도 일부

농축 핵연료를 포함하는 시뮬레이션된 BOC 노심 전체에 걸쳐 핵연료(핵분열성 및 비-핵분열성 재료를 포함함)의 공간 분포를 제공할 수도 있다.

[0212] 다른 실시예에서, 동작(1104)은 BOC 노심의 적어도 일부가 농축 우라늄계 핵연료를 포함하는, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 농축 우라늄을 포함하는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 적어도 일부 농축 우라늄을 포함하는 시뮬레이션된 BOC 노심 전체에 걸쳐 핵연료(핵분열성 및 비-핵분열성 재료를 포함함)의 공간 분포를 제공할 수도 있다.

[0213] 도 12는 도 4a의 예시적인 동작 흐름(400)의 대안적인 실시예를 도시하고 있다. 도 12는 기준 발생 동작(420)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(1202) 및/또는 동작(1204)을 포함할 수도 있다.

[0214] 동작(1202)은 사용자 입력 및 제어기 중 적어도 하나를 거쳐 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 사용자 입력 및 제어기(102) 중 적어도 하나를 사용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)에 의해 실행된 사전프로그램된 예측 알고리즘을 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심 전체에 걸쳐 핵연료(핵분열성 및 비-핵분열성 재료를 포함함)의 공간 분포를 제공할 수도 있다. 이와 관련하여, 예측 알고리즘은 이들에 한정되는 것은 아니지만, 초기 연료 로딩 분포 시작점과 최종 연료 로딩 분포의 품질을 상관하는 이력 데이터, 사용자 선택된 초기 연료 로딩 분포 선호도 등과 같은 다양한 파라미터에 기초하여 바람직한 초기 연료 로딩 분포를 선택할 수도 있다.

[0215] 다른 경우에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 제어기(102)와 함께 사용자 입력된 데이터를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심 전체에 걸쳐 핵연료(핵분열성 및 비-핵분열성 재료를 포함함)의 공간 분포를 제공할 수도 있다. 이와 관련하여, 사용자는 사용자 디스플레이(116)의 사용자에게 제시된 다수의 옵션에 기초하여 초기 연료 로딩 분포를 선택할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)는 사전프로그램된 예측 알고리즘의 출력에 기초하여 복수의 초기 연료 로딩 분포를 사용자에게 제시할 수도 있다[예를 들어, 디스플레이(116) 상에서 제시함]. 디스플레이(116) 상의 로딩 분포의 이 제시에 기초하여, 사용자는 사용자 입력 디바이스(118)를 사용하여 바람직한 초기 로딩 분포를 선택할 수도 있다.

[0216] 또 다른 경우에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 사용자 입력된 데이터에 주로 기초하여 시뮬레이션된 BOC 노심 전체에 걸쳐 핵연료(핵분열성 및 비-핵분열성 재료를 포함함)의 공간 분포를 제공할 수도 있다. 이와 관련하여, 사용자는 초기 연료 로딩 분포를 선택하거나 제어기(102) 내에 입력할 수도 있다. 예를 들어, 사용자는 시뮬레이션된 BOC 노심을 가로질러 각각의 연료 조립체 또는 각각의 연료 조립체의 각각의 핀을 위한 특정 재료 또는 재료들(핵분열성 또는 비-핵분열성)을 선택함으로써 초기 연료 로딩 분포를 선택할 수도 있다. 또한, 사용자는 그래픽 사용자 인터페이스(114)(예를 들어, 디스플레이/마우스, 터치스크린, 디스플레이/키보드 등)를 이용하여 이 초기 연료 선택을 할 수도 있어, 사용자가 시뮬레이션된 BOC 노심 전체에 걸쳐 시뮬레이션된 연료 조립체의 각각 또는 시뮬레이션된 연료 조립체의 각각의 핀에서 가능한 핵연료 재료(예를 들어, 핵분열성 또는 비-핵분열성 재료)의 리스트로부터 선택할 수 있게 한다. 이 방식으로, 사용자는 이산된 방식(discretized manner)으로, 시뮬레이션된 BOC 노심을 가로지르는 초기 핵연료 로딩 분포를 구축할 수도 있다(예를 들어, 연료 조립체 레벨 분해능을 갖고 구축되거나 또는 핀 레벨 분해능을 갖고 구축됨). 선택된 초기 로딩 분포는 이어서 제어기(102)의 메모리(108) 내로 판독되고 본 발명의 후속의 단계에서 하나 이상의 프로세서(106)에 의해 사용될 수도 있다.

[0217] 다른 실시예에서, 동작(1204)은 원자로의 시뮬레이션된 수명 초기(BOL) 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시뮬레이션된 수명 초기(BOL) 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시뮬레이션된 BOL 노심 전체에 걸쳐(예를 들어, 시뮬레이션된 BOL 노심의 연료 조립체 전체에 걸쳐) 핵연료(핵분열성 및 비-핵분열성 재료를 포함함)의 공간 분포를 제공할 수도 있다.

[0218] 도 13은 도 4a의 예시적인 동작 흐름(400)의 대안적인 실시예를 도시하고 있다. 도 13은 발생 동작(420)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(1302) 및

/또는 동작(1304)을 포함할 수도 있다.

- [0219] 동작(1302)은 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 랜덤하게 발생하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 랜덤하게 발생할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심을 가로질러 핵연료(핵분열성 및 비-핵분열성 재료를 포함함)의 공간 분포를 랜덤하게 선택하도록 구성된 사전프로그램된 알고리즘을 인가할 수도 있다.
- [0220] 다른 실시예에서, 동작(1304)은 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심이 복수의 시뮬레이션된 연료 조립체를 포함하는, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 복수의 시뮬레이션된 연료 조립체를 통한 초기 연료 로딩 분포를 발생할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심 전체에 걸쳐 연료 조립체의 각각 내에 재료의 유형 및 양을 제공함으로써 시뮬레이션된 BOC 노심 전체에 걸쳐 핵연료(핵분열성 및 비-핵분열성 재료를 포함함)의 공간 분포를 제공할 수도 있다. 또한, 초기 연료 로딩 분포는 시뮬레이션된 BOC 노심의 각각의 연료 조립체의 핀 레벨에서 분해될 수도 있다. 이와 관련하여, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심 전체에 걸쳐 각각의 연료 조립체의 각각의 연료핀 내에 재료의 유형 및 양을 제공함으로써 BOC 노심 전체에 걸쳐 핵연료(핵분열성 및 비-핵분열성 재료를 포함함)의 공간 분포를 제공할 수도 있다.
- [0221] 도 14는 도 4a의 예시적인 동작 흐름(400)의 대안적인 실시예를 도시하고 있다. 도 14는 선택 동작(430)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(1402, 1404) 및/또는 동작(1406)을 포함할 수도 있다.
- [0222] 동작(1402)은 위치의 각각의 초기 세트가 영역의 세트 중 하나에 대응하는, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치(예를 들어, x, y, z 위치)의 초기 세트를 선택할 수도 있다. 또한, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 영역(122)의 세트의 각각에 상대 위치를 할당할 수도 있다. 이와 관련하여, 제어기(102)에 의해 그려지는 바와 같은 각각의 영역은 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 핵연료의 선택된 체적[예를 들어, 제어기(102)에 의해 선택되거나 사용자 입력을 거쳐 선택됨]을 포함할 수도 있다.
- [0223] 다른 실시예에서, 동작(1404)은 위치의 초기 세트의 각각이 세트 영역 중 하나에 대응하고, 각각의 영역은 적어도 하나의 연료 조립체를 포함하는, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 영역(122)의 세트와 연계된 위치(예를 들어, x, y, z 위치)의 초기 세트를 선택할 수도 있고, 여기서 각각의 영역은 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 하나 이상의 연료 조립체(124)를 포함한다. 또한, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 하나 이상의 연료 조립체(124)를 포함하는 각각의 영역에 상대 위치를 할당할 수도 있다. 예를 들어, 도 1i에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122)의 세트의 위치(140)의 초기 세트를 선택하도록 구성되고, 여기서 각각의 영역(122)은 BOC 노심(120)의 단일 연료 조립체(124)를 포함한다. 다른 경우에, 도 1j에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122)의 세트의 위치(140)의 초기 세트를 선택하도록 구성되고, 여기서 각각의 영역(122)은 BOC 노심(120)의 다수의 연료 조립체(124)를 포함한다.
- [0224] 다른 실시예에서, 동작(1406)은 위치의 초기 세트의 각각이 영역의 세트 중 하나에 대응하고, 영역의 세트의 각각은 선택된 체적을 갖는 3차원 영역인, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 영역(122)의 세트와 연계된 위치(140)의 초기 세트를 선택할 수도 있고, 여기서 각각의 영역은 선택된 체적을 갖는 3차원 영역이다. 또한, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 선택된 체적의 각각의 3차원 영역에 상대 위치를 할당할 수도 있다.
- [0225] 도 15는 도 4a의 예시적인 동작 흐름(400)의 대안적인 실시예를 도시하고 있다. 도 15는 선택 동작(430)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(1502) 및

/또는 동작(1504)을 포함할 수도 있다.

- [0226] 다른 실시예에서, 동작(1502)은 위치의 각각의 초기 세트가 영역의 세트 중 하나에 대응하고, 영역의 세트의 각각이 선택된 형상을 갖는 3차원 영역인, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 영역(122)의 세트와 연계된 위치(140)의 초기 세트를 선택할 수도 있고, 여기서 각각의 영역은 선택된 형상(예를 들어, 육각면체, 입방체, 실린더, 타원체, 구, 디스크, 링 등)을 갖는 3차원 영역이다. 또한, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 선택된 형상의 각각의 3차원 영역에 상대 위치를 할당할 수도 있다.
- [0227] 다른 실시예에서, 동작(1504)은 위치의 초기 세트의 각각이 영역의 세트 중 하나에 대응하고, 영역의 세트는 선택된 수의 영역을 포함하는, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 선택된 수의 영역을 포함하는 영역(122)의 세트와 연계된 위치(140)의 초기 세트를 선택할 수도 있다. 또한, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 선택된 수의 영역의 각각의 영역에 상대 위치를 할당할 수도 있다.
- [0228] 도 16은 도 16의 예시적인 동작 흐름(400)의 대안적인 실시예를 도시하고 있다. 도 16은 발생 동작(440)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(1602, 1604) 및/또는 동작(1606)을 포함할 수도 있다.
- [0229] 동작(1602)은 영역의 세트의 각각의 열역학적 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 각각의 영역(122)에 대해 열역학적 변수(예를 들어, 온도, 압력 등)를 이용하여 초기 연료 디자인 파라미터값(141)을 발생할 수도 있다. 예를 들어, 도 1i에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 소정의 영역(122)을 위한 열역학적 변수를 이용하여 소정의 영역(122)을 위한 초기 연료 디자인 파라미터값을 발생할 수도 있다. 다른 경우에, 도 1l에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122) 및 소정의 영역(122)에 인접한 영역(123a 내지 123f)을 위한 열역학적 변수를 이용하여 소정의 영역(122)을 위한 초기 연료 디자인 파라미터값을 발생할 수도 있다.
- [0230] 다른 실시예에서, 동작(1604)은 영역의 세트의 각각의 중성자 파라미터를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역의 세트의 각각 내의 시뮬레이션된 핵연료와 연계된 중성자 파라미터를 이용하여 연료 디자인 파라미터값(141)의 초기 세트를 발생할 수도 있다. 예를 들어, 도 1i에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 소정의 영역(122)을 위한 중성자 파라미터를 이용하여 소정의 영역(122)을 위한 초기 연료 디자인 파라미터값을 발생할 수도 있다. 다른 경우에, 도 1l에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122) 및 소정의 영역(122)에 인접한 영역(123a 내지 123f)을 위한 중성자 파라미터를 이용하여 소정의 영역(122)을 위한 초기 연료 디자인 파라미터값을 발생할 수도 있다.
- [0231] 다른 실시예에서, 동작(1606)은 영역의 세트의 각각의 k-무한대값을 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역의 세트의 각각 내의 핵연료와 연계된 k-무한대값을 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생할 수도 있다. 예를 들어, 도 1i에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 소정의 영역(122)을 위한 k-무한대값을 이용하여 소정의 영역(122)을 위한 초기 연료 디자인 파라미터값을 발생할 수도 있다. 다른 경우에, 도 1l에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122) 및 소정의 영역(122)에 인접한 영역(123a 내지 123f)을 위한 k-무한대값을 이용하여 소정의 영역(122)을 위한 초기 연료 디자인 파라미터값을 발생할 수도 있다.
- [0232] 도 17은 도 4a의 예시적인 동작 흐름(400)의 대안적인 실시예를 도시하고 있다. 도 17은 발생 동작(440)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(1702)을 포함할 수도 있다.
- [0233] 동작(1702)은 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 농축값의 초기 세트를 발생하는 것

을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 각각의 영역(122)에 대해 하나 이상의 디자인 변수(예를 들어, 열역학적 변수, 중성자 파라미터 등)를 이용하여 시뮬레이션된 핵연료 농축값의 초기 세트를 발생시킬 수도 있다. 예를 들어, 도 1i에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 소정의 영역(122)을 위한 디자인 변수를 이용하여 소정의 영역(122)을 위한 농축값의 초기 세트를 발생시킬 수도 있다. 다른 경우에, 도 1l에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122) 및 소정의 영역(122)에 인접한 영역(123a 내지 123f)을 위한 디자인 변수를 이용하여 소정의 영역(122)을 위한 농축값의 초기 세트를 발생시킬 수도 있다.

[0234] 도 18은 도 4a의 예시적인 동작 흐름(400)의 대안적인 실시예를 도시하고 있다. 도 18은 발생 동작(440)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(1802 및/또는 1804)을 포함할 수도 있다.

[0235] 동작(1802)은 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 연료 조립체의 핀의 세트와 연계된 핀 치수값의 초기 세트를 발생시키는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122)의 세트의 각각의 하나 이상의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 연료 조립체(124)의 핀의 세트와 연계된 핀 치수값의 초기 세트를 발생시킬 수도 있다. 예를 들어, 도 1i에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 소정의 영역(122)을 위한 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 연료 조립체(124)의 핀의 세트와 연계된 핀 치수값의 초기 세트를 발생시킬 수도 있다. 다른 경우에, 도 1l에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122) 및 소정의 영역(122)에 인접한 영역(123a 내지 123f)의 각각을 위한 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 연료 조립체(124)의 핀의 세트와 연계된 핀 치수값의 초기 세트를 발생시킬 수도 있다.

[0236] 다른 실시예에서, 동작(1804)은 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 연료 조립체의 핀의 세트와 연계된 핀 구성값의 초기 세트를 발생시키는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122)의 세트의 각각의 하나 이상의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 연료 조립체(124)의 핀의 세트와 연계된 핀 구성값의 초기 세트를 발생시킬 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122)의 세트의 각각을 위한 하나 이상의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 연료 조립체(124)의 핀의 세트와 연계된 핀 피치값의 초기 세트를 발생시킬 수도 있다. 다른 경우에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122)의 세트의 각각의 하나 이상의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 연료 조립체(124)의 핀의 세트 내의 초기 수의 핀을 발생시킬 수도 있다.

[0237] 도 19는 도 4a의 예시적인 동작 흐름(400)의 대안적인 실시예를 도시하고 있다. 도 19는 발생 동작(440)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(1902)을 포함할 수도 있다.

[0238] 다른 실시예에서, 동작(1902)은 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 연료 조립체의 핀의 세트와 연계된 핀 기하학값의 초기 세트를 발생시키는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122)의 세트의 각각의 하나 이상의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 연료 조립체(124)의 핀의 세트와 연계된 핀 기하학값의 초기 세트를 발생시킬 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122)의 세트의 각각의 하나 이상의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 연료 조립체(124)의 핀의 세트와 연계된 핀 크기값(예를 들어, 핀 길이값, 핀 두께/반경값 등)의 초기 세트를 발생시킬 수도 있다. 다른 경우에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122)의 세트의 각각의 하나 이상의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 연료 조립체(124)의 핀의 세트와 연계된 핀 형상(예를 들어, 육각면체, 실린더, 프리즘 등)의 초기 세트를 발생시킬 수도 있다.

[0239] 도 20은 도 4a의 예시적인 동작 흐름(400)의 대안적인 실시예를 도시하고 있다. 도 20은 발생 동작(440)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(2002)을 포함할 수도 있다.

[0240] 다른 실시예에서, 동작(2002)은 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레

이션된 BOC 노심의 연료 조립체의 핀의 세트와 연계된 핀 조성값의 초기 세트를 발생하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122)의 세트의 각각의 하나 이상의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 연료 조립체(124)의 핀의 세트와 연계된 핀 조성값의 초기 세트를 발생할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122)의 세트의 각각의 하나 이상의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 연료 조립체(124)의 핀의 세트와 연계된 연료 희석 밀도의 세트를 발생할 수도 있다. 다른 경우에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122)의 세트의 각각의 하나 이상의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 연료 조립체(124)의 핀의 세트와 연계된 핵분열성 함량값의 세트(즉, 각각의 핀 내의 핵분열성 재료의 상대량)를 발생할 수도 있다. 다른 경우에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122)의 세트의 각각의 하나 이상의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 연료 조립체(124)의 핀의 세트와 연계된 핵원료성 함량값의 세트(즉, 각각의 핀 내의 핵원료성 재료의 상대량)를 발생할 수도 있다. 다른 경우에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122)의 세트의 각각의 하나 이상의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 연료 조립체(124)의 핀의 세트와 연계된 비-핵분열성/비-핵원료성 함량값[즉, 각각의 핀 내의 비-핵분열성/비-핵원료성 재료의 상대량(예를 들어, 각각의 핀 내의 지르코늄의 양)]을 발생할 수도 있다. 다른 예로서, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122)의 세트의 각각의 하나 이상의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심을 가로지르는 위치 및/또는 연료 조립체 위치의 함수로서 핀 조성값의 초기 세트를 발생할 수도 있다. 이와 관련하여, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심의 연료 조립체의 각각의 핀의 연료 조성 및 이 연료 조성이 시뮬레이션된 BOC 노심의 다양한 연료 조립체를 가로질러 변동하는 방식의 모두를 제어할 수도 있다.

[0241] 도 21은 도 4a의 예시적인 동작 흐름도(400)의 대안 실시예를 도시하고 있다. 도 21은 발생 동작(440)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(2102 및/또는 2104)을 포함할 수도 있다.

[0242] 동작(2102)은 영역의 세트의 핀의 각각의 세트의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것을 도시하고 있고, 여기서 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트의 각각은 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트들 중 하나와 연계된다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 핀의 각각의 세트를 위한 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 영역의 세트 중 하나와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생할 수도 있다. 또한, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트의 각각은 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 중 하나와 연계될 수도 있다. 이와 관련하여, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트는 하나 이상의 디자인 변수를 위한 핀 레벨 입력을 사용하여 "다중핀" 레벨(즉, 다수의 핀을 포함하는 영역)에서 발생될 수도 있다.

[0243] 동작(2104)은 영역의 세트의 핀의 각각의 세트의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것을 도시하고 있고, 여기서 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트의 각각은 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 각각의 핀들 중 하나와 연계된다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 핀의 각각의 세트를 위한 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 연료 조립체(124)의 핀의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생할 수도 있다. 또한, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트의 각각은 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 각각의 핀들 중 하나와 연계될 수도 있다. 이와 관련하여, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트는 하나 이상의 디자인 변수를 위한 핀 레벨 입력을 사용하여 시뮬레이션된 원자로의 "핀 레벨"(즉, 다수의 핀을 포함하는 영역)에서 발생될 수도 있다.

[0244] 도 22는 도 4a의 예시적인 동작 흐름도(400)의 대안 실시예를 도시하고 있다. 도 22는 계산 동작(450)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(2202 및/또는 2204)을 포함할 수도 있다.

[0245] 동작(2202)은 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 파워 밀도 분포를 계산하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 초기 위치에 위치한 영역(122)에 대응하는 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 사용하여, 제어기(102)의 하나 이상의 프

로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심(120)을 위한 파워 밀도 분포를 계산할 수도 있다.

- [0246] 다른 실시예에서, 2204는 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 파워 밀도 분포의 변화율을 계산하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 초기 위치에 위치한 영역(122)에 대응하는 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 사용하여, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심(120)을 위한 파워 밀도 분포의 변화율을 계산할 수도 있다.
- [0247] 도 23은 도 4a의 예시적인 동작 흐름도(400)의 대안 실시예를 도시하고 있다. 도 23은 계산 동작(450)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(2302 및/또는 2304)을 포함할 수도 있다.
- [0248] 동작(2302)은 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 반응도 분포를 계산하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 초기 위치에 위치한 영역(122)에 대응하는 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 사용하여, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심(120)을 위한 반응도 분포를 계산할 수도 있다.
- [0249] 다른 실시예에서, 동작(2304)은 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 파워 밀도 분포의 변화율을 계산하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 초기 위치에 위치한 영역(122)에 대응하는 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 사용하여, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심(120)을 위한 반응도 분포의 변화율을 계산할 수도 있다.
- [0250] 도 24는 도 4a의 예시적인 동작 흐름도(400)의 대안 실시예를 도시하고 있다. 도 24는 발생 동작(460)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(2402)을 포함할 수도 있다.
- [0251] 동작(2402)은 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트에 대한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 로딩 분포를 발생하는 것을 도시하고 있고, 위치의 후속 세트는 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 로딩 분포를 규정한다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트에 대한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 영역(122)의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 로딩 분포를 발생할 수도 있고, 위치의 후속 세트는 시뮬레이션된 BOC 노심(120)을 위한 로딩 분포를 규정한다. 예를 들어, 섭동 프로세스(170)로부터 출력된 영역(122)의 후속 위치는 시뮬레이션된 BOC 노심(120)을 위한 로딩 분포(즉, 원자로 노심 내의 핵연료의 핵원료성 및 비-핵원료성 성분의 공간 분포)를 규정하는 역할을 할 수도 있다.
- [0252] 도 25는 도 4a의 예시적인 동작 흐름도(400)의 대안 실시예를 도시하고 있다. 도 25는 발생 동작(460)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(2502)을 포함할 수도 있다.
- [0253] 동작(2502)은 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트에 대한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 로딩 분포를 발생하는 것을 도시하고 있고, 여기서 위치의 후속 세트는 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 분포와 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 편차 메트릭을 선택된 공차 레벨 미만으로 감소시킨다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 영역(122)의 세트에 대한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 영역(122)의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 로딩 분포를 발생할 수도 있다. 또한, 위치의 후속 세트는 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 분포와 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 사이의 편차 메트릭을 선택된 공차 레벨 미만으로 감소시키는 역할을 할 수도 있다. 예를 들어, 도 1o에 도시되어 있는 바와 같이, 섭동 절차(170)는 시뮬레이션된 BOC 노심의 하나 이상의 계산된 원자로 노심 분포와 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된

수신된 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 편차 메트릭(예를 들어, 차이, 공간적으로 평균화된 차이, 최대 차이, 최소 차이, 집계된 전역 편차 메트릭 등)이 선택된 공차 레벨 미만으로 감소될 때까지 시뮬레이션된 노심(120) 내의 영역(122)의 위치를 반복적으로 변동할 수도 있다.

- [0254] 도 26은 원자로 노심 로딩 분포를 발생하는 것에 관련된 예시적인 동작을 표현하고 있는 동작 흐름(2600)을 도시하고 있다. 도 26은 도 4의 예시적인 동작 흐름(400)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(2602, 2604, 2606 및/또는 2608)을 포함할 수도 있다.
- [0255] 동작(2602)은 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 보고하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 목적지에 보고할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 영역(122)의 세트의 위치의 후속 세트를 지시하는 하나 이상의 신호를 목적지에 전송할 수도 있다.
- [0256] 다른 실시예에서, 동작(2604)은 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 디스플레이에 보고하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 디스플레이[예를 들어, 제어기(102)와 연계된 디스플레이, 원격 시스템의 디스플레이, 원자로 제어 시스템의 디스플레이 등]에 보고할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 영역(122)의 세트의 위치의 후속 세트를 지시하는 하나 이상의 신호를 디스플레이에 전송할 수도 있다.
- [0257] 다른 실시예에서, 동작(2606)은 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 메모리에 보고하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 메모리[예를 들어, 제어기(102)의 메모리, 원격 시스템의 메모리, 원자로 제어 시스템의 메모리 등]에 보고할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 영역(122)의 세트의 위치의 후속 세트를 지시하는 하나 이상의 신호를 디스플레이에 전송할 수도 있다.
- [0258] 다른 실시예에서, 동작(2608)은 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 원자로의 제어 시스템에 보고하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 원자로[예를 들어, 도 2a의 원자로(101)]의 제어 시스템에 보고할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 영역(122)의 세트의 위치의 후속 세트를 지시하는 하나 이상의 신호를 원자로[예를 들어, 도 2a의 원자로(101)]의 제어 시스템에 전송할 수도 있다.
- [0259] 도 27a는 발생된 원자로 노심 로딩 분포에 따라 원자로 노심의 하나 이상의 연료 조립체를 배열하는 것에 관련된 예시적인 동작을 표현하고 있는 동작 흐름도(2700)를 도시하고 있다. 동작 흐름의 다양한 예를 포함하는 도 27a는 물론 이하의 도면에서, 검토 및 설명은 도 1a 내지 도 2d의 전술된 예와 관련하여 그리고/또는 다른 예 및 맥락과 관련하여 제공될 수도 있다. 그러나, 동작 흐름은 다수의 다른 환경 및 맥락에서 그리고/또는 도 1a 내지 도 2d의 수정된 버전에서 실행될 수도 있다는 것이 이해되어야 한다. 또한, 다양한 동작 흐름은 도시되어 있는 순서(들)로 제시되어 있지만, 다양한 동작은 도시되어 있는 것들 이외의 다른 순서로 수행될 수도 있고, 또는 동시에 수행될 수도 있다는 것이 이해되어야 한다.
- [0260] 시작 동작 후에, 동작 흐름(2700)은 수신 동작(2710)으로 이동한다. 수신 동작(2710)은 원자로(예를 들어, 기준 원자로)의 노심의 상태(예를 들어, 평형 상태)와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포(103)를 수신하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104)에 통신적으로 결합되고 노심 파라미터 분포 소스(104)(예를 들어, 메모리)로부터 소정의 상태(예를 들어, 평형 상태, 평형 접근 상태, 또는 평형 착수 상태)에서 원자로의 노심의 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)를 수신하도록 구성된다. 또한, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 노심 내의 위치의 함수로서 원자로 노심 파라미터를 지시하는 데이터베이스 또는 맵(예를 들어, 2차원 또는 3차원 맵)의 형태로 소정의 상태에서 원자로의 노심을 위한 원자로 노심 파라미터 분포를 수신할 수도 있다.
- [0261] 다음에, 발생 동작(2720)은 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심에 대한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시뮬레이션

선된 BOC 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생할 수도 있다.

- [0262] 다음에, 선택 동작(2730)은 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택할 수도 있다.
- [0263] 다음에, 발생 동작(2740)은 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터 값의 초기 세트를 발생하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터 값의 초기 세트를 발생시킬 수도 있다.
- [0264] 다음에, 계산 동작(2750)은 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터 값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터 값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산할 수도 있다.
- [0265] 다음에, 로딩 분포 발생 단계(2760)는 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트에 대한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 로딩 분포를 발생하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트에 대한 위치의 후속의 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트에 하나 이상의 섭동 프로세스를 수행함으로써 로딩 분포를 발생시킬 수도 있다.
- [0266] 다음에, 배열 동작(2770)은 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 하나 이상의 프로세서(106)에 의해 발생된 로딩 분포 내의 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로(101)의 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체를 배열하도록 연료 핸들러(204)에 명령할 수도 있다. 예를 들어, 하나 이상의 프로세서(106)는 발생된 로딩 분포의 영역(122)의 세트의 위치의 후속 세트를 표현하는 신호를 연료 핸들러 제어기(206)에 전송할 수도 있다. 이어서, 제어기(206)는 하나 이상의 프로세서(106)에 의해 발생된 로딩 분포의 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 영역(122)의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로(101)의 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체를 배열(예를 들어, 교체, 재위치 등)하도록 연료 핸들러(204)에 명령할 수도 있다.
- [0267] 도 27b는 도 27a의 예시적인 동작 흐름(2700)의 대안적인 실시예를 도시하고 있다. 도 27b는 수신 동작(2710)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(2712)을 포함할 수도 있다.
- [0268] 동작(2712)은 원자로의 노심의 평형 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 평형 상태에서 원자로의 노심을 위한 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)를 수신할 수도 있다. 다른 예로서, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 평형 접근 상태에서 원자로의 노심을 위한 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)를 수신할 수도 있다. 다른 예로서, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 평형 상태의 착수시에 원자로의 노심을 위한 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)를 수신할 수도 있다.
- [0269] 도 28은 도 27a의 예시적인 동작 흐름(2700)의 대안적인 실시예를 도시하고 있다. 도 28은 수신 동작(2710)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(2802 및/또는 2804)을 포함할 수도 있다.
- [0270] 동작(2802)은 열 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 열 원자로의 노심을 위한 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)를 수신할 수도 있다. 이와 관련하여, 노심 파라미터 분포 소스(104)는 기준 열 원자로의 노심을 위한 원자로 노심 파라미터 분포를 저장할 수도 있다. 다음에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라

미터 분포 소스(104) 내에 저장된 기준 열 원자로의 노심을 위한 원자로 노심 파라미터 분포(103)를 검색할 수도 있다.

[0271] 다른 실시예에서, 동작(2804)은 고속 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 고속 원자로의 노심을 위한 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)를 수신할 수도 있다. 이와 관련하여, 노심 파라미터 분포 소스(104)는 기준 고속 원자로의 노심을 위한 원자로 노심 파라미터 분포를 저장할 수도 있다. 다음에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104) 내에 저장된 기준 고속 원자로의 노심을 위한 원자로 노심 파라미터 분포(103)를 검색할 수도 있다.

[0272] 도 29는 도 27a의 예시적인 동작 흐름(2700)의 대안적인 실시예를 도시하고 있다. 도 29는 수신 동작(2710)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(2902) 및/또는 동작(2904)을 포함할 수도 있다.

[0273] 일 실시예에서, 동작(2902)은 증식 연소 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 증식 연소 원자로의 노심을 위한 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)를 수신할 수도 있다. 이와 관련하여, 노심 파라미터 분포 소스(104)는 기준 증식 연소 원자로의 노심을 위한 원자로 노심 파라미터 분포를 저장할 수도 있다. 다음에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104) 내에 저장된 기준 증식 연소 원자로의 노심을 위한 원자로 노심 파라미터 분포(103)를 검색할 수도 있다.

[0274] 다른 실시예에서, 동작(2904)은 진행과 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 진행과 원자로의 노심을 위한 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)를 수신할 수도 있다. 이와 관련하여, 노심 파라미터 분포 소스(104)는 기준 진행과 원자로의 노심을 위한 원자로 노심 파라미터 분포를 저장할 수도 있다. 다음에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104) 내에 저장된 기준 진행과 원자로의 노심을 위한 원자로 노심 파라미터 분포(103)를 검색할 수도 있다.

[0275] 도 30은 도 27a의 예시적인 동작 흐름(2700)의 대안적인 실시예를 도시하고 있다. 도 30은 수신 동작(2710)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(3002, 3004) 및/또는 동작(3006)을 포함할 수도 있다.

[0276] 동작(3002)은 원자로의 노심의 상태와 연계된 파워 밀도 분포를 수신하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 원자로의 노심의 소정의 상태를 위한 하나 이상의 파워 밀도 분포를 수신할 수도 있다. 이와 관련하여, 노심 파라미터 분포 소스(104)는 원자로의 노심의 소정의 상태를 위한 파워 밀도 분포를 저장할 수도 있다. 다음에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104) 내에 저장된 원자로의 노심의 소정의 상태를 위한 파워 밀도 분포를 검색할 수도 있다. 또한, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 노심 내의 위치의 함수로서 원자로 파워 발생 밀도를 지시하는 데이터베이스 또는 맵(예를 들어, 2차원 또는 3차원 맵)의 형태로 원자로의 노심을 위한 파워 밀도 분포를 수신할 수도 있다.

[0277] 다른 실시예에서, 동작(3004)은 원자로의 노심의 상태와 연계된 파워 밀도 분포의 변화율을 수신하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 원자로의 노심의 소정의 상태를 위한 하나 이상의 파워 밀도 변화율 분포를 수신할 수도 있다. 이와 관련하여, 노심 파라미터 분포 소스(104)는 원자로의 노심의 소정의 상태를 위한 파워 밀도 변화율 분포를 저장할 수도 있다. 다음에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104) 내에 저장된 원자로의 노심의 소정의 상태를 위한 파워 밀도 변화율 분포를 검색할 수도 있다. 또한, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 노심 내의 위치의 함수로서 파워 발생 밀도의 변화율을 지시하는 데이터베이스 또는 맵(예를 들어, 2차원 또는 3차원 맵)의 형태로 원자로의 노심을 위한 파워 밀도 변화율 분포를 수신할 수도 있다.

[0278] 다른 실시예에서, 동작(3006)은 원자로의 노심의 상태와 연계된 반응도 분포를 수신하는 것을 도시하고 있다.

예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 원자로의 노심의 소정의 상태를 위한 하나 이상의 반응도 분포를 수신할 수도 있다. 이와 관련하여, 노심 파라미터 분포 소스(104)는 원자로의 노심의 소정의 상태를 위한 반응도 분포를 저장할 수도 있다. 다음에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104) 내에 저장된 원자로의 노심의 소정의 상태를 위한 반응도 분포를 검색할 수도 있다. 또한, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 노심 내의 위치의 함수로서 반응도를 지시하는 데이터베이스 또는 맵(예를 들어, 2차원 또는 3차원 맵)의 형태로 원자로의 노심을 위한 반응도 분포를 수신할 수도 있다.

[0279] 도 31은 도 27a의 예시적인 동작 흐름(2700)의 대안적인 실시예를 도시하고 있다. 도 31은 수신 동작(2710)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(3102) 및/또는 동작(3104)을 포함할 수도 있다.

[0280] 동작(3102)은 원자로의 노심의 상태와 연계된 반응도 분포의 변화율을 수신하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 원자로의 노심의 소정의 상태를 위한 하나 이상의 반응도 변화율 분포를 수신할 수도 있다. 이와 관련하여, 노심 파라미터 분포 소스(104)는 원자로의 노심의 소정의 상태를 위한 반응도 변화율 분포를 저장할 수도 있다. 다음에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104) 내에 저장된 원자로의 노심의 소정의 상태를 위한 반응도 변화율 분포를 검색할 수도 있다. 또한, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 노심 내의 위치의 함수로서 반응도의 변화율을 지시하는 데이터베이스 또는 맵(예를 들어, 2차원 또는 3차원 맵)의 형태로 원자로의 노심을 위한 반응도 변화율 분포를 수신할 수도 있다.

[0281] 다른 실시예에서, 동작(3104)은 노심이 플루토늄을 포함하는, 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 플루토늄을 포함하는 원자로 노심의 소정의 상태를 위한 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신할 수도 있다. 이와 관련하여, 노심 파라미터 분포 소스(104)는 플루토늄을 포함하는 원자로 노심의 소정의 상태를 위한 원자로 노심 파라미터 분포를 저장할 수도 있다. 다음에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104) 내에 저장된 플루토늄을 포함하는 원자로 노심의 소정의 상태를 위한 원자로 노심 파라미터 분포를 검색할 수도 있다.

[0282] 도 32는 도 27a의 예시적인 동작 흐름(2700)의 대안적인 실시예를 도시하고 있다. 도 32는 수신 동작(2710)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(3202) 및/또는 동작(3204)을 포함할 수도 있다.

[0283] 동작(3202)은 노심이 적어도 하나의 연료 조립체를 포함하는, 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 하나 이상의 연료 조립체를 포함하는 원자로의 노심을 위한 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)를 수신할 수도 있다. 이와 관련하여, 노심 파라미터 분포 소스(104)는 하나 이상의 연료 조립체를 갖는 원자로의 노심을 위한 원자로 노심 파라미터 분포를 저장할 수도 있다. 다음에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104) 내에 저장된 하나 이상의 연료 조립체를 갖는 원자로의 노심을 위한 원자로 노심 파라미터 분포(103)를 검색할 수도 있다.

[0284] 또한, 동작(3204)은 노심이 적어도 하나의 핀을 포함하는 적어도 하나의 연료 조립체를 포함하는, 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104)로부터 하나 이상의 연료핀을 갖는 하나 이상의 연료 조립체를 포함하는 원자로의 노심을 위한 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포(103)를 수신할 수도 있다. 이와 관련하여, 노심 파라미터 분포 소스(104)는 하나 이상의 연료핀을 갖는 하나 이상의 연료 조립체를 갖는 원자로의 노심을 위한 원자로 노심 파라미터 분포를 저장할 수도 있다. 다음에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 파라미터 분포 소스(104) 내에 저장된 하나 이상의 연료핀을 갖는 하나 이상의 연료 조립체를 갖는 원자로의 노심을 위한 원자로 노심 파라미터 분포(103)를 검색할 수도 있다.

[0285] 도 33은 도 27a의 예시적인 동작 흐름(2700)의 대안적인 실시예를 도시하고 있다. 도 33은 기준 발생 동작

(2720)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(3302) 및/또는 동작(3304)을 포함할 수도 있다.

[0286] 동작(3302)은 BOC 노심의 적어도 일부가 재생 핵연료를 포함하는, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 재생 핵연료를 포함하는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 적어도 일부 재생 핵연료(예를 들어, 재생된 우라늄)를 포함하는 시뮬레이션된 BOC 노심 전체에 걸쳐(예를 들어, 시뮬레이션된 BOC 노심의 연료 조립체 전체에 걸쳐) 핵연료(핵분열성 및 비-핵분열성 재료를 포함함)의 공간 분포를 제공할 수도 있다.

[0287] 다른 실시예에서, 동작(3304)은 BOC 노심의 적어도 일부가 미연소 핵연료를 포함하는, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 재생 핵연료를 포함하는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 적어도 일부 미연소 핵연료(예를 들어, 미연소 우라늄)를 포함하는 시뮬레이션된 BOC 노심 전체에 걸쳐 핵연료의 공간 분포를 제공할 수도 있다.

[0288] 도 34는 도 27a의 예시적인 동작 흐름(2700)의 대안적인 실시예를 도시하고 있다. 도 34는 발생 동작(2720)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(3402) 및/또는 동작(3404)을 포함할 수도 있다.

[0289] 동작(3402)은 BOC 노심의 적어도 일부가 농축 핵연료를 포함하는, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 농축 핵연료를 포함하는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 적어도 일부 농축 핵연료를 포함하는 시뮬레이션된 BOC 노심 전체에 걸쳐 핵연료의 공간 분포를 제공할 수도 있다.

[0290] 다른 실시예에서, 동작(3404)은 BOC 노심의 적어도 일부가 농축 우라늄계 핵연료를 포함하는, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 농축 우라늄을 포함하는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 적어도 일부 농축 우라늄을 포함하는 시뮬레이션된 BOC 노심 전체에 걸쳐 핵연료의 공간 분포를 제공할 수도 있다.

[0291] 도 35는 도 27a의 예시적인 동작 흐름(2700)의 대안적인 실시예를 도시하고 있다. 도 35는 기준 발생 동작(2720)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(3502) 및/또는 동작(3504)을 포함할 수도 있다.

[0292] 동작(3502)은 사용자 입력 및 제어기 중 적어도 하나를 거쳐 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 사용자 입력 및/또는 제어기(102)를 사용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)에 의해 실행된 사전프로그램된 예측 알고리즘을 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심 전체에 걸쳐 핵연료(핵분열성 및 비-핵분열성 재료를 포함함)의 공간 분포를 제공할 수도 있다. 이와 관련하여, 예측 알고리즘은 이들에 한정되는 것은 아니지만, 초기 연료 로딩 분포 시작점과 최종 연료 로딩 분포의 품질을 상관하는 이력 데이터, 사용자 선택된 초기 연료 로딩 분포 선호도 등과 같은 다양한 파라미터에 기초하여 바람직한 초기 연료 로딩 분포를 선택할 수도 있다.

[0293] 다른 경우에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 제어기(102)와 함께 사용자 입력된 데이터를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심 전체에 걸쳐 핵연료의 공간 분포를 제공할 수도 있다. 이와 관련하여, 사용자는 사용자 디스플레이(116)를 거쳐 사용자에게 제시된 다수의 옵션에 기초하여 초기 연료 로딩 분포를 선택할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)는 사전프로그램된 예측 알고리즘의 출력에 기초하여 복수의 초기 연료 로딩 분포를 사용자에게 제시할 수도 있다[예를 들어, 디스플레이(116) 상에서 제시함]. 디스플레이(116) 상의 로딩 분포의 이 제시에 기초하여, 사용자는 사용자 입력 디바이스(118)를 사용하여 바람직한 초기 로딩 분포를 선택할

수도 있다.

- [0294] 또 다른 경우에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 사용자 입력된 데이터에 주로 기초하여 시뮬레이션된 BOC 노심 전체에 걸쳐 핵연료의 공간 분포를 제공할 수도 있다. 이와 관련하여, 사용자는 초기 연료 로딩 분포를 선택하거나 제어기(102) 내에 입력할 수도 있다. 예를 들어, 사용자는 시뮬레이션된 BOC 노심을 가로질러 각각의 연료 조립체 또는 각각의 연료 조립체의 각각의 핀을 위한 특정 재료 또는 재료들(핵분열성 또는 비-핵분열성)을 선택함으로써 초기 연료 로딩 분포를 선택할 수도 있다. 또한, 사용자는 그래픽 사용자 인터페이스(114)(예를 들어, 디스플레이/마우스, 터치스크린, 디스플레이/키보드 등)를 이용하여 이 초기 연료 선택을 할 수도 있어, 사용자가 시뮬레이션된 BOC 노심 전체에 걸쳐 시뮬레이션된 연료 조립체의 각각 또는 시뮬레이션된 연료 조립체의 각각의 핀에서 가능한 핵연료 재료(예를 들어, 핵분열성 또는 비-핵분열성 재료)의 리스트로부터 선택할 수 있게 한다. 이 방식으로, 사용자는 이산화된 방식으로, 시뮬레이션된 BOC 노심을 가로지르는 초기 핵연료 로딩 분포를 구축할 수도 있다(예를 들어, 연료 조립체 레벨 분해능을 갖고 구축되거나 또는 연료 핀 레벨 분해능을 갖고 구축됨). 선택된 초기 로딩 분포는 이어서 제어기(102)의 메모리(108) 내로 관독되고 본 발명의 후속의 단계에서 하나 이상의 프로세서(106)에 의해 사용될 수도 있다.
- [0295] 다른 실시예에서, 동작(3504)은 원자로의 시뮬레이션된 수명 초기(BOL) 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시뮬레이션된 수명 초기(BOL) 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시뮬레이션된 BOL 노심 전체에 걸쳐(예를 들어, 시뮬레이션된 BOL 노심의 연료 조립체 전체에 걸쳐) 핵연료의 공간 분포를 제공할 수도 있다.
- [0296] 도 36은 도 27a의 예시적인 동작 흐름(2700)의 대안적인 실시예를 도시하고 있다. 도 36은 발생 동작(2720)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(3602) 및/또는 동작(3604)을 포함할 수도 있다.
- [0297] 동작(3602)은 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 랜덤하게 발생하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 랜덤하게 발생할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심을 가로질러 핵연료의 공간 분포(예를 들어, 핵분열성 및 비-핵분열성 재료의 공간 분포)를 랜덤하게 선택하도록 구성된 사전프로그램된 알고리즘을 인가할 수도 있다.
- [0298] 다른 실시예에서, 동작(3604)은 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심이 복수의 시뮬레이션된 연료 조립체를 포함하는, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 복수의 시뮬레이션된 연료 조립체를 통한 초기 연료 로딩 분포를 발생할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 전체에 걸쳐 연료 조립체의 각각 내에 재료의 유형 및 양을 제공함으로써 시뮬레이션된 BOC 노심 전체에 걸쳐 핵연료의 공간 분포(예를 들어, 핵분열성 및 비-핵분열성 재료의 공간 분포)를 제공할 수도 있다. 또한, 초기 연료 로딩 분포는 시뮬레이션된 BOC 노심의 각각의 연료 조립체의 핀 레벨에서 분해될 수도 있다. 이와 관련하여, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 전체에 걸쳐 각각의 연료 조립체의 각각의 연료핀 내에 재료의 유형 및 양을 제공함으로써 시뮬레이션된 BOC 노심 전체에 걸쳐 핵연료의 공간 분포를 제공할 수도 있다.
- [0299] 도 37은 도 27a의 예시적인 동작 흐름(2700)의 대안적인 실시예를 도시하고 있다. 도 37은 선택 동작(2730)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(3702) 및/또는 동작(3704)을 포함할 수도 있다.
- [0300] 동작(3702)은 위치의 각각의 초기 세트가 영역의 세트 중 하나에 대응하는, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역(122)의 세트와 연계된 위치(예를 들어, x, y, z 위치)의 초기 세트를 선택할 수도 있다. 또한, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 영역의 세트의 각각에 상대 위치를 할당할 수도 있다. 이와 관련하여, 제어기(102)에 의해 경계형성된 바와 같은 각각의 영역은 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 핵연료의 선택된 체적(예를 들어, 제어기에 의해 선택되거나 사용자 입력을 거쳐 선택됨)을 포함할 수도 있다.

- [0301] 다른 실시예에서, 동작(3704)은 위치의 초기 세트의 각각이 세트 영역 중 하나에 대응하고, 각각의 영역은 적어도 하나의 연료 조립체를 포함하는, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 영역(122)의 세트와 연계된 위치(예를 들어, x, y, z 위치)의 초기 세트를 선택할 수도 있고, 여기서 각각의 영역은 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 하나 이상의 연료 조립체(124)를 포함한다. 또한, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 하나 이상의 연료 조립체(124)를 포함하는 각각의 영역에 상대 위치를 할당할 수도 있다. 예를 들어, 도 1i에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122)의 세트의 위치(140)의 초기 세트를 선택하도록 구성되고, 여기서 각각의 영역(122)은 BOC 노심(120)의 단일 연료 조립체(124)를 포함한다. 다른 경우에, 도 1j에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122)의 세트의 위치(140)의 초기 세트를 선택하도록 구성되고, 여기서 각각의 영역(122)은 BOC 노심(120)의 다수의 연료 조립체(124)를 포함한다.
- [0302] 도 38은 도 27a의 예시적인 동작 흐름(2700)의 대안적인 실시예를 도시하고 있다. 도 38은 선택 동작(2730)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(3802)을 포함할 수도 있다.
- [0303] 일 실시예에서, 동작(3802)은 위치의 각각의 초기 세트가 영역의 세트 중 하나에 대응하고, 영역의 세트의 각각이 선택된 체적을 갖는 3차원 영역인, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 영역(122)의 세트와 연계된 위치(140)의 초기 세트를 선택할 수도 있고, 여기서 각각의 영역은 선택된 체적을 갖는 3차원 영역이다. 또한, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 선택된 체적의 각각의 3차원 영역에 상대 위치를 할당할 수도 있다.
- [0304] 도 39는 도 27a의 예시적인 동작 흐름(2700)의 대안적인 실시예를 도시하고 있다. 도 39는 선택 동작(2730)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(3902)을 포함할 수도 있다.
- [0305] 동작(3902)은 위치의 각각의 초기 세트가 영역의 세트 중 하나에 대응하고, 영역의 세트의 각각이 선택된 형상을 갖는 3차원 영역인, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 영역(122)의 세트와 연계된 위치(140)의 초기 세트를 선택할 수도 있고, 여기서 각각의 영역은 선택된 형상(예를 들어, 육각면체, 입방체, 실린더, 타원체, 구, 디스크, 링 등)을 갖는 3차원 영역이다. 또한, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 선택된 형상의 각각의 3차원 영역에 상대 위치를 할당할 수도 있다.
- [0306] 도 40은 도 27a의 예시적인 동작 흐름(2700)의 대안적인 실시예를 도시하고 있다. 도 40은 선택 동작(2730)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(4002)을 포함할 수도 있다.
- [0307] 다른 실시예에서, 동작(4002)은 위치의 초기 세트의 각각이 영역의 세트 중 하나에 대응하고, 영역의 세트는 선택된 수의 영역을 포함하는, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 선택된 수의 영역을 포함하는 영역(122)의 세트와 연계된 위치(140)의 초기 세트를 선택할 수도 있다. 또한, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 선택된 수의 영역의 각각의 영역에 상대 위치를 할당할 수도 있다.
- [0308] 도 41은 도 27a의 예시적인 동작 흐름(2700)의 대안적인 실시예를 도시하고 있다. 도 41은 발생 동작(2740)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(4102)을 포함할 수도 있다.
- [0309] 동작(4102)은 영역의 세트의 각각의 열역학적 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 각각의 영역(122)에 대해 열역학적 변수(예를 들어, 온도, 압력 등)를 이용하여 초기 연료 디자인

인 파라미터값(141)을 발생할 수도 있다. 예를 들어, 도 1i에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 소정의 영역(122)을 위한 열역학적 변수를 이용하여 소정의 영역(122)을 위한 초기 연료 디자인 파라미터값을 발생할 수도 있다. 다른 경우에, 도 1i에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122) 및 소정의 영역(122)에 인접한 영역(123a 내지 123f)을 위한 열역학적 변수를 이용하여 소정의 영역(122)을 위한 초기 연료 디자인 파라미터값을 발생할 수도 있다.

[0310] 도 42는 도 27a의 예시적인 동작 흐름(2700)의 대안적인 실시예를 도시하고 있다. 도 42는 발생 동작(2740)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(4202 및/또는 4204)을 포함할 수도 있다.

[0311] 동작(4202)은 영역의 세트의 각각의 중성자 파라미터를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생시키는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역의 세트의 각각 내의 시뮬레이션된 핵연료와 연계된 중성자 파라미터를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생할 수도 있다. 예를 들어, 도 1i에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 소정의 영역(122)을 위한 중성자 파라미터를 이용하여 소정의 영역(122)을 위한 초기 연료 디자인 파라미터값을 발생할 수도 있다. 다른 경우에, 도 1i에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122) 및 소정의 영역(122)에 인접한 영역(123a 내지 123f)을 위한 중성자 파라미터를 이용하여 소정의 영역(122)을 위한 초기 연료 디자인 파라미터값을 발생할 수도 있다.

[0312] 다른 실시예에서, 동작(4204)은 영역의 세트의 각각의 k-무한대값을 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생시키는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역의 세트의 각각 내의 핵연료와 연계된 k-무한대값을 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생할 수도 있다. 예를 들어, 도 1i에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 소정의 영역(122)을 위한 k-무한대값을 이용하여 소정의 영역(122)을 위한 초기 연료 디자인 파라미터값을 발생할 수도 있다. 다른 경우에, 도 1i에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122) 및 소정의 영역(122)에 인접한 영역(123a 내지 123f)을 위한 k-무한대값을 이용하여 소정의 영역(122)을 위한 초기 연료 디자인 파라미터값을 발생할 수도 있다.

[0313] 도 43은 도 27a의 예시적인 동작 흐름(2700)의 대안적인 실시예를 도시하고 있다. 도 43은 발생 동작(2740)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(4302)을 포함할 수도 있다.

[0314] 동작(4302)은 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 농축값의 초기 세트를 발생시키는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 각각의 영역(122)에 대해 하나 이상의 디자인 변수(예를 들어, 열역학적 변수, 중성자 파라미터 등)를 이용하여 시뮬레이션된 핵연료 농축값의 초기 세트를 발생할 수도 있다. 예를 들어, 도 1i에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 소정의 영역(122)을 위한 디자인 변수를 이용하여 소정의 영역(122)을 위한 농축값의 초기 세트를 발생할 수도 있다. 다른 경우에, 도 1i에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122) 및 소정의 영역(122)에 인접한 영역(123a 내지 123f)을 위한 디자인 변수를 이용하여 소정의 영역(122)을 위한 농축값의 초기 세트를 발생할 수도 있다.

[0315] 도 44는 도 27a의 예시적인 동작 흐름(2700)의 대안적인 실시예를 도시하고 있다. 도 44는 발생 동작(2740)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(4402) 및/또는 동작(4404)을 포함할 수도 있다.

[0316] 동작(4402)은 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 연료 조립체의 핀의 세트와 연계된 핀 치수값의 초기 세트를 발생시키는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122)의 세트의 각각의 하나 이상의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 연료 조립체(124)의 핀의 세트와 연계된 핀 치수값의 초기 세트를 발생할 수도 있다. 예를 들어, 도 1i에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 소정의 영역(122)을 위한 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 연료 조립체(124)의 핀의 세트와 연계된 핀 치수값의 초기 세트를 발생할 수도 있다. 다른 경우에, 도 1i에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122) 및 소정의 영역(122)에 인접한 영역(123a 내지 123f)을 위한 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 연료 조립체(124)의 핀의 세트와 연계된 핀 치수값의 초기 세트를 발생할 수도 있다.

- [0317] 다른 실시예에서, 동작(4404)은 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 연료 조립체의 핀의 세트와 연계된 핀 구성값의 초기 세트를 발생하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122)의 세트의 각각의 하나 이상의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 연료 조립체(124)의 핀의 세트와 연계된 핀 구성값의 초기 세트를 발생할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122)의 세트의 각각을 위한 하나 이상의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 연료 조립체(124)의 핀의 세트와 연계된 핀 피치값의 초기 세트를 발생할 수도 있다. 다른 경우에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122)의 세트의 각각의 하나 이상의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 연료 조립체(124)의 핀의 세트 내의 초기 수의 핀을 발생할 수도 있다.
- [0318] 도 45는 도 27a의 예시적인 동작 흐름(2700)의 대안적인 실시예를 도시하고 있다. 도 45는 발생 동작(2740)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(4502)을 포함할 수도 있다.
- [0319] 다른 실시예에서, 동작(4502)은 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 연료 조립체의 핀의 세트와 연계된 핀 기하학값의 초기 세트를 발생하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122)의 세트의 각각의 하나 이상의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 연료 조립체(124)의 핀의 세트와 연계된 핀 기하학값의 초기 세트를 발생할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122)의 세트의 각각의 하나 이상의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 연료 조립체(124)의 핀의 세트와 연계된 핀 크기값(예를 들어, 핀 길이값, 핀 두께/반경값 등)의 초기 세트를 발생할 수도 있다. 다른 경우에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122)의 세트의 각각의 하나 이상의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 연료 조립체(124)의 핀의 세트와 연계된 핀 형상(예를 들어, 육각면체, 실린더, 프리즘 등)의 초기 세트를 발생할 수도 있다.
- [0320] 도 46은 도 27a의 예시적인 동작 흐름도(2700)의 대안적인 실시예를 도시하고 있다. 도 46은 발생 동작(2740)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(4602)을 포함할 수도 있다.
- [0321] 다른 실시예에서, 동작(4602)은 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 연료 조립체의 핀의 세트와 연계된 핀 조성값의 초기 세트를 발생하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122)의 세트의 각각의 하나 이상의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 연료 조립체(124)의 핀의 세트와 연계된 핀 조성값의 초기 세트를 발생할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122)의 세트의 각각의 하나 이상의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 연료 조립체(124)의 핀의 세트와 연계된 연료 희석 밀도의 세트를 발생할 수도 있다. 다른 경우에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122)의 세트의 각각의 하나 이상의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 연료 조립체(124)의 핀의 세트와 연계된 핵분열성 함량값의 세트(즉, 각각의 핀 내의 핵분열성 재료의 상대량)를 발생할 수도 있다. 다른 경우에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122)의 세트의 각각의 하나 이상의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 연료 조립체(124)의 핀의 세트와 연계된 핵원료성 함량값의 세트(즉, 각각의 핀 내의 핵원료성 재료의 상대량)를 발생할 수도 있다. 다른 경우에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122)의 세트의 각각의 하나 이상의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 연료 조립체(124)의 핀의 세트와 연계된 비-핵분열성/비-핵원료성 함량값(즉, 각각의 핀 내의 비-핵분열성/비-핵원료성 재료의 상대량(예를 들어, 각각의 핀 내의 지르코늄의 양))을 발생할 수도 있다. 다른 예로서, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 영역(122)의 세트의 각각의 하나 이상의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심을 가로지르는 위치 및/또는 연료 조립체 위치의 함수로서 핀 조성값의 초기 세트를 발생할 수도 있다. 이와 관련하여, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심의 연료 조립체의 각각의 핀의 연료 조성 및 연료 조성이 시뮬레이션된 BOC 노심의 다양한 연료 조립체를 가로질러 변동하는 방식의 모두를 제어할 수도 있다.
- [0322] 도 47은 도 27a의 예시적인 동작 흐름도(2700)의 대안 실시예를 도시하고 있다. 도 47은 발생 동작(2740)이 적

어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(4702 및/또는 4704)을 포함할 수도 있다.

[0323] 동작(4702)은 영역의 세트의 핀의 각각의 세트의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것을 도시하고 있고, 여기서 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트의 각각은 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 중 하나와 연계된다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 핀의 각각의 세트를 위한 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 영역의 세트 중 하나와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생할 수도 있다. 또한, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트의 각각은 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 중 하나와 연계될 수도 있다. 이와 관련하여, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트는 하나 이상의 디자인 변수를 위한 핀 레벨 입력을 사용하여 "다중핀" 레벨(즉, 다수의 핀을 포함하는 영역)에서 발생할 수도 있다.

[0324] 동작(4704)은 영역의 세트의 핀의 각각의 세트의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것을 도시하고 있고, 여기서 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트의 각각은 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 각각의 핀들 중 하나와 연계된다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 핀의 각각의 세트의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 연료 조립체(124)의 핀의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생할 수도 있다. 또한, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트의 각각은 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 각각의 핀들 중 하나와 연계될 수도 있다. 이와 관련하여, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트는 하나 이상의 디자인 변수를 위한 핀 레벨 입력을 사용하여 시뮬레이션된 원자로의 "핀 레벨"(즉, 다수의 핀을 포함하는 영역)에서 발생할 수도 있다.

[0325] 도 48은 도 27a의 예시적인 동작 흐름도(2700)의 대안 실시예를 도시하고 있다. 도 48은 계산 동작(2750)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(4802 및/또는 4804)을 포함할 수도 있다.

[0326] 동작(4802)은 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 파워 밀도 분포를 계산하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 초기 위치에 위치한 영역(122)에 대응하는 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 사용하여, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심(120)을 위한 파워 밀도 분포를 계산할 수도 있다.

[0327] 다른 실시예에서, 4804는 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 파워 밀도 분포의 변화율을 계산하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 초기 위치에 위치한 영역(122)에 대응하는 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 사용하여, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심(120)을 위한 파워 밀도 분포의 변화율을 계산할 수도 있다.

[0328] 도 49는 도 27a의 예시적인 동작 흐름도(2700)의 대안 실시예를 도시하고 있다. 도 49는 계산 동작(2750)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(4902 및/또는 4904)을 포함할 수도 있다.

[0329] 동작(4902)은 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 반응도 분포를 계산하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 초기 위치에 위치한 영역(122)에 대응하는 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 사용하여, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심(120)을 위한 반응도 분포를 계산할 수도 있다.

[0330] 다른 실시예에서, 동작(4904)은 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 파워 밀도 분포의 변화율을 계산하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 초기 위치에 위치한 영역(122)에 대응하는 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 사용하여, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심(120)을 위한 반응도 분포의 변화율을 계산할

수도 있다.

- [0331] 도 50은 도 27a의 예시적인 동작 흐름도(2700)의 대안 실시예를 도시하고 있다. 도 50은 발생 동작(2760)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(5002)을 포함할 수도 있다.
- [0332] 동작(5002)은 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트에 대한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 로딩 분포를 발생하는 것을 도시하고 있고, 위치의 후속 세트는 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 로딩 분포를 규정한다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트에 대한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 영역(122)의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 로딩 분포를 발생할 수도 있고, 위치의 후속 세트는 시뮬레이션된 BOC 노심(120)을 위한 로딩 분포를 규정한다. 예를 들어, 섭동 프로세스(170)로부터 출력된 영역(122)의 후속 위치는 시뮬레이션된 BOC 노심(120)을 위한 로딩 분포(즉, 원자로 노심 내의 핵연료의 핵원료성 및 비-핵원료성 성분의 공간 분포)를 규정하는 역할을 할 수도 있다.
- [0333] 도 51은 도 27a의 예시적인 동작 흐름도(2700)의 대안 실시예를 도시하고 있다. 도 51은 발생 동작(2760)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(5102)을 포함할 수도 있다.
- [0334] 동작(2502)은 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트에 대한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 로딩 분포를 발생하는 것을 도시하고 있고, 여기서 위치의 후속 세트는 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 분포와 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 편차 메트릭을 선택된 공차 레벨 미만으로 감소시킨다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심(120) 내의 영역(122)의 세트에 대한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 영역(122)의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 로딩 분포를 발생할 수도 있다. 또한, 위치의 후속 세트는 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 분포와 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 사이의 편차 메트릭을 선택된 공차 레벨 미만으로 감소시키는 역할을 할 수도 있다. 예를 들어, 도 1p에 도시되어 있는 바와 같이, 섭동 절차(170)는 시뮬레이션된 BOC 노심의 하나 이상의 계산된 원자로 노심 분포와 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 편차 메트릭(예를 들어, 차이, 공간적으로 평균화된 차이, 최대 차이, 최소 차이, 집계된 전역 편차 메트릭 등)이 선택된 공차 레벨 미만으로 감소될 때까지 시뮬레이션된 노심(120) 내의 영역(122)의 위치를 반복적으로 변동할 수도 있다.
- [0335] 도 52a는 도 27a의 예시적인 동작 흐름도(2700)의 대안 실시예를 도시하고 있다. 도 52a는 배열 동작(2770)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 것을 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(5202 및/또는 5204)을 포함할 수도 있다.
- [0336] 동작(5202)은 로딩 분포 결정에 응답하여, 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 후속 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 로딩 분포를 결정할 때, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심(120)의 영역(122)의 세트의 시뮬레이션된 위치의 후속 세트에 따라 원자로(101)의 원자로 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 배열하도록 연료 핸들러(204)에 명령할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심(120)의 영역의 세트의 위치의 후속 세트의 세트를 지시하는 명령 신호(207)를 연료 핸들러 제어기(206)에 전송할 수도 있다. 이어서, 연료 핸들러 제어기(206)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심(120)의 영역(122)의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로(101)의 원자로 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 배열하게 하기 위해 연료 핸들러(204)에 필요한 명령을 갖고 인코딩된 명령 신호(209)를 전송할 수도 있다.
- [0337] 다른 실시예에서, 동작(5204)은 사용자 입력에 응답하여, 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심(120)의 영역(122)의 세트의 시뮬레이션된 위치의 후속의 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 예시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 사용자 입력 디바이스(118)로부터의 신호에 응답하여, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심(120)의 영역(122)의 세트의 시뮬레이션된 위치의 후속 세트에 따라 원자로(101)의 원자로 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립

체(208)를 배열하도록 연료 핸들러(204)에 명령할 수도 있다. 예를 들어, 사용자 선택을 지시하는 사용자 입력 디바이스(118)로부터의 명령 신호를 수신할 때, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심(120)의 영역(122)의 세트의 시뮬레이션된 위치의 후속 세트를 지시하는 명령 신호(207)를 연료 핸들러 제어기(206)에 전송할 수도 있다. 이어서, 연료 핸들러 제어기(206)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심(120)의 영역(122)의 세트의 시뮬레이션된 위치의 후속 세트에 따라 원자로(101)의 원자로 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 배열하기 위해 연료 핸들러(204)에 필요한 명령으로 인코딩된 명령 신호(209)를 전송할 수도 있다.

[0338] 도 52b는 도 27a의 예시적인 동작 흐름(2700)의 대안 실시예를 도시하고 있다. 도 52b는 배열 동작(2770)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(5206 및/또는 5208)을 포함할 수도 있다.

[0339] 동작(5206)은 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 열 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심(120)의 영역(122)의 세트의 시뮬레이션된 위치의 후속 세트에 따라 열 원자로의 원자로 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 배열하도록 연료 핸들러(204)에 명령할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심(120)의 영역(122)의 세트의 시뮬레이션된 위치의 후속 세트를 지시하는 명령 신호(207)를 연료 핸들러 제어기(206)에 전송할 수도 있다. 이어서, 연료 핸들러 제어기(206)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심(120)의 영역(122)의 세트의 시뮬레이션된 위치의 후속 세트에 따라 열 원자로의 원자로 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 배열하기 위해 연료 핸들러(204)에 필요한 명령으로 인코딩된 명령 신호(209)를 전송할 수도 있다.

[0340] 동작(5208)은 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 고속 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심(120)의 영역(122)의 세트의 시뮬레이션된 위치의 후속 세트에 따라 고속 원자로의 원자로 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 배열하도록 연료 핸들러(204)에 명령할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심(120)의 영역(122)의 세트의 시뮬레이션된 위치의 후속 세트를 지시하는 명령 신호(207)를 연료 핸들러 제어기(206)에 전송할 수도 있다. 이어서, 연료 핸들러 제어기(206)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심(120)의 영역(122)의 세트의 시뮬레이션된 위치의 후속 세트에 따라 고속 원자로의 원자로 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 배열하기 위해 연료 핸들러(204)에 필요한 명령으로 인코딩된 명령 신호(209)를 전송할 수도 있다.

[0341] 도 52c는 도 27a의 예시적인 동작 흐름(2700)의 대안 실시예를 도시하고 있다. 도 52c는 배열 동작(2770)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(5210 및/또는 5212)을 포함할 수도 있다.

[0342] 동작(5210)은 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 증식 연소 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심(120)의 영역(122)의 세트의 시뮬레이션된 위치의 후속 세트에 따라 증식 연소 원자로의 원자로 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 배열하도록 연료 핸들러(204)에 명령할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심(120)의 영역(122)의 세트의 시뮬레이션된 위치의 후속 세트를 지시하는 명령 신호(207)를 연료 핸들러 제어기(206)에 전송할 수도 있다. 이어서, 연료 핸들러 제어기(206)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심(120)의 영역(122)의 세트의 시뮬레이션된 위치의 후속 세트에 따라 증식 연소 원자로의 원자로 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 배열하기 위해 연료 핸들러(204)에 필요한 명령으로 인코딩된 명령 신호(209)를 전송할 수도 있다.

[0343] 다른 실시예에서, 동작(5212)은 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 진행과 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심(120)의 영역(122)의 세트의 시뮬레이션된 위치의 후속 세트에 따라 진행과 원자로의 원자로 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 배열하도록 연료 핸들러(204)에 명령할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의

하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심(120)의 영역(122)의 세트의 시뮬레이션된 위치의 후속 세트를 지시하는 명령 신호(207)를 연료 핸들러 제어기(206)에 전송할 수도 있다. 이어서, 연료 핸들러 제어기(206)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심(120)의 영역(122)의 세트의 시뮬레이션된 위치의 후속 세트에 따라 진행과 원자로의 원자로 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 배열하기 위해 연료 핸들러(204)에 필요한 명령으로 인코딩된 명령 신호(209)를 전송할 수도 있다.

[0344] 도 52d는 도 27a의 예시적인 동작 흐름(2700)의 대안 실시예를 도시하고 있다. 도 52d는 배열 동작(2770)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(5214 및/또는 5216)을 포함할 수도 있다.

[0345] 동작(5214)은 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 초기 위치로부터 후속 위치로 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 병진하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심(120)의 영역(122)의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 초기 위치로부터 후속 위치로 원자로(101)의 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 병진하도록 연료 핸들러(204)에 명령할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 선택된 연료 조립체(212)를 회수하고 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심(120)의 영역(122)의 세트의 시뮬레이션된 위치의 후속 세트에 따라 원자로 노심(202) 내의 새로운 위치로 선택된 연료 조립체를 이동하도록 연료 핸들러(204)의 파지기(214)에 명령할 수도 있다.

[0346] 다른 실시예에서, 동작(5216)은 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 후속 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 교체하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심(120)의 영역(122)의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로(101)의 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 교체하도록 연료 핸들러(204)에 명령할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 선택된 연료 조립체(212)를 회수하고 원자로 노심(202) 외부의 저장 위치로 선택된 연료 조립체를 이동하도록 연료 핸들러(204)의 파지기(214)에 명령할 수도 있다. 이어서, 하나 이상의 프로세서(106)는 제거된 연료 조립체(212)의 위치에서 원자로 노심(202) 내로 새로운 연료 조립체를 삽입하도록 파지기(214)(또는 부가의 파지기)에 명령할 수도 있다. 이 프로세스를 반복함으로써, 시스템(200)은 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로 노심(202)을 형성(또는 제조)할 수도 있다는 것이 본 명세서에서 주목된다.

[0347] 도 53은 발생된 원자로 노심 로딩 분포에 따라 원자로 노심의 하나 이상의 연료 조립체를 배열하는 것에 관련된 예시적인 동작을 표현하고 있는 동작 흐름도(5300)를 도시하고 있다. 도 53은 도 53의 예시적인 동작 흐름(5300)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 보고 동작(5302, 5304 및/또는 5306)을 포함할 수도 있다.

[0348] 동작(5302)은 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 보고하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 목적지에 보고할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 지시하는 하나 이상의 신호를 목적지에 전송할 수도 있다.

[0349] 다른 실시예에서, 동작(5304)은 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 디스플레이에 보고하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 디스플레이(예를 들어, 오디오 또는 시각적 디스플레이)에 보고할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 지시하는 하나 이상의 신호를 디스플레이 유닛(116)에 전송할 수도 있다.

[0350] 다른 실시예에서, 동작(5306)은 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 메모리에 보고하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 메모리 디바이스에 보고할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 지시하는 하나 이상의 신호를 메모리 디바이스(108)에 전송할 수도 있다.

- [0351] 도 54는 도 53의 예시적인 동작 흐름(5300)의 대안 실시예를 도시하고 있다. 도 54는 보고 동작(5302)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(5402)을 포함할 수도 있다.
- [0352] 동작(5402)은 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 원자로의 제어 시스템에 보고하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 2d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 원자로(101)의 제어 시스템(180)에 보고할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 노심(120)의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 지시하는 하나 이상의 신호를 원자로(101)의 제어 시스템(180)에 전송할 수도 있다.
- [0353] 도 55는 원자로의 노심의 작동 컴플라이언스 상태를 결정하는 것에 관련된 예시적인 동작을 표현하는 동작 흐름도(5500)를 도시하고 있다. 도 55에서 그리고 동작 흐름의 다양한 예를 포함하는 이후의 도면에서, 검토 및 설명은 도 1a 내지 도 3d의 전술된 예와 관련하여 그리고/또는 다른 예 및 맥락과 관련하여 제공될 수도 있다. 그러나, 동작 흐름은 다수의 다른 환경 및 맥락에서 그리고/또는 도 1a 내지 도 3d의 수정된 버전에서 실행될 수도 있다는 것이 이해되어야 한다. 또한, 다양한 동작 흐름이 도시되어 있는 순서(들)로 제시되어 있지만, 다양한 동작은 도시되어 있는 것들 이외의 순서로 수행될 수도 있고, 또는 동시에 수행될 수도 있다는 것이 이해되어야 한다.
- [0354] 시작 동작 후에, 동작 흐름(5500)은 초기 로딩 분포 결정 동작(5510)으로 이동한다. 결정 동작(5510)은 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심을 발생하기 위해 BOC 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로의 노심의 초기 로딩 분포를 결정하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 3d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심(120)을 발생하기 위해 BOC 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로의 노심의 초기 로딩 분포를 결정하도록 구성된다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심을 발생하기 위해, 이에 한정되는 것은 아니지만 본 발명의 프로세스(400)와 같은 프로세스를 구현할 수도 있다.
- [0355] 다음에 배열 단계 동작(5520)은 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 3d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심(120)의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 배열(예를 들어, 병진 또는 교체)하도록 시스템(300)의 연료 핸들러(204)에 명령할 수도 있다.
- [0356] 다음에, 노심 작동 동작(5530)은 선택된 시간 간격 동안 원자로의 노심을 작동하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 3d에 도시되어 있는 바와 같이, 원자로 시스템(300)은 원자로(101)의 노심(202)을 작동할 수도 있다. 선택된 시간 간격 동안 원자로(202)의 작동 후에, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 노심 측정 단계를 실행할 수도 있다.
- [0357] 다음에, 측정된 노심 파라미터 분포 발생 동작(5540)은 원자로의 노심 내의 하나 이상의 위치에서 적어도 하나의 노심 파라미터의 적어도 하나의 측정을 이용하여 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 발생하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 3d에 도시되어 있는 바와 같이, 시스템(300)은 원자로 노심(202)의 하나 이상의 위치에서 하나 이상의 원자로 노심 파라미터를 측정하도록 구성된 원자로 노심 측정 시스템(302)을 포함할 수도 있다. 다음에, 원자로 노심 측정 시스템(302)으로부터의 측정에 기초하여, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 발생할 수도 있다. 예를 들어, 원자로 노심 측정 시스템(302)으로부터의 측정에 기초하여, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 측정된 파워 밀도 분포, 측정된 파워 밀도 변화율 분포, 측정된 반응도 분포, 측정된 반응도 변화율 분포 중 적어도 하나를 발생할 수도 있다.
- [0358] 다음에, 비교 동작(5550)은 발생한 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포에 비교하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 3d에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 초기 시뮬레이션된 원자로 노심(120)의 작동된 상태를 표현하는 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심을 발생할 수도 있다. 이어서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 하나 이상의 발생한 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포에 비교할 수도 있다.
- [0359] 다음에, 작동 컴플라이언스 결정 단계(5560)는 발생한 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동

된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 비교를 사용하여 원자로의 노심의 작동 컴플라이언스 상태를 결정하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 3d에서, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 하나 이상의 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 비교의 결과에 기초하여 원자로(101)의 노심(202)의 작동 컴플라이언스 상태를 결정한다.

[0360] 도 56은 도 55의 예시적인 동작 흐름(5500)의 대안 실시예를 도시하고 있다. 도 56은 초기 로딩 분포 결정 동작(5510)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(5602 및/또는 5604)을 포함할 수도 있다.

[0361] 동작(5602)은 시뮬레이션된 BOC 열 원자로 노심을 발생하기 위해 BOC 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로의 노심의 초기 로딩 분포를 결정하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 3d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 열 원자로 노심을 발생하기 위해 BOC 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로의 노심의 초기 로딩 분포를 결정하도록 구성된다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 열 원자로 노심을 발생하기 위해, 이에 한정되는 것은 아니지만 본 발명의 프로세스(400)와 같은 프로세스를 구현할 수도 있다.

[0362] 다른 실시예에서, 동작(5604)은 시뮬레이션된 BOC 고속 원자로 노심을 발생하기 위해 BOC 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로의 노심의 초기 로딩 분포를 결정하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 3d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 고속 원자로 노심을 발생하기 위해 BOC 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로의 노심의 초기 로딩 분포를 결정하도록 구성된다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 고속 원자로 노심을 발생하기 위해, 이에 한정되는 것은 아니지만 본 발명의 프로세스(400)와 같은 프로세스를 구현할 수도 있다.

[0363] 도 57은 도 55의 예시적인 동작 흐름(5500)의 대안 실시예를 도시하고 있다. 도 57은 초기 로딩 분포 결정 동작(5510)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(5702 및/또는 5704)을 포함할 수도 있다.

[0364] 동작(5702)은 시뮬레이션된 BOC 증식 연소 원자로 노심을 발생하기 위해 BOC 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로의 노심의 초기 로딩 분포를 결정하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 3d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 증식 연소 원자로 노심을 발생하기 위해 BOC 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로의 노심의 초기 로딩 분포를 결정하도록 구성된다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 증식 연소 원자로 노심을 발생하기 위해, 이에 한정되는 것은 아니지만 본 발명의 프로세스(400)와 같은 프로세스를 구현할 수도 있다.

[0365] 다른 실시예에서, 동작(5704)은 시뮬레이션된 BOC 진행과 원자로 노심을 발생하기 위해 BOC 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로의 노심의 초기 로딩 분포를 결정하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 3d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 진행과 원자로 노심을 발생하기 위해 BOC 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로의 노심의 초기 로딩 분포를 결정하도록 구성된다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 진행과 원자로 노심을 발생하기 위해, 이에 한정되는 것은 아니지만 본 발명의 프로세스(400)와 같은 프로세스를 구현할 수도 있다.

[0366] 도 58은 도 55의 예시적인 동작 흐름(5500)의 대안 실시예를 도시하고 있다. 도 58은 초기 로딩 분포 결정 동작(5510)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(5802)을 포함할 수도 있다.

[0367] 동작(5802)은 주기초(BOC) 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로의 초기 로딩 분포를 결정하는 것을 도시하고 있고, BOC 시뮬레이션 프로세스는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포와 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 편차 메트릭을 선택된 공차 레벨 미만으로 감소시키기 위해 적합한 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심 내의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트를 결정하도록 구성된다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 3d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 주기초(BOC) 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로의 초기 로딩 분포를 결정하도록 구성되고, BOC 시뮬레이션 프로세스는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포와 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 편차 메트릭을 선택된 공차 레벨 미만으로 감소시키기 위해 적합한 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심 내의 영역의

세트의 시뮬레이션된 위치의 세트를 결정하도록 구성된다.

- [0368] 도 59a는 도 55의 예시적인 동작 흐름(5500)의 대안 실시예를 도시하고 있다. 도 59a는 배열 동작(5520)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 것을 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(5902 및/또는 5904)을 포함할 수도 있다.
- [0369] 동작(5902)은 초기 로딩 분포 결정에 응답하여, 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 3d에 도시되어 있는 바와 같이, 시뮬레이션된 BOC 노심[예를 들어, 시뮬레이션된 노심(120)]의 초기 로딩 분포를 결정할 때, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로(101)의 원자로 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 배열하도록 연료 핸들러(204)에 명령할 수도 있다. 예를 들어, 시뮬레이션된 BOC 노심의 초기 로딩 분포를 결정할 때, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트를 지시하는 명령 신호(207)(도 2a 참조)를 연료 핸들러 제어기(206)에 전송할 수도 있다. 이어서, 연료 핸들러 제어기(206)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로(101)의 원자로 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 배열하게 하기 위해 연료 핸들러(204)에 필요한 명령을 갖고 인코딩된 명령 신호(209)를 전송할 수도 있다.
- [0370] 다른 실시예에서, 동작(5904)은 사용자 입력에 응답하여, 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 예시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 3d에 도시되어 있는 바와 같이, 사용자 입력 디바이스(118)로부터의 신호에 응답하여, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로(101)의 원자로 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 배열하도록 연료 핸들러(204)에 명령할 수도 있다. 예를 들어, 사용자 선택을 지시하는 사용자 입력 디바이스(118)로부터의 명령 신호를 수신할 때, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트를 지시하는 명령 신호(207)(도 2a 참조)를 연료 핸들러 제어기(206)에 전송할 수도 있다. 이어서, 연료 핸들러 제어기(206)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로(101)의 원자로 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 배열하기 위해 연료 핸들러(204)에 필요한 명령으로 인코딩된 명령 신호(209)를 전송할 수도 있다.
- [0371] 도 59b는 도 55의 예시적인 동작 흐름(5500)의 대안 실시예를 도시하고 있다. 도 59b는 배열 동작(5520)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(5906 및/또는 5908)을 포함할 수도 있다.
- [0372] 동작(5906)은 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 열 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 3d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 열 원자로의 원자로 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 배열하도록 연료 핸들러(204)에 명령할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 후속 세트를 지시하는 명령 신호(207)를 연료 핸들러 제어기(206)에 전송할 수도 있다. 이어서, 연료 핸들러 제어기(206)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 열 원자로의 원자로 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 배열하기 위해 연료 핸들러(204)에 필요한 명령으로 인코딩된 명령 신호(209)를 전송할 수도 있다.
- [0373] 다른 실시예에서, 동작(5908)은 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 고속 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 3d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 고속 원자로의 원자로 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 배열하도록 연료 핸들러(204)에 명령할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트를 지시하는 명령 신호(207)를 연료 핸들러 제어기(206)에 전송할 수도 있다. 이어서, 연료 핸들러 제어기(206)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 고속 원자로의 원자로 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 배열하기 위해 연료 핸들러(204)에 필요한 명령으로 인코딩된 명령 신호(209)를 전송할 수도 있다.

- [0374] 도 59c는 도 55의 예시적인 동작 흐름(5500)의 대안 실시예를 도시하고 있다. 도 59c는 배열 동작(5520)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(5910 및/또는 5912)을 포함할 수도 있다.
- [0375] 동작(5910)은 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 증식 연소 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 3d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 증식 연소 원자로의 원자로 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 배열하도록 연료 핸들러(204)에 명령할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트를 지시하는 명령 신호(207)를 연료 핸들러 제어기(206)에 전송할 수도 있다. 이어서, 연료 핸들러 제어기(206)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 증식 연소 원자로의 원자로 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 배열하기 위해 연료 핸들러(204)에 필요한 명령으로 인코딩된 명령 신호(209)를 전송할 수도 있다.
- [0376] 다른 실시예에서, 동작(5912)은 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 진행과 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 3d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 진행과 원자로의 원자로 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 배열하도록 연료 핸들러(204)에 명령할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트를 지시하는 명령 신호(207)를 연료 핸들러 제어기(206)에 전송할 수도 있다. 이어서, 연료 핸들러 제어기(206)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 진행과 원자로의 원자로 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 배열하기 위해 연료 핸들러(204)에 필요한 명령으로 인코딩된 명령 신호(209)를 전송할 수도 있다.
- [0377] 도 59d는 도 55의 예시적인 동작 흐름(5500)의 대안 실시예를 도시하고 있다. 도 59d는 배열 동작(5520)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(5914 및/또는 5916)을 포함할 수도 있다.
- [0378] 동작(5914)은 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 초기 위치로부터 후속 위치로 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 병진하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 3d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 초기 위치로부터 후속 위치로 원자로(101)의 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 병진하도록 연료 핸들러(204)에 명령할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 선택된 연료 조립체(212)를 회수하고 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로 노심(202) 내의 새로운 위치로 선택된 연료 조립체를 이동하도록 연료 핸들러(204)의 파지기(214)에 명령할 수도 있다.
- [0379] 다른 실시예에서, 동작(5916)은 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 교체하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 3d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로(101)의 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 교체하도록 연료 핸들러(204)에 명령할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 선택된 연료 조립체(212)를 회수하고 원자로 노심(202) 외부의 저장 위치로 선택된 연료 조립체를 이동하도록 연료 핸들러(204)의 파지기(214)에 명령할 수도 있다. 이어서, 하나 이상의 프로세서(106)는 제거된 연료 조립체(212)의 위치에서 원자로 노심(202) 내로 새로운 연료 조립체를 삽입하도록 파지기(214)(또는 부가의 파지기)에 명령할 수도 있다. 이 프로세스를 반복함으로써, 시스템(300)은 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로 노심(202)을 형성(또는 재조립)할 수도 있다는 것이 본 명세서에서 주목된다.
- [0380] 도 60은 도 55의 예시적인 동작 흐름(5500)의 대안 실시예를 도시하고 있다. 도 60은 발생 동작(5540)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(6002)을 포함할 수도 있다.
- [0381] 동작(6002)은 원자로의 노심 내의 하나 이상의 위치에서 적어도 하나의 상태 변수의 적어도 하나의 측정을 이용

하여 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 발생하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 3d에 도시되어 있는 바와 같이, 시스템(300)은 원자로 노심(202) 내의 하나 이상의 위치에서 하나 이상의 상태 변수(예를 들어, 온도, 온도의 변화율, 압력, 압력의 변화율, 중성자 플럭스, 중성자 플럭스의 변화율 등) 값을 측정하도록 구성된 원자로 노심 측정 시스템(302)을 포함할 수도 있다. 다음에, 원자로 노심 측정 시스템(302)으로부터의 측정에 기초하여, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 발생할 수도 있다. 예를 들어, 원자로 노심 측정 시스템(302)에 의해 취득된 하나 이상의 측정된 값에 기초하여, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 측정된 파워 밀도 분포, 측정된 파워 밀도 변화율 분포, 측정된 반응도 분포 및 측정된 반응도 변화율 분포 중 적어도 하나를 발생할 수도 있다.

[0382] 도 61a는 도 55의 예시적인 동작 흐름(5500)의 대안 실시예를 도시하고 있다. 도 61a는 비교 동작(5550)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(6102)을 포함할 수도 있다.

[0383] 동작(6102)은 발생한 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포에 비교하는 것을 도시하고 있고, 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심은 적어도 초기 로딩 분포를 이용하여 발생된다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 3d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 본 명세서에 전술된 바와 같이, 초기 시뮬레이션된 노심(120)의 작동 상태를 표현하는 시뮬레이션된 작동된 노심을 발생할 수도 있다. 이와 관련하여, 하나 이상의 프로세서(106)는 시간 진화된 시뮬레이션된 작동된 노심을 결정하도록 구현된 모델 루틴에 입력으로서 원자로 노심(202)의 초기 로딩 분포를 이용할 수도 있다. 원자로 노심(202)의 초기 로딩 분포는 본 명세서에 전술된 바와 같이, 시뮬레이션된 BOC 노심(120)과 대응할 수도 있다는 것이 본 명세서에서 인식된다. 다음에, 하나 이상의 프로세서(106)는 발생한 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포에 비교할 수도 있다.

[0384] 도 61b는 도 55의 예시적인 동작 흐름(5500)의 대안 실시예를 도시하고 있다. 도 61b는 비교 동작(5550)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(6104)을 포함할 수도 있다.

[0385] 동작(6104)은 발생한 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 편차 메트릭을 계산하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 3d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 발생한 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 편차 메트릭을 계산할 수도 있다. 또한, 편차 메트릭은 차이(예를 들어, 공통 위치에서의 차이), 상대 차이, 비, 평균화된 차이(예를 들어, 공간적으로 평균화된 차이), 최대 차이(예를 들어, 임의의 2개 이상의 공통 위치 사이의 최대 차이), 최소 차이(예를 들어, 2개 이상의 공통 위치 사이의 최소 차이), 집계된 편차(예를 들어, 전역 편차 메트릭) 또는 당 기술 분야에 공지된 임의의 다른 편차 메트릭을 포함할 수도 있지만, 이들에 한정되는 것은 아니다.

[0386] 도 62는 도 55의 예시적인 동작 흐름(5500)의 대안 실시예를 도시하고 있다. 도 62는 비교 동작(5550)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(6202 및/또는 6204)을 포함할 수도 있다.

[0387] 동작(6202)은 발생한 측정된 원자로 노심 파워 밀도 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파워 밀도 분포에 비교하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 3d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 본 명세서에 전술된 바와 같이, 초기 시뮬레이션된 노심(120)의 시간 경과된 작동 상태를 표현하는 시뮬레이션된 작동된 노심을 위한 파워 밀도 분포를 발생할 수도 있다. 다음에, 하나 이상의 프로세서(106)는 발생한 측정된 원자로 노심 파워 밀도 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 하나 이상의 원자로 노심 파워 밀도 분포에 비교할 수도 있다.

[0388] 다른 실시예에서, 동작(6204)은 발생한 측정된 원자로 노심 파워 밀도 변화율 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파워 밀도 변화율 분포에 비교하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 3d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 초기 시뮬레이션된 노심(120)의 시간 경과된 작동 상태를 표현하는 시뮬레이션된 작동된 노심을 위한 파워 밀도 변화율 분포를 발생할 수도 있다. 다음에, 하나 이상의 프로세서(106)는 발생한 측정된 원자로 노심 파워 밀도 변화율 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 하나 이상의 원자로 노심 파워 밀도 변화율 분포에 비교할 수도 있다.

- [0389] 도 63은 도 55의 예시적인 동작 흐름(5500)의 대안 실시예를 도시하고 있다. 도 63은 비교 동작(5550)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(6302 및/또는 6304)을 포함할 수도 있다.
- [0390] 동작(6302)은 발생된 측정된 원자로 노심 반응도 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 반응도 분포에 비교하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 3d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 초기 시뮬레이션된 노심(120)의 시간 경과된 작동 상태를 표현하는 시뮬레이션된 작동된 노심을 위한 반응도 분포를 발생할 수도 있다. 다음에, 하나 이상의 프로세서(106)는 발생된 측정된 원자로 노심 반응도 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 하나 이상의 원자로 노심 반응도 분포에 비교할 수도 있다.
- [0391] 다른 실시예에서, 동작(6304)은 발생된 측정된 원자로 노심 반응도 변화율 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 반응도 변화율 분포에 비교하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 3d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 초기 시뮬레이션된 노심(120)의 시간 경과된 작동 상태를 표현하는 시뮬레이션된 작동된 노심을 위한 반응도 변화율 분포를 발생할 수도 있다. 다음에, 하나 이상의 프로세서(106)는 발생된 측정된 원자로 노심 반응도 변화율 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 하나 이상의 원자로 노심 반응도 변화율 분포에 비교할 수도 있다.
- [0392] 도 64는 도 55의 예시적인 동작 흐름(5500)의 대안 실시예를 도시하고 있다. 도 64는 동작 컴플라이언스 결정 동작(5560)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(6402)을 포함할 수도 있다.
- [0393] 동작(6402)은 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 비교를 사용하여 작동 컴플라이언스 상태를 결정하는 것을 도시하고 있고, 선택된 공차 레벨 미만의 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 편차 메트릭은 컴플라이언스내 상태에 대응한다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포 사이에 계산된 편차 메트릭이 컴플라이언스내 상태에 대응하는지 여부를 결정할 수도 있다. 예를 들어, 편차 메트릭이 선택된 공차 레벨 이하라는 결정은 원자로 노심(202)을 위한 컴플라이언스내 상태와 대응할 수도 있다.
- [0394] 도 65는 도 55의 예시적인 동작 흐름(5500)의 대안 실시예를 도시하고 있다. 도 65는 동작 컴플라이언스 결정 동작(5560)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 동작(6502)을 포함할 수도 있다.
- [0395] 동작(6502)은 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 비교를 사용하여 작동 컴플라이언스 상태를 결정하는 것을 도시하고 있고, 선택된 공차 레벨 초과와 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 편차 메트릭은 컴플라이언스외 상태에 대응한다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 3d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포 사이에 계산된 편차 메트릭이 컴플라이언스외 상태에 대응하는지 여부를 결정할 수도 있다. 예를 들어, 편차 메트릭이 선택된 공차 레벨 초과라는 결정은 원자로 노심(202)을 위한 컴플라이언스외 상태와 대응할 수도 있다.
- [0396] 도 66은 원자로의 노심의 작동 컴플라이언스 상태를 결정하는 것에 관련된 예시적인 동작을 표현하는 동작 흐름도(6600)를 도시하고 있다. 도 66은 도 66의 예시적인 동작 흐름(6600)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 부가의 로딩 분포 결정 단계(6602)를 포함할 수도 있다.
- [0397] 동작(6602)은 컴플라이언스외 상태의 결정에 응답하여, 부가의 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로의 노심의 부가의 로딩 분포를 결정하는 것을 도시하고 있고, 부가의 시뮬레이션 프로세스는 부가의 시뮬레이션된 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포와 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 편차 메트릭을 선택된 공차 레벨 미만으로 감소시키기 위해 적합한 부가의 시뮬레이션된 노심 내의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트를 결정하도록 구성된다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 3d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 부가의 시뮬레이션된 노심의

하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포와 기준 원자로의 노심의 상태(예를 들어, 평형 상태)와 연계된 수신된 하나 이상의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 편차 메트릭을 선택된 공차 레벨 미만으로 감소시키기 위해 적합한 부가의 시뮬레이션된 노심 내의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트를 결정하도록 구성된 부가의 노심 시뮬레이션 프로세스를 거쳐 노심(202)의 부가의 로딩 분포를 결정할 수도 있다.

[0398] 도 67은 원자로의 노심의 작동 컴플라이언스 상태를 결정하는 것에 관련된 예시적인 동작을 표현하는 동작 흐름도(6700)를 도시하고 있다. 도 67은 도 67의 예시적인 동작 흐름(6700)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 배열 단계(6702)를 포함할 수도 있다.

[0399] 동작(6702)은 부가의 로딩 분포 결정에 응답하여, 시뮬레이션된 부가의 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로의 노심의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 3d에 도시되어 있는 바와 같이, 부가의 시뮬레이션된 노심의 부가의 로딩 분포를 결정할 때, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로 노심의 부가의 시뮬레이션된 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로(101)의 원자로 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 배열하도록 연료 핸들러(204)에 명령할 수도 있다. 예를 들어, 부가의 시뮬레이션된 노심의 초기 부가의 분포를 결정할 때, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 시뮬레이션된 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트를 지시하는 명령 신호(307)(도 3a 참조)를 연료 핸들러 제어기(206)에 전송할 수도 있다. 이어서, 연료 핸들러 제어기(206)는 부가의 시뮬레이션된 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로(101)의 원자로 노심(202)의 하나 이상의 연료 조립체(208)를 배열하게 하기 위해 연료 핸들러(204)에 필요한 명령을 갖고 인코딩된 명령 신호(309)를 전송할 수도 있다.

[0400] 도 68은 원자로의 노심의 작동 컴플라이언스 상태를 결정하는 것에 관련된 예시적인 동작을 표현하는 동작 흐름도(6800)를 도시하고 있다. 도 68은 도 68의 예시적인 동작 흐름(6800)이 적어도 하나의 부가의 동작을 포함할 수도 있는 예시적인 실시예를 도시하고 있다. 부가의 동작은 보고 동작(6802, 6804, 6806 및/또는 6808)을 포함할 수도 있다.

[0401] 동작(6802)은 원자로의 노심의 작동 컴플라이언스 상태를 보고하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 3d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 노심의 작동 컴플라이언스 상태를 목적지에 보고할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로(101)의 노심(202)의 작동 컴플라이언스 상태를 지시하는 하나 이상의 신호를 목적지에 전송할 수도 있다.

[0402] 다른 실시예에서, 동작(6804)은 원자로의 노심의 원자로의 노심의 작동 컴플라이언스 상태를 디스플레이에 보고하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 3d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 노심의 작동 컴플라이언스 상태를 디스플레이(예를 들어, 오디오 또는 시각적 디스플레이)에 보고할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로(101)의 노심(202)의 작동 컴플라이언스 상태를 지시하는 하나 이상의 신호를 디스플레이 유닛(116)에 전송할 수도 있다.

[0403] 다른 실시예에서, 동작(6806)은 원자로의 노심의 원자로의 노심의 작동 컴플라이언스 상태를 메모리에 보고하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 3d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 노심의 작동 컴플라이언스 상태를 메모리 디바이스에 보고할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로(101)의 노심(202)의 작동 컴플라이언스 상태를 지시하는 하나 이상의 신호를 메모리 디바이스(108)에 전송할 수도 있다.

[0404] 다른 실시예에서, 동작(6808)은 원자로의 노심의 작동 컴플라이언스 상태를 원자로의 제어 시스템에 보고하는 것을 도시하고 있다. 예를 들어, 도 1a 내지 도 3d에 도시되어 있는 바와 같이, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로의 노심의 작동 컴플라이언스 상태를 원자로(101)의 제어 시스템(180)에 보고할 수도 있다. 예를 들어, 제어기(102)의 하나 이상의 프로세서(106)는 원자로(101)의 노심(202)의 작동 컴플라이언스 상태를 지시하는 하나 이상의 신호를 원자로(101)의 제어 시스템(180)에 전송할 수도 있다.

[0405] 당 기술 분야의 숙련자들은 현재 기술이 시스템의 양태의 하드웨어, 소프트웨어, 및/또는 펌웨어 구현들 사이에 거의 구별이 남아 있지 않은 점까지 진보되어 있고, 하드웨어, 소프트웨어, 및/또는 펌웨어의 사용이 일반적으로 비용 대 효율 절충안을 표현하는 디자인 선택이라는 것(항상은 아니지만, 특정 환경에서, 하드웨어와 소프트웨어 사이의 선택은 상당해질 수 있음)이라는 것을 인식할 수 있을 것이다. 당 기술 분야의 숙련자들은 본 명세서에 설명된 프로세스 및/또는 시스템 및/또는 다른 기술이 이에 의해 실행될 수 있는 다양한 매개체(예를 들어, 하드웨어, 소프트웨어, 및/또는 펌웨어)가 존재하고, 바람직한 매개체는 프로세스 및/또는 시스템 및/또는

다른 기술이 전개되는 문맥에 따라 변동할 것이라는 것을 이해할 수 있을 것이다. 예를 들어, 구현자가 속도 및 정확도가 중요한 것으로 결정하면, 구현자는 주로 하드웨어 및/또는 펌웨어 매개체를 선택할 수도 있고, 대안적으로 융통성이 중요하면, 구현자는 주로 소프트웨어 구현을 선택할 수도 있고, 또는 또한 재차 대안적으로, 구현자는 하드웨어, 소프트웨어 및/또는 펌웨어의 몇몇 조합을 선택할 수도 있다. 따라서, 본 명세서에 설명된 프로세스 및/또는 디바이스 및/또는 다른 기술이 이에 의해 실행될 수도 있는 다수의 가능한 매개체가 존재하고, 이용될 임의의 매개체는 매개체가 전개될 것인 문맥 및 구현자의 특정 관심(예를 들어, 속도, 융통성, 또는 예측 가능성)에 의존하는 선택이고, 이들 중 임의의 것이 변동할 수도 있는 점에서 이들 매개체의 어느 것도 다른 것에 비해 고유적으로 우수하지 않다. 당 기술 분야의 숙련자들은 구현예의 광학 양태가 통상적으로 광학 지향 하드웨어, 소프트웨어 및/또는 펌웨어를 이용할 것이라는 것을 인식할 수 있을 것이다.

[0406] 본 명세서에 설명된 몇몇 구현예에서, 논리 및 유사한 구현은 소프트웨어 또는 다른 제어 구조를 포함할 수도 있다. 전자 회로는 예를 들어, 본 명세서에 설명된 바와 같은 다양한 기능을 구현하도록 구성되고 배열된 전기 회로의 하나 이상의 경로를 가질 수도 있다. 몇몇 구현예에서, 하나 이상의 매체는 이러한 매체가 본 명세서에 설명된 바와 같이 수행하도록 작동 가능한 디바이스 검출 가능한 명령을 유지하거나 전송할 때 디바이스 검출 가능한 구현을 포함하도록 구성될 수도 있다. 몇몇 변형예에서, 예를 들어, 구현은 본 명세서에 설명된 하나 이상의 동작과 관련하여 하나 이상의 명령의 수신 또는 전송을 수행함으로써, 현존하는 소프트웨어 또는 펌웨어, 또는 게이트 어레이 또는 프로그램가능 하드웨어의 업데이트 또는 수정을 포함할 수도 있다. 대안적으로 또는 부가적으로, 몇몇 변형예에서, 구현은 특정 용도 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어 구성요소, 및/또는 특정 용도 구성요소를 실행하거나 다른 방식으로 호출하는 범용 구성요소를 포함할 수도 있다. 사양 또는 다른 구현은 선택적으로 패킷 전송에 의해 또는 다르게는 다양한 시간에 배포된 매체를 통해 통과함으로써, 본 명세서에 설명된 바와 같은 태저를 전송 매체의 하나 이상의 인스턴스에 의해 전송될 수도 있다.

[0407] 대안적으로 또는 부가적으로, 구현은 특정 용도 명령 시퀀스를 실행하는 것 또는 인에이블링(enabling), 트리거링(triggering), 코디네이팅(coordinating), 요청(requesting) 또는 본 명세서에 설명된 사실상 임의의 기능 동작의 하나 이상의 발생을 유발하기 위한 회로를 호출하는 것을 포함할 수도 있다. 몇몇 변형예에서, 본 명세서의 작동 또는 다른 논리 기술은 소스 코드로서 표현되고, 실행 가능한 명령 시퀀스로서 컴파일링되거나 다른 방식으로 호출될 수도 있다. 몇몇 환경에서, 예를 들어, 구현은 전체적으로 또는 부분적으로 C++ 또는 다른 코드 시퀀스와 같은 소스 코드에 의해 제공될 수도 있다. 다른 구현예에서, 소스 또는 다른 코드 구현은 상업적으로 입수 가능한 그리고/또는 당 기술 분야의 기술을 사용하여, 고레벨 기술자 언어로 컴파일링되고/구현되고/번역되고/변환될 수도 있다[예를 들어, C 또는 C++ 프로그래밍 언어로 설명된 기술을 초기에 구현하고, 그 후에 프로그래밍 언어 구현을 논리 합성 가능한 언어 구현, 하드웨어 기술 언어 구현, 하드웨어 디자인 시뮬레이션 구현, 및/또는 다른 이러한 유사한 표현 모드(들)로 변환함]. 예를 들어, 논리 표현(예를 들어, 컴퓨터 프로그래밍 언어 구현)의 일부 또는 모두는 베릴로그형 하드웨어 기술(Verilog-type hardware description)[예를 들어, 하드웨어 기술 언어(Hardware Description Language: HDL) 및/또는 초고속 집적 회로 하드웨어 기술자 언어(Very High Speed Integrated Circuit Hardware Descriptor Language: VHDL)를 거쳐]로서 또는 이어서 하드웨어(예를 들어, 응용 주문형 집적 회로)를 갖는 물리적 구현을 생성하는 데 사용될 수도 있는 다른 회로 모델로서 명시될 수도 있다. 당 기술 분야의 숙련자들은 이들 교시의 견지에서 적합한 전송 또는 연산 요소, 재료 공급원, 액추에이터, 또는 다른 구조를 어떻게 얻고, 구성하고, 최적화하는지를 인식할 수 있을 것이다.

[0408] 상기 상세한 설명은 블록도, 흐름도 및/또는 예의 사용을 거쳐 디바이스 및/또는 프로세스의 다양한 실시예를 설명하였다. 이러한 블록도, 흐름도, 및/또는 예가 하나 이상의 기능 및/또는 동작을 포함하는 한, 이러한 블록도, 흐름도, 또는 예 내의 각각의 기능 및/또는 동작은 광범위한 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어, 또는 사실상 이들의 임의의 조합에 의해 개별적으로 그리고/또는 집합적으로 구현될 수 있다는 것이 당 기술 분야의 숙련자들에 의해 이해될 수 있을 것이다. 일 실시예에서, 본 명세서에 설명된 요지의 다수의 부분은 응용 주문형 집적 회로(Application Specific Integrated Circuits: ASICs), 필드 프로그램가능 게이트 어레이(Field Programmable Gate Arrays: FPGAs), 디지털 신호 프로세서(digital signal processors: DSPs), 또는 다른 집적 포맷을 거쳐 구현될 수도 있다. 그러나, 당 기술 분야의 숙련자들은 본 명세서에 개시된 실시예의 몇몇 양태가 전체적으로 또는 부분적으로, 하나 이상의 컴퓨터 상에서 실행하는 하나 이상의 컴퓨터 프로그램으로서(예를 들어, 하나 이상의 컴퓨터 시스템 상에서 실행하는 하나 이상의 프로그램으로서), 하나 이상의 프로세서 상에서 실행하는 하나 이상의 프로그램으로서(예를 들어, 하나 이상의 마이크로프로세서 상에서 실행하는 하나 이상의 프로그램으로서), 펌웨어로서, 또는 사실상 이들의 임의의 조합으로서, 집적 회로에 등가적으로 구현될 수 있고, 회로를 설계하는 것 및/또는 소프트웨어 및/또는 펌웨어를 위한 코드를 기록하는 것이 본 명세서의 견지에서 당 기술 분야의 숙련자의 숙련 범위 내에 양호하게 있다는 것을 인식할 수 있을 것이다. 게다가, 당 기술

분야의 숙련자들은 본 명세서에 설명된 요지의 메커니즘이 다양한 형태로 프로그램 제품으로서 배포되는 것이 가능하고, 본 명세서에 설명된 요지의 예시적인 실시예가 배포를 실제로 수행하는 데 사용되는 특정 유형의 신호 포함 매체(signal bearing medium)에 무관하게 적용된다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 신호 포함 매체는 플로피 디스크, 하드디스크 드라이브, 콤팩트 디스크(Compact Disc: CD), 디지털 비디오 디스크(Digital Video Disk: DVD), 디지털 테이프, 컴퓨터 메모리 등과 같은 기록형 매체; 및 디지털 및/또는 아날로그 통신 매체[예를 들어, 광파이버 케이블, 도파로, 유선 통신 링크, 무선 통신 링크(송신기, 수신기, 전송 로직, 수신 로직 등)]과 같은 전송형 매체를 포함하지만, 이들에 한정되는 것은 아니다.

[0409] 일반적으로, 당 기술 분야의 숙련자들은 본 명세서에 설명된 다양한 실시예가 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어 및/또는 사실상 이들의 임의의 조합과 같은 광범위한 전기 구성요소를 갖는 다양한 유형의 전기기계적 시스템, 및 강체, 스프링 또는 비틀림 본체, 유압 기기, 전자기 작동식 디바이스, 및/또는 사실상 이들의 임의의 조합과 같은 기계적 힘 또는 운동을 부여할 수도 있는 광범위한 구성요소에 의해 개별적으로 그리고/또는 집합적으로 구현될 수 있다는 것을 인식할 수 있을 것이다. 따라서, 본 명세서에 사용될 때, 용어 "전기기계적 시스템"은 트랜스듀서[예를 들어, 액추에이터, 모터, 압전 결정, 마이크로 전기기계 시스템(Micro Electro Mechanical System: MEMS) 등]과 작동적으로 결합된 전기 회로, 적어도 하나의 이산 전기 회로를 갖는 전기 회로, 적어도 하나의 집적 회로를 갖는 전기 회로, 적어도 하나의 응용 주문형 집적 회로를 갖는 전기 회로, 컴퓨터 프로그램에 의해 구성된 범용 컴퓨팅 디바이스(예를 들어, 본 명세서에 설명된 프로세스 및/또는 디바이스를 적어도 부분적으로 수행하는 컴퓨터 프로그램에 의해 구성된 범용 컴퓨터, 또는 본 명세서에 설명된 프로세스 및/또는 디바이스를 적어도 부분적으로 수행하는 컴퓨터 프로그램에 의해 구성된 마이크로프로세서)를 형성하는 전기 회로, 메모리 디바이스[예를 들어, 다양한 형태의 메모리(예를 들어, 랜덤 액세스, 플래시, 판독 전용 등)]를 형성하는 전기 회로, 통신 디바이스(예를 들어, 모뎀, 통신 스위치, 광전 장비 등)를 형성하는 전기 회로 및/또는 광학 또는 다른 유사물과 같은 그에 대한 임의의 비전기적 유사물을 포함하지만, 이들에 한정되는 것은 아니다. 당 기술 분야의 숙련자들은 전기기계적 시스템의 예가 다양한 소비자 전자 기기 시스템, 의료 기기, 뿐만 아니라 전동 수술 시스템, 공장 자동화 시스템, 보안 시스템, 및/또는 통신/컴퓨팅 시스템과 같은 다른 시스템을 포함하지만, 이들에 한정되는 것은 아니라는 것을 또한 인식할 수 있을 것이다. 당 기술 분야의 숙련자들은 문맥이 달리 지시할 수도 있는 것을 제외하고는, 본 명세서에 사용된 바와 같은 전기기계적이라는 것이 전기 및 기계적 작동의 모두를 갖는 시스템에 반드시 한정되는 것은 아니라는 것을 인식할 수 있을 것이다.

[0410] 일반적으로, 당 기술 분야의 숙련자들은 광범위한 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어 및/또는 이들의 임의의 조합에 의해 개별적으로 그리고/또는 집합적으로 구현될 수 있는 본 명세서에 설명된 다양한 양태가 다양한 유형의 "전기 회로"로 구성되는 것으로서 고려될 수 있다는 것을 인식할 수 있을 것이다. 따라서, 본 명세서에 사용될 때, "전기 회로"는 적어도 하나의 이산 전기 회로를 갖는 전기 회로, 적어도 하나의 집적 회로를 갖는 전기 회로, 적어도 하나의 응용 주문형 집적 회로를 갖는 전기 회로, 컴퓨터 프로그램에 의해 구성된 범용 컴퓨팅 디바이스(예를 들어, 본 명세서에 설명된 프로세스 및/또는 디바이스를 적어도 부분적으로 수행하는 컴퓨터 프로그램에 의해 구성된 범용 컴퓨터, 또는 본 명세서에 설명된 프로세스 및/또는 디바이스를 적어도 부분적으로 수행하는 컴퓨터 프로그램에 의해 구성된 마이크로프로세서)를 형성하는 전기 회로, 메모리 디바이스[예를 들어, 다양한 형태의 메모리(예를 들어, 랜덤 액세스, 플래시, 판독 전용 등)]를 형성하는 전기 회로, 및/또는 통신 디바이스(예를 들어, 모뎀, 통신 스위치, 광전 장비 등)를 형성하는 전기 회로를 포함하지만, 이들에 한정되는 것은 아니다. 당 기술 분야의 숙련자들은 본 명세서에 설명된 요지가 아날로그 또는 디지털 방식으로 또는 이들의 몇몇 조합으로 구현될 수도 있다는 것을 인식할 수 있을 것이다.

[0411] 당 기술 분야의 숙련자들은 본 명세서에 설명된 디바이스 및/또는 프로세스의 적어도 일부가 데이터 처리 시스템에 일체화될 수 있다는 것을 인식할 수 있을 것이다. 당 기술 분야의 숙련자들은 데이터 처리 시스템이 일반적으로 시스템 유닛 하우징, 비디오 디스플레이 디바이스, 휘발성 또는 비휘발성 메모리와 같은 메모리, 마이크로프로세서 또는 디지털 신호 프로세서와 같은 프로세서, 운영 체제, 드라이버, 그래픽 사용자 인터페이스 및 응용 프로그램과 같은 연산 엔티티, 하나 이상의 상호작용 디바이스(예를 들어, 터치 패드, 터치 스크린, 안테나 등), 및/또는 피드백 루프 및 제어 모터(예를 들어, 위치 및/또는 속도를 감지하기 위한 피드백; 구성요소 및/또는 양을 이동시키고 그리고/또는 조정하기 위한 제어 모터)를 포함하는 제어 시스템 중 하나 이상을 포함한다는 것을 인식할 수 있을 것이다. 데이터 처리 시스템은 데이터 컴퓨팅/통신 및/또는 네트워크 컴퓨팅/통신 시스템에서 통상적으로 발견되는 것들과 같은 적합한 상업적으로 입수 가능한 구성요소를 이용하여 구현될 수도 있다.

[0412] 당 기술 분야의 숙련자는 본 명세서에 설명된 구성요소(예를 들어, 동작), 디바이스, 물체 및 이들을 수반하는

설명이 개념적인 명료화를 위해 예로서 사용되고, 다양한 구성 수정이 고려된다는 것을 인식할 수 있을 것이다. 따라서, 본 명세서에 사용될 때, 특정 표본이 설명되고 첨부하는 설명은 이들의 더 일반적인 부류를 대표하도록 의도된다. 일반적으로, 임의의 특정 표본의 사용은 그 부류를 대표하도록 의도되고, 특정 구성요소(예를 들어, 동작), 디바이스, 및 물체의 불포함은 한정으로 취해져서는 안된다.

[0413] 사용자는 단일의 예시되어 있는 도면으로서 본 명세서에 도시되고/설명되어 있지만, 당 기술 분야의 숙련자들은 문맥상 달리 지시되지 않으면, 사용자가 인간 사용자, 로봇 사용자(예를 들어, 연산 엔티티), 및/또는 실질적으로 이들의 조합(예를 들어, 사용자가 하나 이상의 로봇 에이전트에 의해 보조될 수도 있음)을 표현할 수도 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 당 기술 분야의 숙련자들은 일반적으로, 문맥상 달리 지시되지 않으면, 이러한 용어가 본 명세서에 사용될 때, 동일한 것이 "송신자" 및/또는 다른 엔티티-지향 용어에 일컬어질 수도 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

[0414] 본 명세서의 실질적으로 임의의 복수 및/또는 단수 용어의 사용과 관련하여, 당 기술 분야의 숙련자들은 문맥 및/또는 용례에 적절한 바와 같이 복수로부터 단수로 그리고/또는 단수로부터 복수로 변환할 수 있다. 다양한 단수/복수 치환은 명료화를 위해 본 명세서에서 명시적으로 설명되지 않는다.

[0415] 본 명세서에 설명된 요지는 때때로 상이한 다른 구성요소 내에 포함된, 또는 상이한 다른 구성요소와 연결된 상이한 구성요소를 예시하고 있다. 이러한 도시되어 있는 아키텍처는 단지 예시일 뿐이고, 실제로 동일한 기능을 성취하는 다수의 다른 아키텍처가 구현될 수도 있다는 것이 이해되어야 한다. 개념적으로, 동일한 기능을 성취하기 위한 구성요소의 임의의 배열은 원하는 기능이 성취되도록 효과적으로 "연계된다". 따라서, 특정 기능을 성취하도록 조합된 본 명세서의 임의의 2개의 구성요소는 아키텍처 또는 중간 구성요소에 무관하게, 원하는 기능이 성취되도록 서로 "연계되는" 것으로서 보여질 수 있다. 마찬가지로, 이와 같이 연계된 임의의 2개의 구성요소는 또한 원하는 기능을 성취하기 위해 서로 "작동적으로 접속된" 또는 "작동적으로 결합된" 것으로서 고려될 수 있고, 이와 같이 연계되는 것이 가능한 임의의 2개의 구성요소는 또한 원하는 기능을 성취하기 위해 서로 "작동적으로 결합 가능한" 것으로서 고려될 수 있다. 작동적으로 결합 가능한 것의 특정 예는 물리적으로 정합 가능한 그리고/또는 물리적으로 상호작용하는 구성요소, 및/또는 무선으로 상호작용 가능한 그리고/또는 무선으로 상호작용하는 구성요소, 및/또는 논리적으로 상호작용하는 그리고/또는 논리적으로 상호작용 가능한 구성요소를 포함한다.

[0416] 몇몇 경우에, 하나 이상의 구성요소는 "~하도록 구성된", "~하도록 구성 가능한", "~하도록 작동 가능한/작동하는", "채택된/채택 가능한", "~하는 것이 가능한", "~에 합치 가능한/합치된" 등으로서 본 명세서에 언급될 수도 있다. 당 기술 분야의 숙련자들은 문맥상 달리 지시되지 않으면, 이러한 용어(예를 들어, "~하도록 구성된")가 일반적으로 활성 상태 구성요소 및/또는 비활성 상태 구성요소 및/또는 대기 상태 구성요소를 포함할 수 있다는 것을 인식할 수 있을 것이다.

[0417] 본 명세서에 설명된 본 발명의 요지의 특정 양태가 도시되고 설명되었지만, 본 명세서의 교시에 기초하여, 변경 및 수정이 본 명세서에 설명된 요지 및 그 더 넓은 양태로부터 벗어나지 않고 이루어질 수도 있고, 따라서 첨부된 청구범위는 본 명세서에 설명된 요지의 진정한 사상 및 범주 내에 있는 모든 이러한 변경 및 수정을 이들의 범주 내에 포함하는 것이 당 기술 분야의 숙련자들에게 명백할 것이다. 일반적으로, 본 명세서에, 특히 첨부된 청구범위(예를 들어, 첨부된 청구범위의 본문)에 사용된 용어는 일반적으로 "개방" 용어로서 의도된다(예를 들어, 용어 "포함하는"은 "포함하지만 이에 한정되는 것은 아님"으로서 해석되어야 하고, 용어 "갖는"은 "적어도 갖는"으로서 해석되어야 하고, 용어 "포함한다"는 "포함하지만 이에 한정되는 것은 아니다"로서 해석되어야 함). 특정 수의 소개된 청구항 인용이 의도되면, 이러한 의도는 청구항에 명시적으로 인용될 것이고, 이러한 인용의 결여시에 어떠한 이러한 의도도 존재하지 않는다는 것이 당 기술 분야의 숙련자들에 의해 또한 이해될 수 있을 것이다. 예를 들어, 이해의 보조로서, 이하의 첨부된 청구범위는 청구항 인용을 소개하기 위해 소개 구문 "적어도 하나" 및 "하나 이상"의 사용을 포함할 수도 있다. 그러나, 이러한 구문의 사용은 단수 표현에 의한 청구항 인용의 소개가 동일한 청구항이 소개 구문 "하나 이상" 또는 "적어도 하나" 및 단수 형태의 표현을 포함할 때에도, 이러한 소개된 청구항 인용을 포함하는 임의의 특정 청구항을 단지 하나의 이러한 인용만을 포함하는 청구항에 한정하는 것으로 해석되어서는 안되고(예를 들어, 단수 표현은 통상적으로 "적어도 하나" 또는 "하나 이상"을 의미하도록 해석되어야 함), 동일한 것이 청구항 인용을 소개하는 데 사용된 단수 표현의 사용에도 성립한다. 게다가, 특정 수의 소개된 청구항 인용이 명시적으로 인용되더라도, 당 기술 분야의 숙련자들은 이러한 인용이 통상적으로 적어도 인용된 수를 의미하도록 해석되어야 한다는 것을 인식할 수 있을 것이다(예를 들어, 다른 수식어가 없는 "2개의 인용"의 유일한 인용은 통상적으로 적어도 2개의 인용, 또는 2개 이상의 인용을 의미함). 더욱이, "A, B 및 C 등 중 적어도 하나"와 유사한 규약이 사용되는 이들 경우에, 일반적으로 이러

한 구성은 당 기술 분야의 숙련자가 규약을 이해할 수 있을 것인 개념으로 의도된다(예를 들어, "A, B 및 C 중 적어도 하나를 갖는 시스템"은 이들에 한정되는 것은 아니지만, A만, B만, C만, A 및 B 모두, A 및 C 모두, B 및 C 모두, 및/또는 A, B 및 C 모두 등을 갖는 시스템을 포함할 것임). "A, B 또는 C 등 중 적어도 하나"와 유사한 규약이 사용되는 이들 경우에, 일반적으로 이러한 구성은 당 기술 분야의 숙련자가 규약을 이해할 수 있을 것인 개념으로 의도된다(예를 들어, "A, B 또는 C 중 적어도 하나를 갖는 시스템"은 이들에 한정되는 것은 아니지만, A만, B만, C만, A 및 B 모두, A 및 C 모두, B 및 C 모두, 및/또는 A, B 및 C 모두 등을 갖는 시스템을 포함할 것임). 통상적으로 상세한 설명, 청구범위 또는 도면에 있건간에, 2개 이상의 대안적인 용어를 제시하는 이접적 단어 및/또는 구문은 문맥상 달리 지시되지 않으면, 용어들 중 하나, 용어들 중 어느 하나, 또는 용어의 모두를 포함하는 가능성을 고려하는 것으로 이해되어야 한다는 것이 당 기술 분야의 숙련자들에 의해 또한 이해될 수 있을 것이다. 예를 들어, 구문 "A 또는 B"는 통상적으로 "A" 또는 "B" 또는 "A 및 B"의 가능성을 포함하는 것으로 이해될 수 있을 것이다.

- [0418] 첨부된 청구범위와 관련하여, 당 기술 분야의 숙련자들은 본 명세서에 언급된 동작이 일반적으로 임의의 순서로 수행될 수도 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 또한, 다양한 동작 흐름은 순서(들)로 제시되어 있지만, 다양한 동작은 도시되어 있는 것들 이외의 다른 순서로 수행될 수도 있고, 또는 동시에 수행될 수도 있다는 것이 이해되어야 한다. 이러한 대안적인 순서화의 예는 문맥상 달리 지시되지 않으면, 중첩, 삽입, 중단, 재순서화, 증분, 준비, 보충, 동시, 역 또는 다른 변형 순서화를 포함할 수도 있다. 더욱이, "~에 응답하여", "~에 관련된" 또는 다른 과거 시제 형용사는 일반적으로, 문맥상 달리 지시되지 않으면, 이러한 변형을 배제하도록 의도된 것은 아니다.
- [0419] 본 명세서에 설명된 요지의 양태들은 이하의 번호 부기된 문단에 설명되어 있다.
- [0420] 1. 컴퓨터 구현식 방법으로서,
- [0421] 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하는 것;
- [0422] 원자로의 시뮬레이션된 주기초(beginning-of-cycle: BOC) 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것;
- [0423] 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트 내에 연계된 위치의 초기 세트를 선택하는 것;
- [0424] 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것;
- [0425] 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치된 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하는 것; 및
- [0426] 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 로딩 분포를 발생하는 것
- [0427] 을 포함하는 방법.
- [0428] 2. 양태 1의 방법에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 노심 파라미터 분포를 수신하는 것은
- [0429] 기준 원자로의 노심의 평형 상태와 연계된 적어도 하나의 노심 파라미터 분포를 수신하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0430] 3. 양태 1의 방법에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 노심 파라미터 분포를 수신하는 것은
- [0431] 기준 열 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0432] 4. 양태 1의 방법에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 노심 파라미터 분포를 수신하는 것은
- [0433] 기준 고속 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0434] 5. 양태 1의 방법에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 노심 파라미터 분포를 수신하

는 것은

- [0435] 기준 증식 연소 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0436] 6. 양태 1의 방법에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 노심 파라미터 분포를 수신하는 것은
- [0437] 기준 진행과 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0438] 7. 양태 1의 방법에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 노심 파라미터 분포를 수신하는 것은
- [0439] 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하되, 노심은 적어도 하나의 연료 조립체를 포함하는 것인, 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0440] 8. 양태 7의 방법에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하되, 노심은 적어도 하나의 연료 조립체를 포함하는 것인, 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하는 것은
- [0441] 노심이 적어도 하나의 핀을 포함하는 적어도 하나의 연료 조립체를 포함하는, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0442] 9. 양태 1의 방법에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 노심 파라미터 분포를 수신하는 것은
- [0443] 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 파워 밀도 분포를 수신하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0444] 10. 양태 1의 방법에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 노심 파라미터 분포를 수신하는 것은
- [0445] 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 파워 밀도 분포의 변화율을 수신하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0446] 11. 양태 1의 방법에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 노심 파라미터 분포를 수신하는 것은
- [0447] 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 반응도 분포를 수신하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0448] 12. 양태 1의 방법에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 노심 파라미터 분포를 수신하는 것은
- [0449] 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 반응도 분포의 변화율을 수신하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0450] 13. 양태 1의 방법에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 노심 파라미터 분포를 수신하는 것은
- [0451] 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하되, 노심은 플루토늄을 포함하는 것인, 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0452] 14. 양태 1의 방법에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것은
- [0453] 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 초기 연료 분포를 발생하되, BOC 노심의 적어도 일부는 재생 핵연료를 포함하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0454] 15. 양태 1의 방법에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것은
- [0455] 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 초기 연료 분포를 발생하되, BOC 노심의 적어도 일부는 미연소 핵연료를 포함하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0456] 16. 양태 1의 방법에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는

것은

- [0457] 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 초기 연료 로딩 분포를 발생하되, BOC 노심의 적어도 일부는 농축 핵연료를 포함하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0458] 17. 양태 16의 방법에 있어서, 적어도 일부가 농축 핵연료를 포함하는 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것은
- [0459] 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 초기 연료 분포를 발생하되, BOC 노심의 적어도 일부는 농축 우라늄계 핵연료를 포함하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0460] 18. 양태 1의 방법에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것은
- [0461] 사용자 입력 및 제어기 중 적어도 하나를 거쳐 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0462] 19. 양태 1의 방법에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것은
- [0463] 원자로의 시뮬레이션된 수명 초기(BOL) 노심에 대한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0464] 20. 양태 1의 방법에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것은
- [0465] 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 초기 연료 로딩 분포를 랜덤하게 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0466] 21. 양태 1의 방법에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것은
- [0467] 복수의 시뮬레이션된 연료 조립체를 포함하는 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0468] 22. 양태 1의 방법에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하는 것은
- [0469] 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하되, 위치의 초기 세트의 각각은 영역의 세트 중 하나에 대응하는 것인, 위치의 초기 세트를 선택하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0470] 23. 양태 22의 방법에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하되, 위치의 초기 세트의 각각은 영역의 세트 중 하나에 대응하는 것인, 위치의 초기 세트를 선택하는 것은
- [0471] 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하되, 위치의 초기 세트의 각각은 세트 영역 중 하나에 대응하고, 각각의 영역은 적어도 하나의 연료 조립체를 포함하는 것인, 위치의 초기 세트를 선택하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0472] 24. 양태 22의 방법에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하되, 위치의 초기 세트의 각각은 영역의 세트 중 하나에 대응하는 것인, 위치의 초기 세트를 선택하는 것은
- [0473] 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하되, 위치의 초기 세트의 각각은 영역의 세트 중 하나에 대응하고, 영역의 세트의 각각은 선택된 체적을 갖는 3차원 영역인 것인, 위치의 초기 세트를 선택하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0474] 25. 양태 22의 방법에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하되, 위치의 초기 세트의 각각은 영역의 세트 중 하나에 대응하는 것인, 위치의 초기 세트를 선택하는 것은
- [0475] 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하되, 위치의 초기 세트의 각각은 영역의 세트 중 하나에 대응하고, 영역의 세트의 각각은 선택된 형상을 갖는 3차원 영역인 것인, 위치의

초기 세트를 선택하는 것을 포함하는 것인 방법.

- [0476] 26. 양태 22의 방법에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하되, 위치의 초기 세트의 각각은 영역의 세트 중 하나에 대응하는 것인, 위치의 초기 세트를 선택하는 것은
- [0477] 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하되, 위치의 초기 세트의 각각은 영역의 세트 중 하나에 대응하고, 영역의 세트는 선택된 수의 영역을 포함하는 것인, 위치의 초기 세트를 선택하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0478] 27. 양태 1의 방법에 있어서, 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0479] 영역의 세트의 각각의 열역학적 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0480] 28. 양태 1의 방법에 있어서, 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0481] 영역의 세트의 각각의 중성자 파라미터를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0482] 29. 양태 28의 방법에 있어서, 영역의 세트의 각각의 중성자 파라미터를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0483] 영역의 세트의 각각의 k-무한대값을 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0484] 30. 양태 1의 방법에 있어서, 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0485] 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 농축값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0486] 31. 양태 1의 방법에 있어서, 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0487] 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 연료 조립체의 핀의 세트와 연계된 핀 치수값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0488] 32. 양태 31의 방법에 있어서, 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 연료 조립체의 핀의 세트와 연계된 핀 치수값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0489] 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 연료 조립체의 핀의 세트와 연계된 핀 구성값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0490] 33. 양태 31의 방법에 있어서, 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 연료 조립체의 핀의 세트와 연계된 핀 치수값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0491] 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 연료 조립체의 핀의 세트와 연계된 핀 기하학값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0492] 34. 양태 31의 방법에 있어서, 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 연료 조립체의 핀의 세트와 연계된 핀 치수값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0493] 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 연료 조립체의 핀의 세트와 연계된 핀 조성값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0494] 35. 양태 1의 방법에 있어서, 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0495] 영역의 세트의 핀의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를

를 발생하되, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트의 각각은 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 중 하나와 연계되는 것인, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.

- [0496] 36. 양태 35의 방법에 있어서, 영역의 세트의 핀의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하되, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트의 각각은 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 중 하나와 연계되는 것인, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0497] 영역의 세트의 핀의 세트의 각각의 적어도 하나의 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하되, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트의 각각은 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 각각의 핀 중 하나와 연계되는 것인, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0498] 37. 양태 1의 방법에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하는 것은
- [0499] 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 파워 밀도 분포를 계산하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0500] 38. 양태 1의 방법에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하는 것은
- [0501] 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 파워 밀도 분포의 변화율을 계산하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0502] 39. 양태 1의 방법에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하는 것은
- [0503] 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 반응도 분포를 계산하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0504] 40. 양태 1의 방법에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하는 것은
- [0505] 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 반응도 분포의 변화율을 계산하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0506] 41. 양태 1의 방법에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 로딩 분포를 발생하는 것은
- [0507] 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 로딩 분포를 발생하되, 위치의 후속 세트는 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 로딩 분포를 규정하는 것인, 로딩 분포를 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0508] 42. 양태 1의 방법에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 로딩 분포를 발생하는 것은
- [0509] 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 로딩 분포를 발생하되, 위치의 후속 세트는 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 분포와 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 편차 메트릭을 선택된 공차 레벨 미만으로 감소시키는 것인, 로딩 분포를 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0510] 43. 양태 1의 방법에 있어서,
- [0511] 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 보고하는 것을 더 포함하는 방법.

- [0512] 44. 양태 43의 방법에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 보고하는 것은
- [0513] 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 디스플레이에 보고하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0514] 45. 양태 43의 방법에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 보고하는 것은
- [0515] 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 메모리에 보고하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0516] 46. 양태 43의 방법에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 보고하는 것은
- [0517] 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 원자로의 제어 시스템에 보고하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0518] 47. 프로그램 명령을 포함하는 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체로서,
- [0519] 프로그램 명령은
- [0520] 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하고;
- [0521] 원자로의 시뮬레이션된 주기초(beginning-of-cycle: BOC) 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생하고;
- [0522] 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하고;
- [0523] 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하고;
- [0524] 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치된 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하고;
- [0525] 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 로딩 분포를 발생하도록
- [0526] 실행 가능한 것인 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0527] 48. 양태 47의 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는 기준 원자로의 노심의 평형 상태와 연계되는 것인 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0528] 49. 양태 47의 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는 기준 열 원자로의 노심의 상태와 연계되는 것인 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0529] 50. 양태 47의 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는 기준 고속 원자로의 노심의 상태와 연계되는 것인 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0530] 51. 양태 47의 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는 기준 증식 연소 원자로의 노심의 상태와 연계되는 것인 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0531] 52. 양태 47의 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는 기준 진행과 원자로의 노심의 상태와 연계되는 것인 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0532] 53. 양태 47의 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는
- [0533] 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 파워 밀도 분포를 포함하는 것인 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0534] 54. 양태 47의 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는
- [0535] 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 파워 밀도 분포의 변화율을 포함하는 것인 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0536] 55. 양태 47의 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는
- [0537] 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 반응도 분포를 포함하는 것인 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0538] 56. 양태 47의 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도

하나의 원자로 노심 파라미터 분포는

- [0539] 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 반응도 분포의 변화율을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0540] 57. 양태 47의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는
- [0541] 적어도 하나의 연료 조립체를 포함하는 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0542] 58. 양태 47의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는
- [0543] 적어도 하나의 연료핀을 포함하는 적어도 하나의 연료 조립체를 포함하는 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0544] 59. 양태 47의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는
- [0545] 플루토늄을 포함하는 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0546] 60. 양태 47의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 일부는 재생 핵연료를 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0547] 61. 양태 47의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 일부는 미연소 핵연료를 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0548] 62. 양태 47의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 일부는 농축 핵연료를 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0549] 63. 양태 47의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 일부는 농축 우라늄계 핵연료를 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0550] 64. 양태 47의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심은 복수의 시뮬레이션된 연료 조립체를 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0551] 65. 양태 47의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 발생된 초기 연료 로딩 분포는
- [0552] 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 랜덤하게 발생된 초기 연료 로딩 분포를 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0553] 66. 양태 47의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 선택된 초기 세트의 각각은 영역의 세트 중 하나에 대응하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0554] 67. 양태 66의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 선택된 초기 세트의 각각은 세트 영역 중 하나에 대응하고, 각각의 영역은 적어도 하나의 연료 조립체를 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0555] 68. 양태 47의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트의 각각은
- [0556] 선택된 체적을 갖는 3차원 영역을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0557] 69. 양태 47의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트의 각각은
- [0558] 선택된 형상을 갖는 3차원 영역을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0559] 70. 양태 47의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트는

- [0560] 선택된 수의 영역을 갖는 영역의 세트를 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0561] 71. 양태 47의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0562] 영역의 세트의 각각의 열역학적 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0563] 72. 양태 47의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0564] 영역의 세트의 각각의 중성자 파라미터를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0565] 73. 양태 70의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 영역의 세트의 각각의 중성자 파라미터를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0566] 영역의 세트의 각각의 k-무한대값을 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0567] 74. 양태 47의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0568] 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 농축값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0569] 75. 양태 47의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0570] 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 연료 조립체의 핀의 세트와 연계된 핀 치수값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0571] 76. 양태 47의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0572] 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하되, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트의 각각은 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 중 하나와 연계되는 것인 것인, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0573] 77. 양태 75의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하되, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트의 각각은 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 중 하나와 연계되는 것인, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0574] 영역의 세트의 핀의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하되, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트의 각각은 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 각각의 핀 중 하나와 연계되는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0575] 78. 양태 47의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하는 것은
- [0576] 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 파워 밀도 분포를 계산하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0577] 79. 양태 47의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하는 것은

- [0578] 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치된 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 파워 밀도 분포의 변화율을 계산하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0579] 80. 양태 47의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치된 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하는 것은
- [0580] 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치된 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 반응도 분포를 계산하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0581] 81. 양태 47의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치된 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하는 것은
- [0582] 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치된 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 반응도 분포의 변화율을 계산하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0583] 82. 양태 47의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 후속의 로딩 분포를 발생하는 것은
- [0584] 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 후속의 로딩 분포를 발생하되, 위치의 후속 세트는 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 로딩 분포를 규정하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0585] 83. 양태 47의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 후속의 로딩 분포를 발생하는 것은
- [0586] 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 후속의 로딩 분포를 발생하되, 위치의 후속 세트는 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포와 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 편차 메트릭을 선택된 공차 레벨 미만으로 감소시키는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0587] 84. 양태 47의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 프로그램 명령은 또한
- [0588] 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 보고하도록 실행 가능한 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0589] 85. 양태 83의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트는 디스플레이에 보고되는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0590] 86. 양태 83의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트는 메모리에 보고되는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0591] 87. 양태 83의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트는 원자로의 제어 시스템에 보고되는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0592] 88. 시스템으로서,
- [0593] 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체 상에 유지된 프로그램 명령을 실행하도록 작동 가능한 하나 이상의 프로세서를 포함하는 제어기를 포함하고,
- [0594] 프로그램 명령은
- [0595] 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하고;

- [0596] 원자로의 시뮬레이션된 주기초(beginning-of-cycle: BOC) 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생하고;
- [0597] 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하되, 위치의 초기 세트의 각각은 영역의 세트 중 하나에 대응하는 것인, 위치의 초기 세트를 선택하고;
- [0598] 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하되, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트의 각각은 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 중 하나와 연계되는 것인, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하고;
- [0599] 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치된 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하고;
- [0600] 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 로딩 분포를 발생하도록 구성되고,
- [0601] 위치의 후속 세트는 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 로딩 분포를 결정하고, 위치의 후속 세트는 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포와 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 차이를 선택된 공차 레벨 미만으로 감소시키는 것인 시스템.
- [0602] 89. 양태 88의 시스템에 있어서, 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는 기준 원자로의 노심의 평형 상태와 연계되는 것인 시스템.
- [0603] 90. 양태 88의 시스템에 있어서, 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는 기준 열 원자로의 노심의 상태와 연계되는 것인 시스템.
- [0604] 91. 양태 88의 시스템에 있어서, 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는 기준 고속 원자로의 노심의 상태와 연계되는 것인 시스템.
- [0605] 92. 양태 88의 시스템에 있어서, 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는 기준 증식 연소 원자로의 노심의 상태와 연계되는 것인 시스템.
- [0606] 93. 양태 88의 시스템에 있어서, 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는 기준 진행과 원자로의 노심의 상태와 연계되는 것인 시스템.
- [0607] 94. 양태 88의 시스템에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는
- [0608] 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 파워 밀도 분포를 포함하는 것인 시스템.
- [0609] 95. 양태 88의 시스템에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는
- [0610] 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 파워 밀도 분포의 변화율을 포함하는 것인 시스템.
- [0611] 96. 양태 88의 시스템에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는
- [0612] 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 반응도 분포를 포함하는 것인 시스템.
- [0613] 97. 양태 88의 시스템에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는
- [0614] 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 반응도 분포의 변화율을 포함하는 것인 시스템.
- [0615] 98. 양태 88의 시스템에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는
- [0616] 적어도 하나의 연료 조립체를 포함하는 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 포함하는 것인 시스템.
- [0617] 99. 양태 88의 시스템에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는

- [0618] 적어도 하나의 연료핀을 포함하는 적어도 하나의 연료 조립체를 포함하는 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 포함하는 것인 시스템.
- [0619] 100. 양태 88의 시스템에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는
- [0620] 플루토늄을 포함하는 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 포함하는 것인 시스템.
- [0621] 101. 양태 88의 시스템에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 일부는 재생 핵연료를 포함하는 것인 시스템.
- [0622] 102. 양태 88의 시스템에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 일부는 미연소 핵연료를 포함하는 것인 시스템.
- [0623] 103. 양태 88의 시스템에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 일부는 농축 핵연료를 포함하는 것인 시스템.
- [0624] 104. 양태 88의 시스템에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 일부는 농축 우라늄계 핵연료를 포함하는 것인 시스템.
- [0625] 105. 양태 88의 시스템에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심은 복수의 시뮬레이션된 연료 조립체를 포함하는 것인 시스템.
- [0626] 106. 양태 88의 시스템에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 발생된 초기 연료 로딩 분포는
- [0627] 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 랜덤하게 발생된 초기 연료 로딩 분포를 포함하는 것인 시스템.
- [0628] 107. 양태 88의 시스템에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 선택된 초기 세트의 각각은 영역의 세트 중 하나에 대응하는 것인 시스템.
- [0629] 108. 양태 107의 시스템에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 선택된 초기 세트의 각각은 세트 영역 중 하나에 대응하고, 각각의 영역은 적어도 하나의 연료 조립체를 포함하는 것인 시스템.
- [0630] 109. 양태 88의 시스템에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트의 각각은
- [0631] 선택된 체적을 갖는 3차원 영역을 포함하는 것인 시스템.
- [0632] 110. 양태 88의 시스템에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트의 각각은
- [0633] 선택된 형상을 갖는 3차원 영역을 포함하는 것인 시스템.
- [0634] 111. 양태 88의 시스템에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트는
- [0635] 선택된 수의 영역을 갖는 영역의 세트를 포함하는 것인 시스템.
- [0636] 112. 양태 88의 시스템에 있어서, 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0637] 영역의 세트의 각각의 열역학적 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 시스템.
- [0638] 113. 양태 88의 시스템에 있어서, 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0639] 영역의 세트의 각각의 중성자 파라미터를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 시스템.
- [0640] 114. 양태 113의 시스템에 있어서, 영역의 세트의 각각의 중성자 파라미터를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은

- [0641] 영역의 세트의 각각의 k-무한대값을 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 시스템.
- [0642] 115. 양태 88의 시스템에 있어서, 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0643] 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 농축값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 시스템.
- [0644] 116. 양태 88의 시스템에 있어서, 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0645] 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 연료 조립체의 핀의 세트와 연계된 핀 치수값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 시스템.
- [0646] 117. 양태 88의 시스템에 있어서, 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0647] 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하되, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트의 각각은 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 중 하나와 연계되는 것을 포함하는 것인 시스템.
- [0648] 118. 양태 117의 시스템에 있어서, 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0649] 영역의 세트의 핀의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하되, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트의 각각은 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 각각의 핀 중 하나와 연계되는 것을 포함하는 것인 시스템.
- [0650] 119. 양태 88의 시스템에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하는 것은
- [0651] 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 파워 밀도 분포를 계산하는 것을 포함하는 것인 시스템.
- [0652] 120. 양태 88의 시스템에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하는 것은
- [0653] 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 파워 밀도 분포의 변화율을 계산하는 것을 포함하는 것인 시스템.
- [0654] 121. 양태 88의 시스템에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하는 것은
- [0655] 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 반응도 분포를 계산하는 것을 포함하는 것인 시스템.
- [0656] 122. 양태 88의 시스템에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하는 것은
- [0657] 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 반응도 분포의 변화율을 계산하는 것을 포함하는 것인 시스템.
- [0658] 123. 양태 88의 시스템에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 후속의 로딩

분포를 발생하는 것은

- [0659] 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 후속의 로딩 분포를 발생하되, 위치의 후속 세트는 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 로딩 분포를 규정하는 것을 포함하는 것인 시스템.
- [0660] 124. 양태 88의 시스템에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 후속의 로딩 분포를 발생하는 것은
- [0661] 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 후속의 로딩 분포를 발생하되, 위치의 후속 세트는 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포와 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 편차 메트릭을 선택된 공차 레벨 미만으로 감소시키는 것을 포함하는 것인 시스템.
- [0662] 125. 양태 88의 시스템에 있어서, 제어기는 또한
- [0663] 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 보고하도록 구성되는 것인 시스템.
- [0664] 126. 양태 125의 시스템에 있어서,
- [0665] 제어기에 의해 보고된 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 수신하도록 구성된 디스플레이를 더 포함하는 시스템.
- [0666] 127. 양태 88의 시스템에 있어서,
- [0667] 제어기에 의해 보고된 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 수신하도록 구성된 메모리를 더 포함하는 시스템.
- [0668] 128. 양태 88의 시스템에 있어서,
- [0669] 제어기에 의해 보고된 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 수신하도록 구성된 원자로의 제어 시스템을 더 포함하는 시스템.
- [0670] 129. 방법으로서,
- [0671] 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하는 것;
- [0672] 원자로의 시뮬레이션된 주기초(beginning-of-cycle: BOC) 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것;
- [0673] 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하는 것;
- [0674] 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것;
- [0675] 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치된 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하는 것;
- [0676] 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 로딩 분포를 발생하는 것; 및
- [0677] 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것
- [0678] 을 포함하는 방법.
- [0679] 130. 양태 129의 방법에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 노심 파라미터 분포를 수신하는 것은
- [0680] 기준 원자로의 노심의 평형 상태와 연계된 적어도 하나의 노심 파라미터 분포를 수신하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0681] 131. 양태 129의 방법에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 노심 파라미터 분포를 수

신하는 것은

- [0682] 기준 열 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0683] 132. 양태 129의 방법에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 노심 파라미터 분포를 수신하는 것은
- [0684] 기준 고속 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0685] 133. 양태 129의 방법에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 노심 파라미터 분포를 수신하는 것은
- [0686] 기준 증식 연소 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0687] 134. 양태 129의 방법에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 노심 파라미터 분포를 수신하는 것은
- [0688] 기준 진행과 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0689] 135. 양태 129의 방법에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 노심 파라미터 분포를 수신하는 것은
- [0690] 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 파워 밀도 분포를 수신하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0691] 136. 양태 129의 방법에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 노심 파라미터 분포를 수신하는 것은
- [0692] 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 파워 밀도 분포의 변화율을 수신하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0693] 137. 양태 129의 방법에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 노심 파라미터 분포를 수신하는 것은
- [0694] 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 반응도 분포를 수신하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0695] 138. 양태 129의 방법에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 노심 파라미터 분포를 수신하는 것은
- [0696] 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 반응도 분포의 변화율을 수신하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0697] 139. 양태 129의 방법에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 노심 파라미터 분포를 수신하는 것은
- [0698] 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하되, 노심은 플루토늄을 포함하는 것인, 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0699] 140. 양태 129의 방법에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 노심 파라미터 분포를 수신하는 것은
- [0700] 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하되, 노심은 적어도 하나의 연료 조립체를 포함하는 것인, 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0701] 141. 양태 140의 방법에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하되, 노심은 적어도 하나의 연료 조립체를 포함하는 것인, 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하는 것은
- [0702] 노심이 적어도 하나의 핀을 포함하는 적어도 하나의 연료 조립체를 포함하는, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0703] 142. 양태 129의 방법에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 초기 연료 로딩 분포를 발생

하는 것은

- [0704] 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 초기 연료 분포를 발생하되, BOC 노심의 적어도 일부는 재생 핵연료를 포함하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0705] 143. 양태 129의 방법에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것은
- [0706] 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 초기 연료 분포를 발생하되, BOC 노심의 적어도 일부는 미연소 핵연료를 포함하는 것인 방법.
- [0707] 144. 양태 129의 방법에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것은
- [0708] 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것을 포함하고, BOC 노심의 적어도 일부는 농축 핵연료를 포함하는 것인 방법.
- [0709] 145. 양태 144의 방법에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것은
- [0710] 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 초기 연료 분포를 발생하는 것을 포함하고, BOC 노심의 적어도 일부는 농축 우라늄계 핵연료를 포함하는 것인 방법.
- [0711] 146. 양태 129의 방법에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것은
- [0712] 사용자 입력 및 제어기 중 적어도 하나를 거쳐 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0713] 147. 양태 129의 방법에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것은
- [0714] 원자로의 시뮬레이션된 수명 초기(BOL) 노심에 대한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0715] 148. 양태 129의 방법에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것은
- [0716] 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 초기 연료 로딩 분포를 랜덤하게 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0717] 149. 양태 129의 방법에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것은
- [0718] 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 초기 연료 로딩 분포를 발생하는 것을 포함하고, 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심은 복수의 시뮬레이션된 연료 조립체를 포함하는 것인 방법.
- [0719] 150. 양태 129의 방법에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하는 것은
- [0720] 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하되, 위치의 초기 세트의 각각은 영역의 세트 중 하나에 대응하는 것인, 위치의 초기 세트를 선택하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0721] 151. 양태 150의 방법에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하되, 위치의 초기 세트의 각각은 영역의 세트 중 하나에 대응하는 것인, 위치의 초기 세트를 선택하는 것은
- [0722] 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하되, 위치의 초기 세트의 각각은 세트 영역 중 하나에 대응하고, 각각의 영역은 적어도 하나의 연료 조립체를 포함하는 것인, 위치의 초기 세트를 선택하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0723] 152. 양태 150의 방법에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하되, 위치의 초기 세트의 각각은 영역의 세트 중 하나에 대응하는 것인, 위치의 초기 세트를 선택하는

것은

- [0724] 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하되, 위치의 초기 세트의 각각은 영역의 세트 중 하나에 대응하고, 영역의 세트의 각각은 선택된 체적을 갖는 3차원 영역인 것인, 위치의 초기 세트를 선택하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0725] 153. 양태 150의 방법에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하되, 위치의 초기 세트의 각각은 영역의 세트 중 하나에 대응하는 것인, 위치의 초기 세트를 선택하는 것은
- [0726] 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하되, 위치의 초기 세트의 각각은 영역의 세트 중 하나에 대응하고, 영역의 세트의 각각은 선택된 형상을 갖는 3차원 영역인 것인, 위치의 초기 세트를 선택하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0727] 154. 양태 150의 방법에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하되, 위치의 초기 세트의 각각은 영역의 세트 중 하나에 대응하는 것인, 위치의 초기 세트를 선택하는 것은
- [0728] 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하되, 위치의 초기 세트의 각각은 영역의 세트 중 하나에 대응하고, 영역의 세트는 선택된 수의 영역을 포함하는 것인, 위치의 초기 세트를 선택하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0729] 155. 양태 129의 방법에 있어서, 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하되, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트의 각각은 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 중 하나와 연계되는 것인, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0730] 영역의 세트의 각각의 열역학적 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0731] 156. 양태 129의 방법에 있어서, 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하되, 연료 디자인 파라미터값의 각각은 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 중 하나와 연계되는 것인, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0732] 영역의 세트의 각각의 중성자 파라미터를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0733] 157. 양태 156의 방법에 있어서, 영역의 세트의 각각의 중성자 파라미터를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0734] 영역의 세트의 각각의 k-무한대값을 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0735] 158. 양태 129의 방법에 있어서, 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0736] 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 농축값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0737] 159. 양태 129의 방법에 있어서, 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0738] 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 연료 조립체의 핀의 세트와 연계된 핀 치수값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0739] 160. 양태 159의 방법에 있어서, 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 연료 조립체의 핀의 세트와 연계된 핀 치수값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0740] 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 연료 조립체의 핀의 세트와 연계된 핀 구성값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0741] 161. 양태 159의 방법에 있어서, 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레

이션된 BOC 노심의 연료 조립체의 핀의 세트와 연계된 핀 치수값의 초기 세트를 발생하는 것은

- [0742] 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 연료 조립체의 핀의 세트와 연계된 핀 기하학값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0743] 162. 양태 159의 방법에 있어서, 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 연료 조립체의 핀의 세트와 연계된 핀 치수값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0744] 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 연료 조립체의 핀의 세트와 연계된 핀 조성값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0745] 163. 양태 129의 방법에 있어서, 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0746] 영역의 세트의 핀의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하되, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트의 각각은 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 중 하나와 연계되는 것인, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0747] 164. 양태 163의 방법에 있어서, 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하되, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트의 각각은 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 중 하나와 연계되는 것인, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0748] 영역의 세트의 핀의 세트의 각각의 적어도 하나의 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하되, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트의 각각은 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 각각의 핀 중 하나와 연계되는 것인, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0749] 165. 양태 129의 방법에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하는 것은
- [0750] 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 파워 밀도 분포를 계산하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0751] 166. 양태 129의 방법에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하는 것은
- [0752] 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 파워 밀도 분포의 변화율을 계산하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0753] 167. 양태 129의 방법에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하는 것은
- [0754] 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 반응도 분포를 계산하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0755] 168. 양태 129의 방법에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하는 것은
- [0756] 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 반응도 분포의 변화율을 계산하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0757] 169. 양태 129의 방법에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 로딩 분포를 결정하는 것은
- [0758] 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 로딩 분포를 발생하되, 위치의 후속 세트는 시

플레이션된 BOC 노심을 위한 로딩 분포를 규정하는 것인, 로딩 분포를 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.

- [0759] 170. 양태 129의 방법에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 로딩 분포를 발생하는 것은
- [0760] 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 로딩 분포를 발생하되, 위치의 후속 세트는 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포와 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 편차 메트릭을 선택된 공차 레벨 미만으로 감소시키는 것인, 로딩 분포를 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0761] 171. 양태 129의 방법에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것은
- [0762] 로딩 분포 결정에 응답하여, 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0763] 172. 양태 129의 방법에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것은
- [0764] 사용자 입력에 응답하여, 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0765] 173. 양태 129의 방법에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것은
- [0766] 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 열 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0767] 174. 양태 129의 방법에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것은
- [0768] 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 고속 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0769] 175. 양태 129의 방법에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것은
- [0770] 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 증식 연소 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0771] 176. 양태 129의 방법에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것은
- [0772] 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 진행과 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0773] 177. 양태 129의 방법에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것은
- [0774] 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 초기 위치로부터 후속 위치로 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 병진하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0775] 178. 양태 129의 방법에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것은
- [0776] 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 교체하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0777] 179. 양태 129의 방법에 있어서,

- [0778] 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 보고하는 것을 더 포함하는 방법.
- [0779] 180. 양태 179의 방법에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 보고하는 것은
- [0780] 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 디스플레이에 보고하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0781] 181. 양태 179의 방법에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 보고하는 것은
- [0782] 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 메모리에 보고하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0783] 182. 양태 179의 방법에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 보고하는 것은
- [0784] 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 원자로의 제어 시스템에 보고하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0785] 183. 프로그램 명령을 포함하는 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체로서,
- [0786] 프로그램 명령은
- [0787] 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하고;
- [0788] 원자로의 시뮬레이션된 주기초(beginning-of-cycle: BOC) 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생하고;
- [0789] 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하고;
- [0790] 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하고;
- [0791] 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치된 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하고;
- [0792] 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 로딩 분포를 발생하고;
- [0793] 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하도록
- [0794] 실행 가능한 것인 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0795] 184. 양태 183의 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는 기준 원자로의 노심의 평형 상태와 연계되는 것인 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0796] 185. 양태 183의 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는 기준 열 원자로의 노심의 상태와 연계되는 것인 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0797] 186. 양태 183의 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는 기준 고속 원자로의 노심의 상태와 연계되는 것인 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0798] 187. 양태 183의 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는 기준 증식 연소 원자로의 노심의 상태와 연계되는 것인 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0799] 188. 양태 183의 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는 기준 진행과 원자로의 노심의 상태와 연계되는 것인 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0800] 189. 양태 183의 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는
- [0801] 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 파워 밀도 분포를 포함하는 것인 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0802] 190. 양태 183의 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는
- [0803] 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 파워 밀도 분포의 변화율을 포함하는 것인 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0804] 191. 양태 183의 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도

하나의 원자로 노심 파라미터 분포는

- [0805] 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 반응도 분포를 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0806] 192. 양태 183의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는
- [0807] 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 반응도 분포의 변화율을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0808] 193. 양태 183의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는
- [0809] 적어도 하나의 연료 조립체를 포함하는 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0810] 194. 양태 183의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는
- [0811] 적어도 하나의 연료핀을 포함하는 적어도 하나의 연료 조립체를 포함하는 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0812] 195. 양태 183의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는
- [0813] 플루토늄을 포함하는 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0814] 196. 양태 183의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 일부는 재생 핵연료를 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0815] 197. 양태 183의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 일부는 미연소 핵연료를 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0816] 198. 양태 183의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 일부는 농축 핵연료를 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0817] 199. 양태 183의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 일부는 농축 우라늄계 핵연료를 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0818] 200. 양태 183의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심은 복수의 시뮬레이션된 연료 조립체를 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0819] 201. 양태 183의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 발생된 초기 연료 로딩 분포는
- [0820] 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 랜덤하게 발생된 초기 연료 로딩 분포를 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0821] 202. 양태 183의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 선택된 초기 세트의 각각은 영역의 세트 중 하나에 대응하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0822] 203. 양태 202의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 선택된 초기 세트의 각각은 영역의 세트 중 하나에 대응하고, 각각의 영역은 적어도 하나의 연료 조립체를 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0823] 204. 양태 183의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트의 각각은
- [0824] 선택된 체적을 갖는 3차원 영역을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0825] 205. 양태 183의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트의 각각은

- [0826] 선택된 형상을 갖는 3차원 영역을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0827] 206. 양태 183의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트는
- [0828] 선택된 수의 영역을 갖는 영역의 세트를 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0829] 207. 양태 183의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0830] 영역의 세트의 각각의 열역학적 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0831] 208. 양태 183의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0832] 영역의 세트의 각각의 중성자 파라미터를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0833] 209. 양태 208의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 영역의 세트의 각각의 중성자 파라미터를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0834] 영역의 세트의 각각의 k-무한대값을 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0835] 210. 양태 183의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0836] 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 농축값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0837] 211. 양태 183의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0838] 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 연료 조립체의 핀의 세트와 연계된 핀 치수값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0839] 212. 양태 183의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0840] 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하되, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트의 각각은 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 중 하나와 연계되는 것, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0841] 213. 양태 212의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하되, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트의 각각은 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 중 하나와 연계되는 것인, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0842] 영역의 세트의 핀의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하되, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트의 각각은 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 각각의 핀 중 하나와 연계되는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0843] 214. 양태 183의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치된 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하는 것은
- [0844] 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치된 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 파워 밀도 분포를 계산하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0845] 215. 양태 183의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치

된 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하는 것은

- [0846] 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 파워 밀도 분포의 변화율을 계산하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0847] 216. 양태 183의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하는 것은
- [0848] 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 반응도 분포를 계산하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0849] 217. 양태 183의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하는 것은
- [0850] 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 반응도 분포의 변화율을 계산하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0851] 218. 양태 183의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 후속의 로딩 분포를 발생하는 것은
- [0852] 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 후속의 로딩 분포를 발생하되, 위치의 후속 세트는 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 로딩 분포를 규정하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0853] 219. 양태 183의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 후속의 로딩 분포를 발생하는 것은
- [0854] 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 후속의 로딩 분포를 발생하되, 위치의 후속 세트는 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포와 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 편차 메트릭을 선택된 공차 레벨 미만으로 감소시키는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0855] 220. 양태 183의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것은
- [0856] 로딩 분포 결정에 응답하여, 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0857] 221. 양태 183의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것은
- [0858] 사용자 입력에 응답하여, 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0859] 222. 양태 183의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것은
- [0860] 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 열 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0861] 223. 양태 183의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후

속 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것은

- [0862] 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 고속 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0863] 224. 양태 183의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것은
- [0864] 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 증식 연소 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0865] 225. 양태 183의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것은
- [0866] 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 진행과 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0867] 226. 양태 183의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것은
- [0868] 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 초기 위치로부터 후속 위치로 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 병진하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0869] 227. 양태 183의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것은
- [0870] 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 교체하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0871] 228. 양태 183의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 프로그램 명령은 또한
- [0872] 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 보고하도록 실행 가능한 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0873] 229. 양태 228의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트는 디스플레이에 보고되는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0874] 230. 양태 228의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트는 메모리에 보고되는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0875] 231. 양태 228의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트는 원자로의 제어 시스템에 보고되는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0876] 232. 원자로 시스템으로서,
- [0877] 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 수신하고;
- [0878] 원자로의 시뮬레이션된 주기초(beginning-of-cycle: BOC) 노심을 위한 초기 연료 로딩 분포를 발생하고;
- [0879] 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 초기 세트를 선택하되, 위치의 초기 세트의 각각은 영역의 세트 중 하나에 대응하는 것인, 위치의 초기 세트를 선택하고;
- [0880] 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하되, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트의 각각은 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 중 하나와 연계되는 것인, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하고;
- [0881] 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치된 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하고;
- [0882] 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 로딩 분포를 발생하되, 위치의 후속 세트는 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 로딩 분포를 결정하고, 위치의 후속 세트는 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포와 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분

포 사이의 차이를 선택된 공차 레벨 미만으로 감소시키는 것인, 로딩 분포를 발생하도록 구성된 제어기와;

- [0883] 제어기에 의해 결정된 후속 로딩 분포에 따라 배열 가능한 복수의 연료 조립체를 포함하는 원자로 노심을 포함하는 원자로
- [0884] 를 포함하는 원자로 시스템.
- [0885] 233. 양태 232의 원자로 시스템에 있어서, 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는 기준 원자로의 노심의 평형 상태와 연계되는 것인 원자로 시스템.
- [0886] 234. 양태 232의 원자로 시스템에 있어서, 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는 기준 열 원자로의 노심의 상태와 연계되는 것인 원자로 시스템.
- [0887] 235. 양태 232의 원자로 시스템에 있어서, 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는 기준 고속 원자로의 노심의 상태와 연계되는 것인 원자로 시스템.
- [0888] 236. 양태 232의 원자로 시스템에 있어서, 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는 기준 증식 연소 원자로의 노심의 상태와 연계되는 것인 원자로 시스템.
- [0889] 237. 양태 232의 원자로 시스템에 있어서, 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는 기준 진행과 원자로의 노심의 상태와 연계되는 것인 원자로 시스템.
- [0890] 238. 양태 232의 원자로 시스템에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는
- [0891] 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 파워 밀도 분포를 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [0892] 239. 양태 232의 원자로 시스템에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는
- [0893] 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 파워 밀도 분포의 변화율을 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [0894] 240. 양태 232의 원자로 시스템에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는
- [0895] 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 반응도 분포를 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [0896] 241. 양태 232의 원자로 시스템에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는
- [0897] 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 반응도 분포의 변화율을 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [0898] 242. 양태 232의 원자로 시스템에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는
- [0899] 적어도 하나의 연료 조립체를 포함하는 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [0900] 243. 양태 232의 원자로 시스템에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는
- [0901] 적어도 하나의 연료핀을 포함하는 적어도 하나의 연료 조립체를 포함하는 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [0902] 244. 양태 232의 원자로 시스템에 있어서, 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포는
- [0903] 플루토늄을 포함하는 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [0904] 245. 양태 232의 원자로 시스템에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 일부는 재생 핵연료를 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [0905] 246. 양태 232의 원자로 시스템에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 일부는 미연소 핵연료를 포함하는

것인 원자로 시스템.

- [0906] 247. 양태 232의 원자로 시스템에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 일부는 농축 핵연료를 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [0907] 248. 양태 232의 원자로 시스템에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 일부는 농축 우라늄계 핵연료를 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [0908] 249. 양태 232의 원자로 시스템에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심은 복수의 시뮬레이션된 연료 조립체를 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [0909] 250. 양태 232의 원자로 시스템에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 발생된 초기 연료 로딩 분포는
- [0910] 원자로의 시뮬레이션된 주기초(BOC) 노심에 대한 랜덤하게 발생된 초기 연료 로딩 분포를 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [0911] 251. 양태 232의 원자로 시스템에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 선택된 초기 세트의 각각은 영역의 세트 중 하나에 대응하는 것인 원자로 시스템.
- [0912] 252. 양태 251의 원자로 시스템에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트와 연계된 위치의 선택된 초기 세트의 각각은 세트 영역 중 하나에 대응하고, 각각의 영역은 적어도 하나의 연료 조립체를 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [0913] 253. 양태 232의 원자로 시스템에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트의 각각은
- [0914] 선택된 체적을 갖는 3차원 영역을 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [0915] 254. 양태 232의 원자로 시스템에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트의 각각은
- [0916] 선택된 형상을 갖는 3차원 영역을 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [0917] 255. 양태 232의 원자로 시스템에 있어서, 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트는
- [0918] 선택된 수의 영역을 갖는 영역의 세트를 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [0919] 256. 양태 232의 원자로 시스템에 있어서, 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0920] 영역의 세트의 각각의 열역학적 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [0921] 257. 양태 232의 원자로 시스템에 있어서, 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0922] 영역의 세트의 각각의 중성자 파라미터를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [0923] 258. 양태 257의 원자로 시스템에 있어서, 영역의 세트의 각각의 중성자 파라미터를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0924] 영역의 세트의 각각의 k-무한대값을 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [0925] 259. 양태 232의 원자로 시스템에 있어서, 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0926] 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 농축값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [0927] 260. 양태 232의 원자로 시스템에 있어서, 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0928] 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 연료 조립체의

핀의 세트와 연계된 핀 치수값의 초기 세트를 발생하는 것을 포함하는 것인 원자로 시스템.

- [0929] 261. 양태 232의 원자로 시스템에 있어서, 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0930] 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하되, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트의 각각은 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 중 하나와 연계되는 것을 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [0931] 262. 양태 261의 원자로 시스템에 있어서, 영역의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하는 것은
- [0932] 영역의 세트의 핀의 세트의 각각의 적어도 하나의 디자인 변수를 이용하여 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트를 발생하되, 연료 디자인 파라미터값의 초기 세트의 각각은 원자로의 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 각각의 핀 중 하나와 연계되는 것을 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [0933] 263. 양태 232의 원자로 시스템에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하는 것은
- [0934] 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 파워 밀도 분포를 계산하는 것을 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [0935] 264. 양태 232의 원자로 시스템에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하는 것은
- [0936] 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 파워 밀도 분포의 변화율을 계산하는 것을 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [0937] 265. 양태 232의 원자로 시스템에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하는 것은
- [0938] 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 반응도 분포를 계산하는 것을 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [0939] 266. 양태 232의 원자로 시스템에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포를 계산하는 것은
- [0940] 시뮬레이션된 BOC 노심의 위치의 초기 세트에 위치한 영역의 세트와 연계된 연료 디자인 파라미터값의 발생된 초기 세트를 이용하여 시뮬레이션된 BOC 노심의 반응도 분포의 변화율을 계산하는 것을 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [0941] 267. 양태 232의 원자로 시스템에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 후속의 로딩 분포를 발생하는 것은
- [0942] 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 후속의 로딩 분포를 발생하되, 위치의 후속 세트는 시뮬레이션된 BOC 노심을 위한 로딩 분포를 규정하는 것을 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [0943] 268. 양태 232의 원자로 시스템에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 후속의 로딩 분포를 발생하는 것은
- [0944] 시뮬레이션된 BOC 노심 내의 영역의 세트를 위한 위치의 후속 세트를 결정하기 위해 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트 상에 적어도 하나의 섭동 프로세스를 수행함으로써 후속의 로딩 분포를 발생하되, 위치의 후속 세

트는 시뮬레이션된 BOC 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포와 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 편차 메트릭을 선택된 공차 레벨 미만으로 감소시키는 것을 포함하는 것인 원자로 시스템.

- [0945] 269. 양태 232의 원자로 시스템에 있어서,
- [0946] 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하도록 구성된 연료 조립체 핸들러를 더 포함하는 원자로 시스템.
- [0947] 270. 양태 269의 원자로 시스템에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하도록 구성된 연료 조립체 핸들러는
- [0948] 제어기에 통신적으로 결합된 연료 조립체 핸들러를 포함하고, 연료 조립체 핸들러는 후속의 로딩 분포 결정에 응답하여, 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하도록 구성되는 것인 원자로 시스템.
- [0949] 271. 양태 269의 원자로 시스템에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하도록 구성된 연료 조립체 핸들러는
- [0950] 제어기에 통신적으로 결합된 연료 조립체 핸들러를 포함하고, 연료 조립체 핸들러는 사용자 입력 디바이스로부터의 신호에 응답하여, 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하도록 구성되는 것인 원자로 시스템.
- [0951] 272. 양태 269의 원자로 시스템에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하도록 구성된 연료 조립체 핸들러는
- [0952] 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 열 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하도록 구성된 연료 조립체 핸들러를 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [0953] 273. 양태 269의 원자로 시스템에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하도록 구성된 연료 조립체 핸들러는
- [0954] 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 고속 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하도록 구성된 연료 조립체 핸들러를 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [0955] 274. 양태 269의 원자로 시스템에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하도록 구성된 연료 조립체 핸들러는
- [0956] 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 증식 연소 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하도록 구성된 연료 조립체 핸들러를 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [0957] 275. 양태 269의 원자로 시스템에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하도록 구성된 연료 조립체 핸들러는
- [0958] 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 진행과 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하도록 구성된 연료 조립체 핸들러를 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [0959] 276. 양태 269의 원자로 시스템에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하도록 구성된 연료 조립체 핸들러는
- [0960] 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 초기 위치로부터 후속 위치로 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 병진하도록 구성된 연료 조립체 핸들러를 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [0961] 277. 양태 269의 원자로 시스템에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하도록 구성된 연료 조립체 핸들러는
- [0962] 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 교체하도록 구성된 연료 조립체 핸들러를 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [0963] 278. 양태 277의 원자로 시스템에 있어서, 제어기는 또한
- [0964] 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 보고하도록 구성되는 것인 원자로 시스템.

- [0965] 279. 양태 278의 원자로 시스템에 있어서,
- [0966] 제어기에 의해 보고된 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 수신하도록 구성된 디스플레이를 더 포함하는 원자로 시스템.
- [0967] 280. 양태 278의 원자로 시스템에 있어서,
- [0968] 제어기에 의해 보고된 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 수신하도록 구성된 메모리를 더 포함하는 원자로 시스템.
- [0969] 281. 양태 278의 원자로 시스템에 있어서,
- [0970] 제어기에 의해 보고된 시뮬레이션된 BOC 노심의 영역의 세트의 위치의 후속 세트를 수신하도록 구성된 원자로의 제어 원자로 시스템을 더 포함하는 원자로 시스템.
- [0971] 282. 방법으로서,
- [0972] 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심을 발생하기 위해 주기초(beginning-of-cycle: BOC) 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로의 노심의 초기 로딩 분포를 결정하는 것;
- [0973] 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것;
- [0974] 선택된 시간 간격 동안 원자로의 노심을 작동하는 것;
- [0975] 원자로의 노심 내의 하나 이상의 위치에서 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터의 적어도 하나의 측정을 이용하여 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 발생하는 것;
- [0976] 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포에 비교하는 것; 및
- [0977] 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 비교를 사용하여 원자로의 노심의 작동 컴플라이언스 상태를 결정하는 것
- [0978] 을 포함하는 방법.
- [0979] 283. 양태 282의 방법에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심을 발생하기 위해 주기초(BOC) 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로의 노심의 초기 로딩 분포를 결정하는 것은
- [0980] 시뮬레이션된 BOC 열 원자로 노심을 발생하기 위해 주기초(BOC) 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로의 노심의 초기 로딩 분포를 결정하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0981] 284. 양태 282의 방법에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심을 발생하기 위해 주기초(BOC) 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로의 노심의 초기 로딩 분포를 결정하는 것은
- [0982] 시뮬레이션된 BOC 고속 원자로 노심을 발생하기 위해 주기초(BOC) 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로의 노심의 초기 로딩 분포를 결정하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0983] 285. 양태 282의 방법에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심을 발생하기 위해 주기초(BOC) 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로의 노심의 초기 로딩 분포를 결정하는 것은
- [0984] 시뮬레이션된 BOC 증식 연소 원자로 노심을 발생하기 위해 주기초(BOC) 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로의 노심의 초기 로딩 분포를 결정하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0985] 286. 양태 282의 방법에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심을 발생하기 위해 주기초(BOC) 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로의 노심의 초기 로딩 분포를 결정하는 것은
- [0986] 시뮬레이션된 BOC 진행과 원자로 노심을 발생하기 위해 주기초(BOC) 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로의 노심의 초기 로딩 분포를 결정하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0987] 287. 양태 282의 방법에 있어서, 주기초(BOC) 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로의 초기 로딩 분포를 결정하는 것은
- [0988] 주기초(BOC) 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로의 노심의 초기 로딩 분포를 결정하되, BOC 시뮬레이션 프

로세스는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포와 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 편차 메트릭을 선택된 공차 레벨 미만으로 감소시키기 위해 적합한 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심 내의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트를 결정하도록 구성되는 것을 포함하는 것인 방법.

- [0989] 288. 양태 282의 방법에 있어서, 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 비교를 사용하여 작동 컴플라이언스 상태를 결정하는 것은
- [0990] 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 비교를 사용하여 작동 컴플라이언스 상태를 결정하되, 선택된 공차 레벨 미만의 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 편차 메트릭은 컴플라이언스내 상태에 대응하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0991] 289. 양태 282의 방법에 있어서, 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 비교를 사용하여 작동 컴플라이언스 상태를 결정하는 것은
- [0992] 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 비교를 사용하여 작동 컴플라이언스 상태를 결정하되, 선택된 공차 레벨 초과 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 편차 메트릭은 컴플라이언스외 상태에 대응하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [0993] 290. 양태 289의 방법에 있어서,
- [0994] 컴플라이언스의 상태의 결정에 응답하여, 부가의 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로의 노심의 부가의 로딩 분포를 결정하는 것을 더 포함하고, 부가의 시뮬레이션 프로세스는 부가의 시뮬레이션된 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포와 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 편차 메트릭을 선택된 공차 레벨 미만으로 감소시키기 위해 적합한 부가의 시뮬레이션된 노심 내의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트를 결정하도록 구성되는 것인 방법.
- [0995] 291. 양태 290의 방법에 있어서,
- [0996] 부가의 로딩 분포 결정에 응답하여, 부가의 시뮬레이션된 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치에 따라 원자로의 노심의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 더 포함하는 방법.
- [0997] 292. 양태 282의 방법에 있어서,
- [0998] 원자로의 노심의 작동 컴플라이언스 상태를 보고하는 것을 더 포함하는 방법.
- [0999] 293. 양태 292의 방법에 있어서, 원자로의 노심의 작동 컴플라이언스 상태를 보고하는 것은
- [1000] 원자로의 노심의 작동 컴플라이언스 상태를 디스플레이에 보고하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [1001] 294. 양태 292의 방법에 있어서, 원자로 노심의 작동 컴플라이언스 상태를 보고하는 것은
- [1002] 원자로의 노심의 작동 컴플라이언스 상태를 메모리에 보고하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [1003] 295. 양태 292의 방법에 있어서, 원자로의 노심의 작동 컴플라이언스 상태를 보고하는 것은
- [1004] 원자로의 노심의 작동 컴플라이언스 상태를 원자로의 제어 시스템에 보고하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [1005] 296. 양태 282의 방법에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것은
- [1006] 초기 로딩 분포 결정에 응답하여, 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [1007] 297. 양태 282의 방법에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것은
- [1008] 사용자 입력에 응답하여, 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [1009] 298. 양태 282의 방법에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에

따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것은

- [1010] 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 열 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [1011] 299. 양태 282의 방법에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것은
- [1012] 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 고속 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [1013] 300. 양태 282의 방법에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것은
- [1014] 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 증식 연소 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [1015] 301. 양태 282의 방법에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것은
- [1016] 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 진행과 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [1017] 302. 양태 282의 방법에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것은
- [1018] 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 초기 위치로부터 후속 위치로 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 병진하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [1019] 303. 양태 282의 방법에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것은
- [1020] 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 교체하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [1021] 304. 양태 282의 방법에 있어서, 원자로의 노심 내의 하나 이상의 위치에서 적어도 원자로 노심 파라미터의 적어도 하나의 측정을 이용하여 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 발생하는 것은
- [1022] 원자로의 노심 내의 하나 이상의 위치에서 적어도 하나의 상태 변수의 적어도 하나의 측정을 이용하여 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 발생하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [1023] 305. 양태 282의 방법에 있어서, 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포에 비교하는 것은
- [1024] 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포에 비교하되, 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심은 적어도 초기 로딩 분포를 이용하여 발생되는 것을 포함하는 것인 방법.
- [1025] 306. 양태 282의 방법에 있어서, 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포에 비교하는 것은
- [1026] 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 편차 메트릭을 계산하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [1027] 307. 양태 282의 방법에 있어서, 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포에 비교하는 것은
- [1028] 발생된 측정된 원자로 노심 파워 밀도 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파워 밀도 분포에 비교하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [1029] 308. 양태 282의 방법에 있어서, 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포에 비교하는 것은

- [1030] 발생된 측정된 원자로 노심 파워 밀도 분포의 변화율을 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파워 밀도 분포의 변화율에 비교하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [1031] 309. 양태 282의 방법에 있어서, 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포에 비교하는 것은
- [1032] 발생된 측정된 반응도 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 반응도 분포에 비교하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [1033] 310. 양태 282의 방법에 있어서, 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포에 비교하는 것은
- [1034] 발생된 측정된 원자로 노심 반응도 분포의 변화율을 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 반응도 분포의 변화율에 비교하는 것을 포함하는 것인 방법.
- [1035] 311. 프로그램 명령을 포함하는 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체로서,
- [1036] 프로그램 명령은
- [1037] 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심을 발생하기 위해 주기초(beginning-of-cycle: BOC) 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로의 노심의 초기 로딩 분포를 결정하고;
- [1038] 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하고;
- [1039] 선택된 시간 간격 동안 원자로의 노심을 작동하고;
- [1040] 원자로의 노심 내의 하나 이상의 위치에서 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터의 적어도 하나의 측정을 이용하여 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 발생하고;
- [1041] 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포에 비교하고;
- [1042] 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 비교를 사용하여 원자로의 노심의 작동 컴플라이언스 상태를 결정하도록
- [1043] 실행 가능한 것인 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [1044] 312. 양태 311의 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심을 발생하기 위해 주기초(BOC) 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로의 노심의 초기 로딩 분포를 결정하는 것은
- [1045] 시뮬레이션된 BOC 열 원자로 노심을 발생하기 위해 주기초(BOC) 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로의 노심의 초기 로딩 분포를 결정하는 것을 포함하는 것인 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [1046] 313. 양태 311의 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심을 발생하기 위해 주기초(BOC) 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로의 노심의 초기 로딩 분포를 결정하는 것은
- [1047] 시뮬레이션된 BOC 고속 원자로 노심을 발생하기 위해 주기초(BOC) 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로의 노심의 초기 로딩 분포를 결정하는 것을 포함하는 것인 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [1048] 314. 양태 311의 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심을 발생하기 위해 주기초(BOC) 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로의 노심의 초기 로딩 분포를 결정하는 것은
- [1049] 시뮬레이션된 BOC 증식 연소 원자로 노심을 발생하기 위해 주기초(BOC) 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로의 노심의 초기 로딩 분포를 결정하는 것을 포함하는 것인 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [1050] 315. 양태 311의 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심을 발생하기 위해 주기초(BOC) 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로의 노심의 초기 로딩 분포를 결정하는 것은
- [1051] 시뮬레이션된 BOC 진행과 원자로 노심을 발생하기 위해 주기초(BOC) 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로의 노심의 초기 로딩 분포를 결정하는 것을 포함하는 것인 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [1052] 316. 양태 311의 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심을 발생하기 위해 주

기초(BOC) 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로의 초기 로딩 분포를 결정하는 것은

- [1053] 주기초(BOC) 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로의 노심의 초기 로딩 분포를 결정하되, BOC 시뮬레이션 프로세스는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포와 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 편차 메트릭을 선택된 공차 레벨 미만으로 감소시키기 위해 적합한 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심 내의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트를 결정하도록 구성되는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [1054] 317. 양태 311의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 비교를 사용하여 원자로의 노심의 작동 컴플라이언스 상태를 결정하는 것은
- [1055] 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 비교를 사용하여 작동 컴플라이언스 상태를 결정하되, 선택된 공차 레벨 미만의 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 편차 메트릭은 컴플라이언스내 상태에 대응하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [1056] 318. 양태 311의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 비교를 사용하여 작동 컴플라이언스 상태를 결정하는 것은
- [1057] 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 비교를 사용하여 작동 컴플라이언스 상태를 결정하되, 선택된 공차 레벨 초과인 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 편차 메트릭은 컴플라이언스의 상태에 대응하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [1058] 319. 양태 318의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서,
- [1059] 컴플라이언스의 상태의 결정에 응답하여, 부가의 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로의 노심의 부가의 로딩 분포를 결정하는 것을 더 포함하고, 부가의 시뮬레이션 프로세스는 부가의 시뮬레이션된 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포와 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 편차 메트릭을 선택된 공차 레벨 미만으로 감소시키기 위해 적합한 부가의 시뮬레이션된 노심 내의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트를 결정하도록 구성되는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [1060] 320. 양태 319의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서,
- [1061] 부가의 로딩 분포 결정에 응답하여, 부가의 시뮬레이션된 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치에 따라 원자로의 노심의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 더 포함하는 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [1062] 321. 양태 311의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서,
- [1063] 원자로의 노심의 작동 컴플라이언스 상태를 보고하는 것을 더 포함하는 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [1064] 322. 양태 321의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 원자로의 노심의 작동 컴플라이언스 상태를 보고하는 것은
- [1065] 원자로의 노심의 작동 컴플라이언스 상태를 디스플레이에 보고하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [1066] 323. 양태 321의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 원자로의 노심의 작동 컴플라이언스 상태를 보고하는 것은
- [1067] 원자로의 노심의 작동 컴플라이언스 상태를 메모리에 보고하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [1068] 324. 양태 321의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 원자로의 노심의 작동 컴플라이언스 상태를 보고하는 것은
- [1069] 원자로의 노심의 작동 컴플라이언스 상태를 원자로의 제어 시스템에 보고하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.

- [1070] 325. 양태 311의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것은
- [1071] 초기 로딩 분포 결정에 응답하여, 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [1072] 326. 양태 311의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것은
- [1073] 사용자 입력에 응답하여, 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [1074] 327. 양태 311의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것은
- [1075] 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 열 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [1076] 328. 양태 311의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것은
- [1077] 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 고속 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [1078] 329. 양태 311의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것은
- [1079] 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 증식 연소 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [1080] 330. 양태 311의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것은
- [1081] 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 진행과 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [1082] 331. 양태 311의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것은
- [1083] 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 초기 위치로부터 후속 위치로 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 병진하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [1084] 332. 양태 311의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하는 것은
- [1085] 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 교체하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [1086] 333. 양태 311의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 원자로의 노심 내의 하나 이상의 위치에서 적어도 원자로 노심 파라미터의 적어도 하나의 측정을 이용하여 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 발생하는 것은
- [1087] 원자로의 노심 내의 하나 이상의 위치에서 적어도 하나의 상태 변수의 적어도 하나의 측정을 이용하여 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 발생하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [1088] 334. 양태 311의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포에 비교하는 것은
- [1089] 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포에 비교하되, 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심은 적어도 초기 로딩 분포를 이용하여 발생되는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.

- [1090] 335. 양태 311의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포에 비교하는 것은
- [1091] 발생된 측정된 원자로 노심 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 분포 사이의 편차 메트릭을 계산하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [1092] 336. 양태 311의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포에 비교하는 것은
- [1093] 발생된 측정된 원자로 노심 파워 밀도 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파워 밀도 분포에 비교하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [1094] 337. 양태 311의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포에 비교하는 것은
- [1095] 발생된 측정된 원자로 노심 파워 밀도 분포의 변화율을 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파워 밀도 분포의 변화율에 비교하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [1096] 338. 양태 311의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포에 비교하는 것은
- [1097] 발생된 측정된 반응도 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 반응도 분포에 비교하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [1098] 339. 양태 311의 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체에 있어서, 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포에 비교하는 것은
- [1099] 발생된 측정된 원자로 노심 반응도 분포의 변화율을 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 반응도 분포의 변화율에 비교하는 것을 포함하는 것인 비밀시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [1100] 340. 원자로 시스템으로서,
- [1101] 복수의 연료 조립체를 포함하는 원자로 노심을 포함하는 원자로; 및
- [1102] 제어기
- [1103] 를 포함하고, 제어기는
- [1104] 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심을 발생하기 위해 주기초(beginning-of-cycle: BOC) 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로 노심의 초기 로딩 분포를 결정하고;
- [1105] 선택된 시간 간격 동안 원자로의 작동 후에, 원자로의 노심 내의 하나 이상의 위치에서 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터의 적어도 하나의 측정을 이용하여 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 발생하고;
- [1106] 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 적어도 초기 로딩 분포를 이용하여 발생된 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포에 비교하고;
- [1107] 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 비교를 사용하여 원자로의 노심의 작동 컴플라이언스 상태를 결정하도록
- [1108] 실행 가능하고,
- [1109] 원자로 노심의 복수의 연료 조립체는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심과 부가의 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심 중 적어도 하나의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 배열 가능한 것인 원자로 시스템.
- [1110] 341. 양태 340의 원자로 시스템에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심을 발생하기 위해 주기초(BOC) 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로의 노심의 초기 로딩 분포를 결정하는 것은
- [1111] 주기초(BOC) 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로의 노심의 초기 로딩 분포를 결정되, BOC 시뮬레이션 프로세스는 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포와 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 편차 메트릭을 선택된 공차 레벨 미만으로 감소시키기 위해 적합한 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심 내의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트를 결정하도록 구성되는 것을 포함하는 것인 원자로 시스템.

- [1112] 342. 양태 340의 원자로 시스템에 있어서, 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 비교를 사용하여 원자로의 노심의 작동 컴플라이언스 상태를 결정하는 것은
- [1113] 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 비교를 사용하여 작동 컴플라이언스 상태를 결정하되, 선택된 공차 레벨 미만의 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 편차 메트릭은 컴플라이언스내 상태에 대응하는 것을 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [1114] 343. 양태 340의 원자로 시스템에 있어서, 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 비교를 사용하여 원자로의 노심의 작동 컴플라이언스 상태를 결정하는 것은
- [1115] 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 비교를 사용하여 작동 컴플라이언스 상태를 결정하되, 선택된 공차 레벨 초과와 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 편차 메트릭은 컴플라이언스의 상태에 대응하는 것을 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [1116] 344. 양태 343의 원자로 시스템에 있어서, 제어기는 또한
- [1117] 컴플라이언스의 상태의 결정에 응답하여, 부가의 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로의 노심의 부가의 로딩 분포를 결정하는 것을 더 포함하고, 부가의 시뮬레이션 프로세스는 부가의 시뮬레이션된 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포와 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 편차 메트릭을 선택된 공차 레벨 미만으로 감소시키기 위해 적합한 부가의 시뮬레이션된 노심 내의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트를 결정하도록 구성되는 것인 원자로 시스템.
- [1118] 345. 양태 340의 원자로 시스템에 있어서,
- [1119] 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심과 부가의 시뮬레이션된 원자로 노심 중 적어도 하나의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하도록 구성된 연료 조립체 핸들러를 더 포함하는 원자로 시스템.
- [1120] 346. 양태 345의 원자로 시스템에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심과 부가의 시뮬레이션된 원자로 노심 중 적어도 하나의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하도록 구성된 연료 조립체 핸들러는
- [1121] 제어기에 통신적으로 결합된 연료 조립체 핸들러로서, 연료 조립체 핸들러는 사용자 인터페이스 디바이스로부터의 신호에 응답하여, 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심과 부가의 시뮬레이션된 원자로 노심 중 적어도 하나의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하도록 구성되는 것인, 연료 조립체 핸들러를 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [1122] 347. 양태 345의 원자로 시스템에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심과 부가의 시뮬레이션된 원자로 노심 중 적어도 하나의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하도록 구성된 연료 조립체 핸들러는
- [1123] 제어기에 통신적으로 결합된 연료 조립체 핸들러로서, 연료 조립체 핸들러는 초기 로딩 분포 결정에 응답하여, 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하도록 구성되는 것인, 연료 조립체 핸들러를 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [1124] 348. 양태 345의 원자로 시스템에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심과 부가의 시뮬레이션된 원자로 노심 중 적어도 하나의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하도록 구성된 연료 조립체 핸들러는
- [1125] 제어기에 통신적으로 결합된 연료 조립체 핸들러로서, 연료 조립체 핸들러는 부가의 로딩 분포 결정에 응답하여, 부가의 시뮬레이션된 원자로 노심의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하도록 구성되는 것인, 연료 조립체 핸들러를 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [1126] 349. 양태 345의 원자로 시스템에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심과 부가의 시뮬레이션된 원자로 노심

중 적어도 하나의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하도록 구성된 연료 조립체 핸들러는

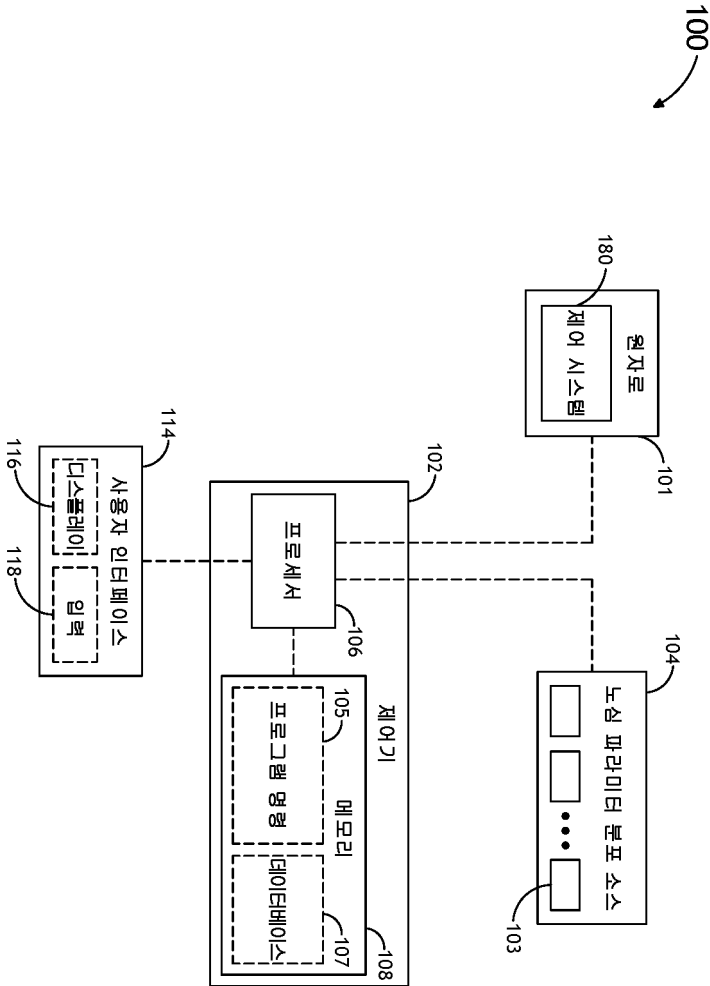
- [1127] 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심과 부가의 시뮬레이션된 원자로 노심 중 적어도 하나의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 초기 위치로부터 후속 위치로 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 병진하도록 구성되는 연료 조립체 핸들러를 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [1128] 350. 양태 345의 원자로 시스템에 있어서, 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심과 부가의 시뮬레이션된 원자로 노심 중 적어도 하나의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 배열하도록 구성된 연료 조립체 핸들러는
- [1129] 시뮬레이션된 BOC 원자로 노심과 부가의 시뮬레이션된 원자로 노심 중 적어도 하나의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트에 따라 원자로의 노심의 적어도 하나의 연료 조립체를 교체하도록 구성되는 연료 조립체 핸들러를 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [1130] 351. 양태 340의 원자로 시스템에 있어서, 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 비교를 사용하여 원자로의 노심의 작동 컴플라이언스 상태를 결정하는 것은
- [1131] 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 비교를 사용하여 원자로의 노심의 작동 컴플라이언스 상태를 결정하되, 선택된 공차 레벨 미만의 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 편차 메트릭은 컴플라이언스내 상태에 대응하는 것을 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [1132] 352. 양태 340의 원자로 시스템에 있어서, 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 비교를 사용하여 원자로의 노심의 작동 컴플라이언스 상태를 결정하는 것은
- [1133] 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 비교를 사용하여 작동 컴플라이언스 상태를 결정하되, 선택된 공차 레벨 초과인 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 편차 메트릭은 컴플라이언스외 상태에 대응하는 것을 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [1134] 353. 양태 352의 원자로 시스템에 있어서, 제어기는 또한
- [1135] 컴플라이언스외 상태의 결정에 응답하여, 부가의 시뮬레이션 프로세스를 이용하여 원자로의 노심의 부가의 로딩 분포를 결정하는 것을 더 포함하고, 부가의 시뮬레이션 프로세스는 부가의 시뮬레이션된 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포와 기준 원자로의 노심의 상태와 연계된 수신된 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포 사이의 편차 메트릭을 선택된 공차 레벨 미만으로 감소시키기 위해 적합한 부가의 시뮬레이션된 노심 내의 영역의 세트의 시뮬레이션된 위치의 세트를 결정하도록 구성되는 것인 원자로 시스템.
- [1136] 354. 양태 340의 원자로 시스템에 있어서, 원자로는
- [1137] 열 원자로를 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [1138] 355. 양태 340의 원자로 시스템에 있어서, 원자로는
- [1139] 고속 원자로를 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [1140] 356. 양태 340의 원자로 시스템에 있어서, 원자로는
- [1141] 증식 연소 원자로를 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [1142] 357. 양태 340의 원자로 시스템에 있어서, 원자로는
- [1143] 진행과 원자로를 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [1144] 358. 양태 340의 원자로 시스템에 있어서, 제어기는 또한
- [1145] 원자로의 노심의 작동 컴플라이언스 상태를 보고하도록 구성되는 것인 원자로 시스템.
- [1146] 359. 양태 358의 원자로 시스템에 있어서, 제어기는 또한

- [1147] 원자로의 노심의 작동 컴플라이언스 상태를 디스플레이에 보고하도록 구성되는 것인 원자로 시스템.
- [1148] 360. 양태 358의 원자로 시스템에 있어서, 제어기는 또한
- [1149] 원자로의 노심의 작동 컴플라이언스 상태를 메모리에 보고하도록 구성되는 것인 원자로 시스템.
- [1150] 361. 양태 358의 원자로 시스템에 있어서, 제어기는 또한
- [1151] 원자로의 노심의 작동 컴플라이언스 상태를 원자로의 제어 시스템에 보고하도록 구성되는 것인 원자로 시스템.
- [1152] 362. 양태 340의 원자로 시스템에 있어서, 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포에 비교하는 것은
- [1153] 발생된 측정된 원자로 노심 파워 밀도 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파워 밀도 분포에 비교하는 것을 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [1154] 363. 양태 340의 원자로 시스템에 있어서, 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포에 비교하는 것은
- [1155] 발생된 측정된 원자로 노심 분포와 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 분포 사이의 편차 메트릭을 계산하는 것을 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [1156] 364. 양태 340의 원자로 시스템에 있어서, 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포에 비교하는 것은
- [1157] 발생된 측정된 원자로 노심 파워 밀도의 변화율을 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파워 밀도 분포의 변화율에 비교하는 것을 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [1158] 365. 양태 340의 원자로 시스템에 있어서, 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포에 비교하는 것은
- [1159] 발생된 측정된 반응도 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 반응도 분포에 비교하는 것을 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [1160] 366. 양태 340의 원자로 시스템에 있어서, 발생된 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 파라미터 분포에 비교하는 것은
- [1161] 발생된 측정된 원자로 노심 반응도 분포의 변화율을 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 하나의 원자로 노심 반응도 분포의 변화율에 비교하는 것을 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [1162] 367. 양태 340의 원자로 시스템에 있어서, 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 일부는 재생 핵연료를 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [1163] 368. 양태 340의 원자로 시스템에 있어서, 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 일부는 미연소 핵연료를 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [1164] 369. 양태 340의 원자로 시스템에 있어서, 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 일부는 농축 핵연료를 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [1165] 370. 양태 340의 원자로 시스템에 있어서, 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심의 적어도 일부는 농축 우라늄계 핵연료를 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [1166] 371. 양태 340의 원자로 시스템에 있어서, 시뮬레이션된 작동된 원자로 노심은 복수의 시뮬레이션된 연료 조립체를 포함하는 것인 원자로 시스템.
- [1167] 372. 양태 340의 원자로 시스템에 있어서,
- [1168] 원자로의 노심에 작동적으로 결합되고 제어기에 통신적으로 결합되는 원자로 노심 측정 시스템을 더 포함하는 원자로 시스템.
- [1169] 373. 양태 372의 원자로 시스템에 있어서, 원자로 노심 측정 시스템은 원자로의 노심 내의 하나 이상의 위치에서 적어도 하나의 상태 변수의 적어도 하나의 측정을 수행하도록 구성되는 것인 원자로 시스템.
- [1170] 374. 양태 373의 원자로 시스템에 있어서, 제어기는 또한 원자로 노심 측정 시스템으로부터 원자로의 노심 내의

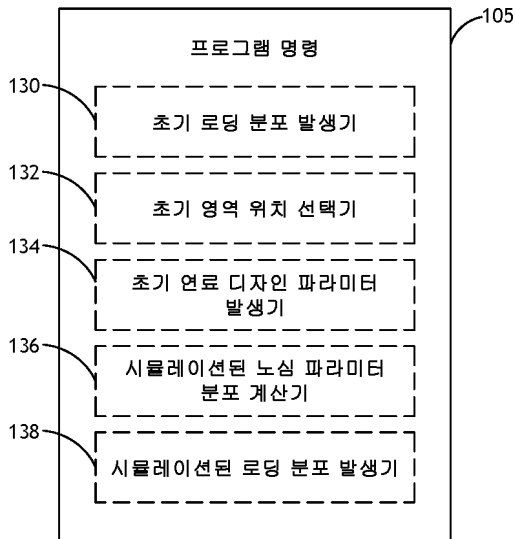
하나 이상의 위치에서 적어도 하나의 상태 변수의 적어도 하나의 측정을 이용하여 측정된 원자로 노심 파라미터 분포를 발생하도록 구성되는 것인 원자로 시스템.

도면

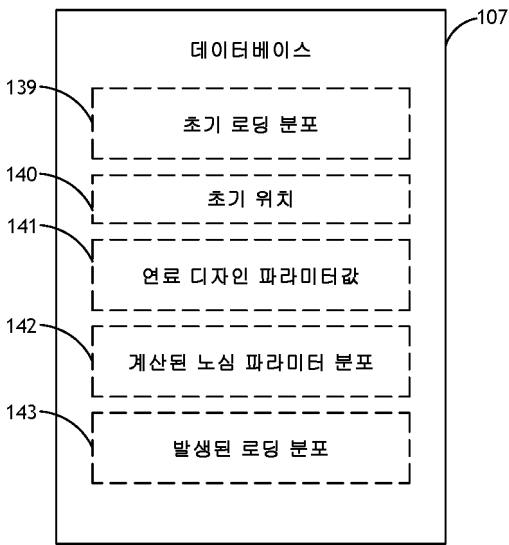
도면1a



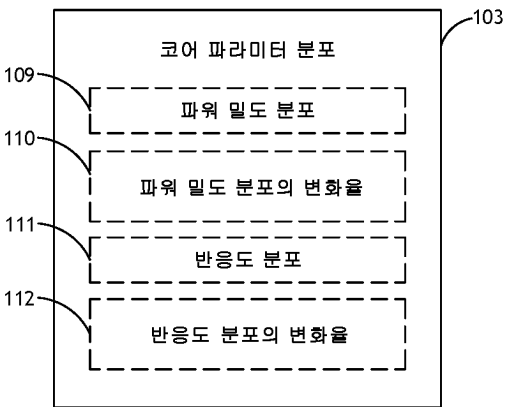
도면1b



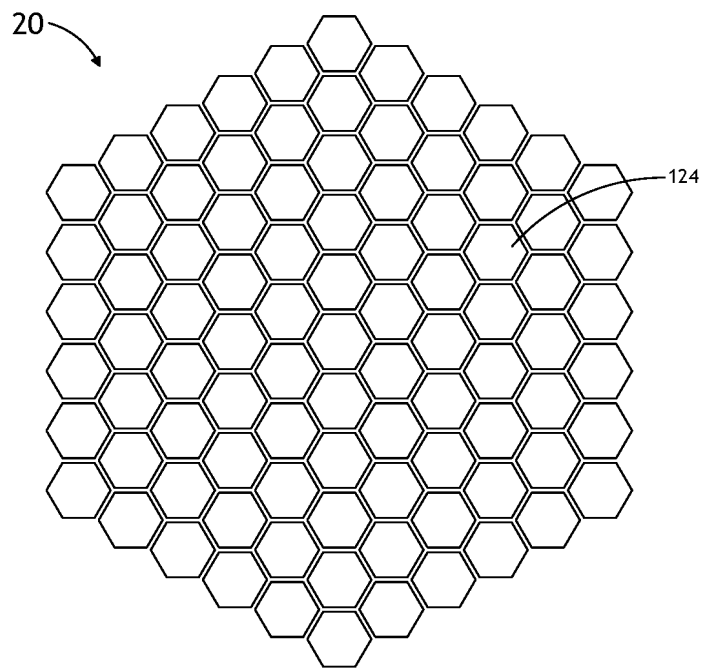
도면1c



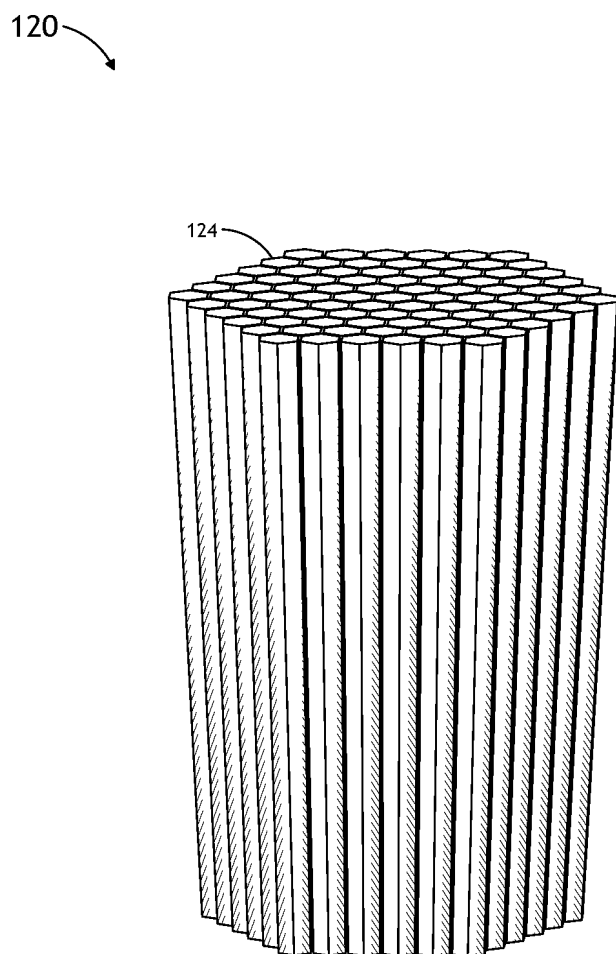
도면1d



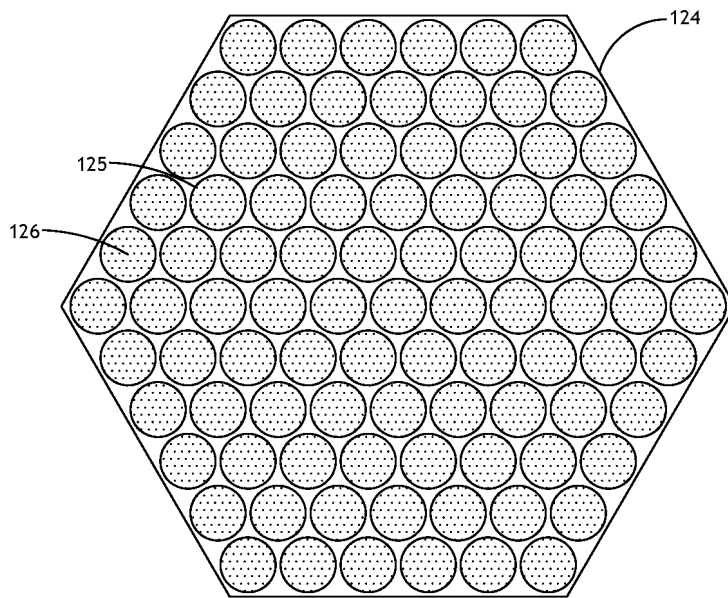
도면1e



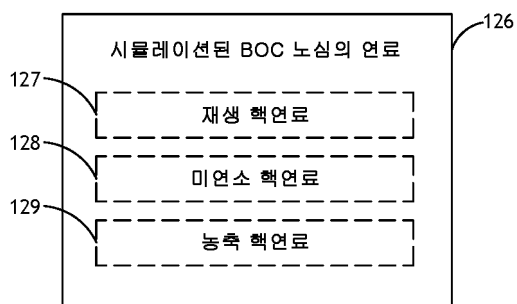
도면1f



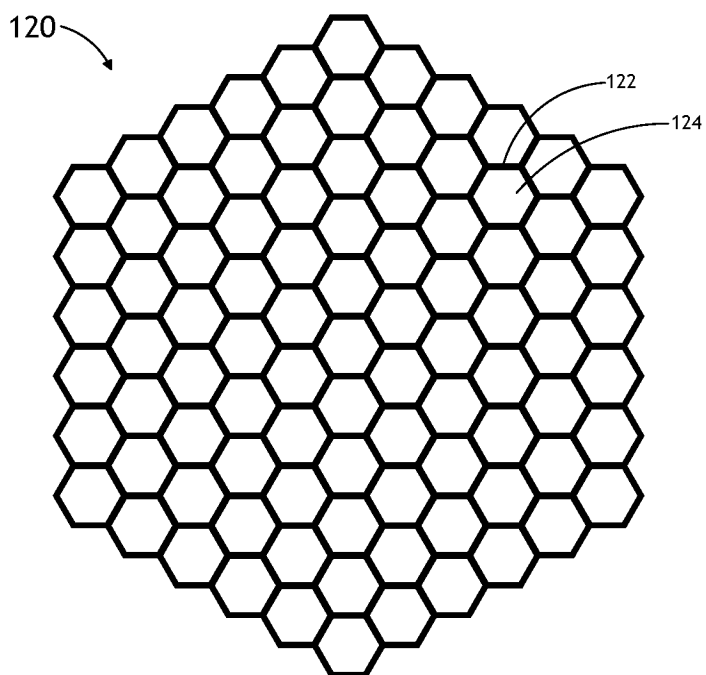
도면1g



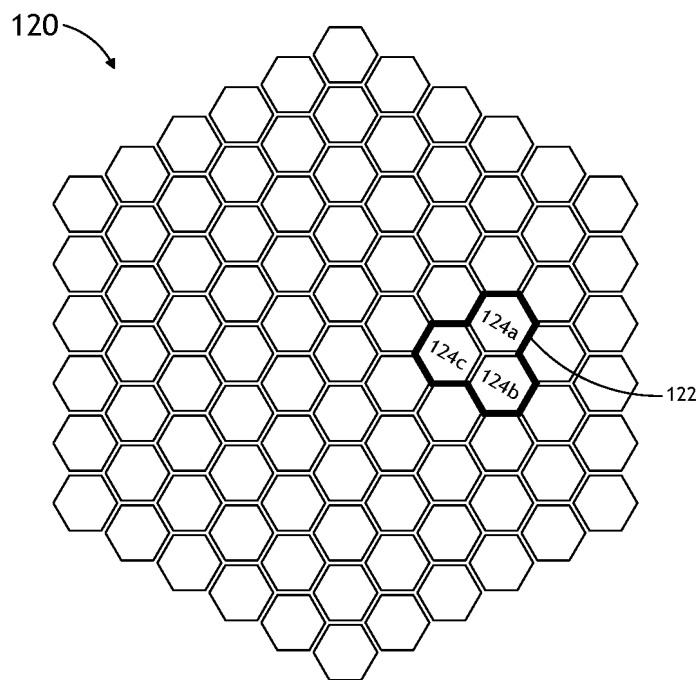
도면1h



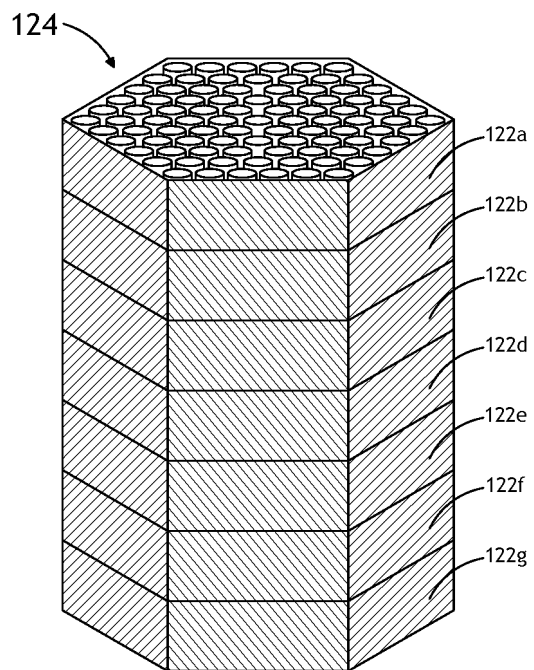
도면1i



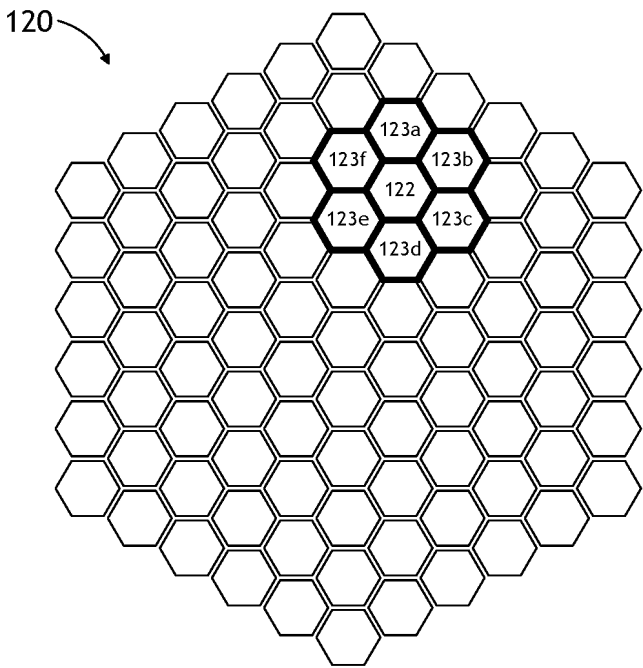
도면1j



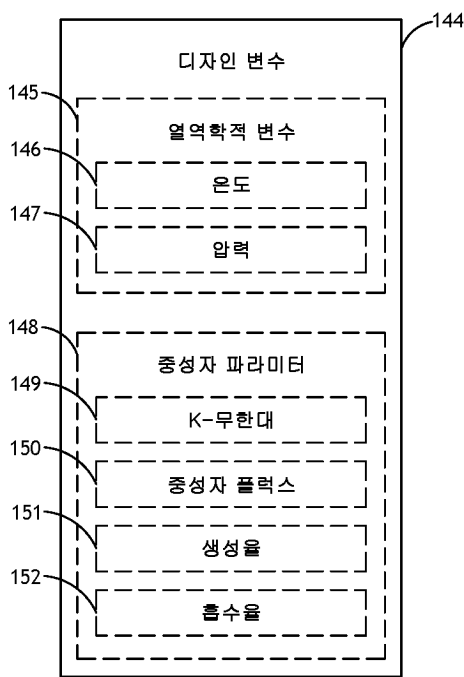
도면1k



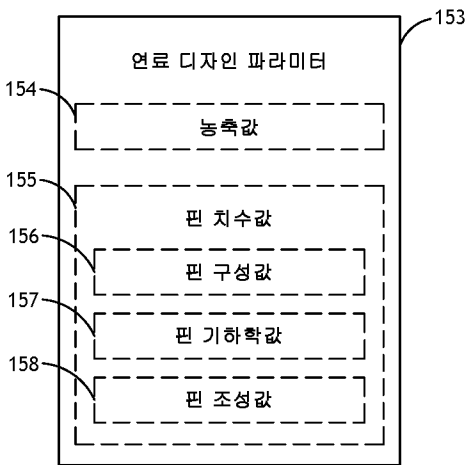
도면11



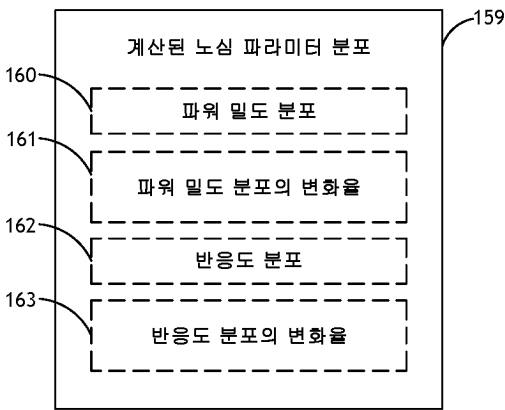
도면1m



도면1n

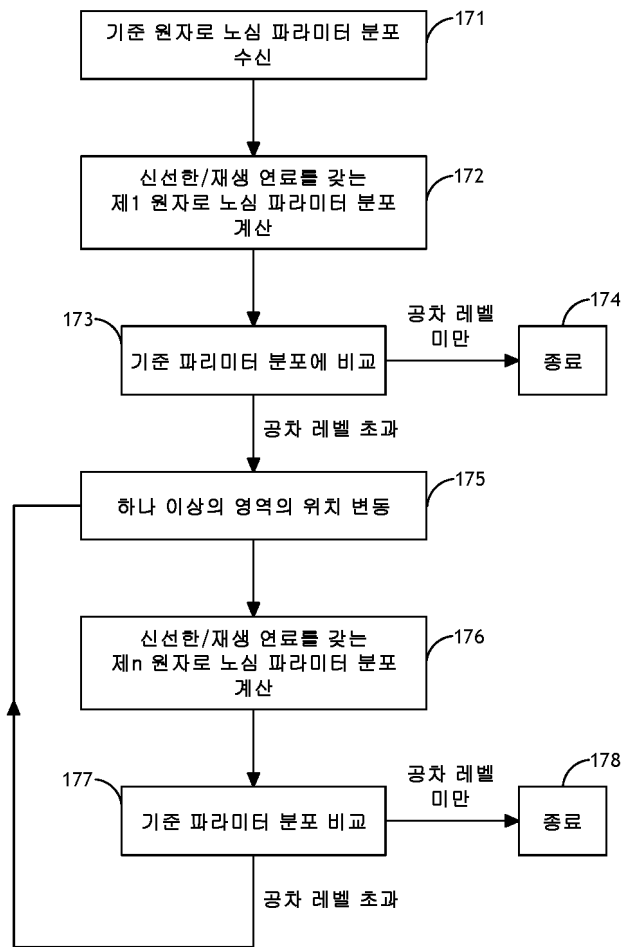


도면1o

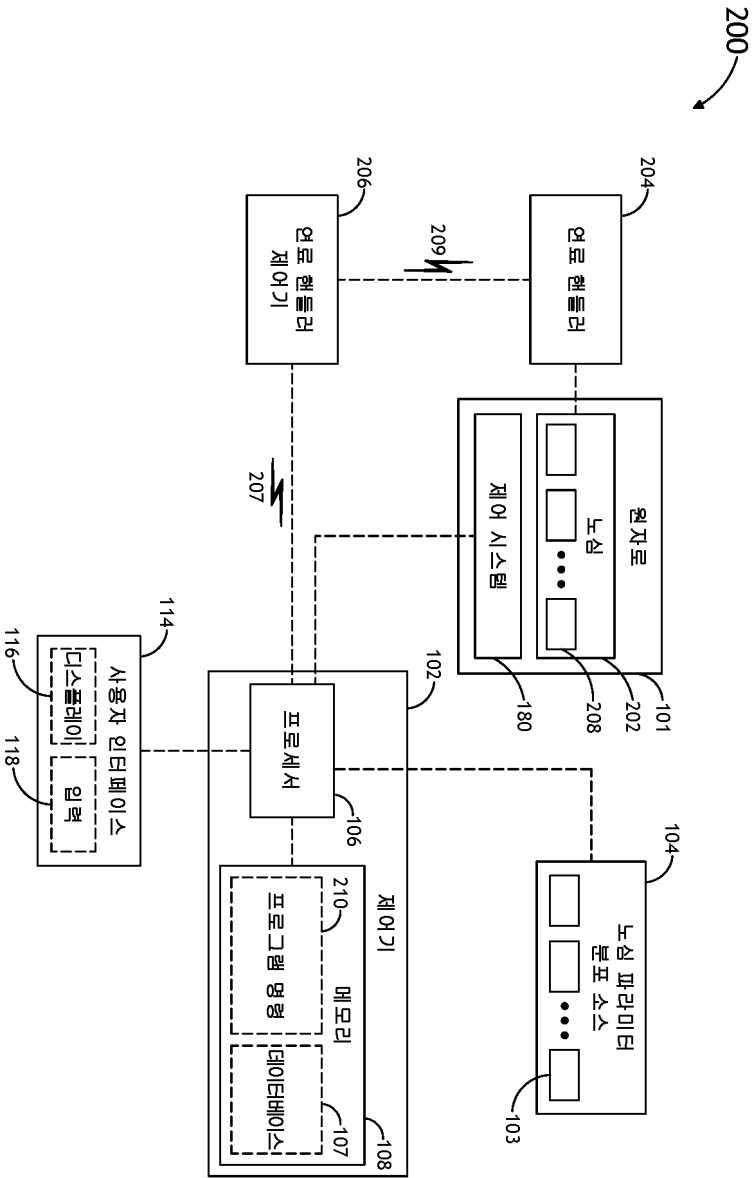


도면 1p

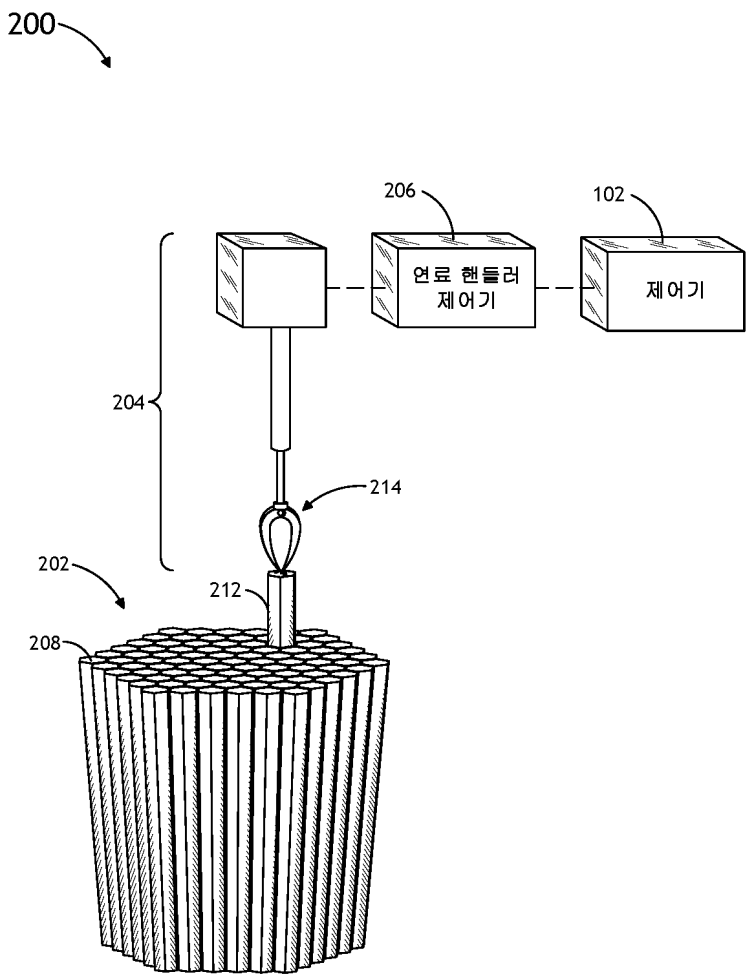
170



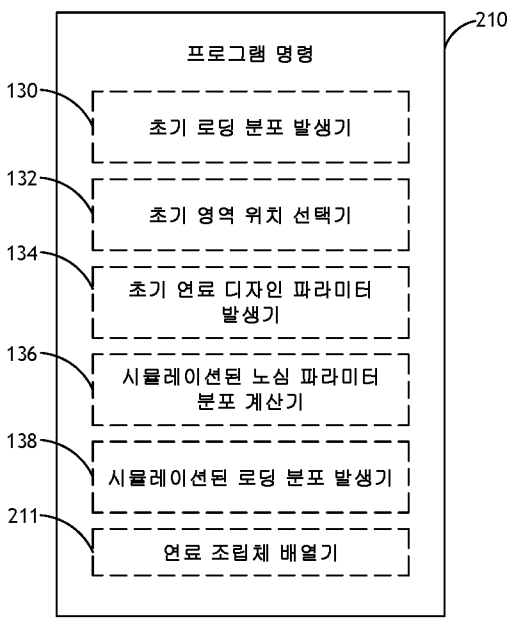
도면2a



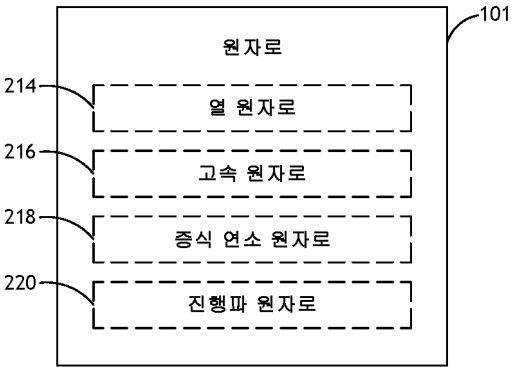
도면2b



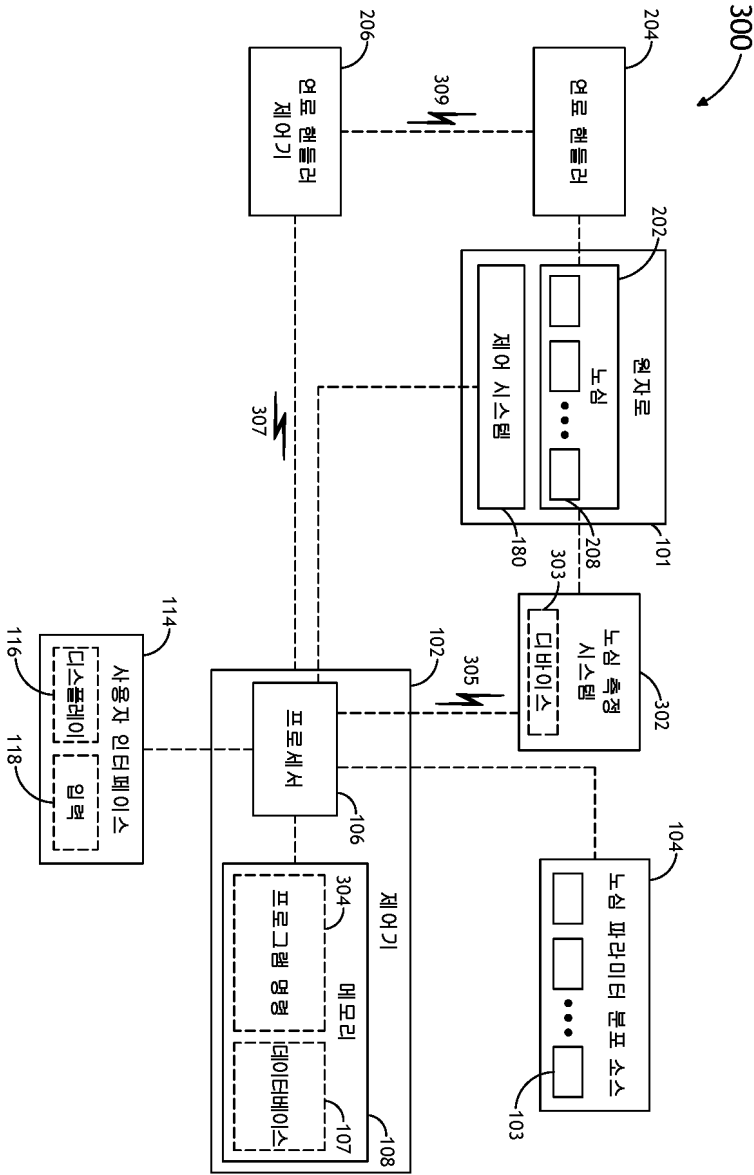
도면2c



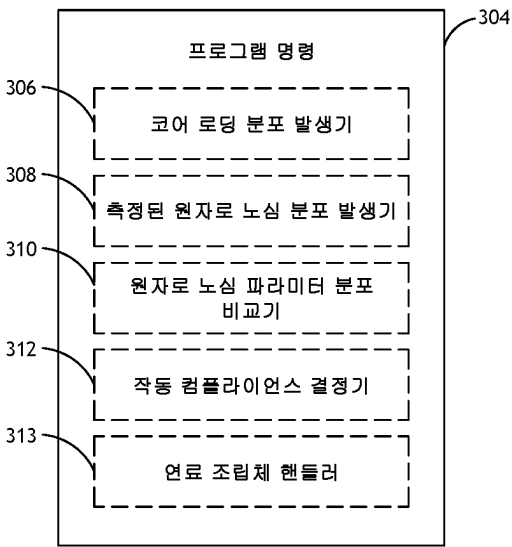
도면2d



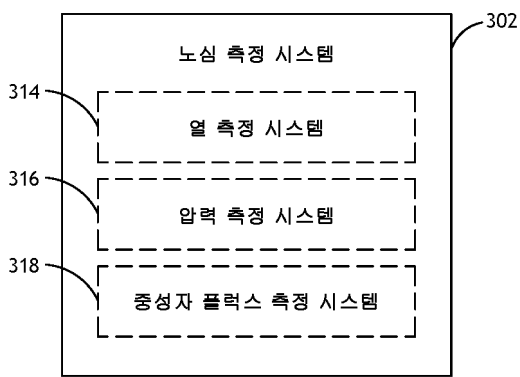
도면3a



도면3b

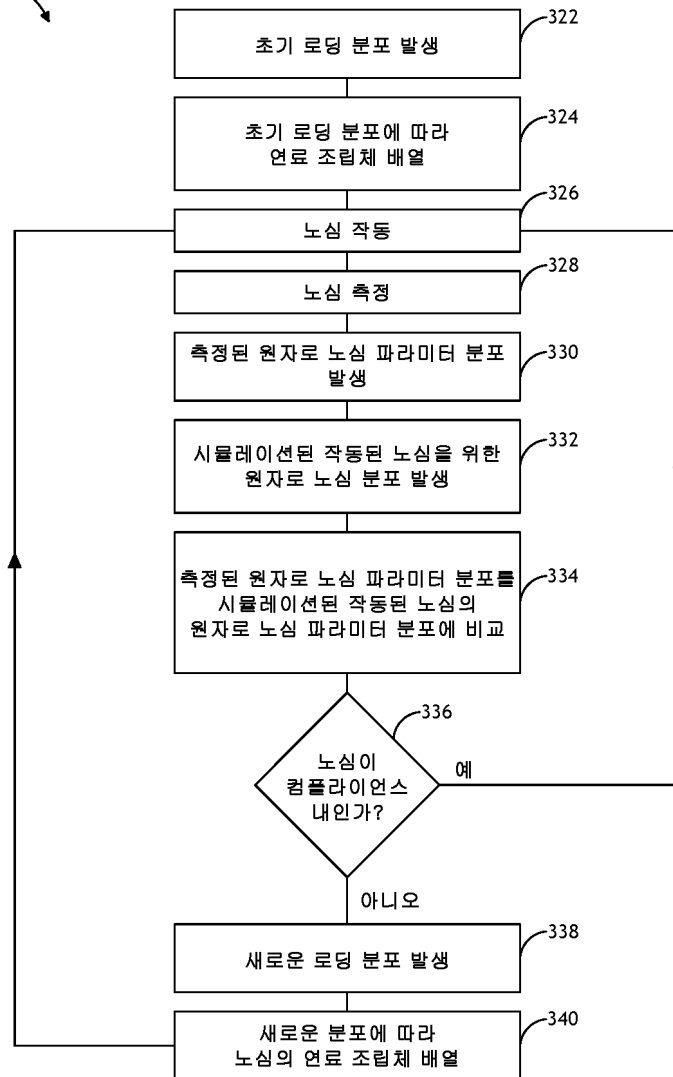


도면3c

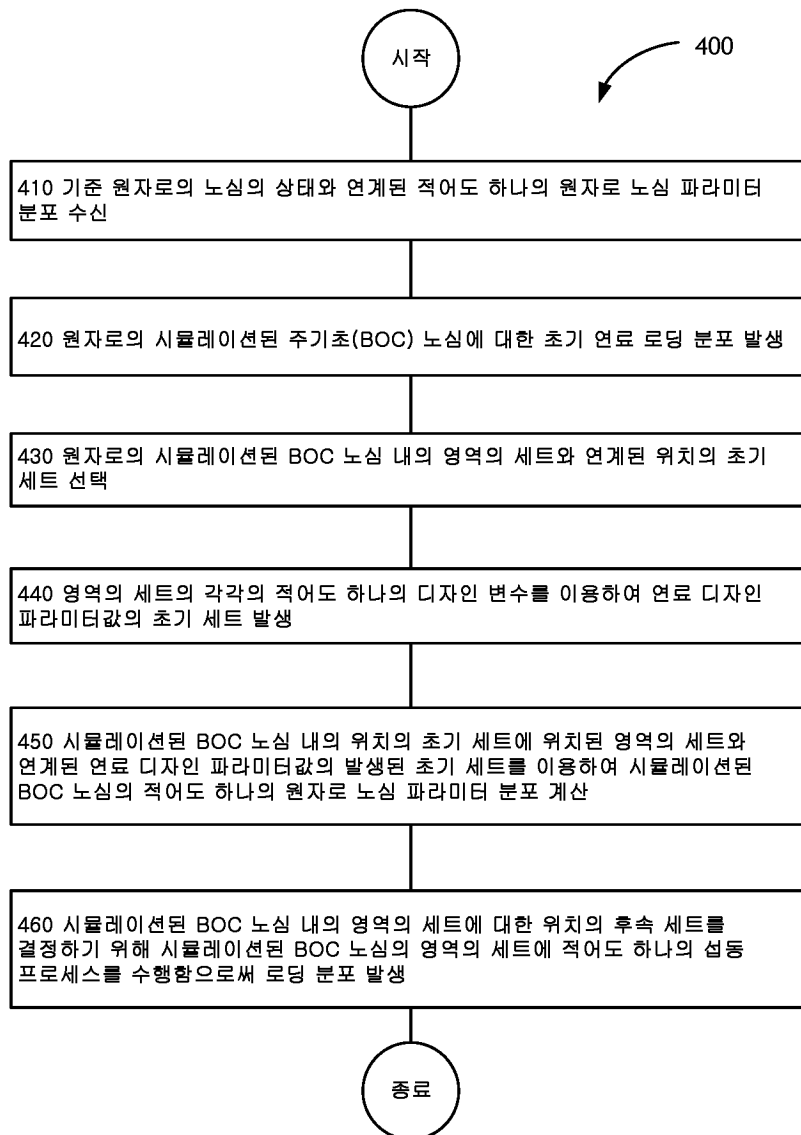


도면3d

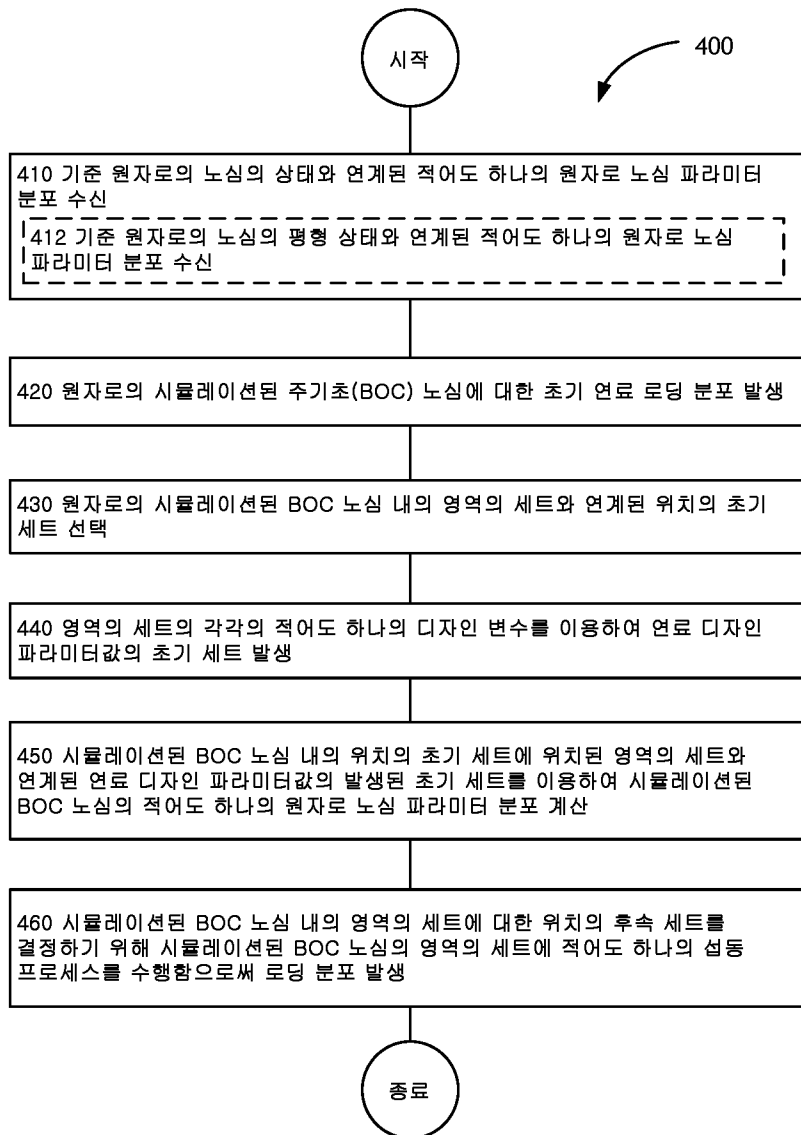
320



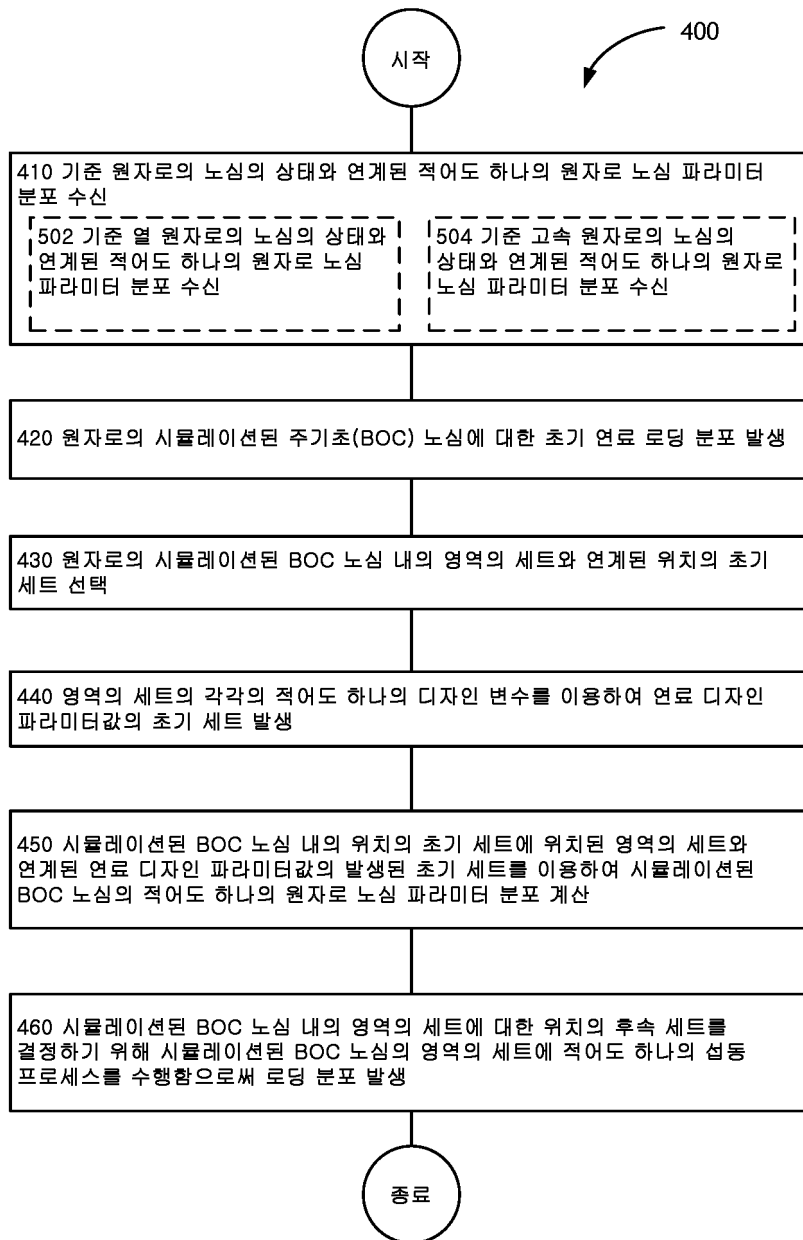
도면4a



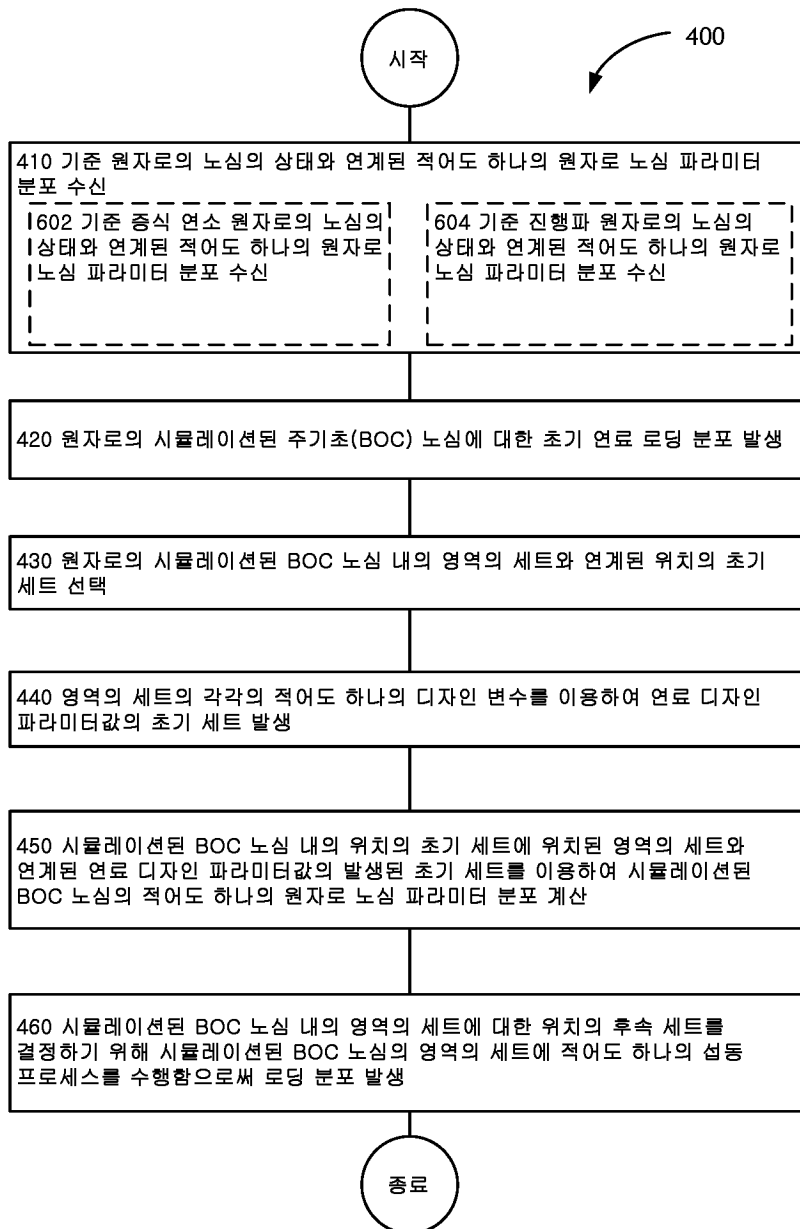
도면4b



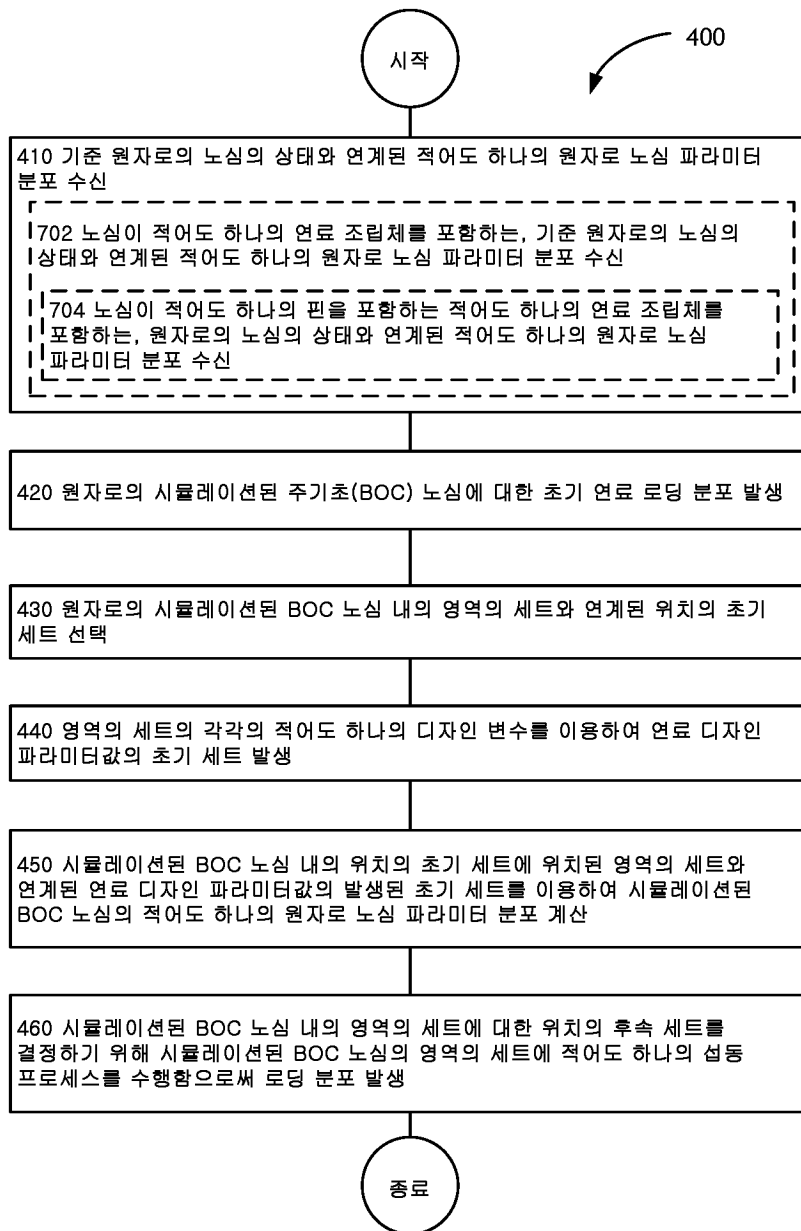
도면5



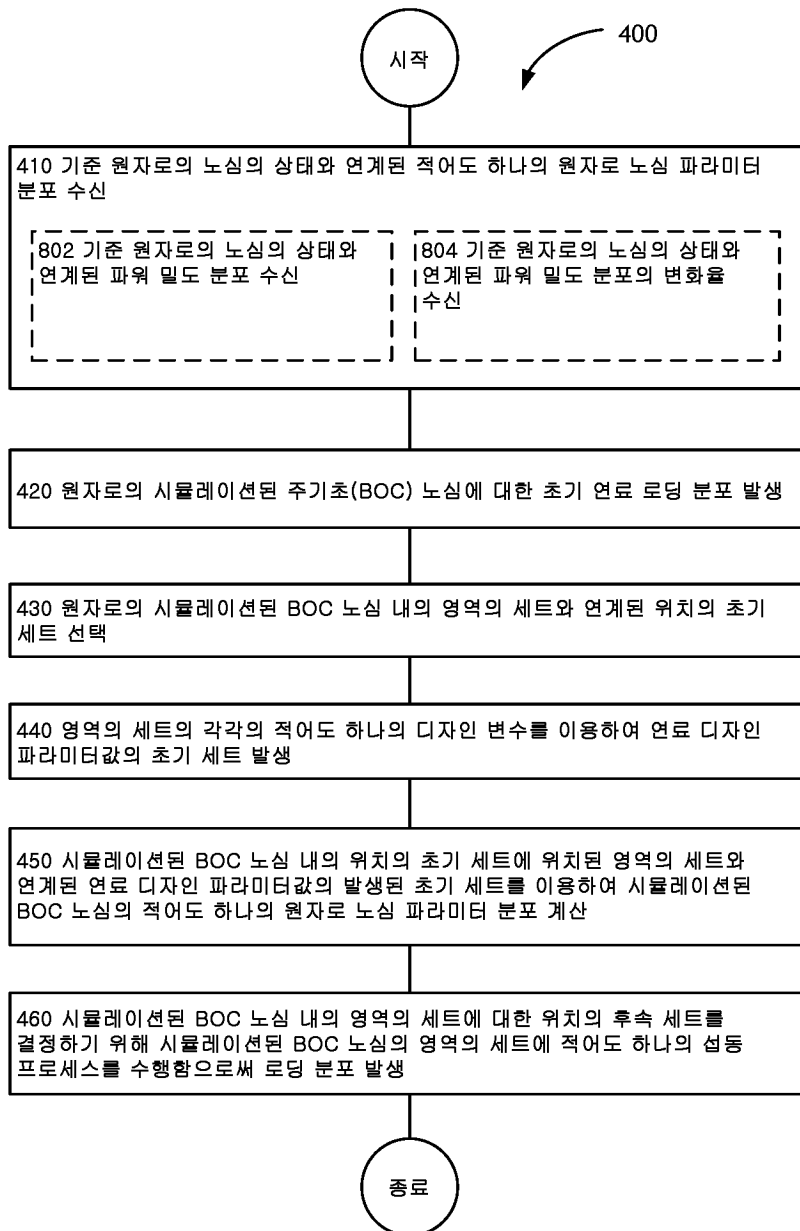
도면6



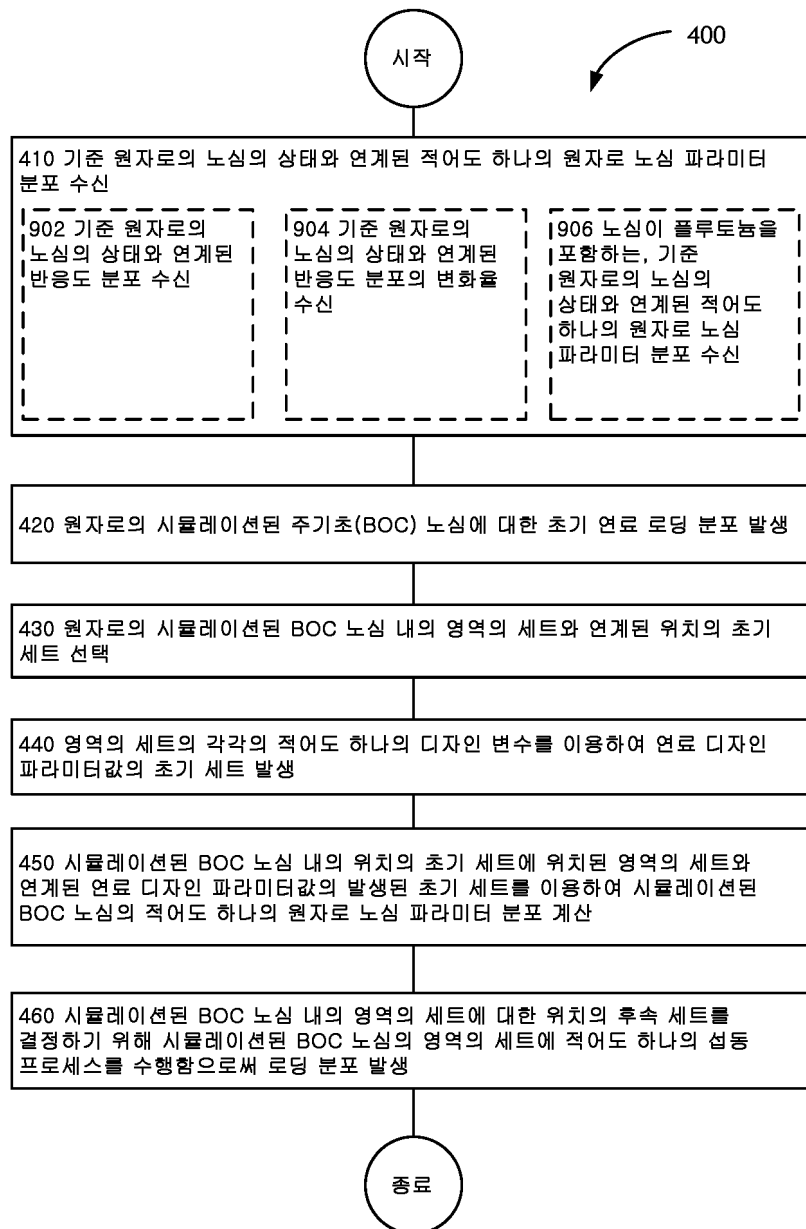
도면7



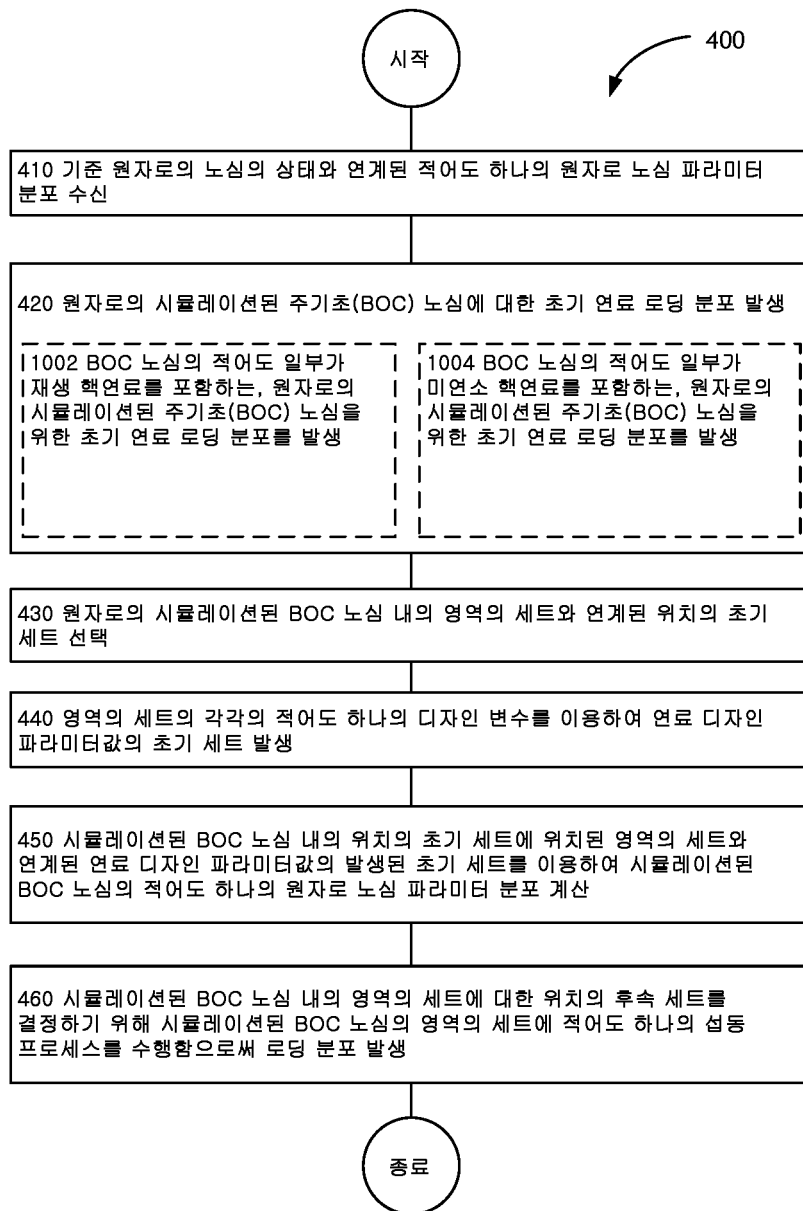
도면8



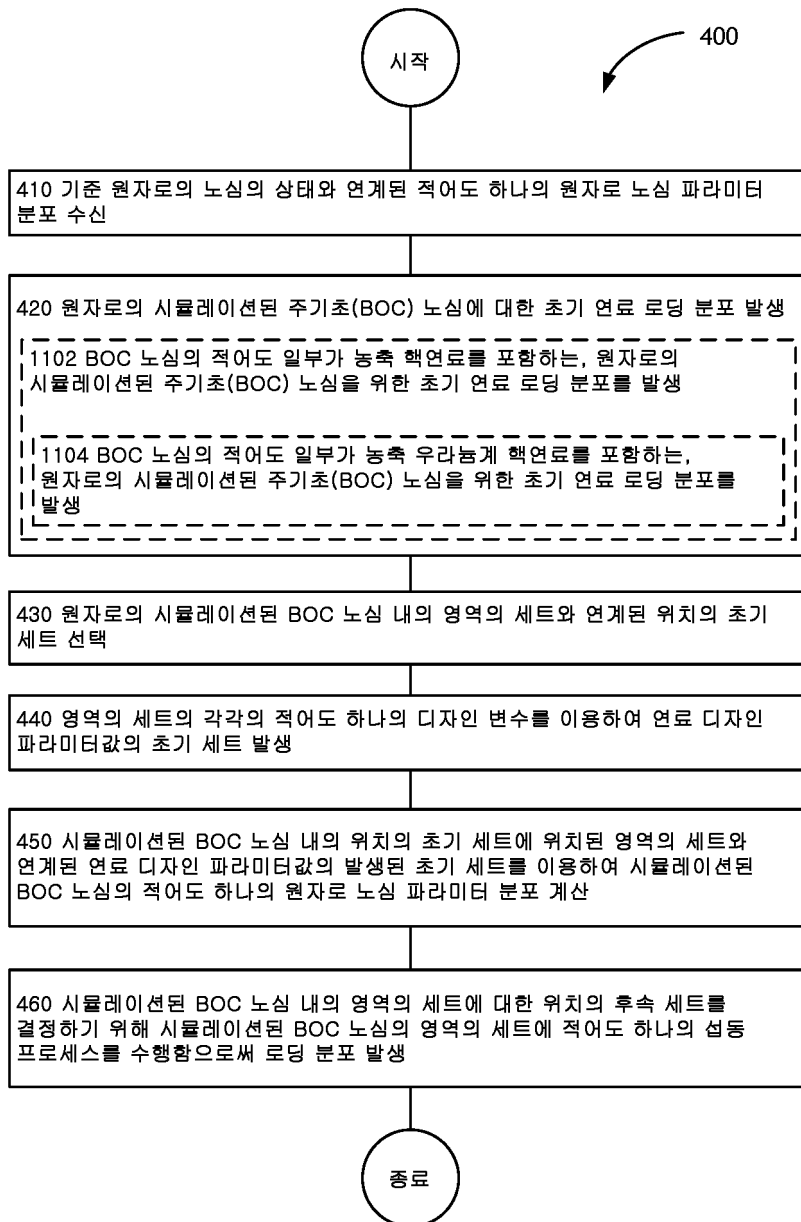
도면9



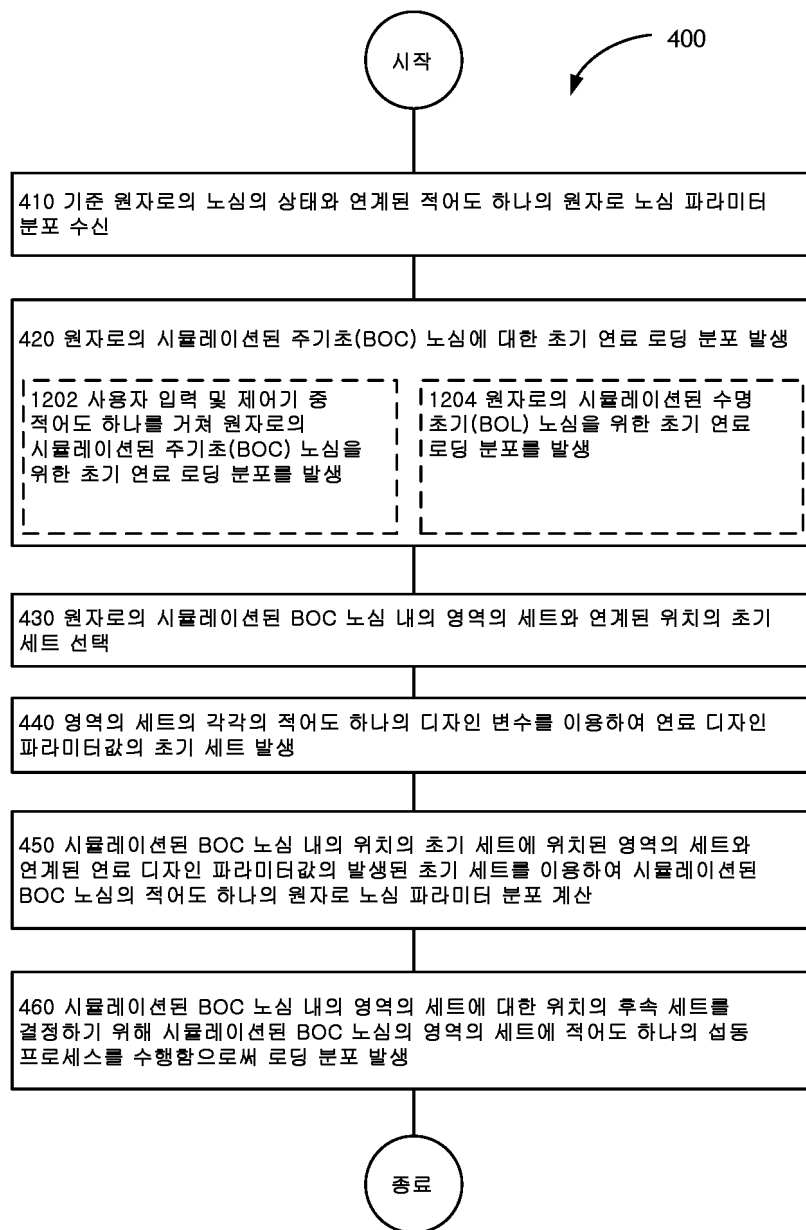
도면10



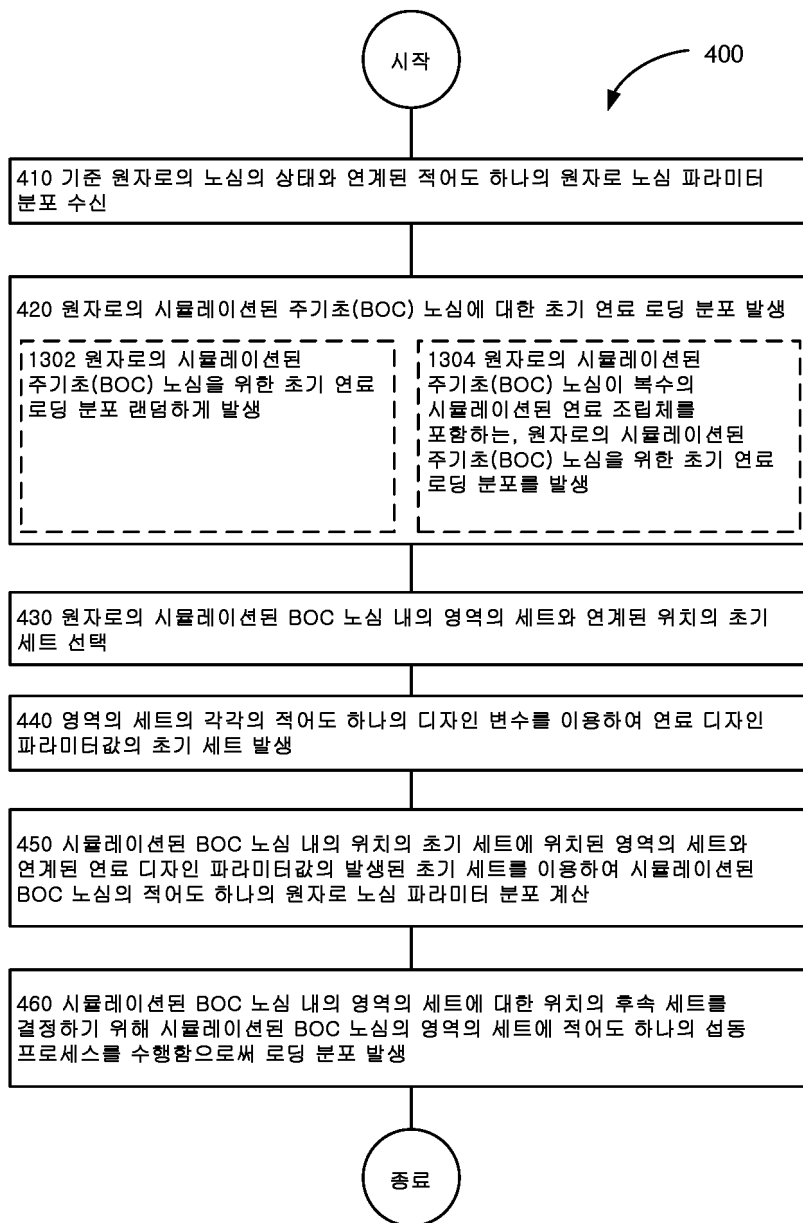
도면11



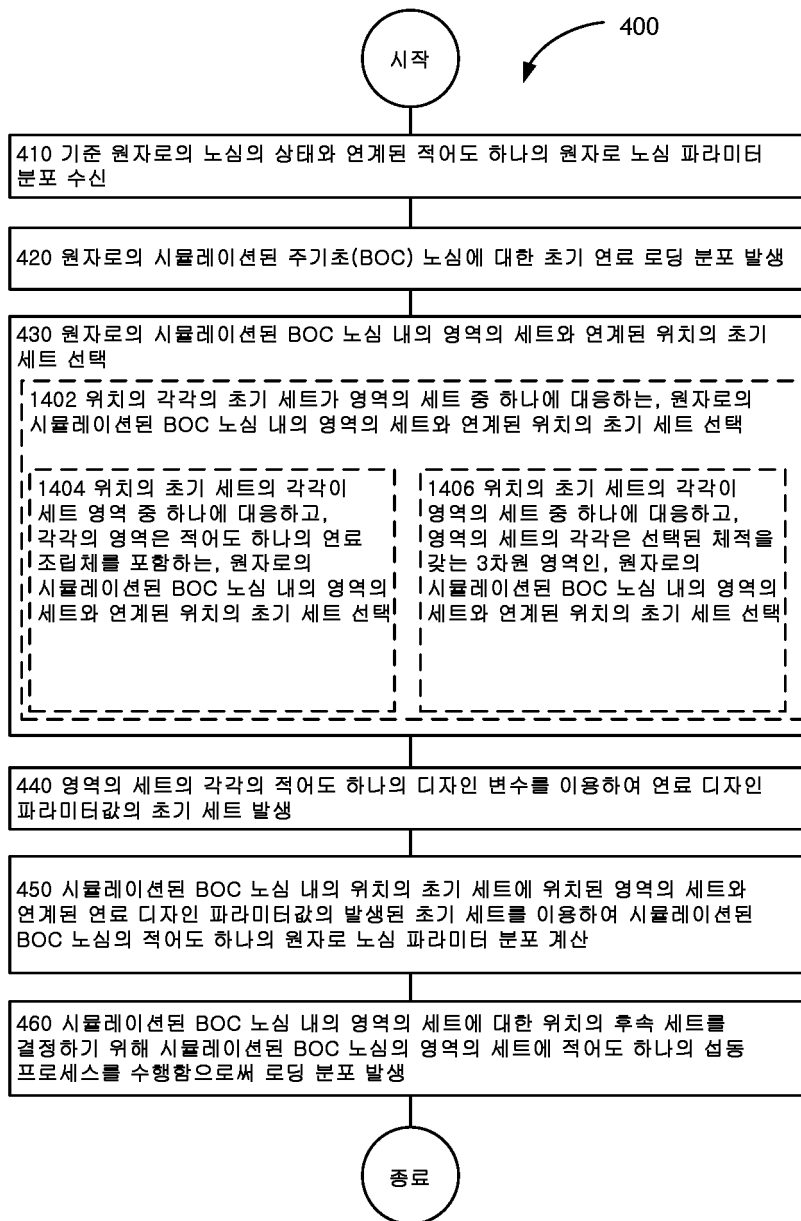
도면12



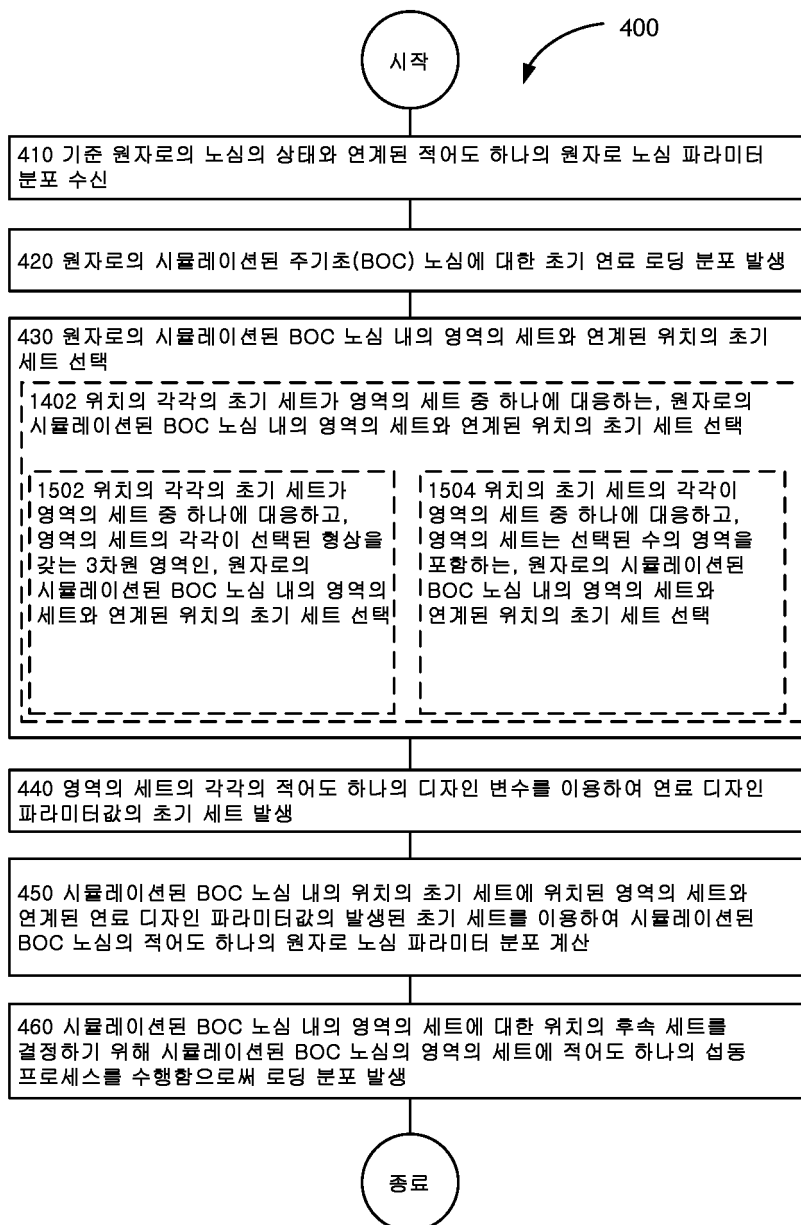
도면13



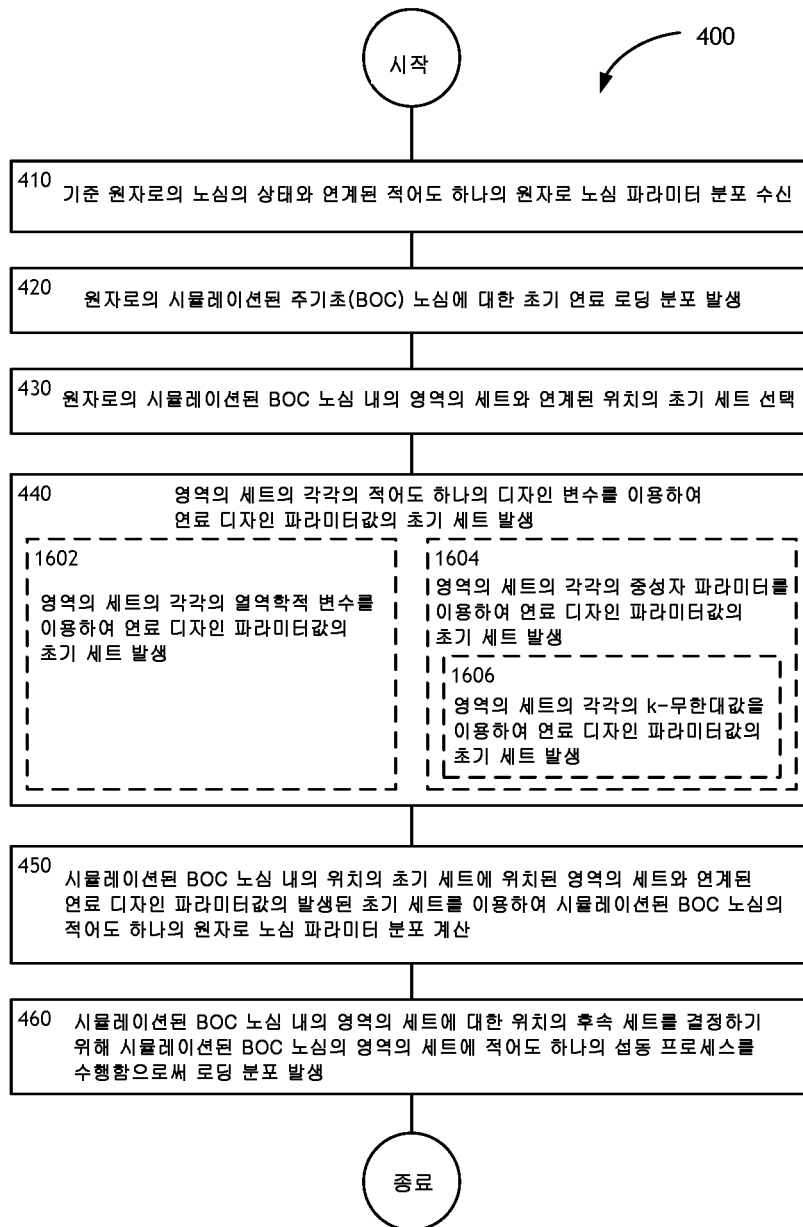
도면14



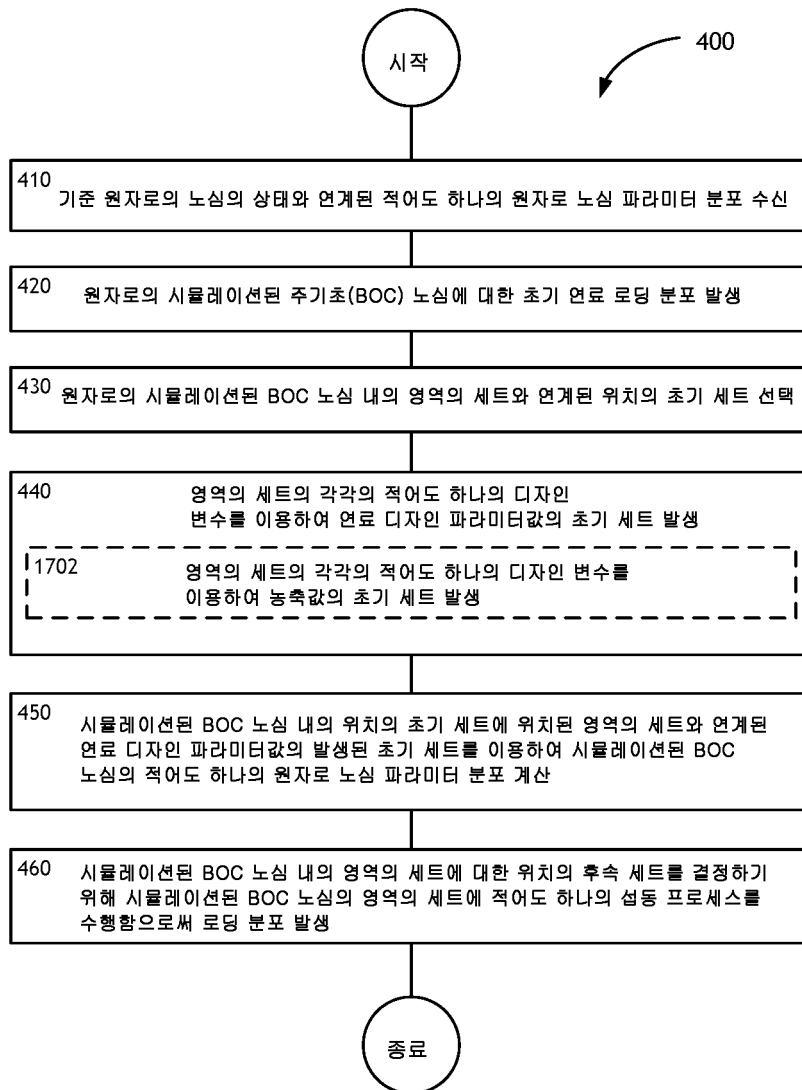
도면15



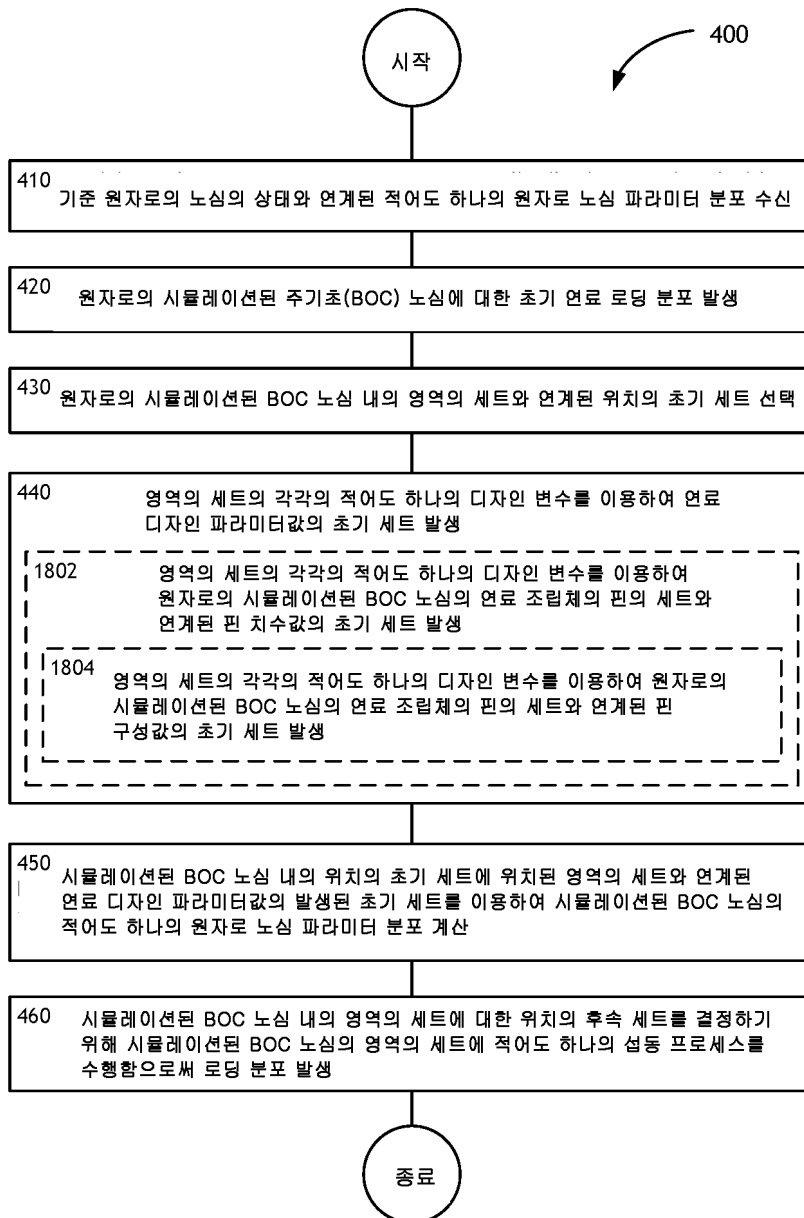
도면16



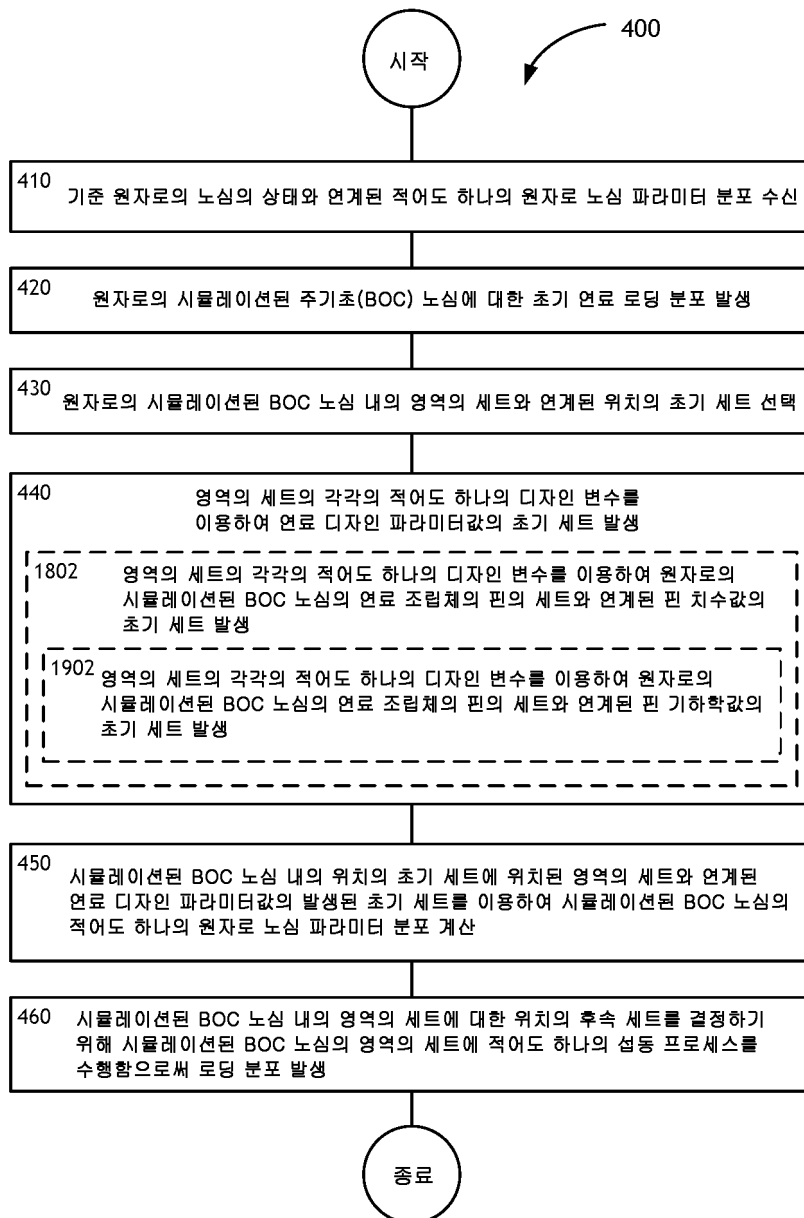
도면17



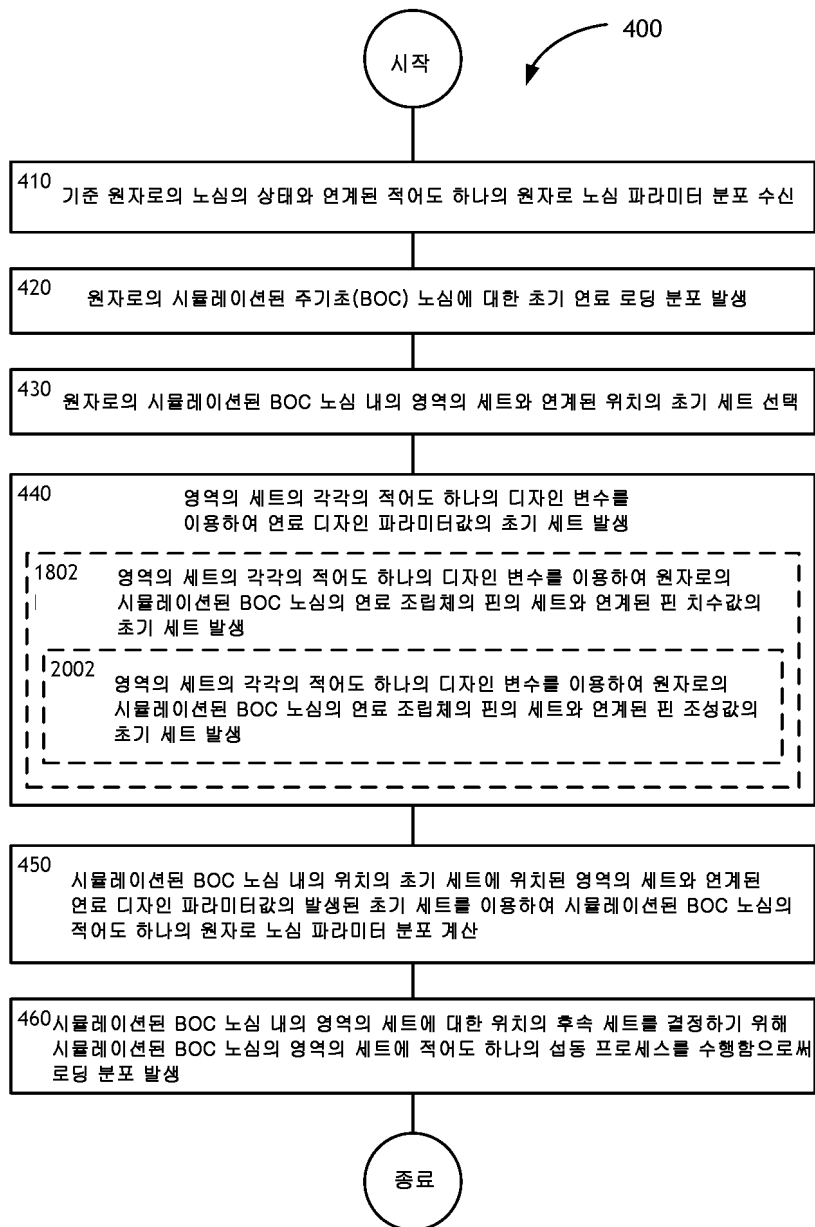
도면18



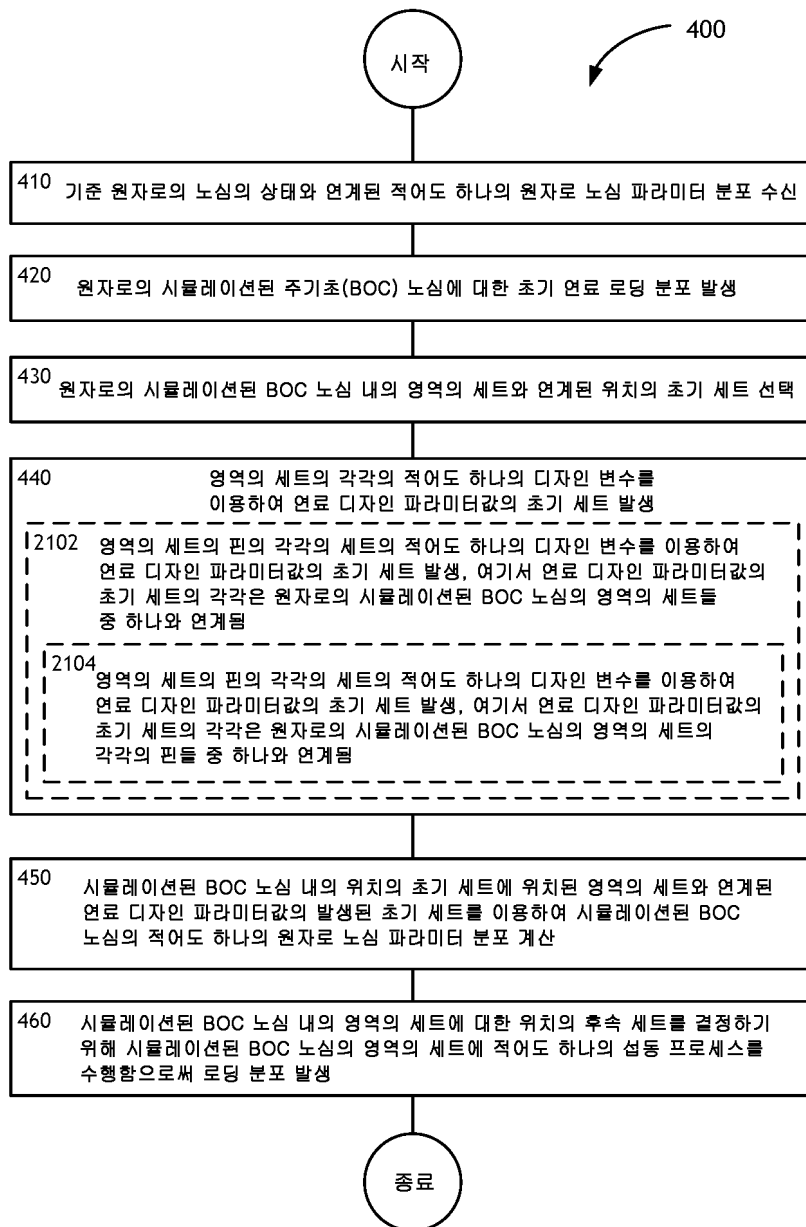
도면19



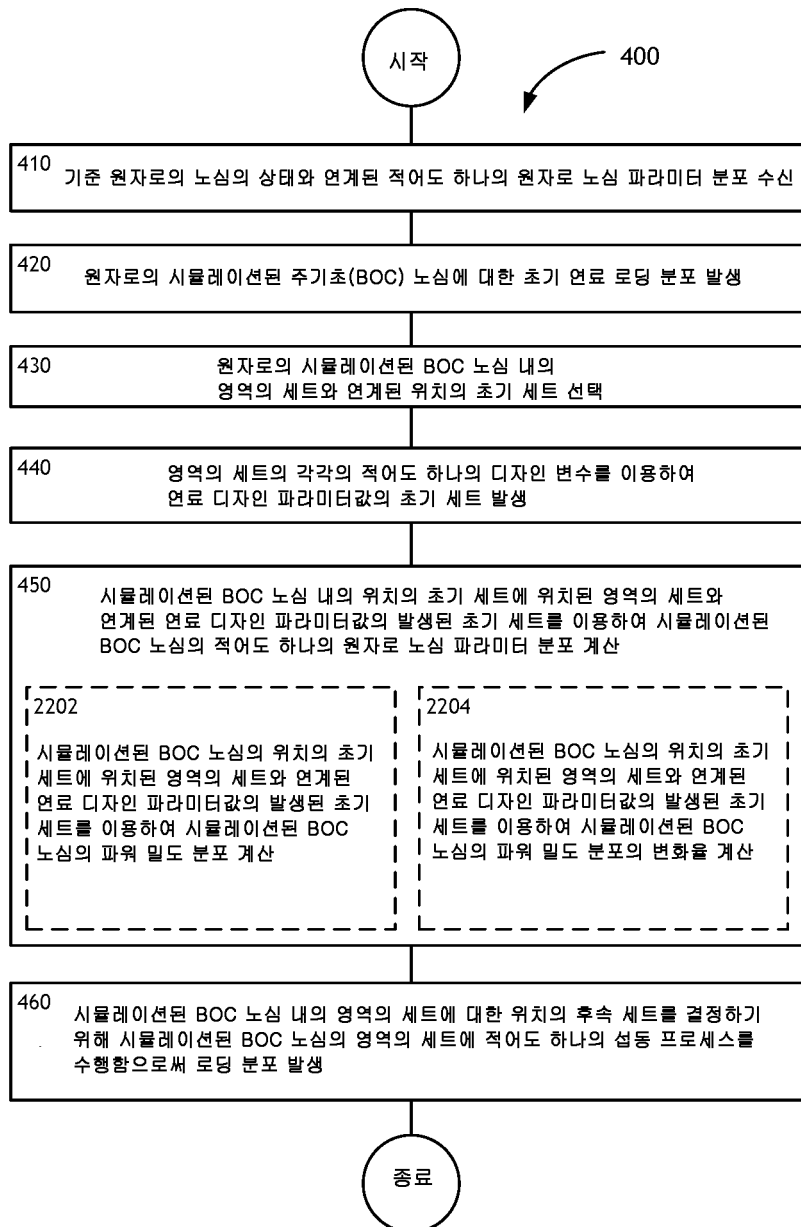
도면20



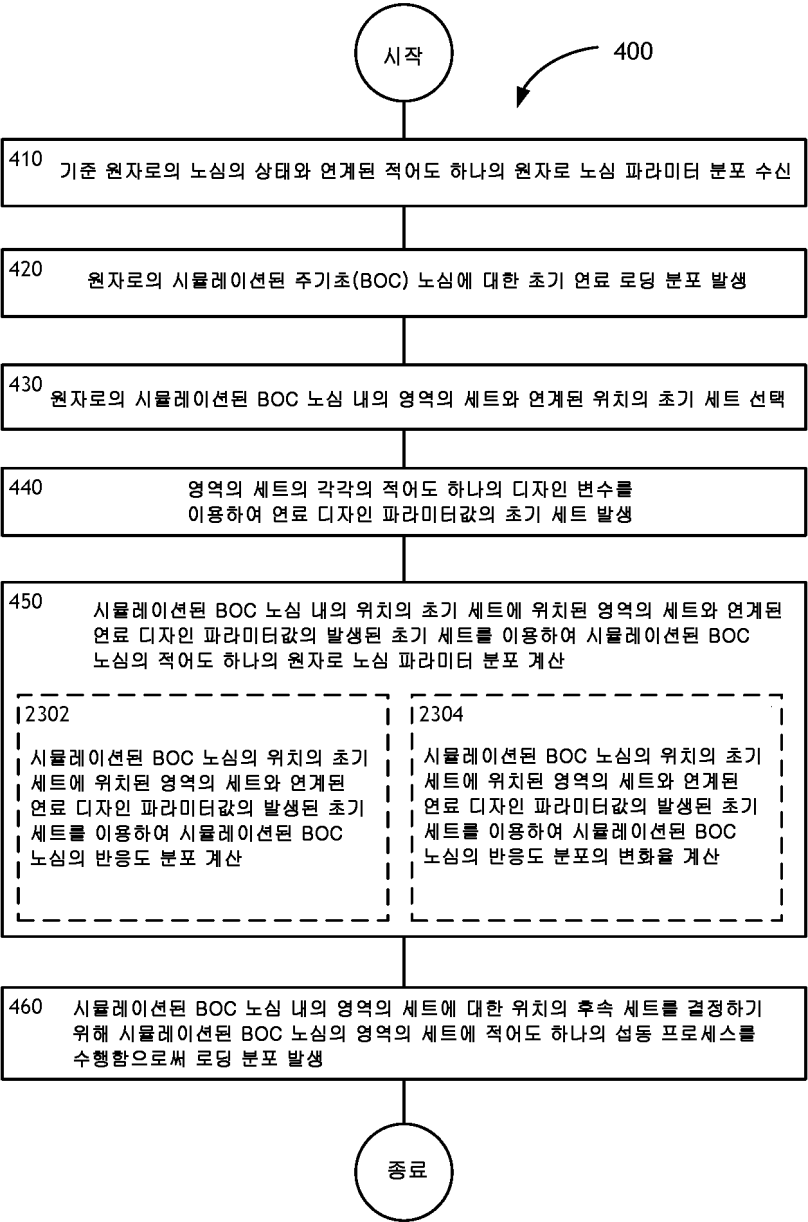
도면21



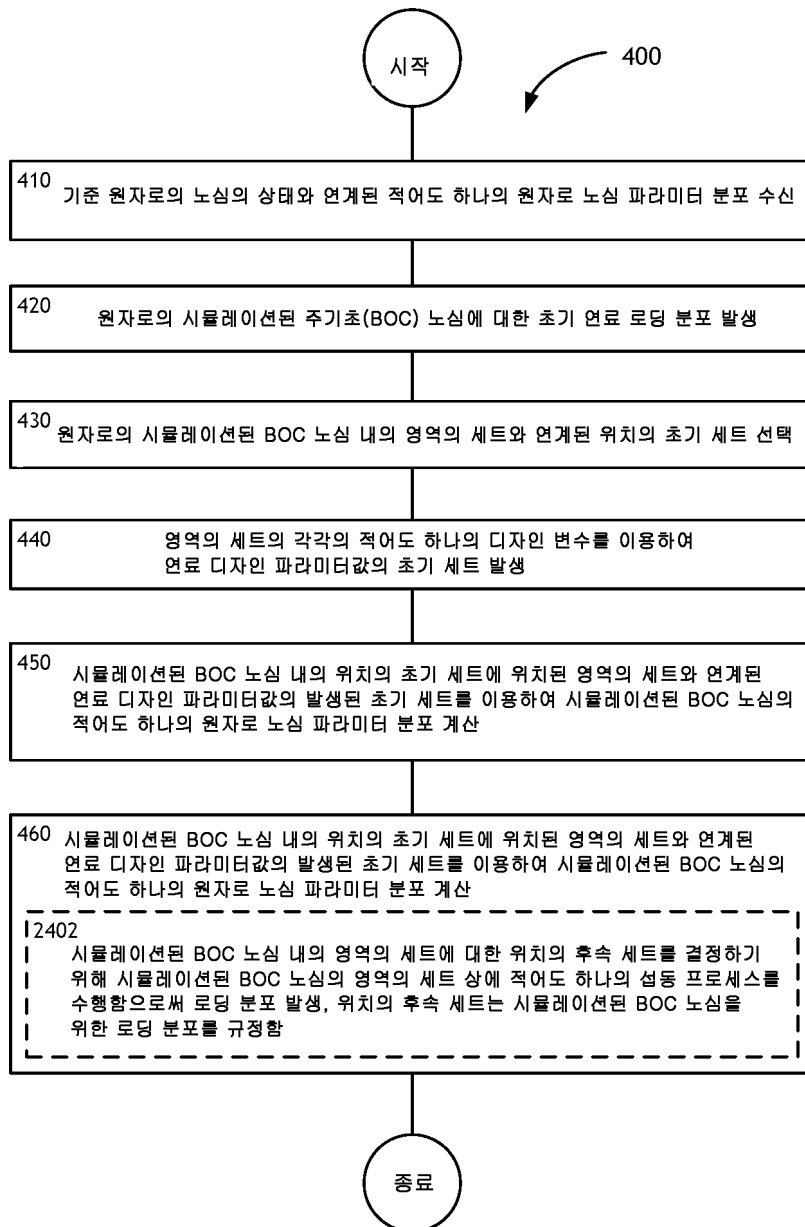
도면22



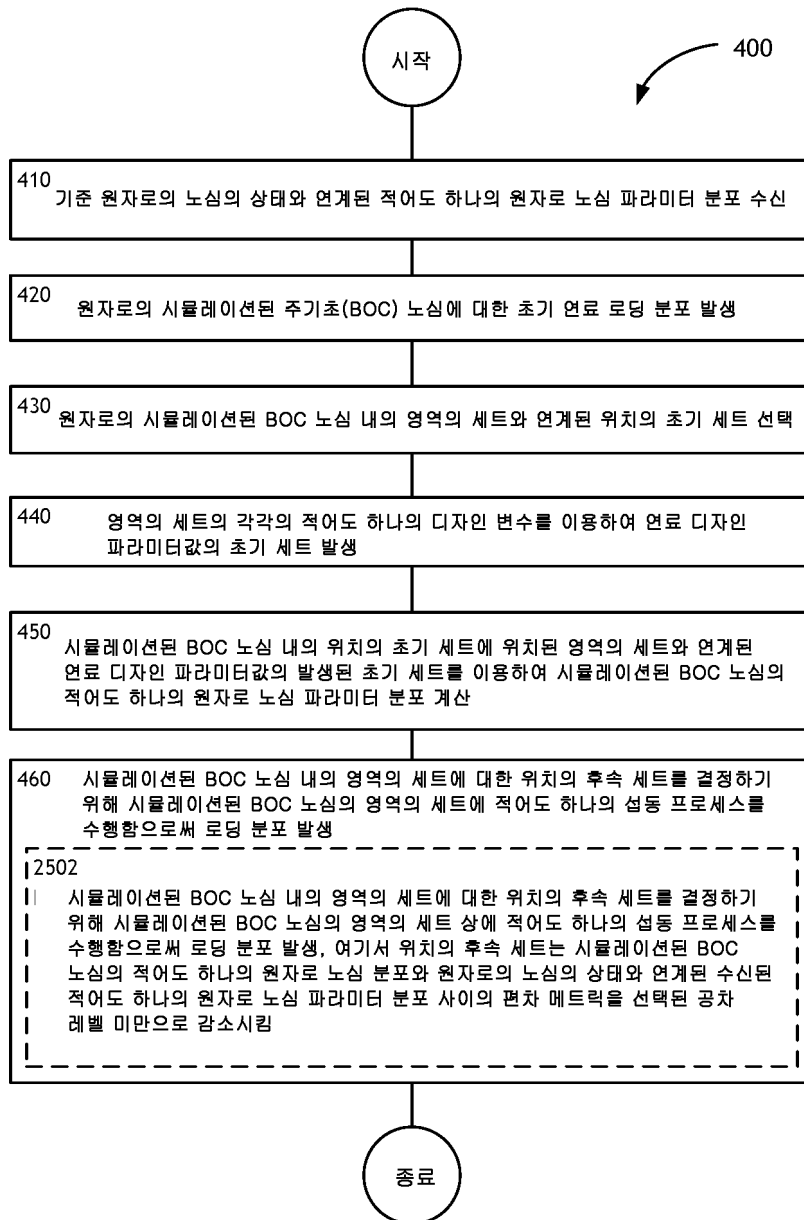
도면23



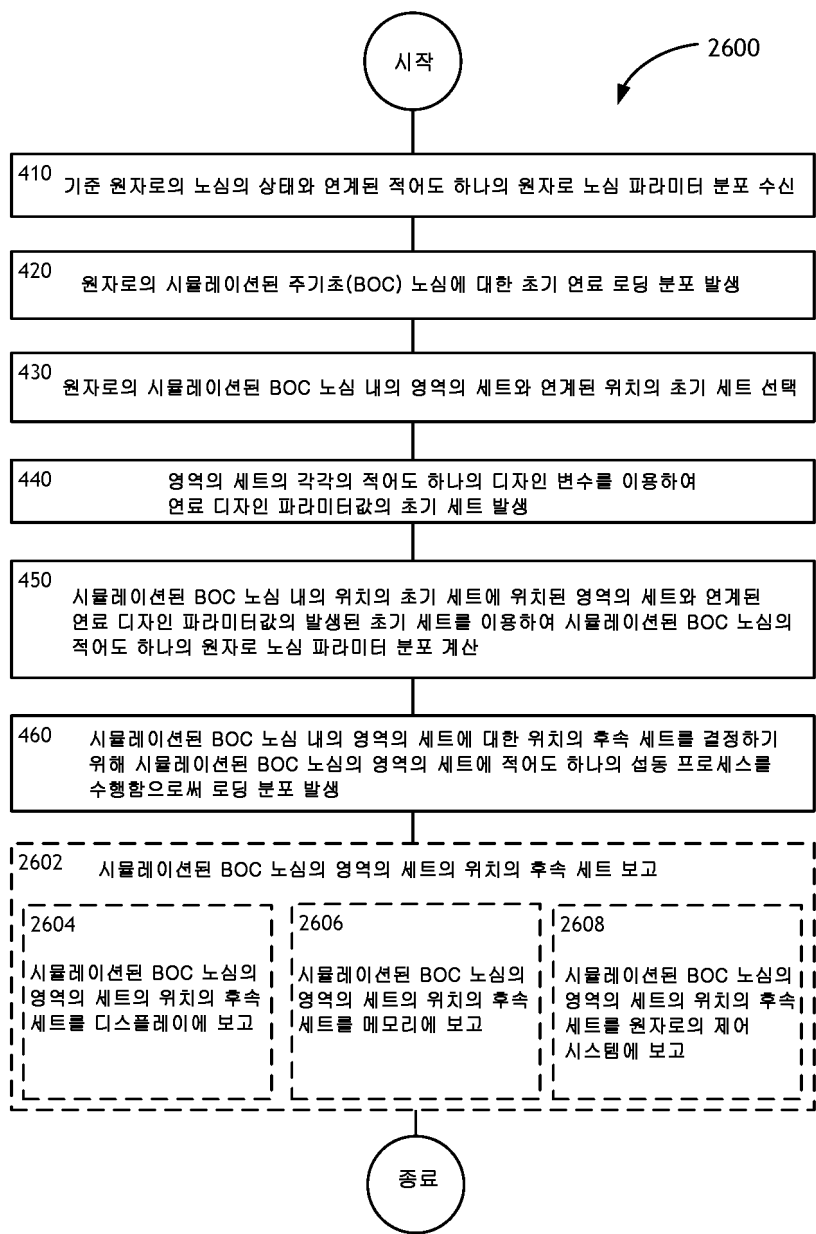
도면24



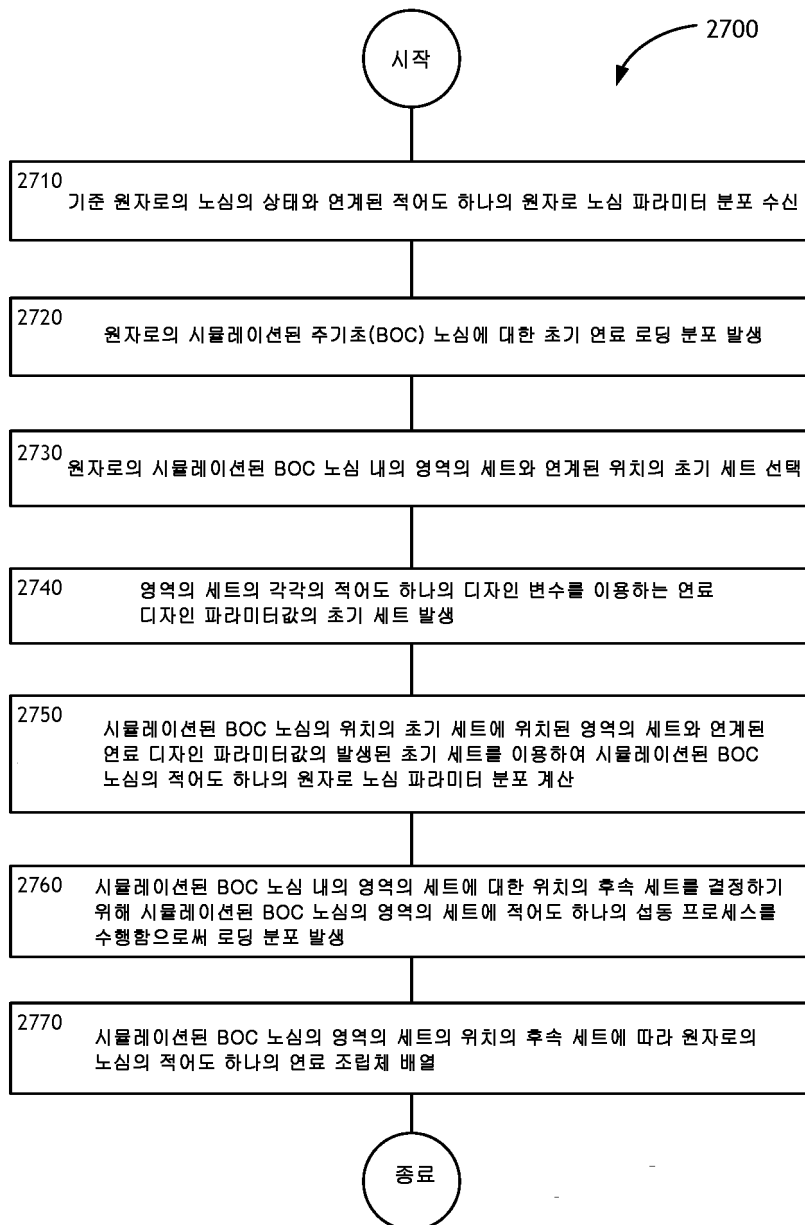
도면25



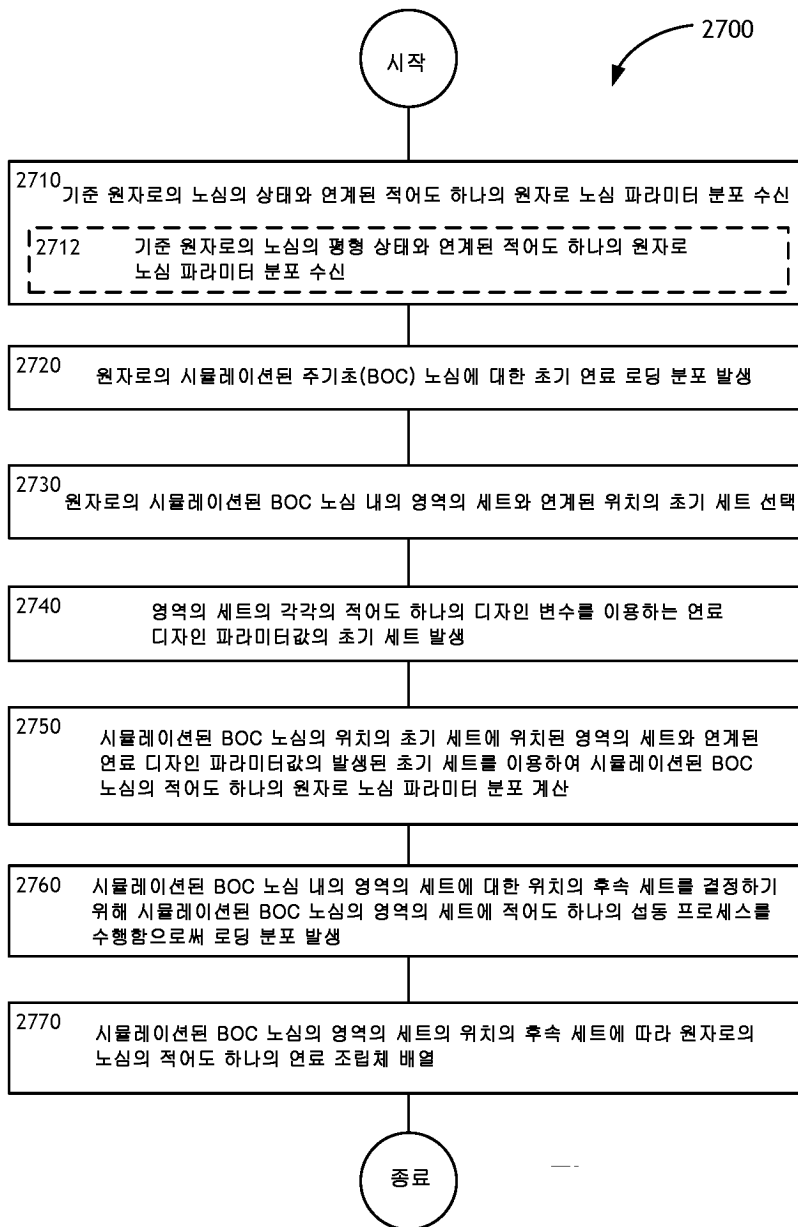
도면26



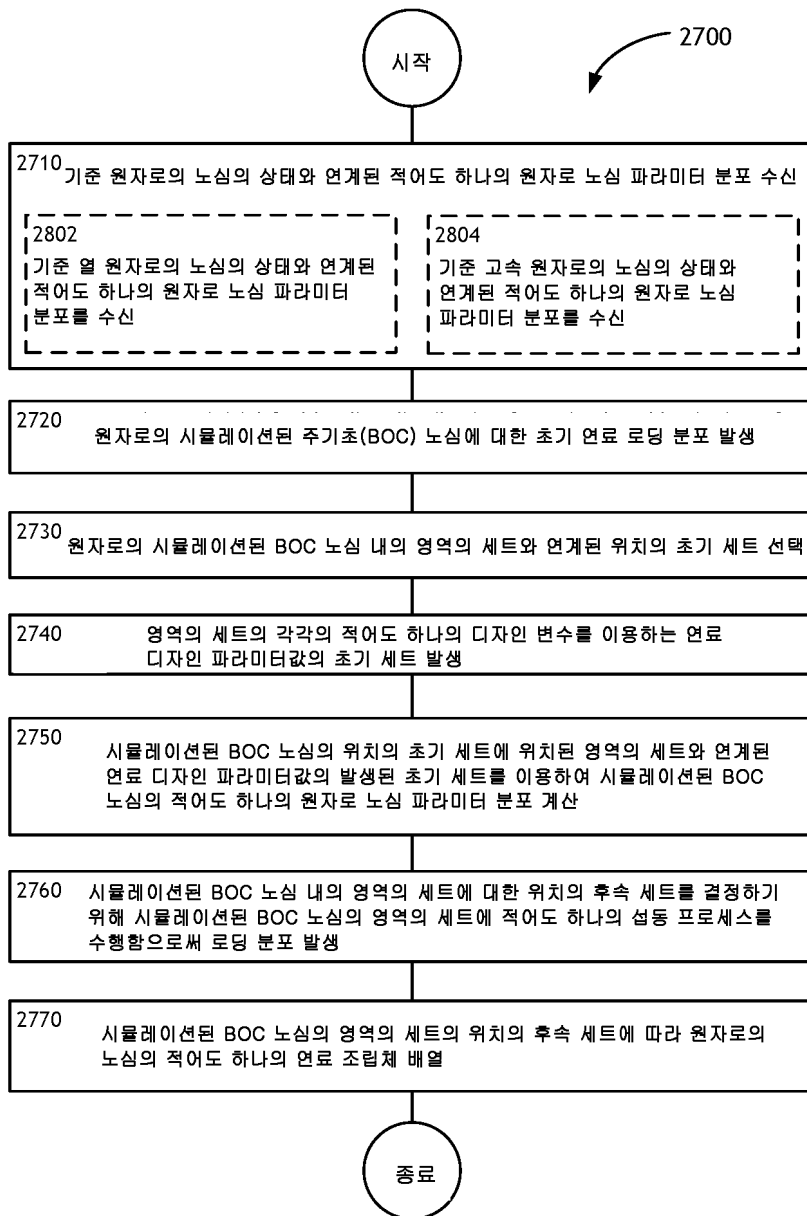
도면27a



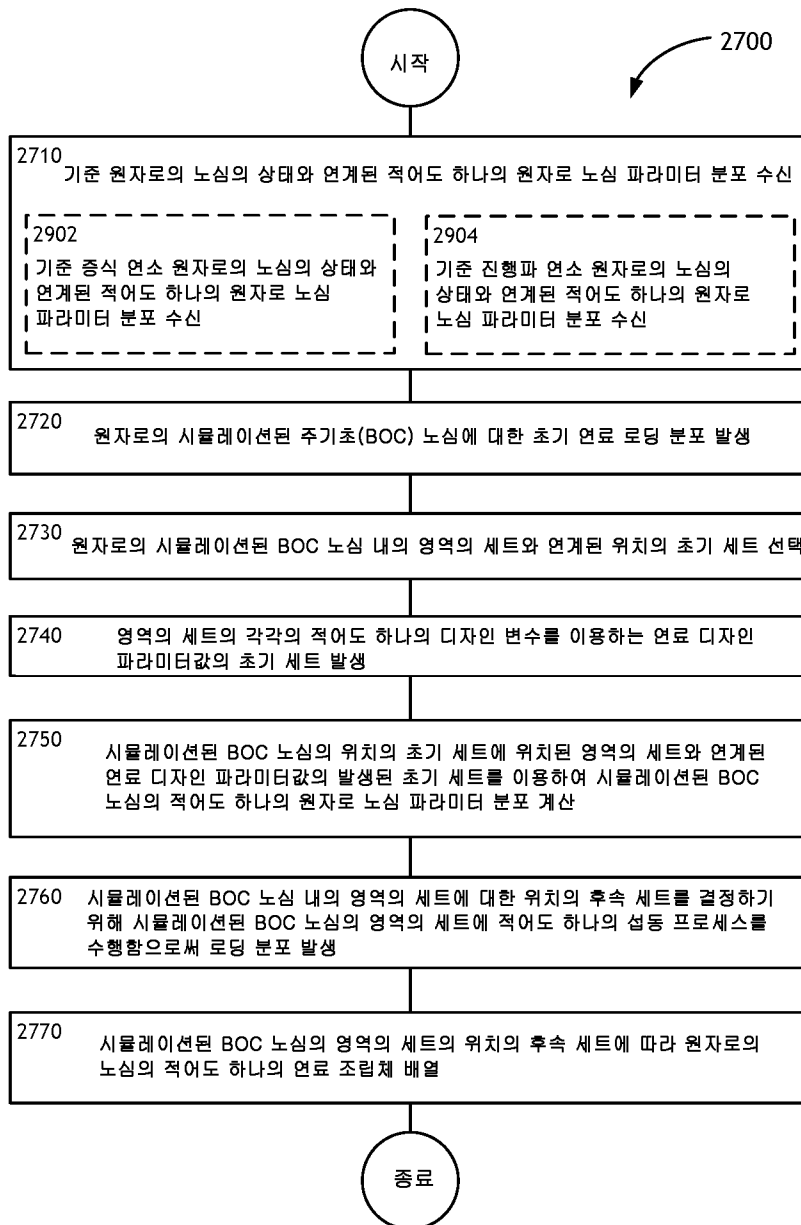
도면27b



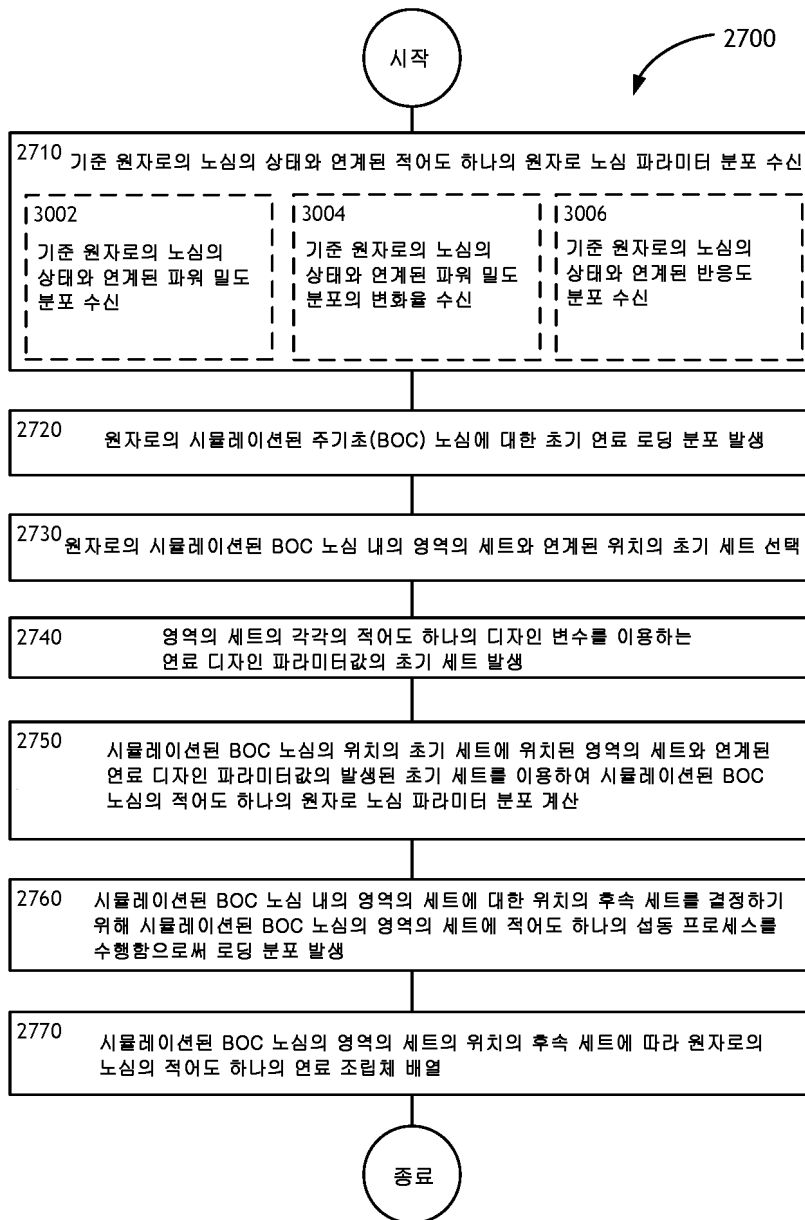
도면28



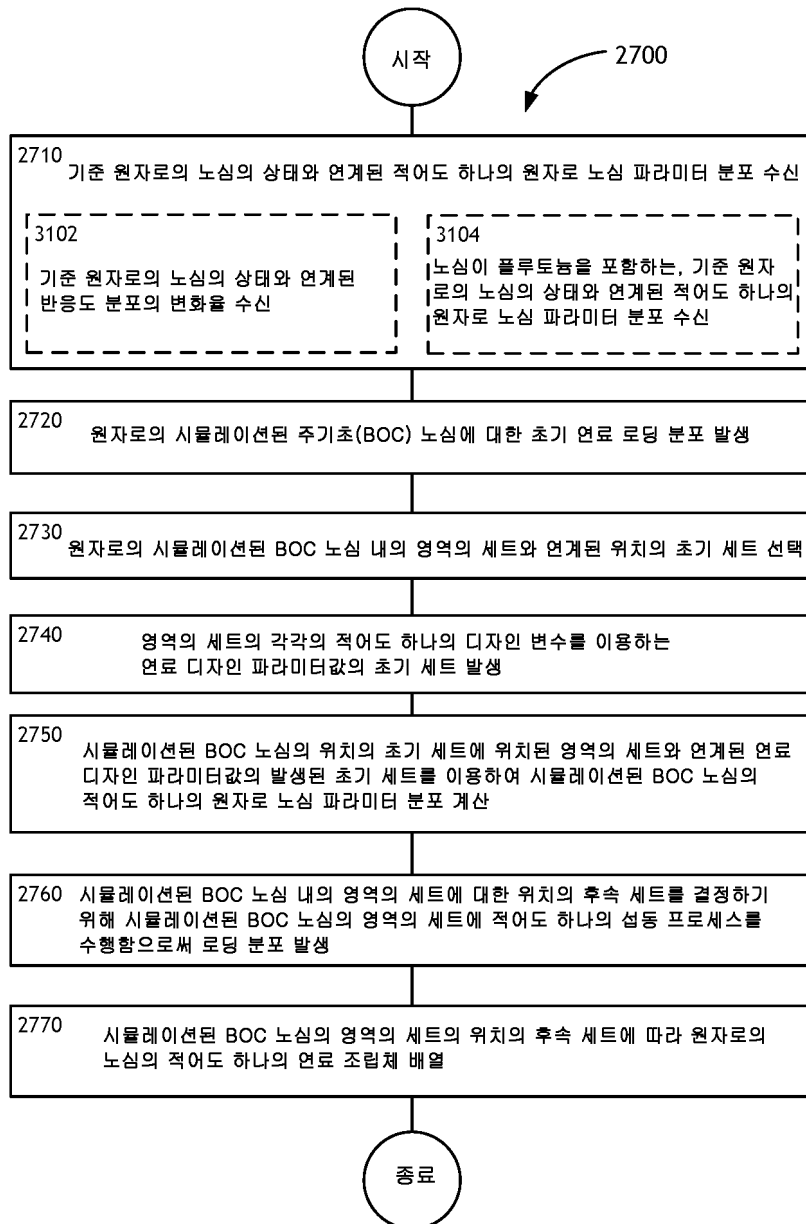
도면29



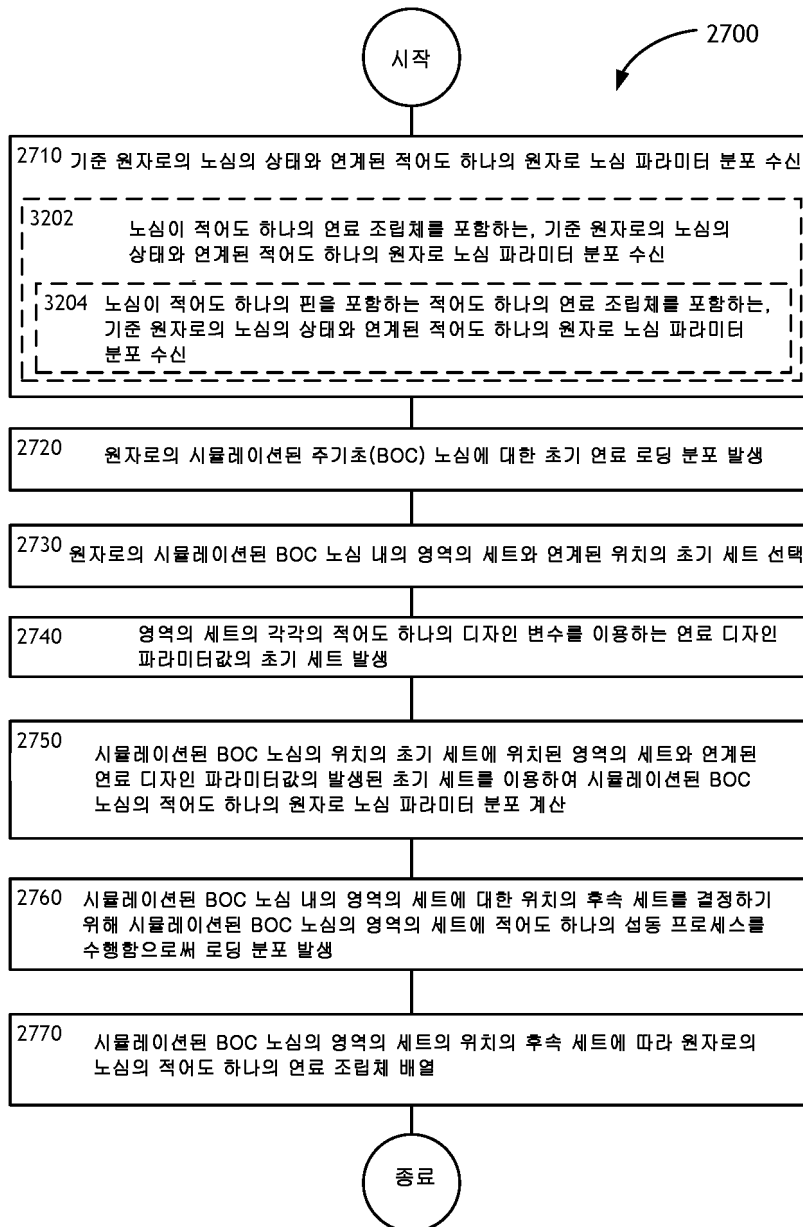
도면30



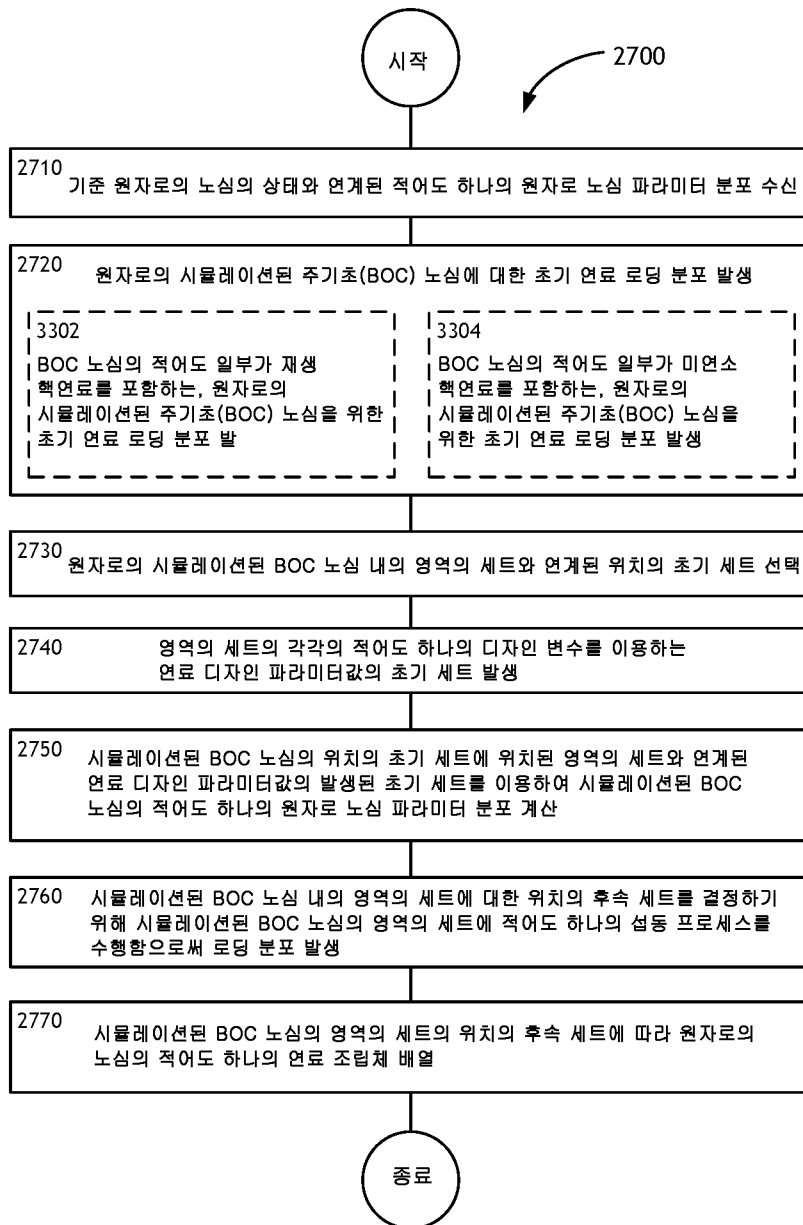
도면31



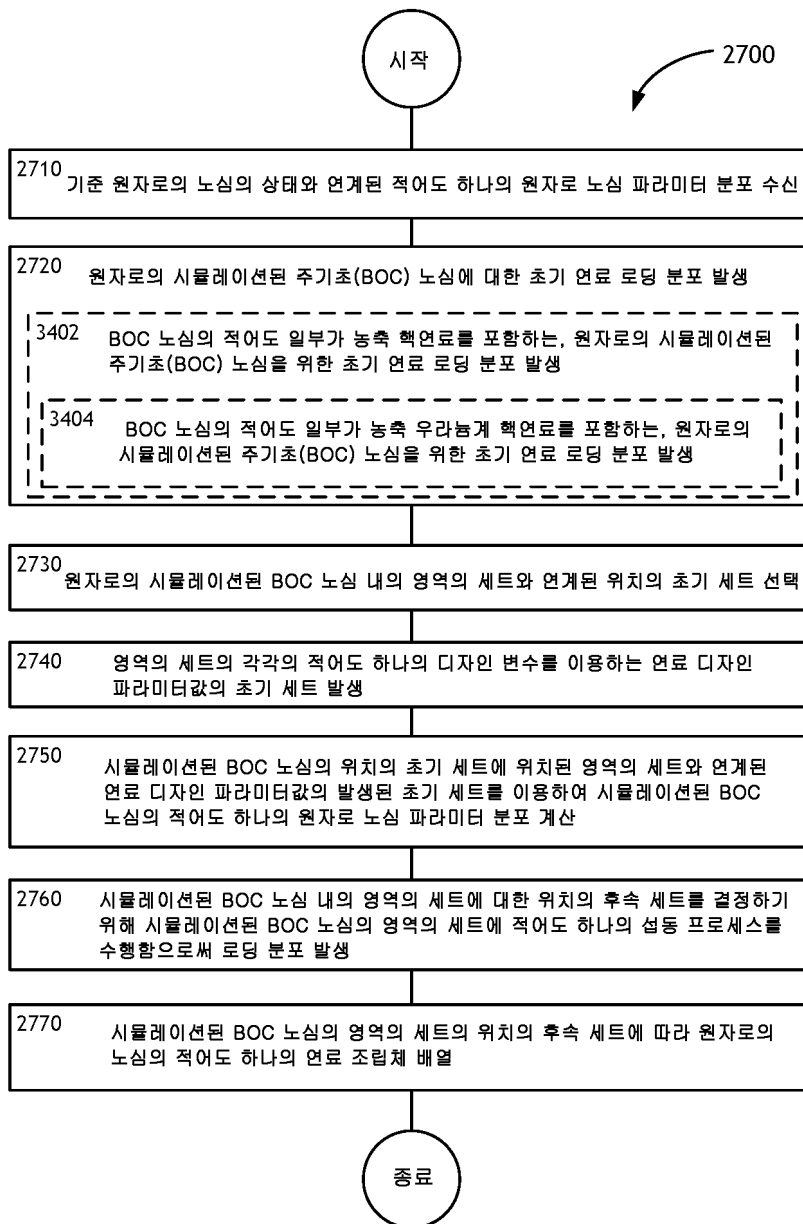
도면32



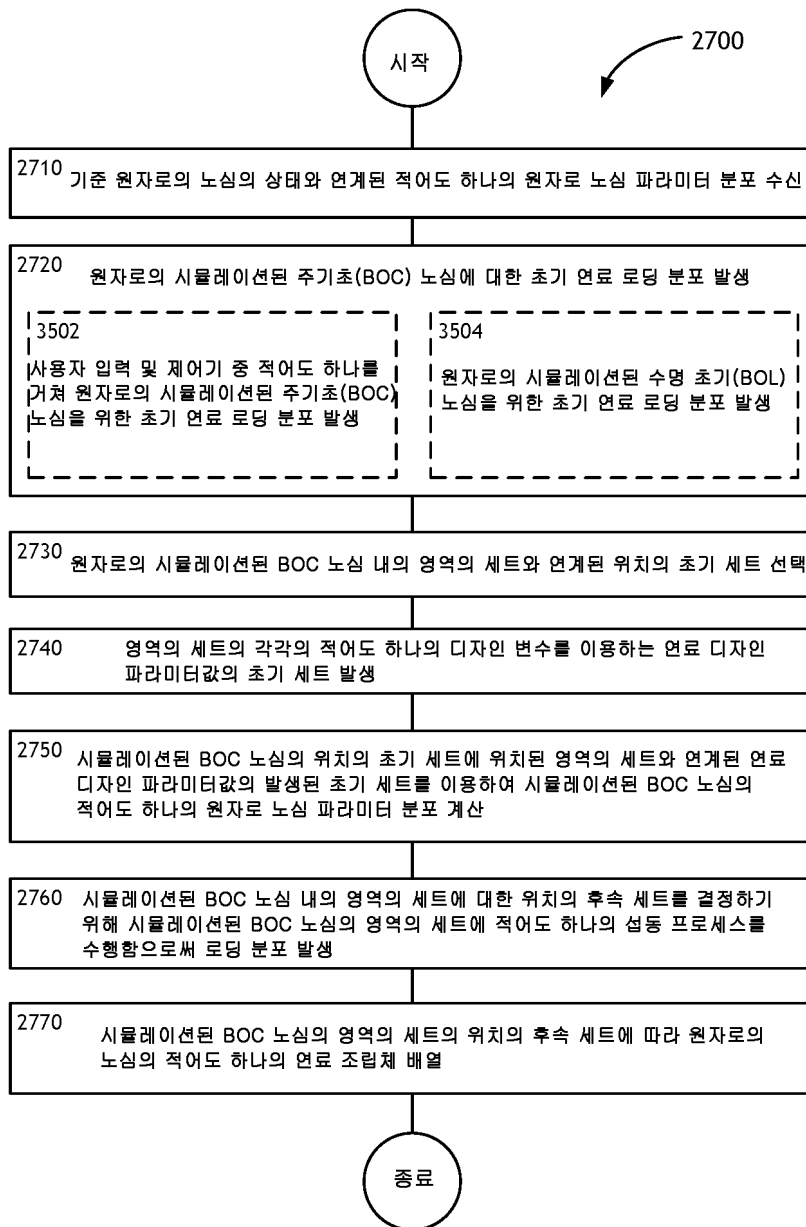
도면33



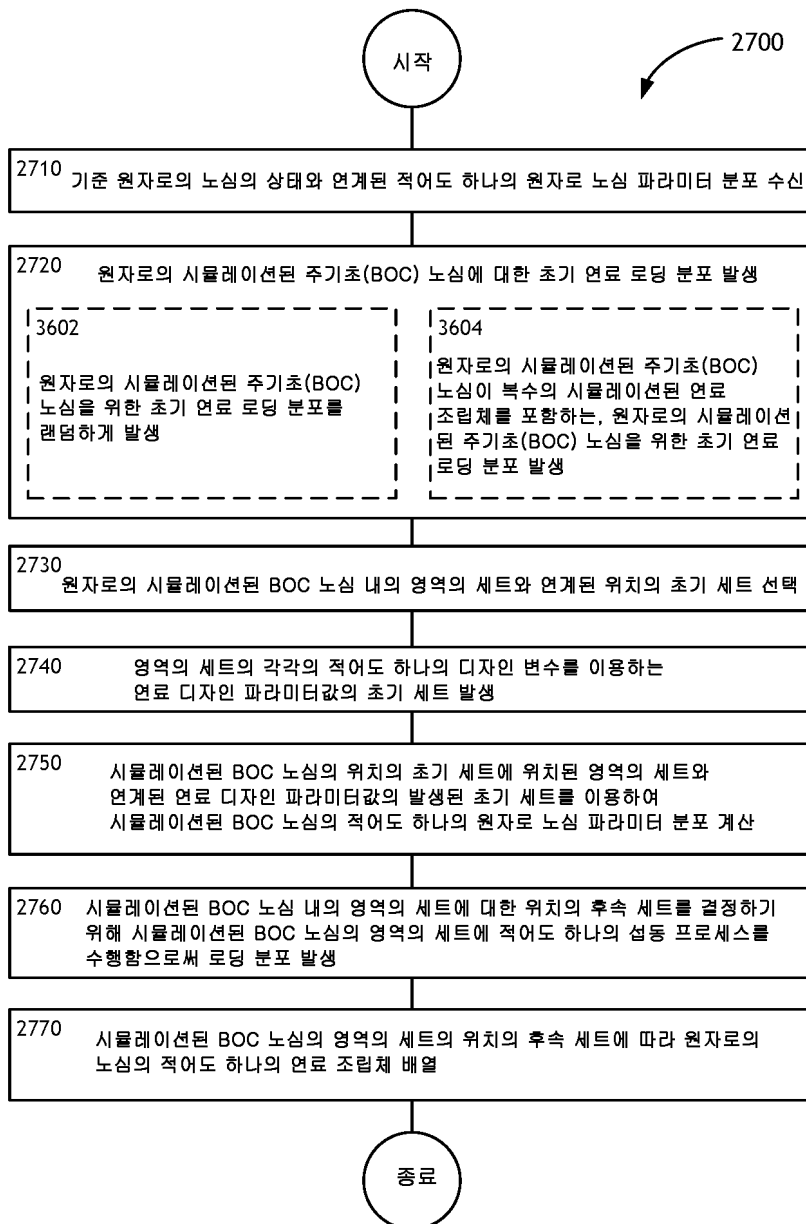
도면34



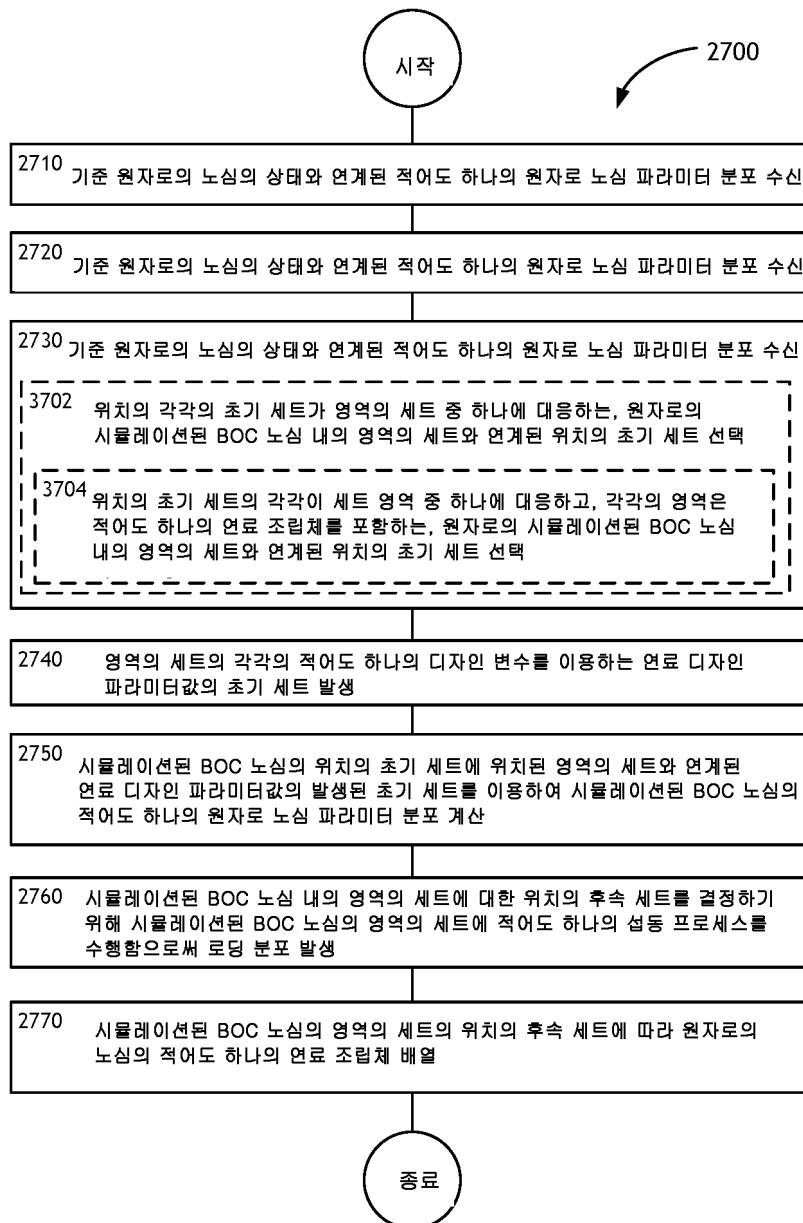
도면35



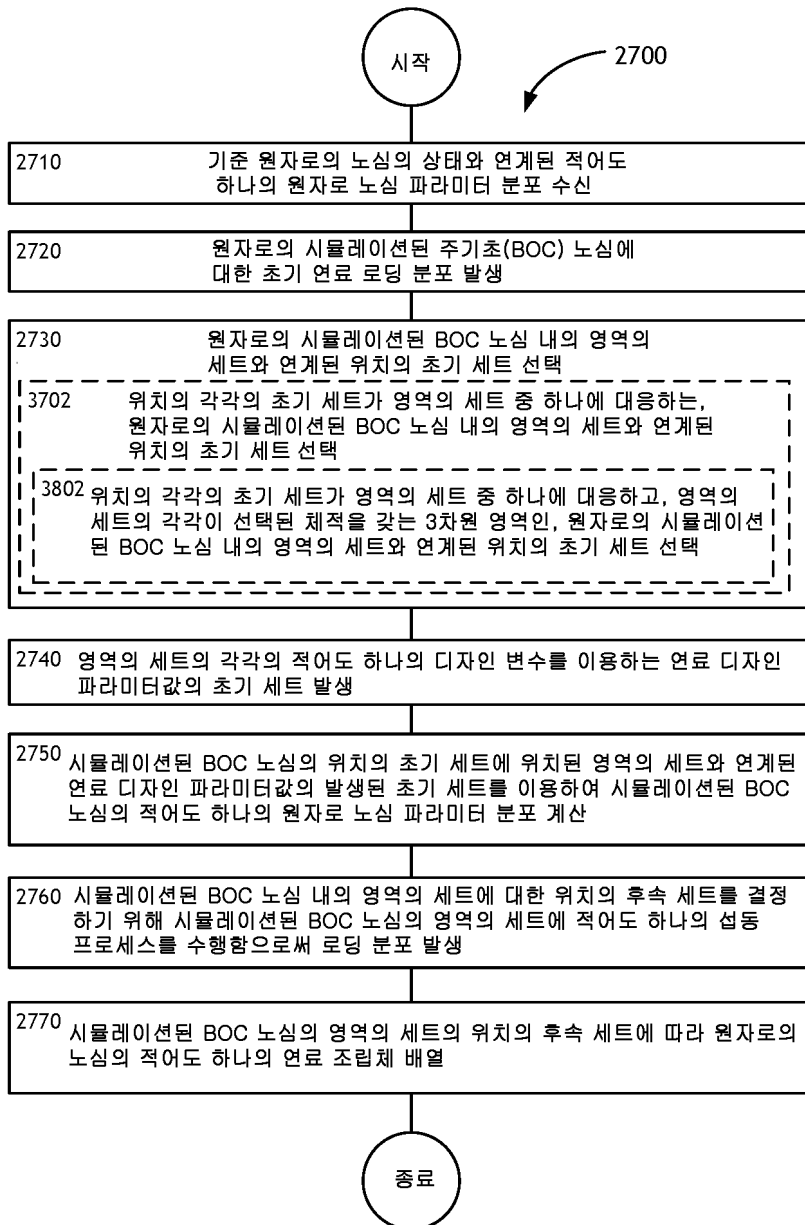
도면36



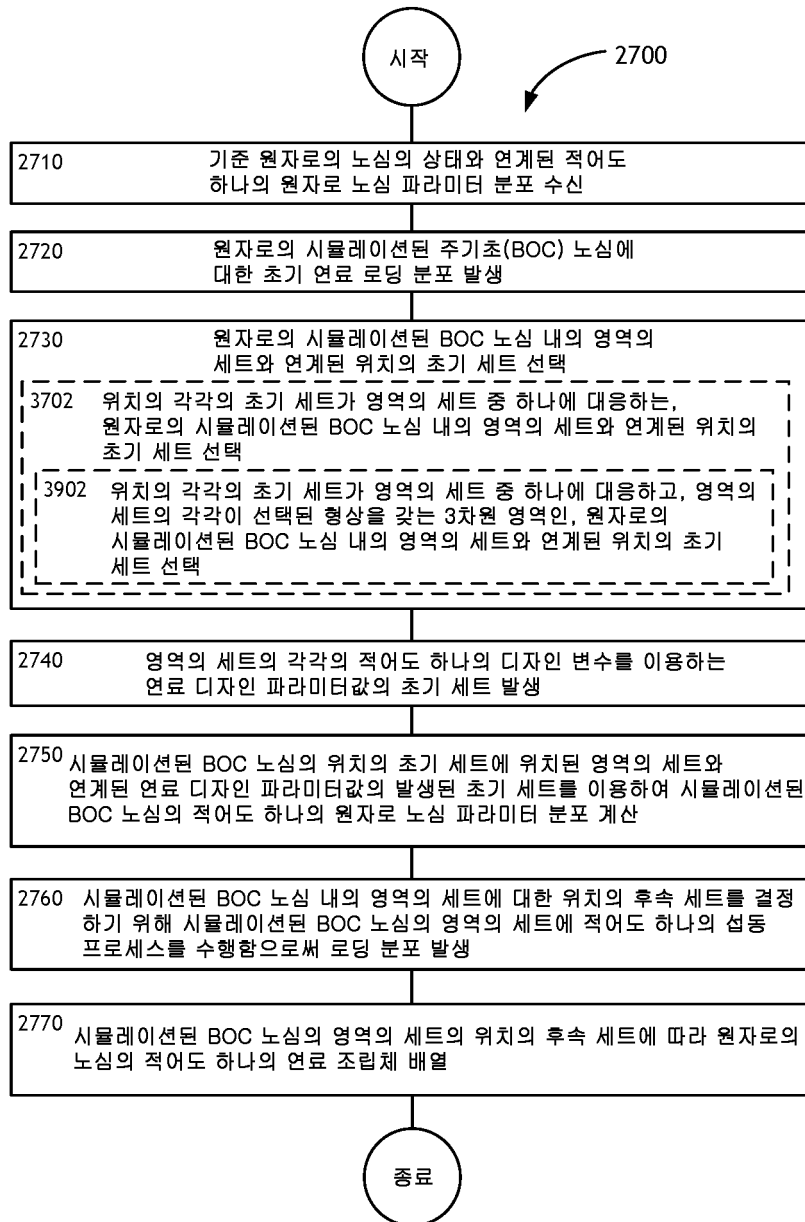
도면37



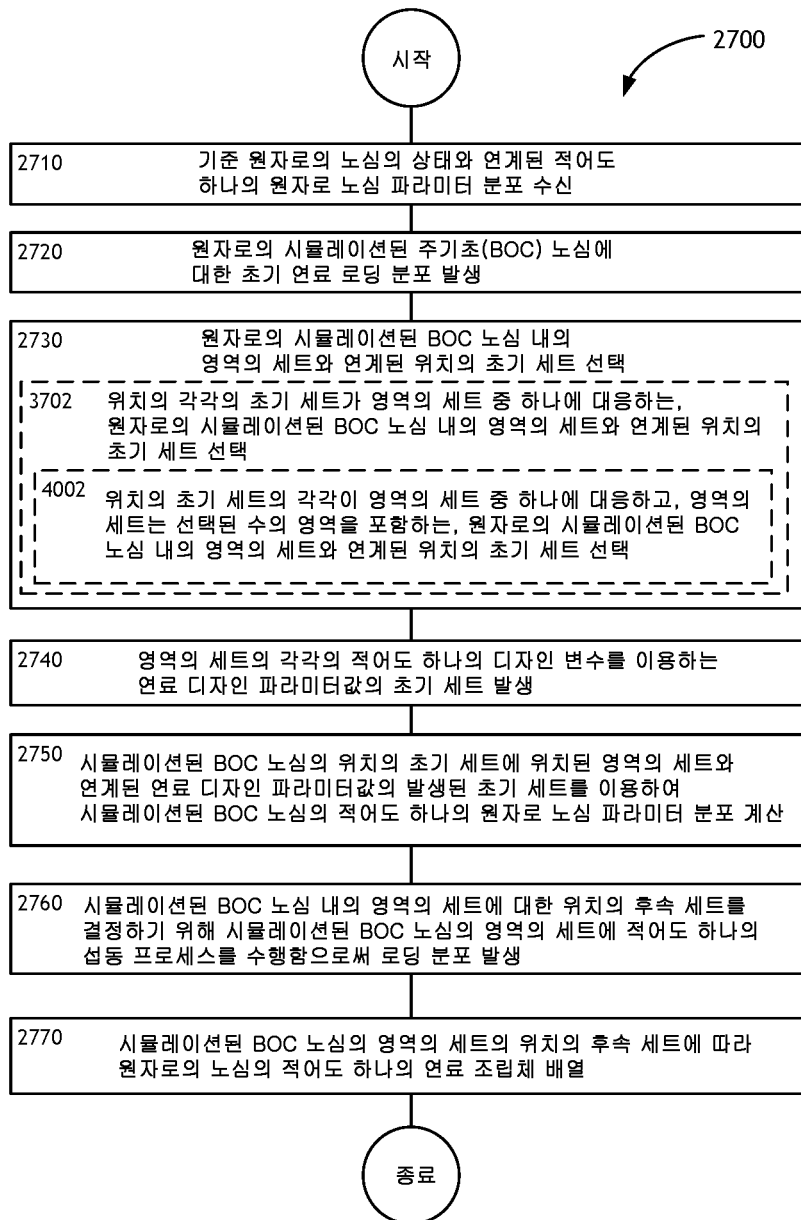
도면38



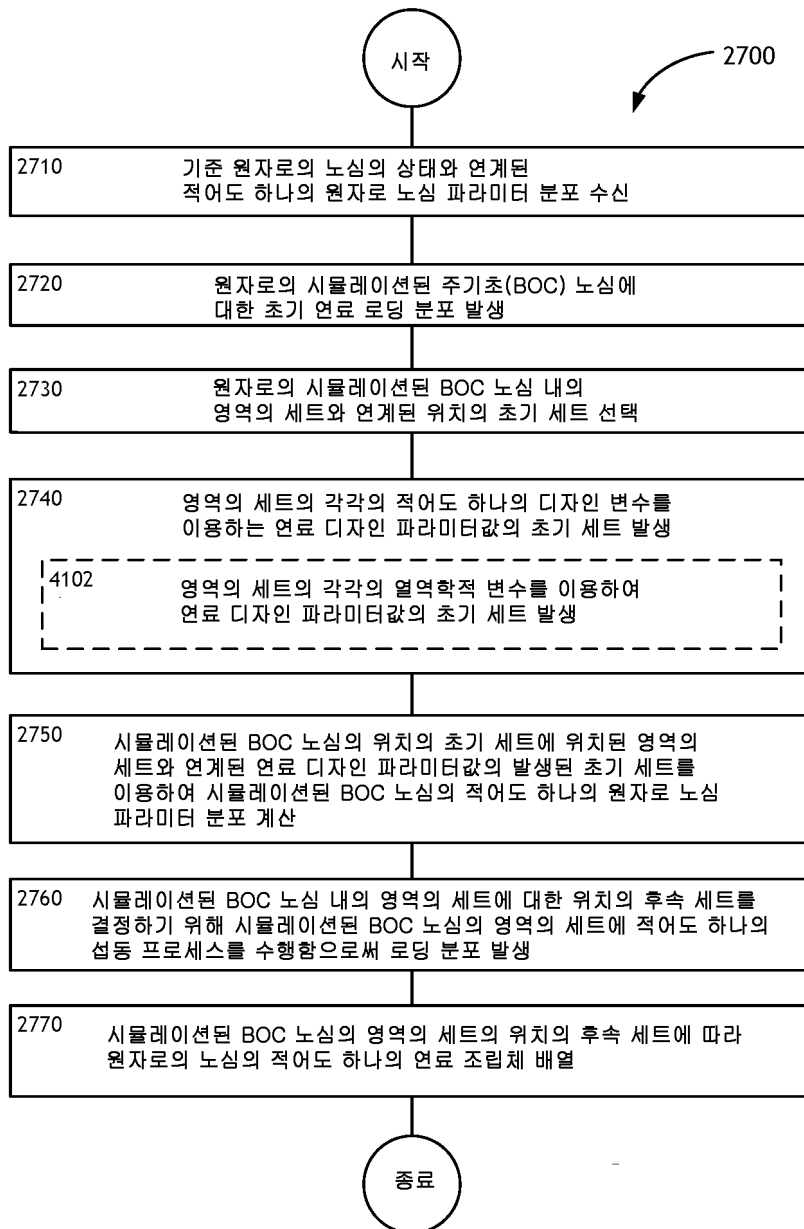
도면39



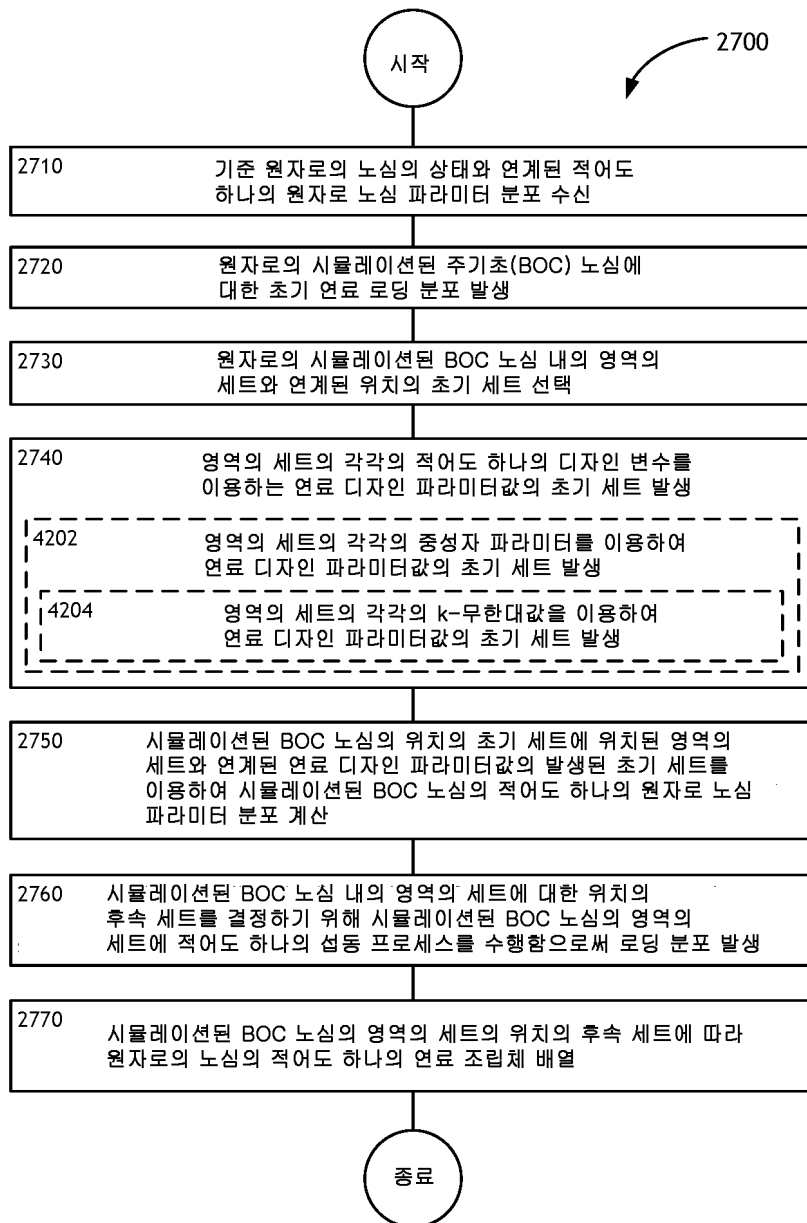
도면40



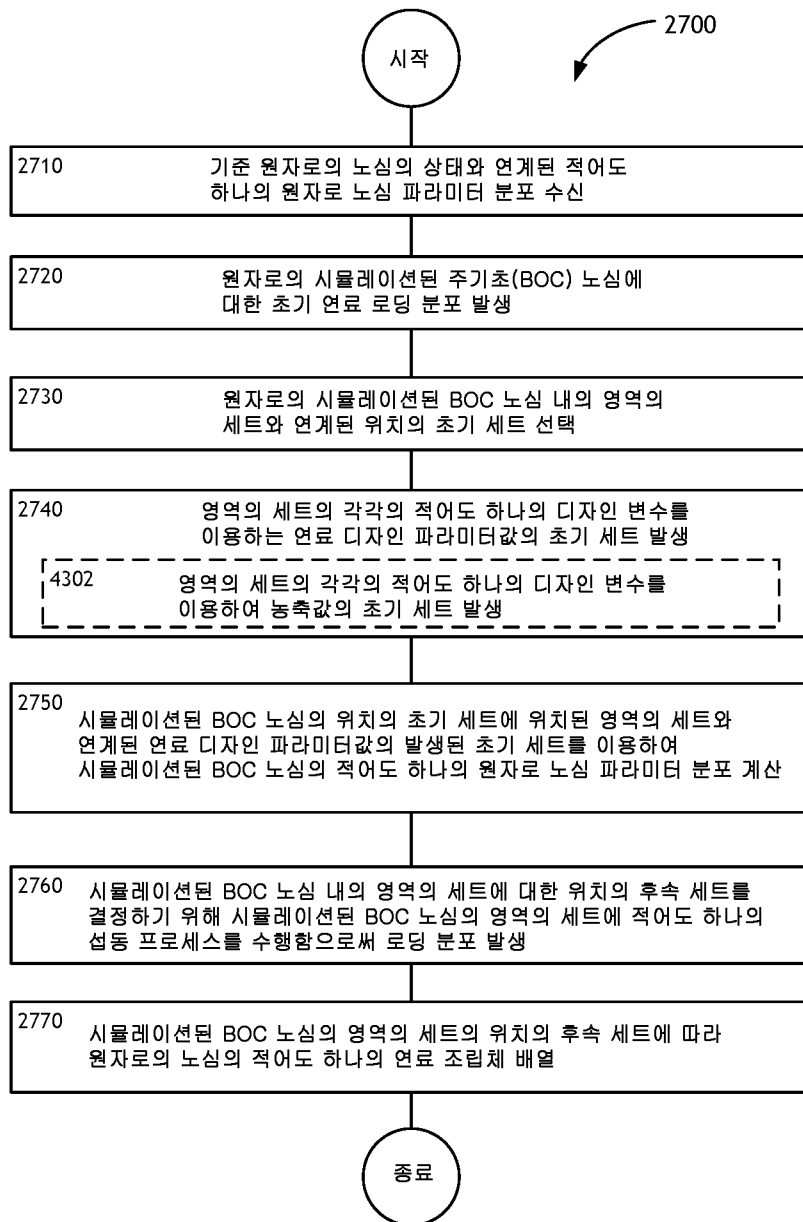
도면41



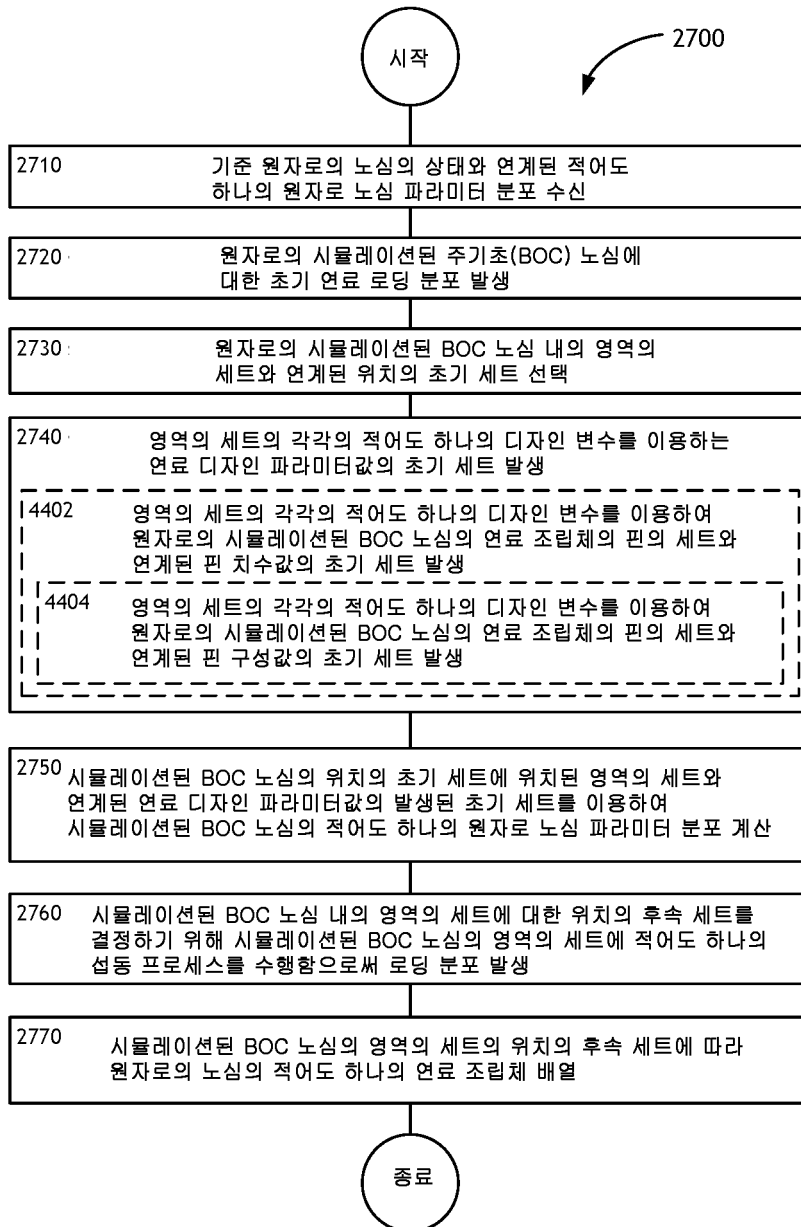
도면42



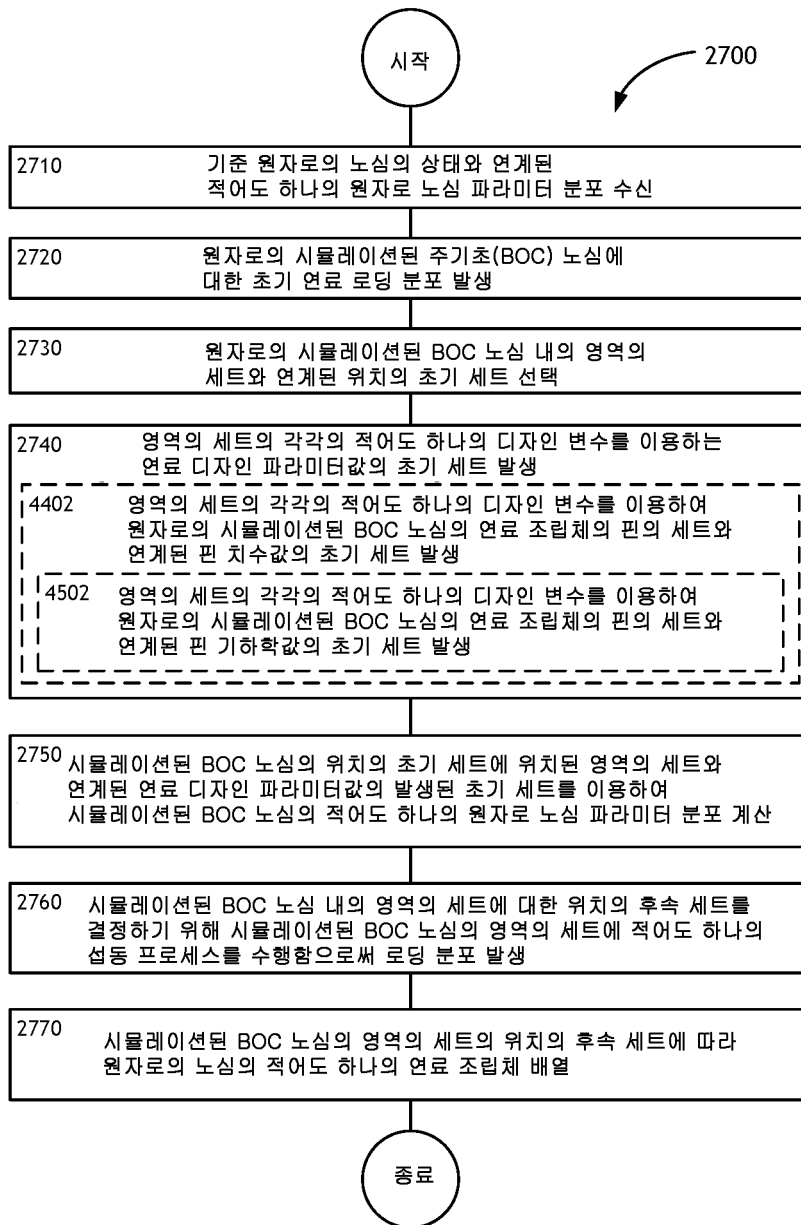
도면43



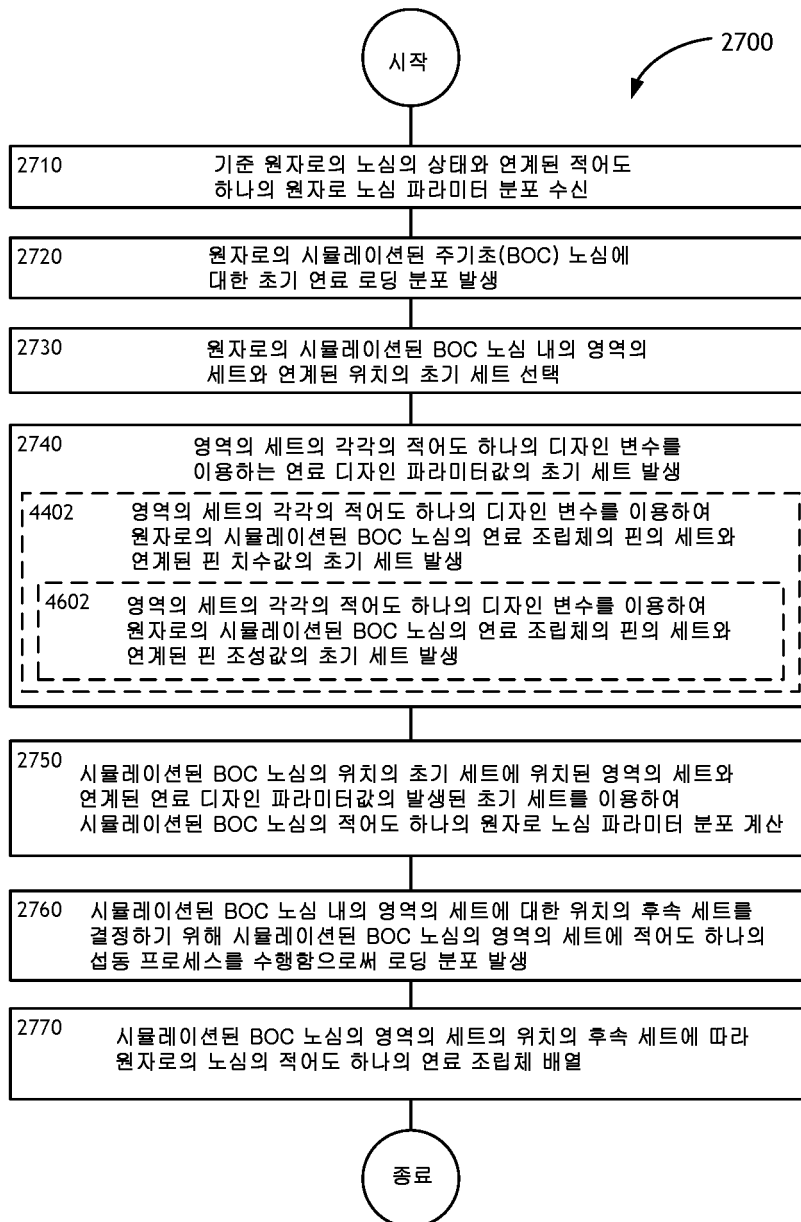
도면44



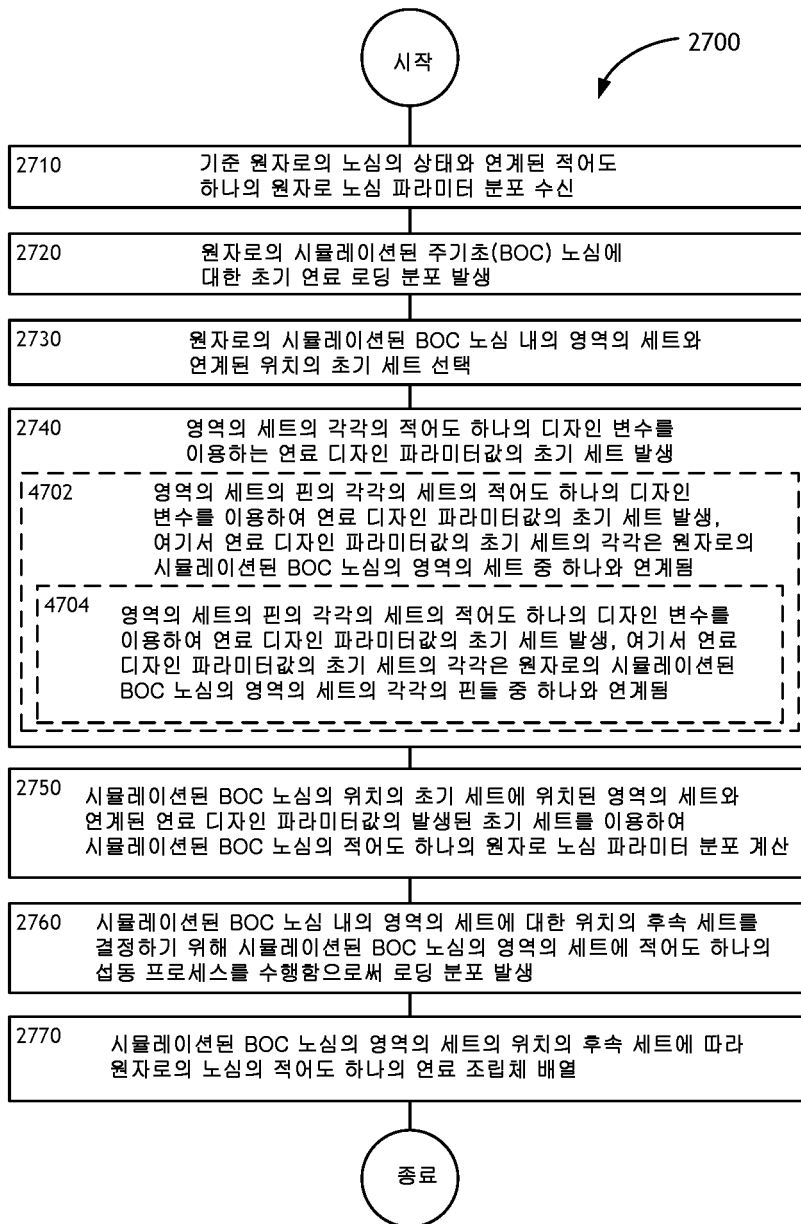
도면45



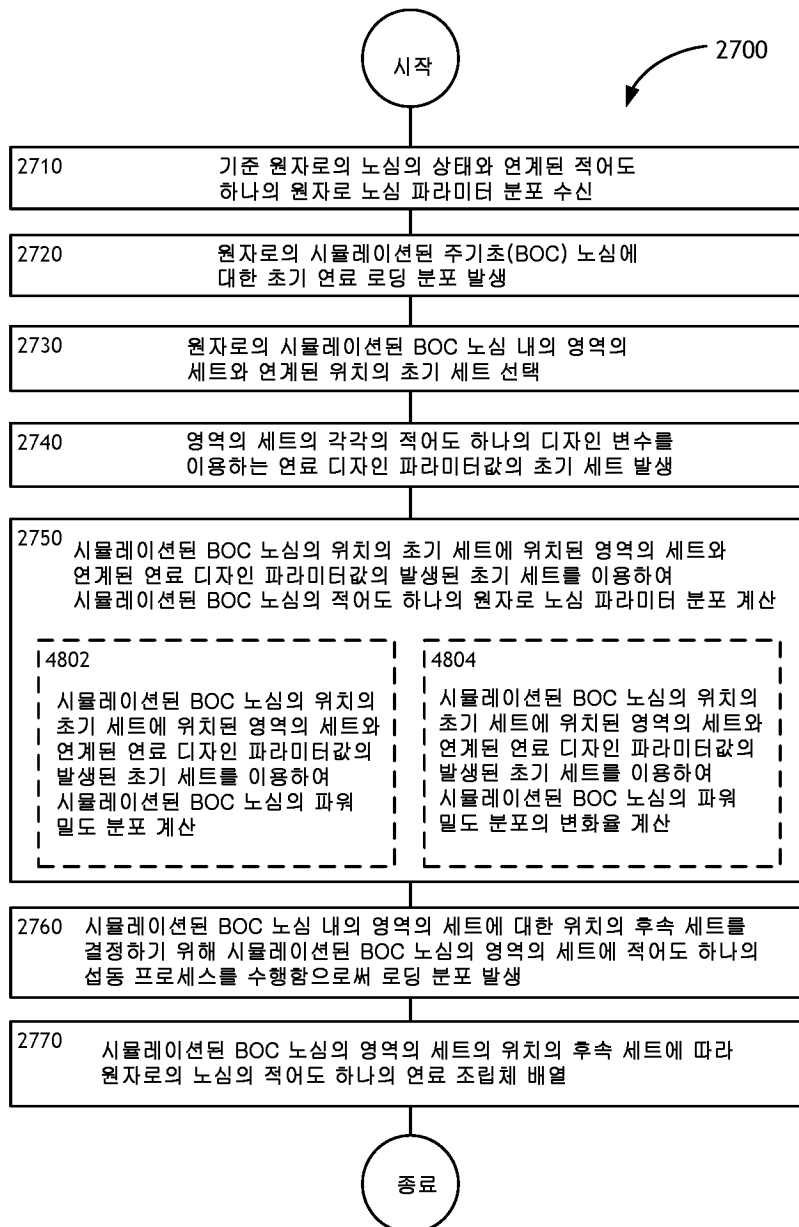
도면46



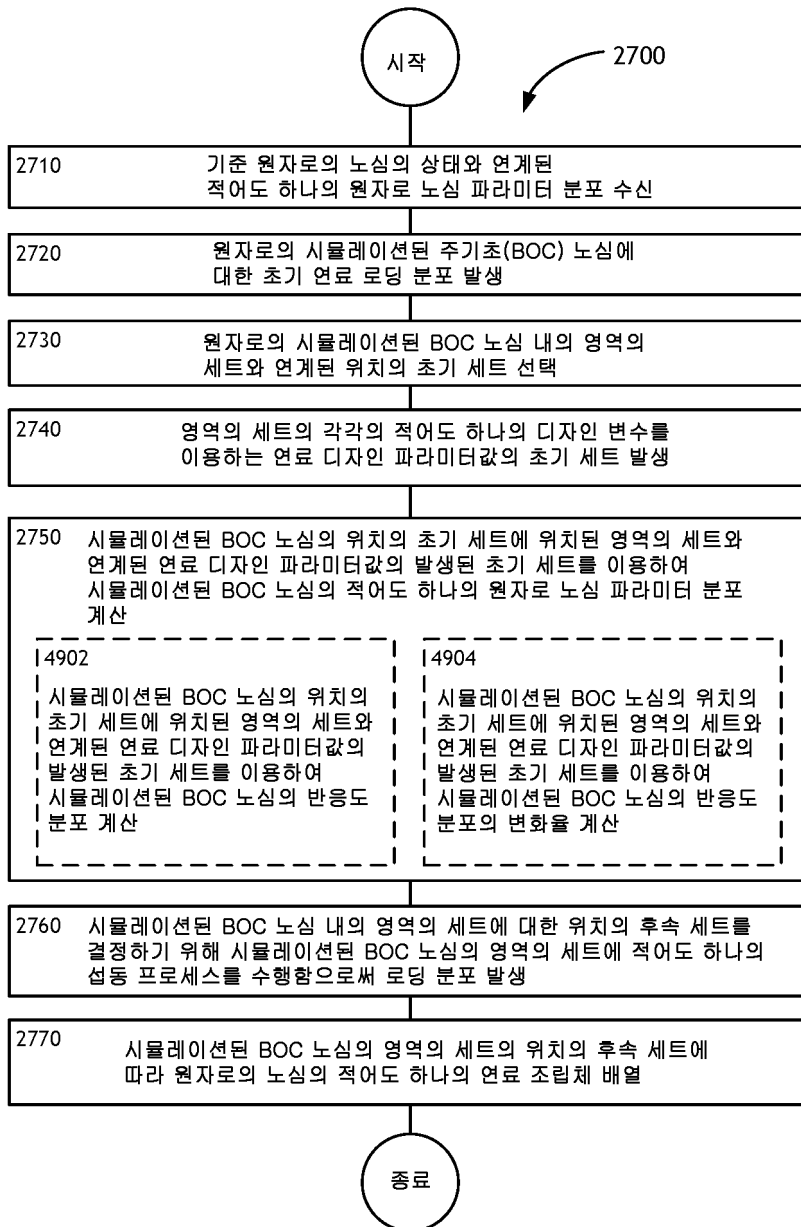
도면47



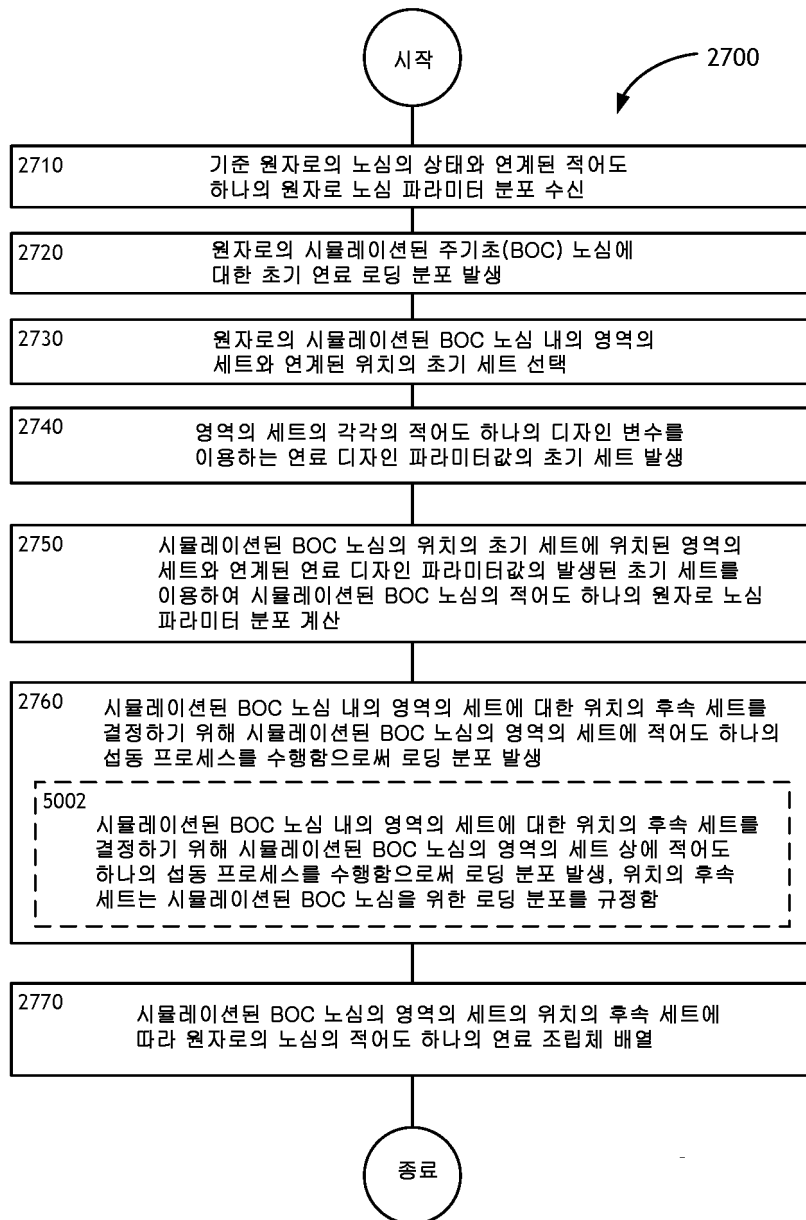
도면48



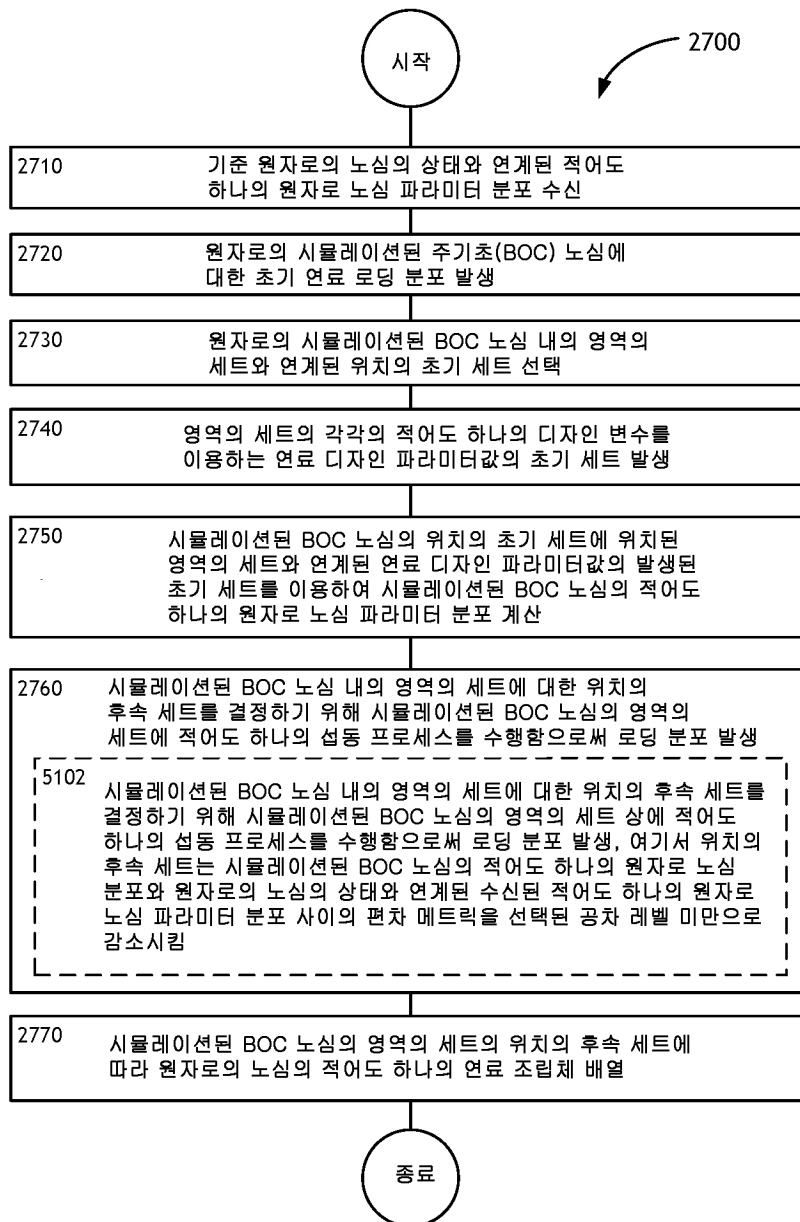
도면49



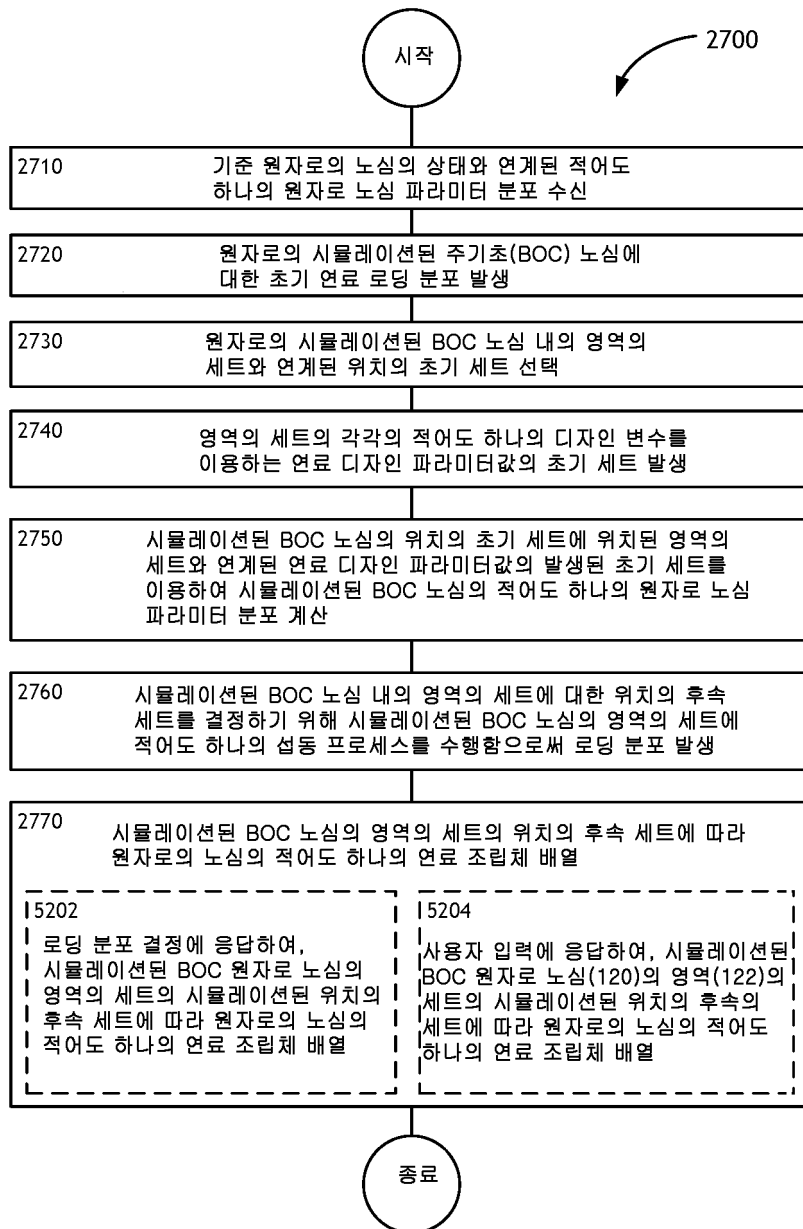
도면50



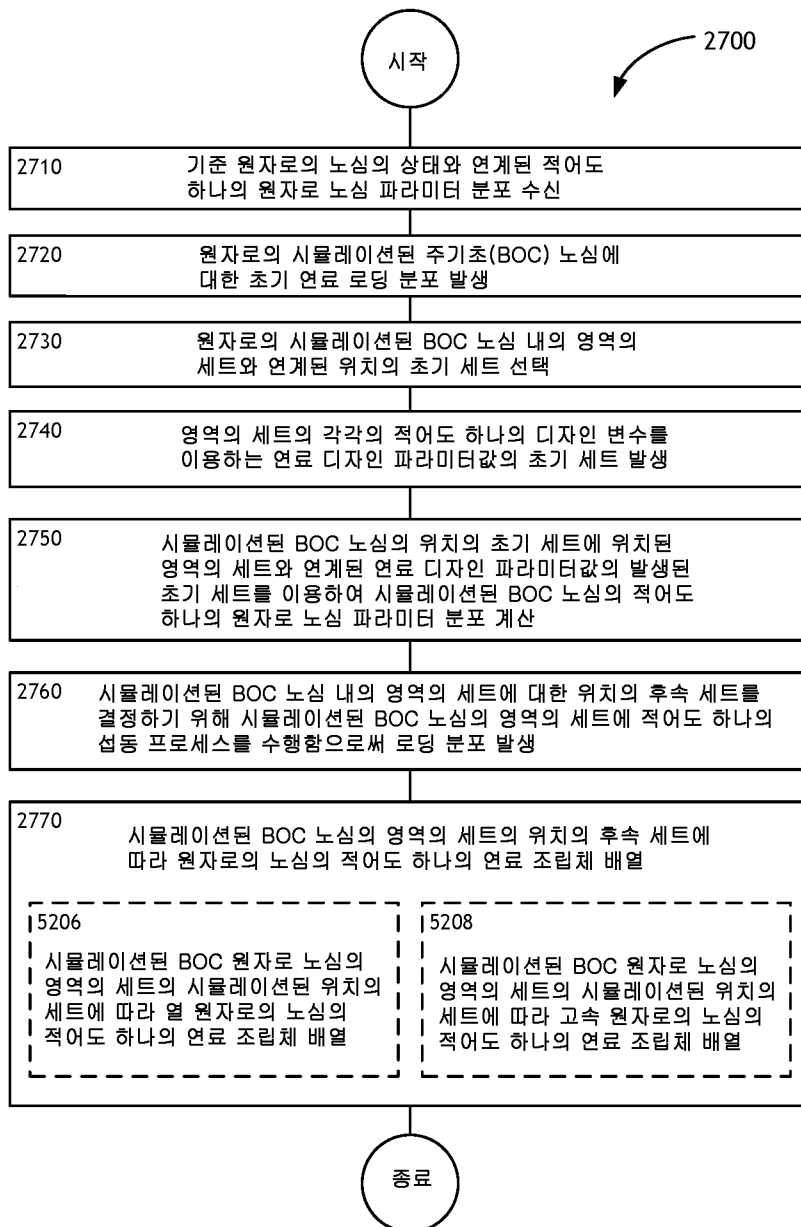
도면51



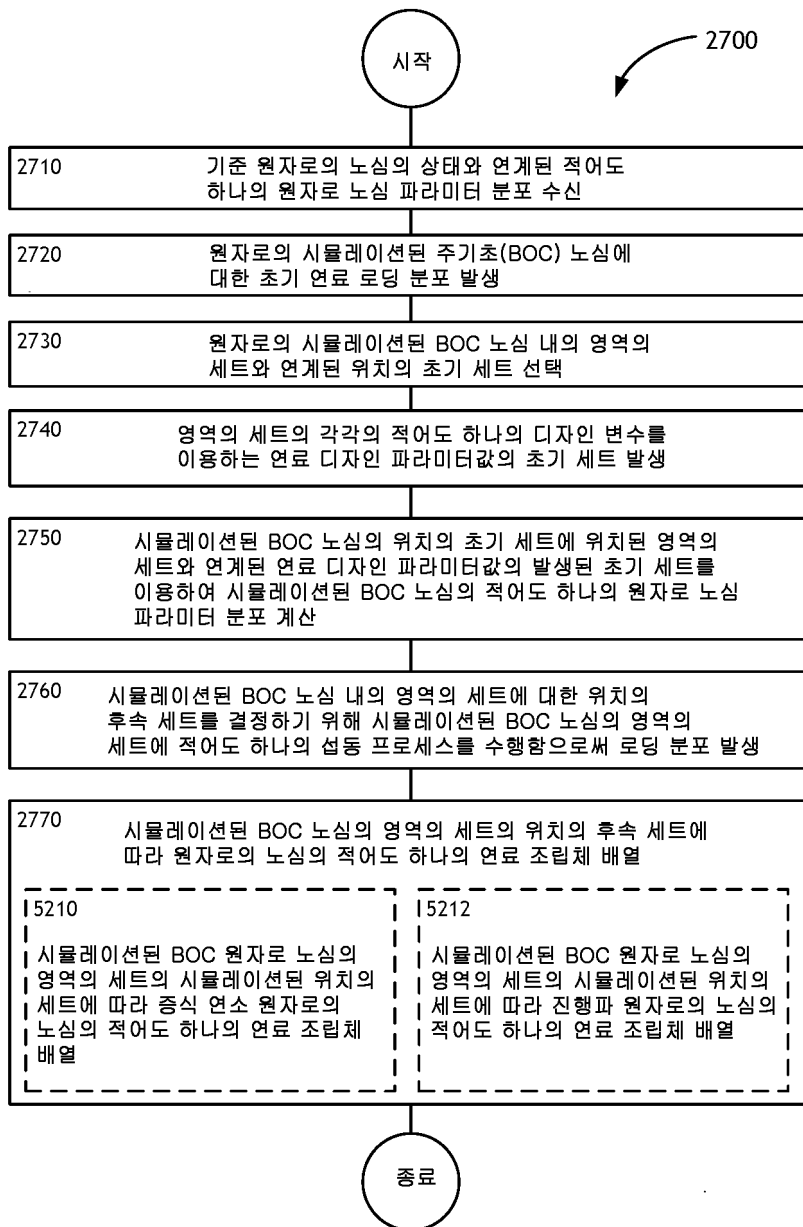
도면52a



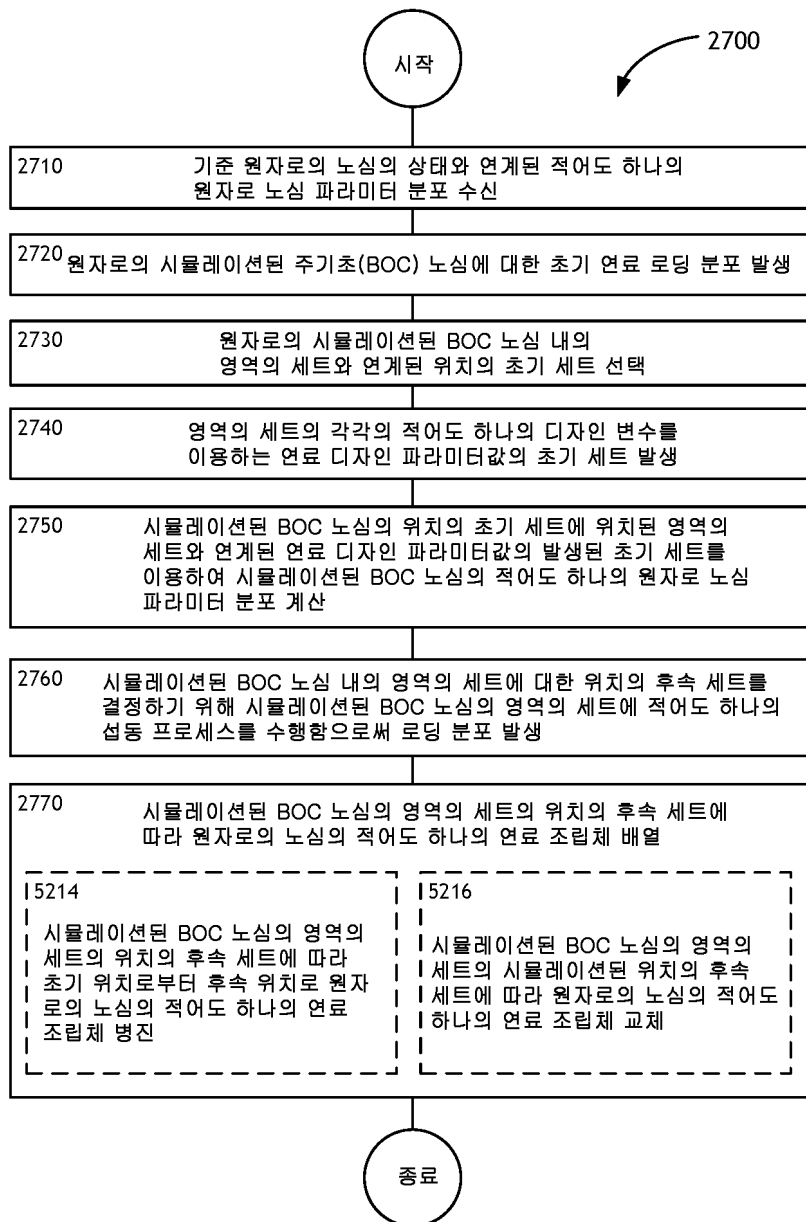
도면52b



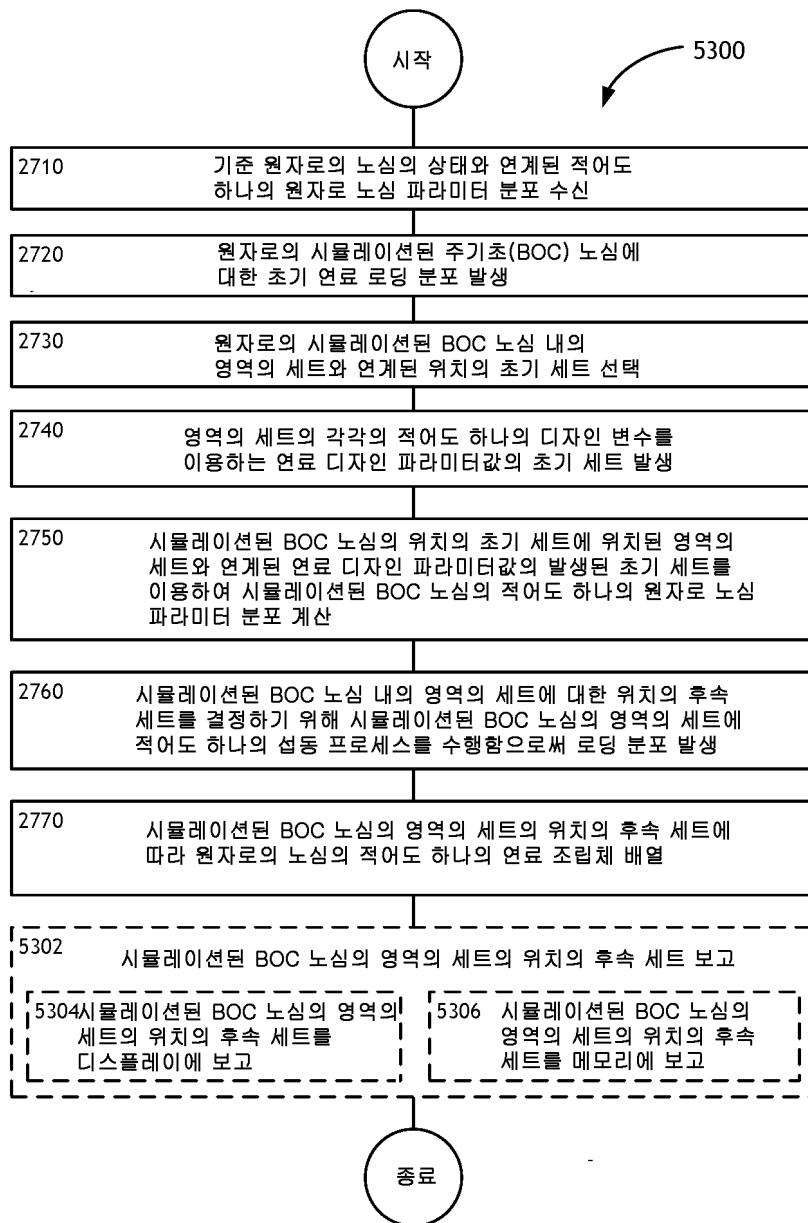
도면52c



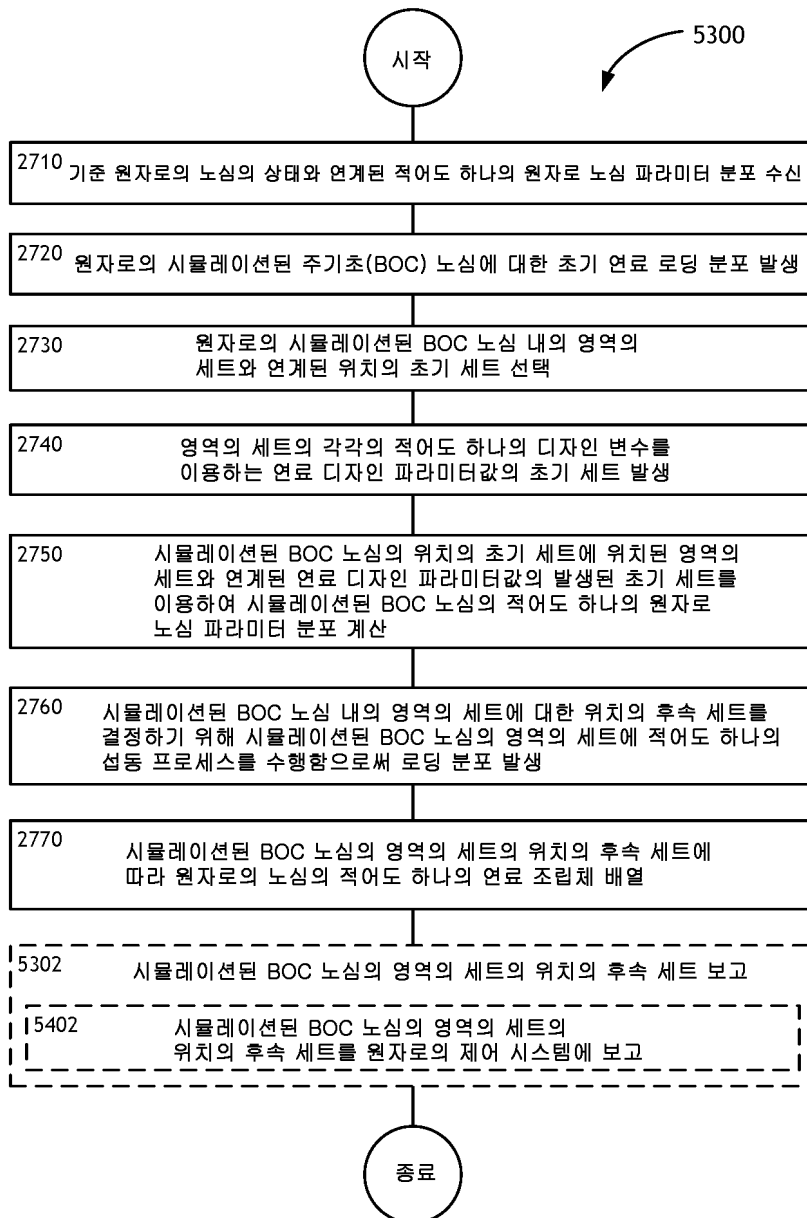
도면52d



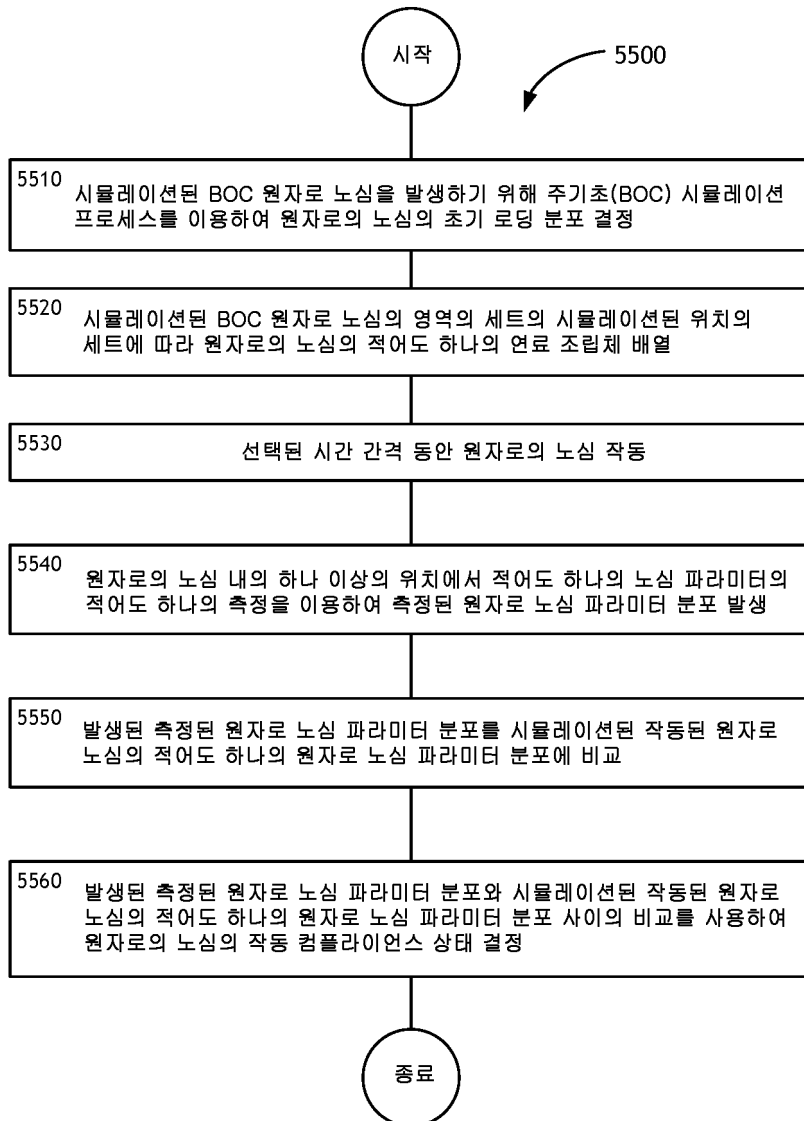
도면53



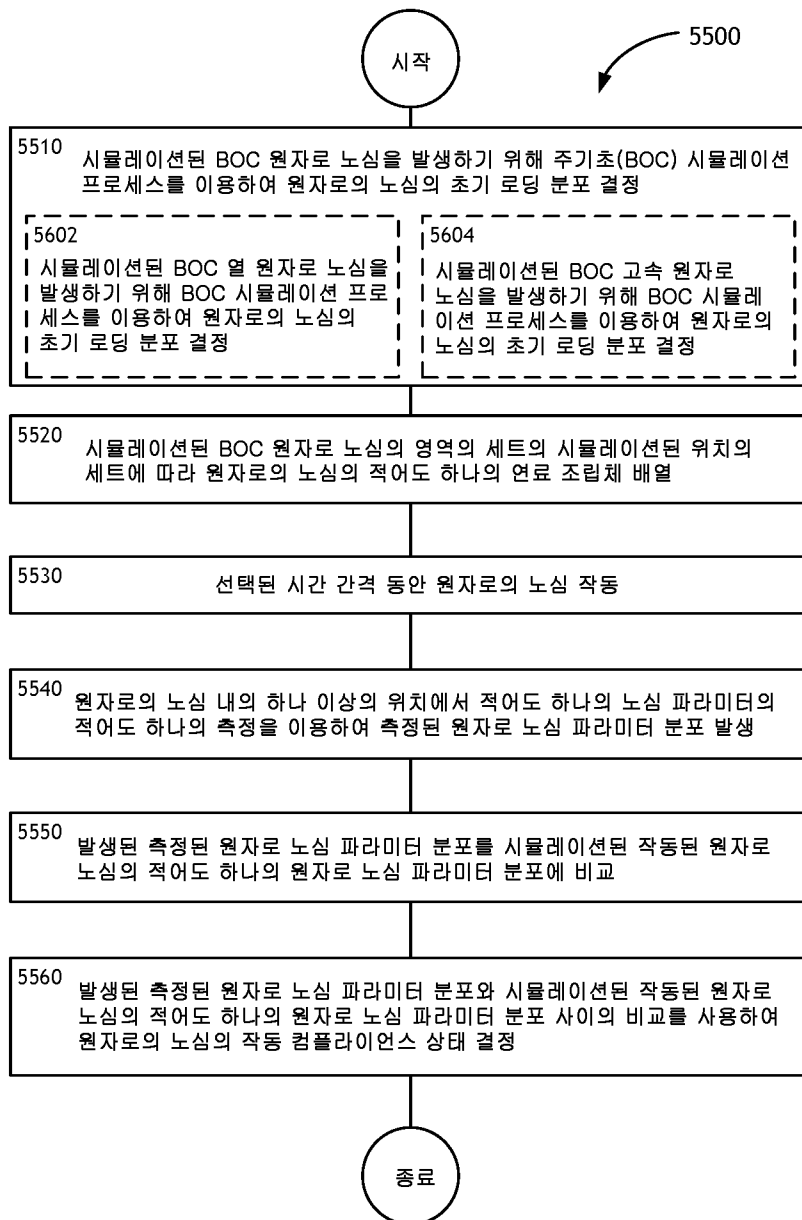
도면54



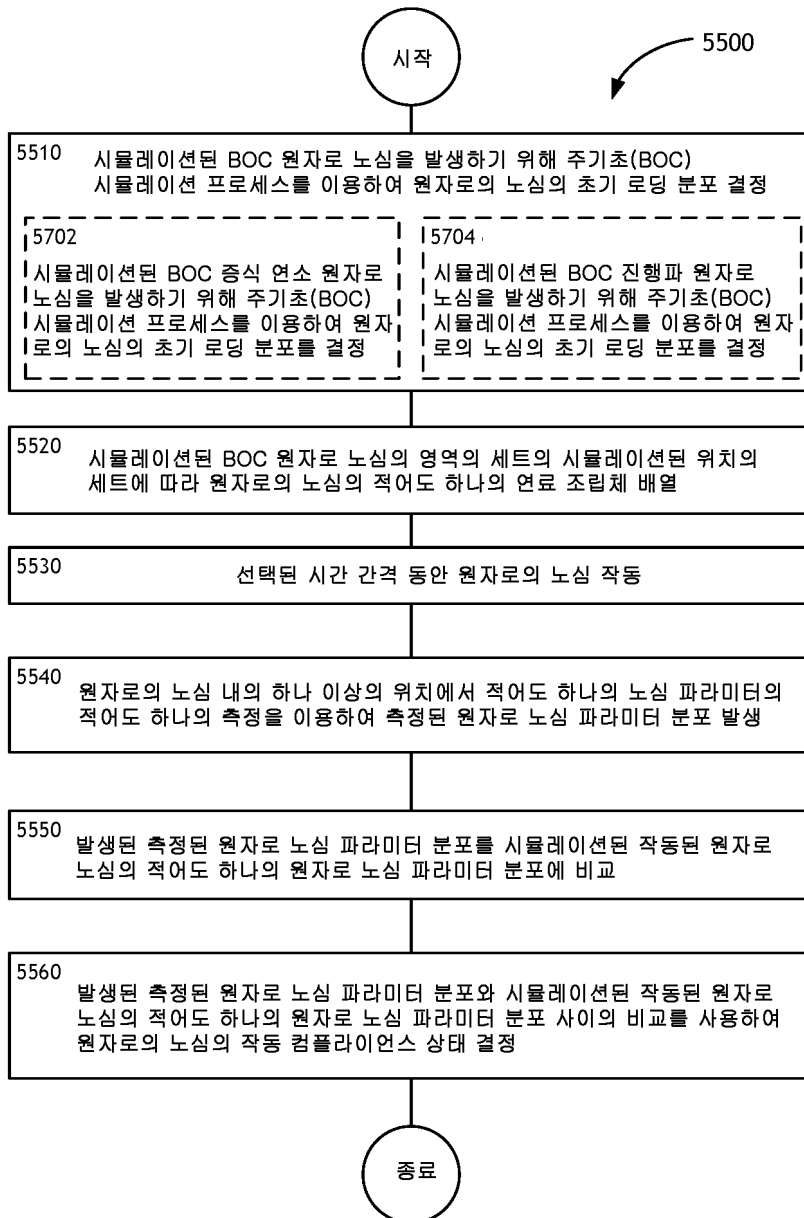
도면55



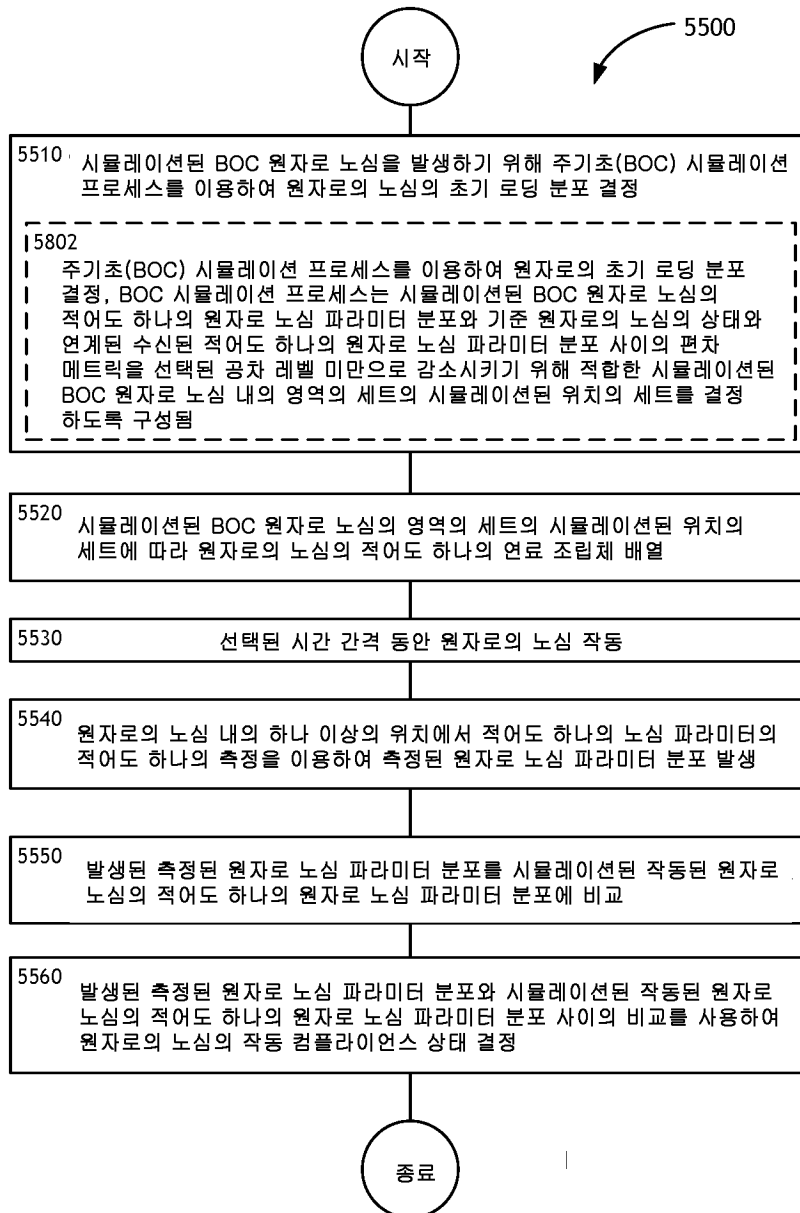
도면56



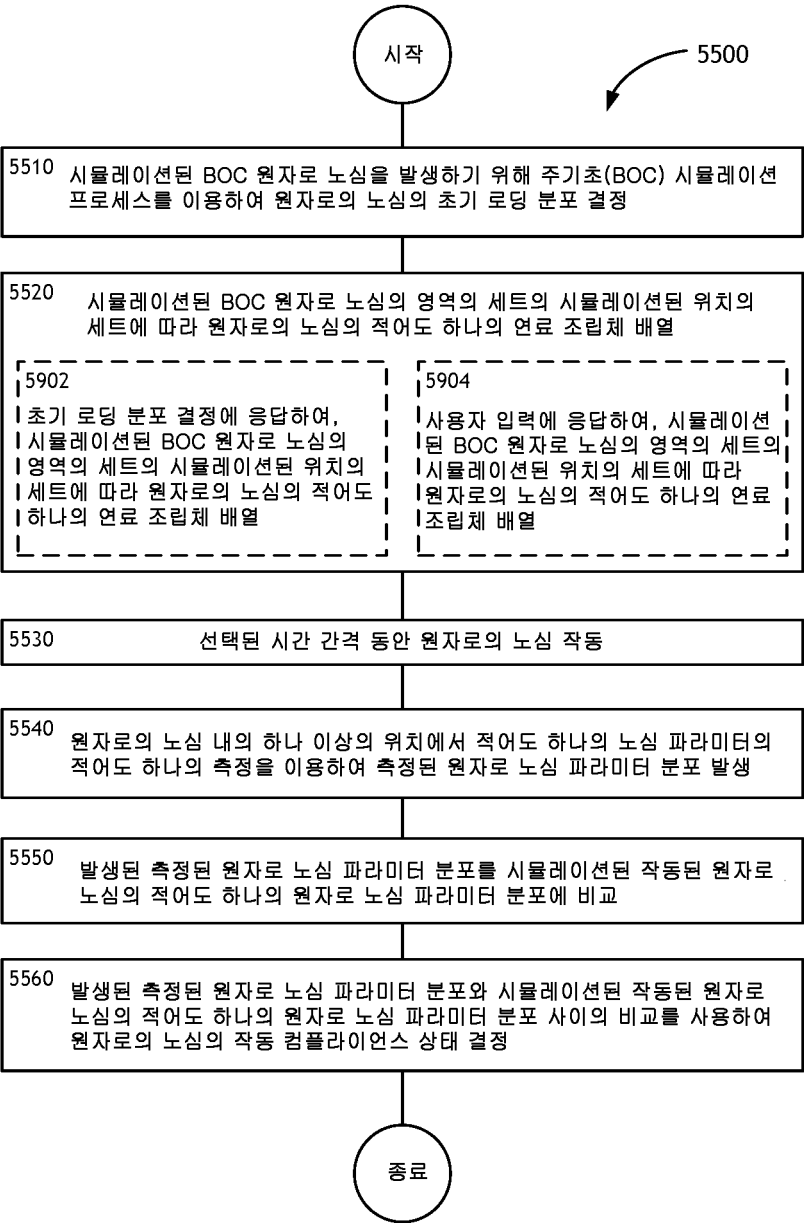
도면57



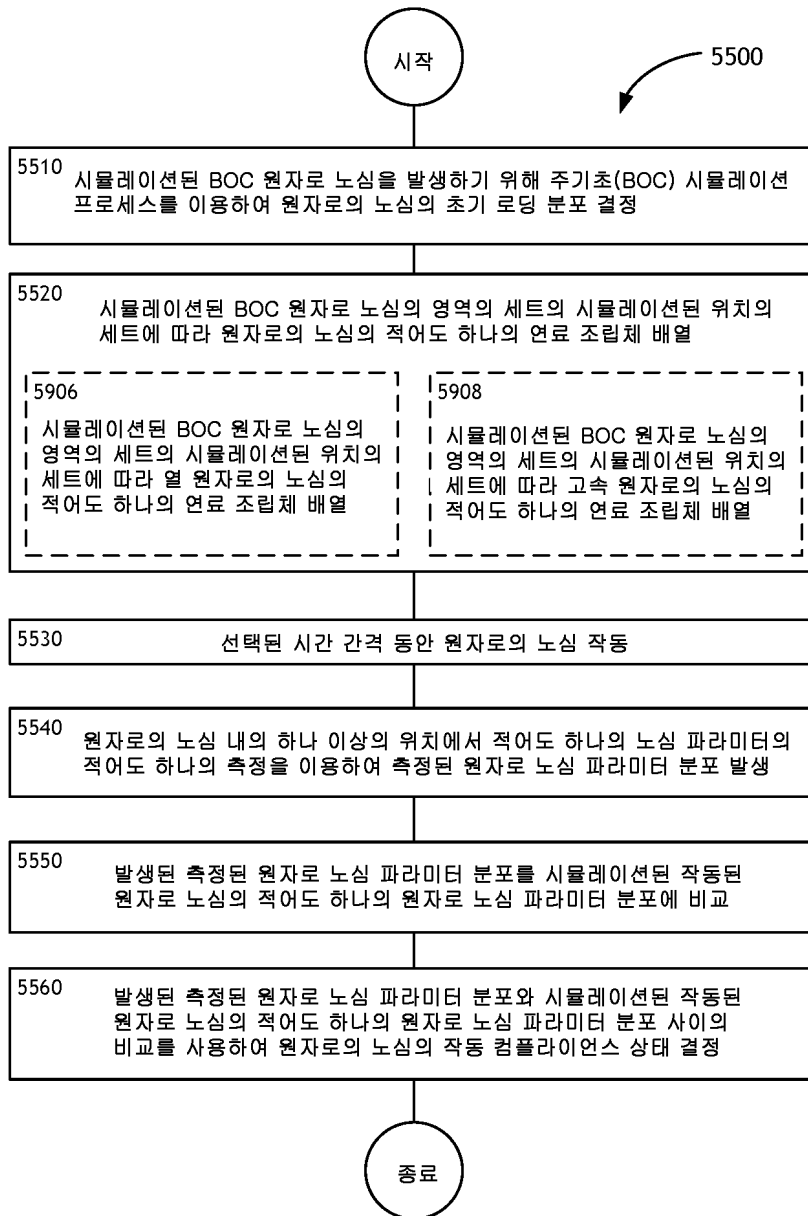
도면58



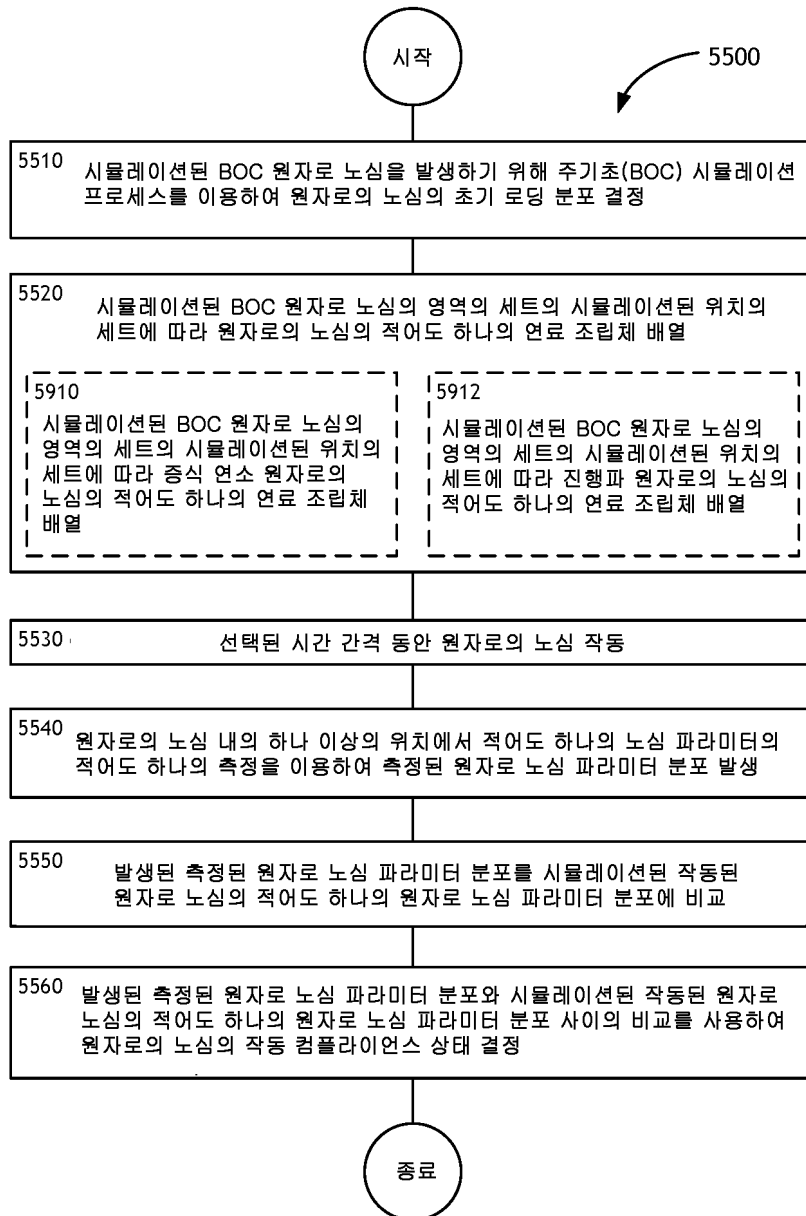
도면59a



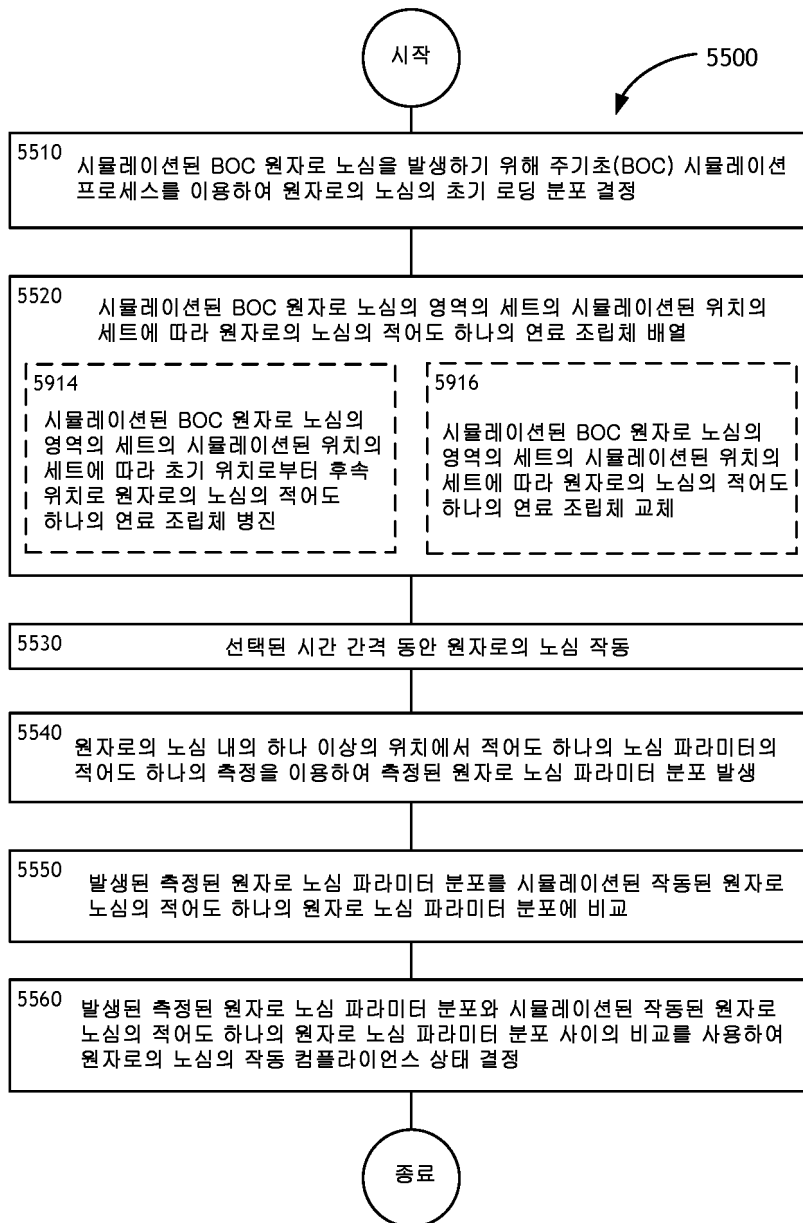
도면59b



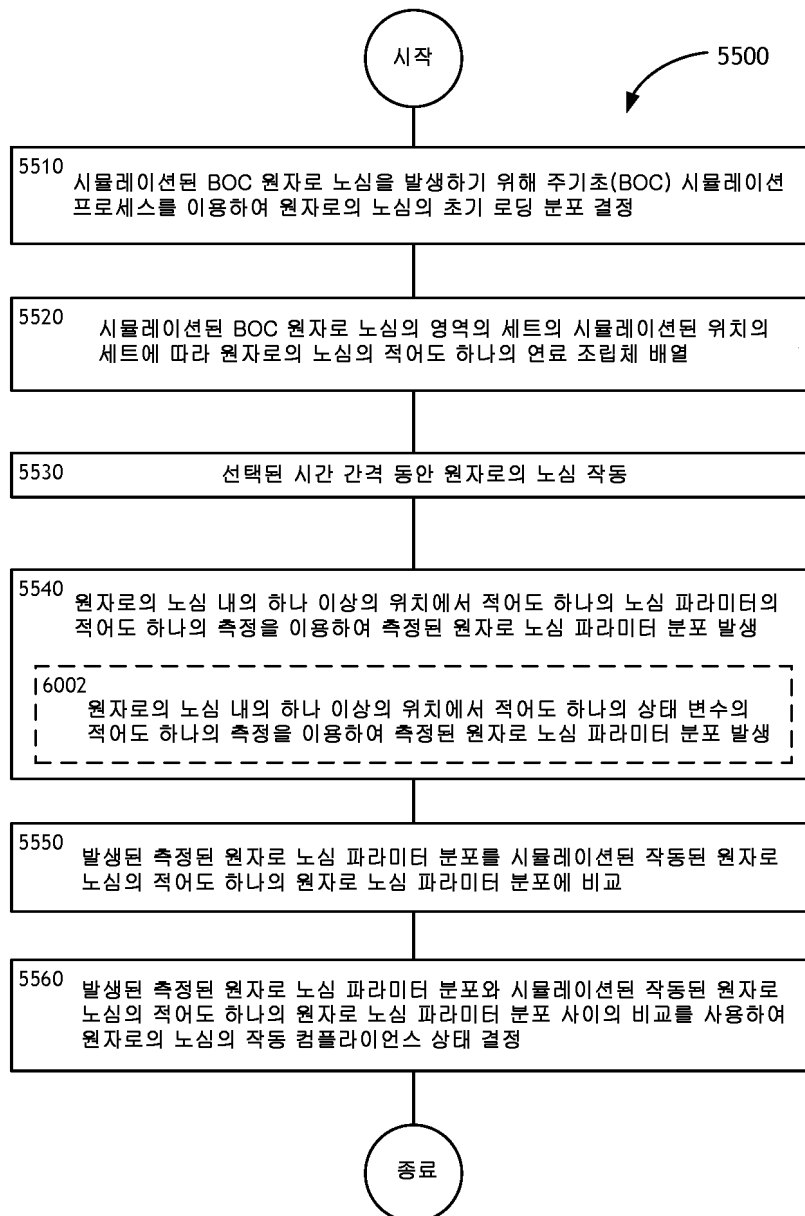
도면59c



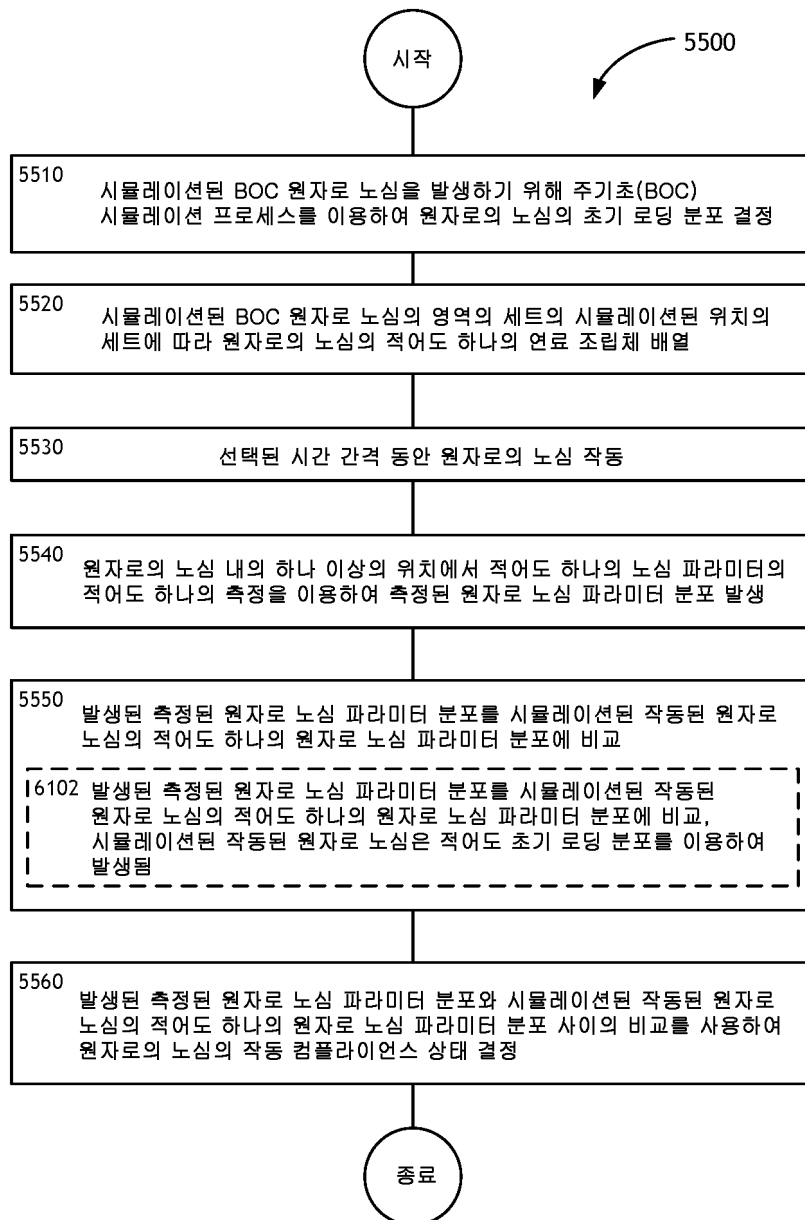
도면59d



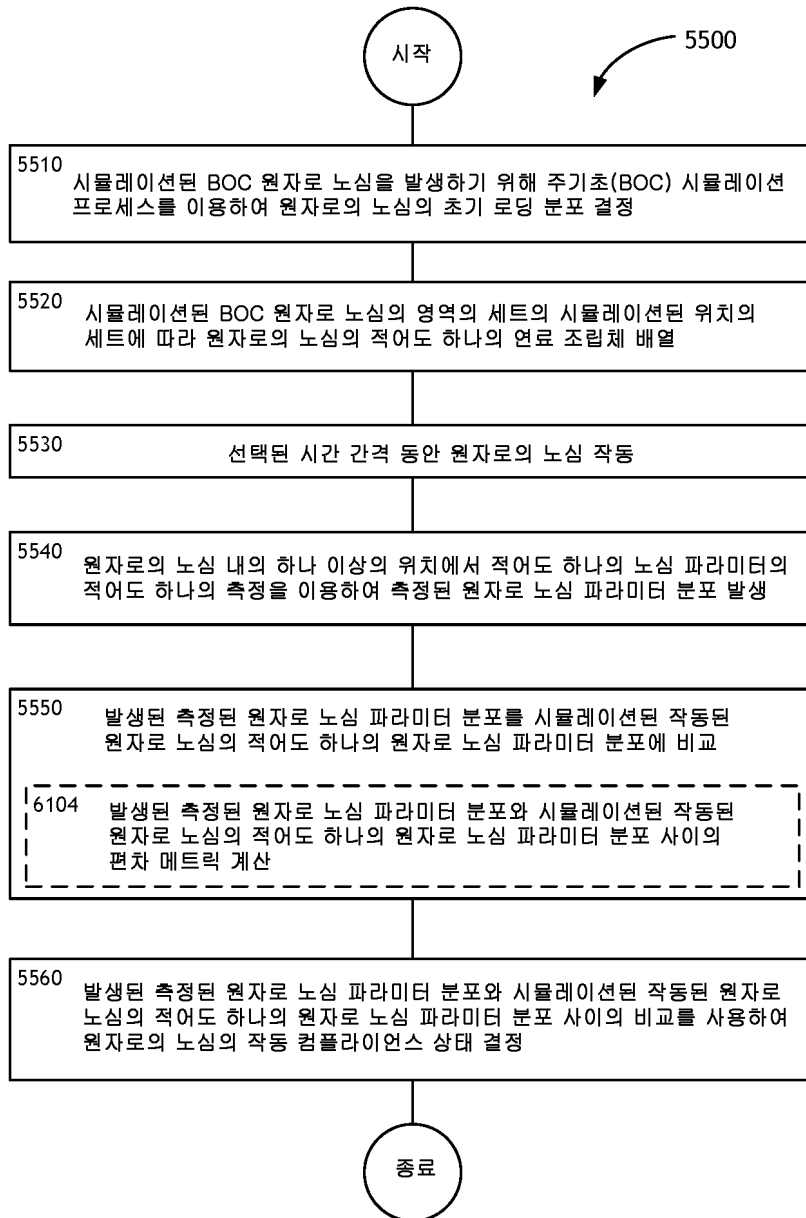
도면60



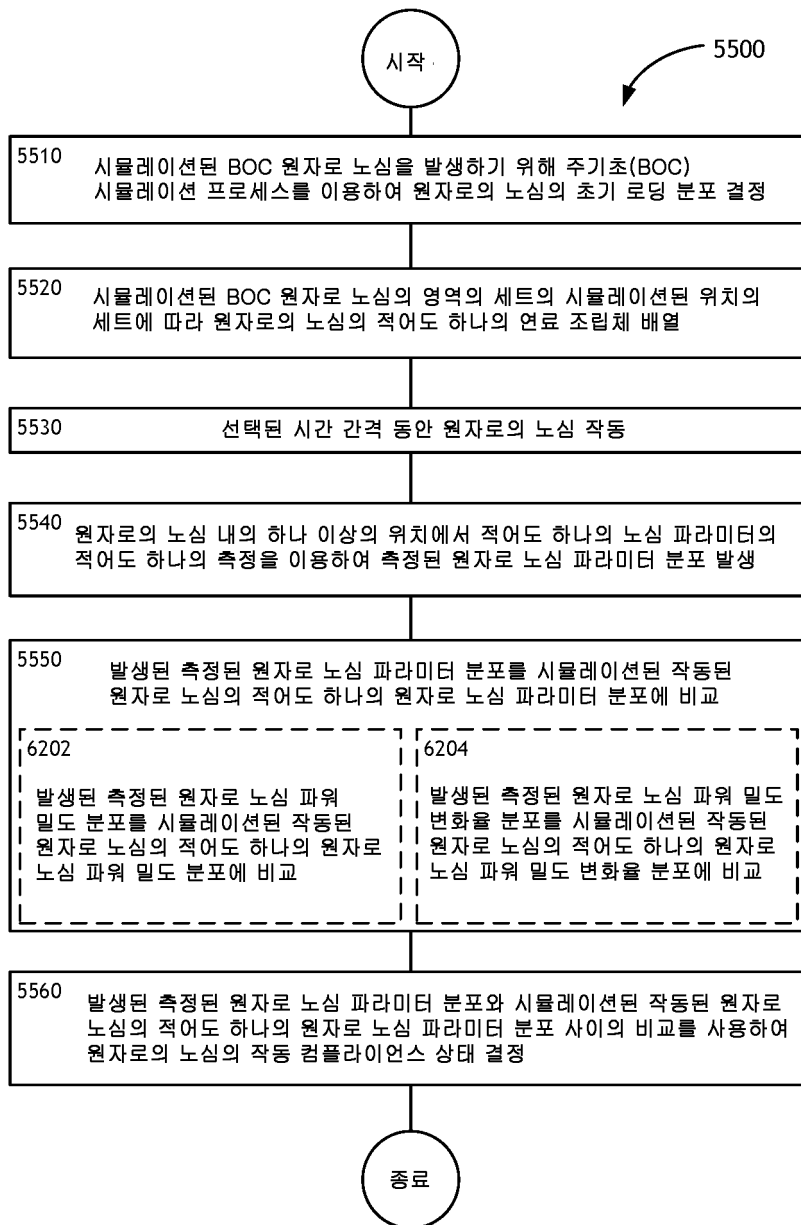
도면61a



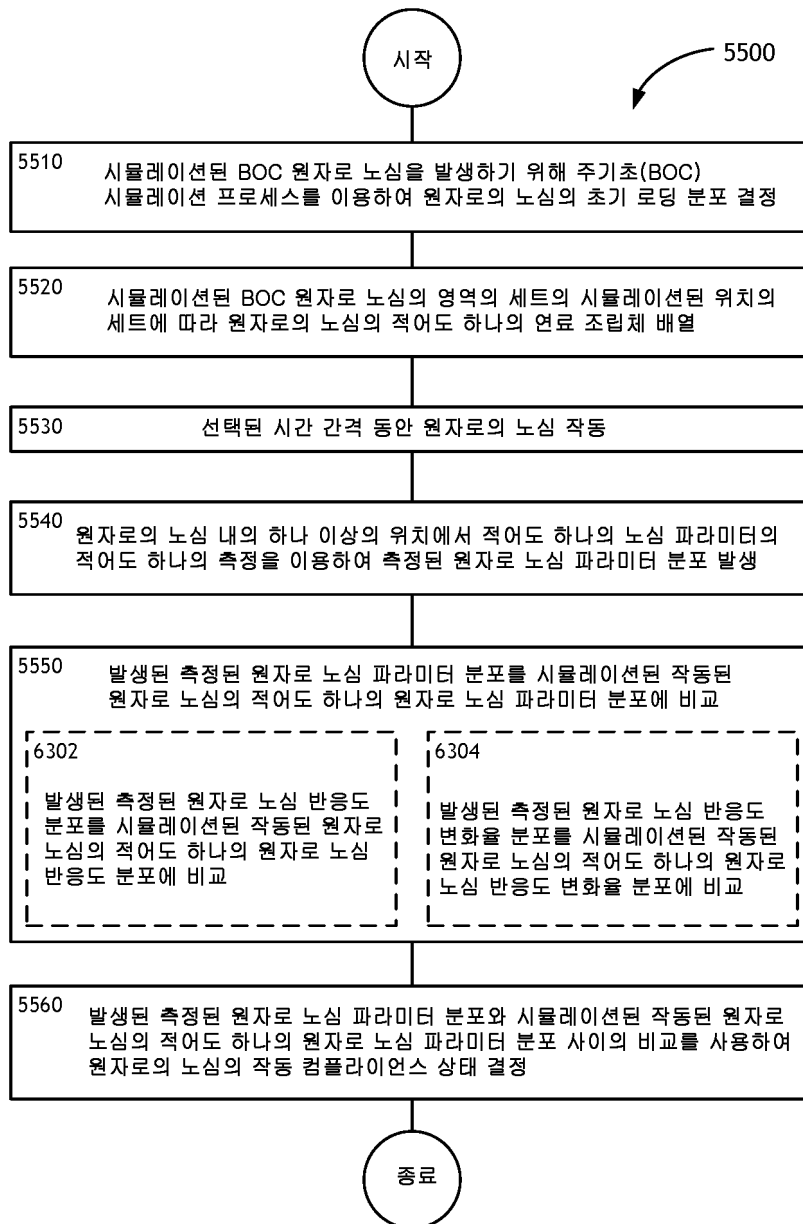
도면61b



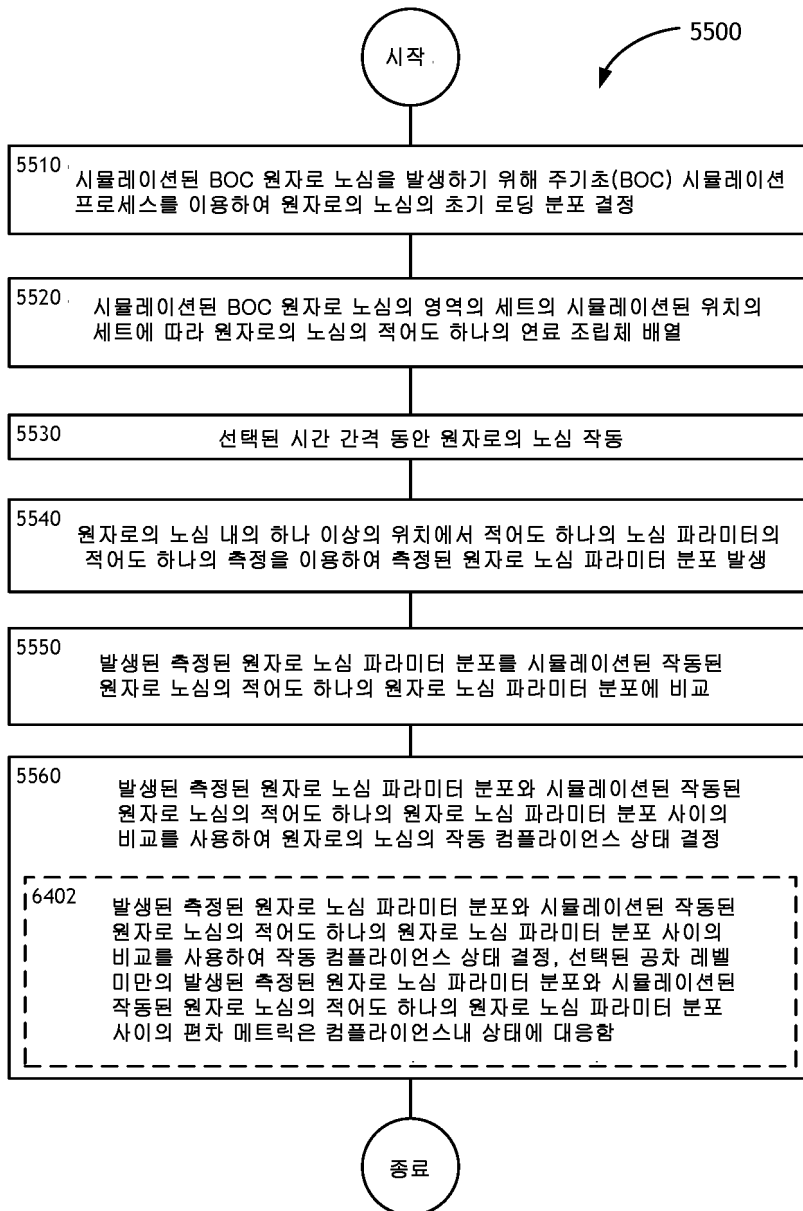
도면62



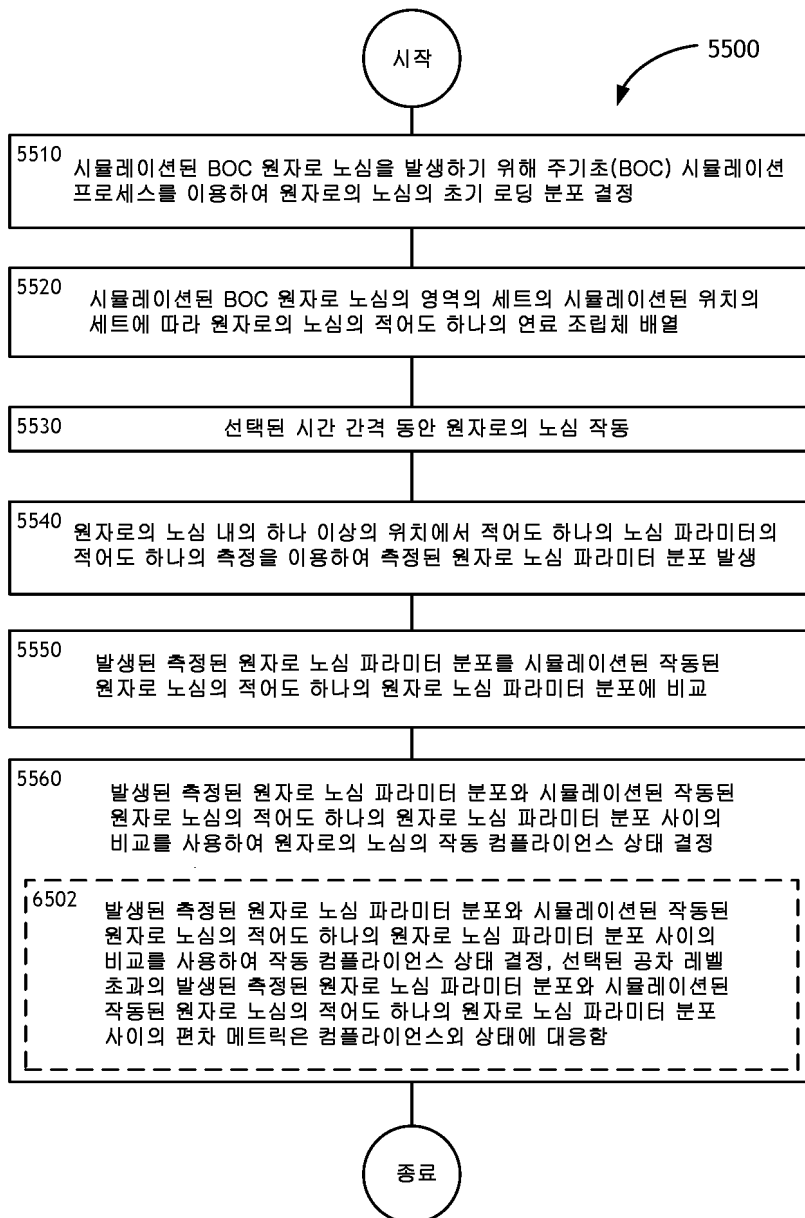
도면63



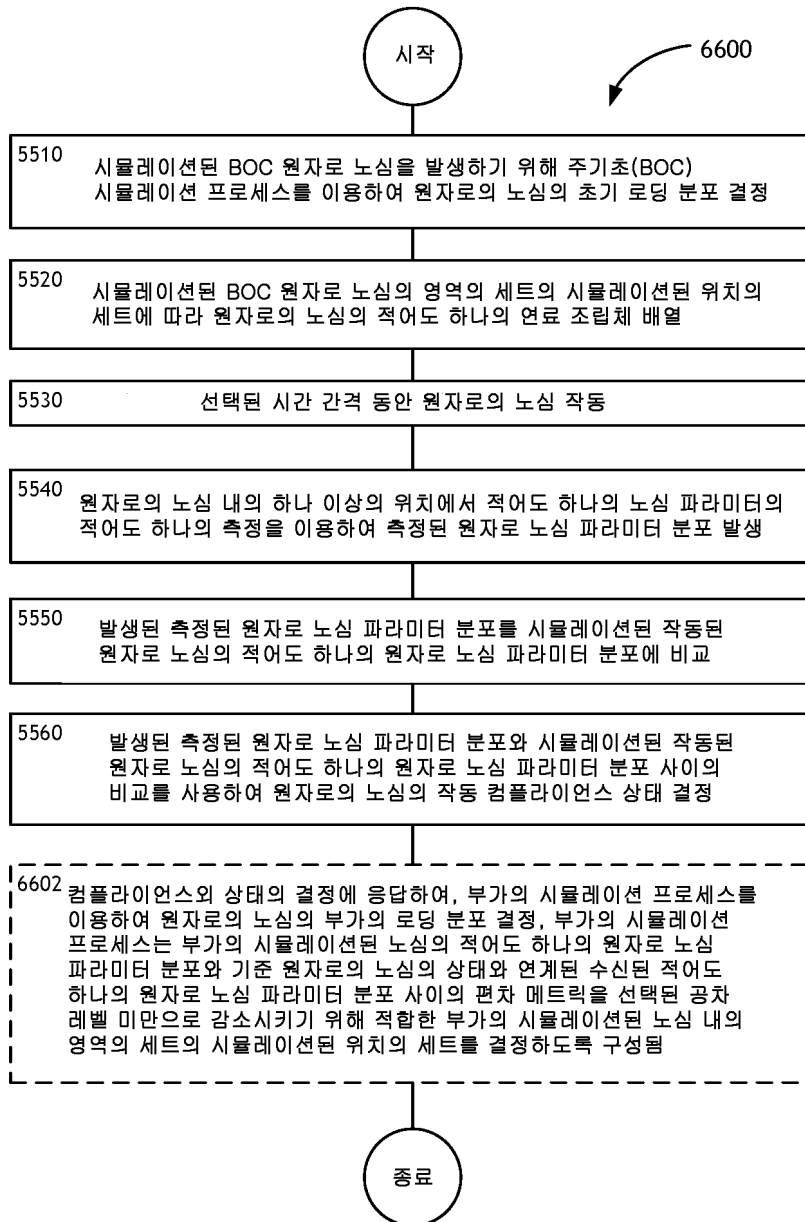
도면64



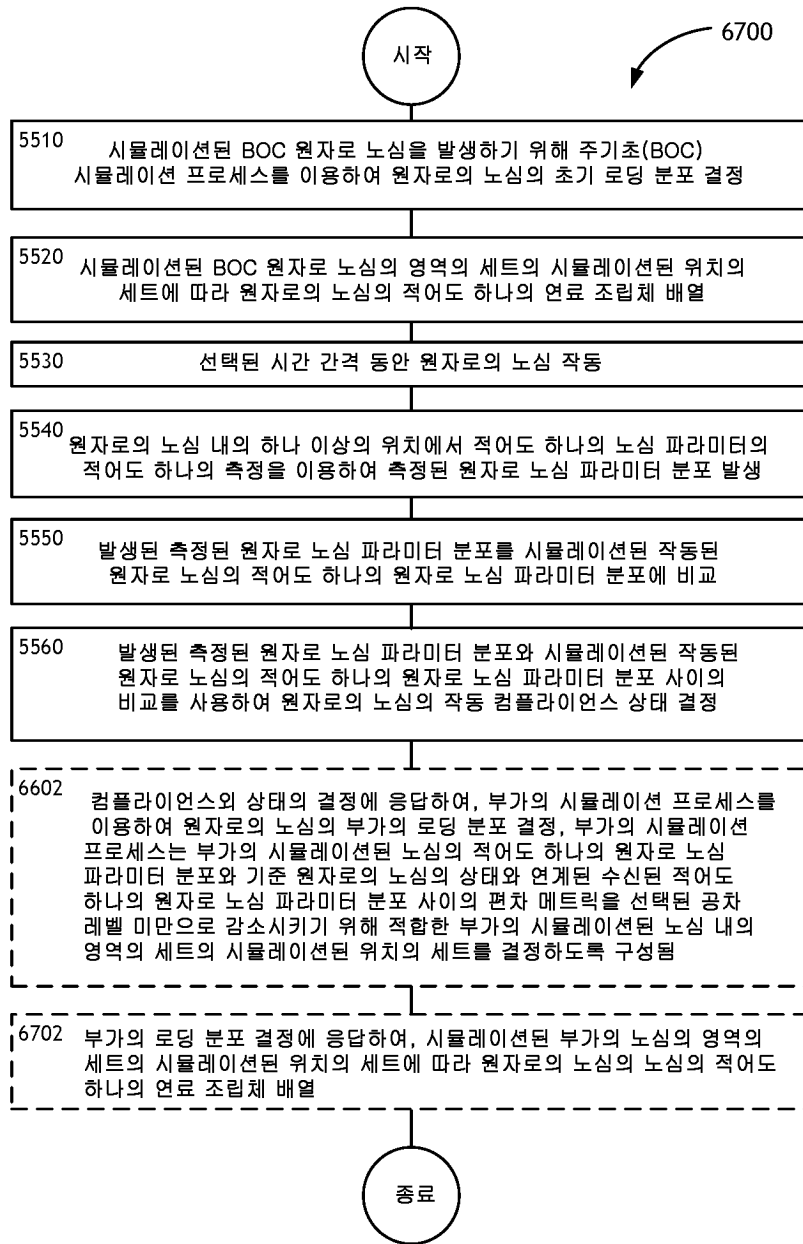
도면65



도면66



도면67



도면68

